

CAPITULO 3

CIRCUITO UDLAP

Como ya se ha mencionado, el circuito de la Universidad de las Américas ha brindado servicio a toda la comunidad que asiste a esta institución desde hace aproximadamente 40 años a lo largo de los cuales no se tiene un registro de reparaciones mayores; los estudios realizados y que se presentan en este apartado muestran los graves daños con los que cuenta y reflejan la necesidad que existe hoy de una reconstrucción de esta vialidad.

3.1 TRANSITO PROMEDIO:

Actualmente según la información que me fue proporcionada por el departamento de seguridad de la Universidad de las Américas Puebla, el Transito Diario Promedio Anual fue de 9335 vehículos para el semestre primavera 2009 y que está clasificado de siguiente manera:

A2=	84.00 %
A'2=	10.00 %
B2=	05.00 %
C2=	01.00 %
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>	
SUMA =	100.00%

Este aforo lo realiza el Departamento de Seguridad mediante los guardias que se encuentran en las entradas del campus durante todo el día de la primera semana de cada semestre teniendo así un parámetro de la cantidad vehículos que circularan durante el semestre al interior de la Universidad.

Con base en estos datos se procederá a hacer el análisis para obtener la propuesta más viable a la solución del problema en la vía de comunicación principal en la UDLAP.

3.2 INSPECCIÓN GEOTÉCNICA

La mecánica de suelos es una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se van a erigir estructuras de índole invariable. La enorme importancia de su conocimiento por el ingeniero moderno ha sido y es demostrada a diario con hechos por todos conocidos. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva es dicho suelo el que soportará la carga. (Crespo, 1979)

Las condiciones actuales de servicio del circuito se encuentran en un estado sumamente alto de deterioro por falta de mantenimiento rutinario, son consecuencia de un drenaje ineficiente, el cual no es capaz de drenar las aguas producto de las precipitaciones pluviales.

Por esta razón fue necesario realizar un estudio de mecánica de suelos para evaluar la capacidad y estructura del pavimento del circuito. Este estudio de mecánica de suelos, el cual el informe se encuentra en el anexo 1 de este trabajo y que está basado en siete sondeos realizados a una profundidad de 90 cm a lo largo del circuito. Y que se muestran a continuación.

Todo esto con el objetivo de obtener la información necesaria para realizar un análisis y posteriormente se presente la propuesta de rehabilitación del circuito que resulte más viable tanto económica como constructivamente.

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO AL CIRCUITO DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, PUEBLA
CROQUIS DE LOCALIZACION DE LOS SONDEOS**

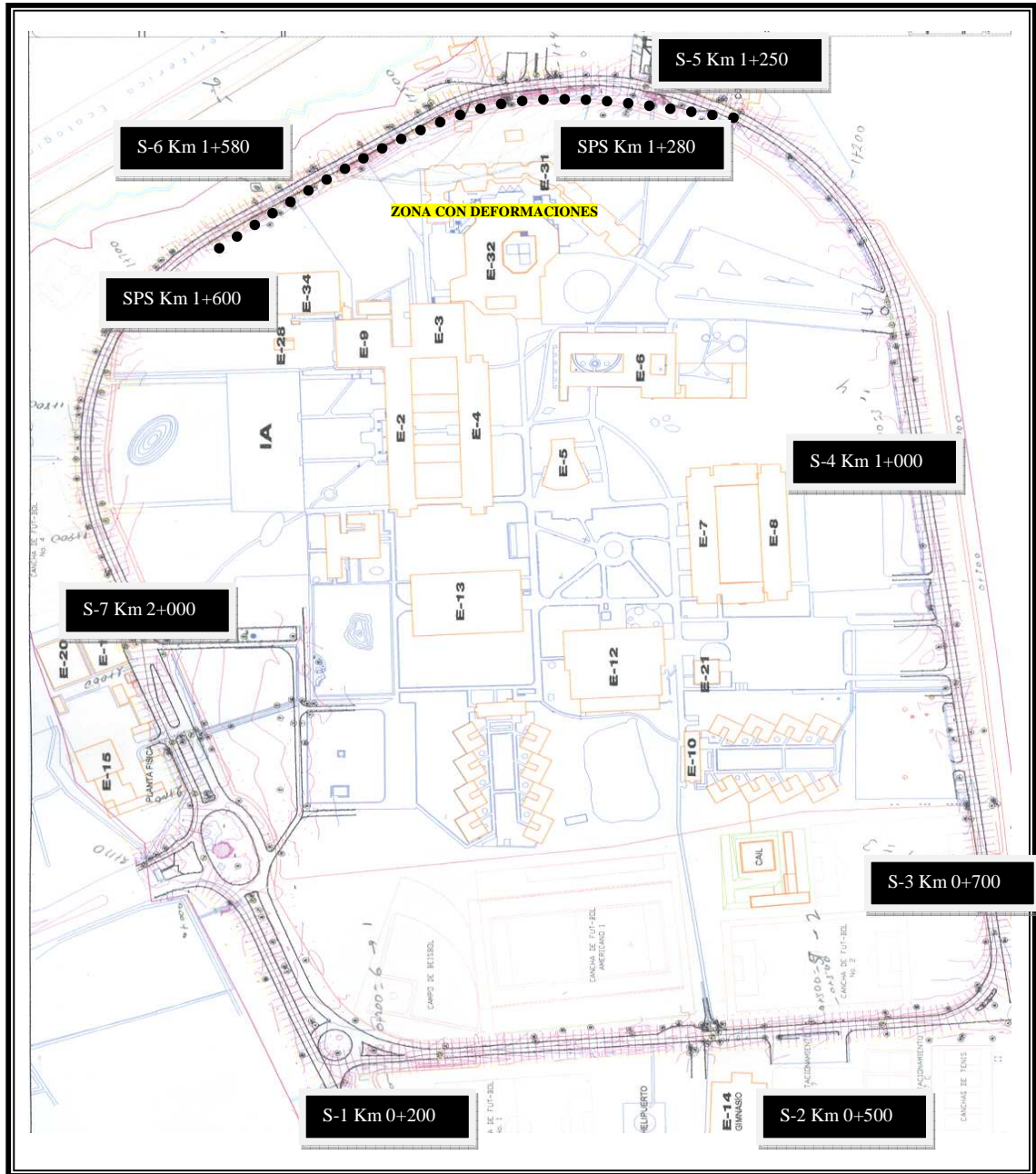


Fig.3.1. Croquis de localización de sondeos

Fuente: Dirección de Planta Física

En el croquis de la figura 3.1 se puede observar el cadenamamiento donde se realizaron cada uno de los 7 pozos a cielo abierto realizados al circuito de la UDLAP. De acuerdo a lo obtenido en el reporte fotográfico del inventario de fallas superficiales del capítulo 2, en este croquis se puede observar que hay una zona con altas deformaciones la cual está localizada en el tramo que se encuentra entre los cadenamamientos 1+250 y 1+580, los cuales corresponden a los sondeos 5 y 6 respectivamente.

Debido a la gravedad de las deformaciones que se presentan en la zona y revisando los resultados obtenidos en el sondeo se tiene que:

El sondeo número uno muestra que el material para base hidráulica no cumple con los requisitos de la normativa SCT correspondiente (N-CMT-4-02-001/04SCT, Características de los Materiales, Materiales para Base y Subbase) ya que las características del material en cuestión se encuentran fuera de los límites establecidos en la norma, es un tezontle rojo, que es una roca ígnea extrusiva de origen volcánico y con una densidad muy baja. La subrasante se encuentra conformada por una arena arcillosa limosa (tepetate) que si cumple con las características solicitadas por la normatividad para esta capa. El terreno natural se encuentra con una humedad superior a la óptima.

El sondeo Número dos también muestra que el material para base no cumple con las características requeridas por la norma antes mencionada para Base Hidráulica, ya que consta del mismo material; aquí la subrasante está compuesta de igual manera por un tepetate que si cumple con las características para subrasante y las humedades se encuentran dentro de los rangos admisibles.

En la muestra numero 3 el material de Base es Tezontle rojo, que no cumple con los requisitos de Base según la norma SCT correspondiente; la capa subrasante si cumple con la calidad especificada en la norma correspondiente ya que es un Tepetate y la humedad en todas las capas está por debajo del límite máximo.

Para el cuarto sondeo las características del material se encuentran fuera de la norma N-CMT-4-02-001/04SCT la cual habla del material para bases y subbases, el material que conforma esta capa sigue siendo tezontle y su humedad está un poco por encima de la optima; el material de la subrasante se mantiene en tepetate que si cumple con requisitos para esta con una humedad dentro del rango aceptable; el terreno natural cuenta con humedad superior a la óptima.

El quinto sondeo se realizó en el inicio del a zona crítica (1+250), la cual muestra la misma estructura de los 4 sondeos anteriores pero que presenta fallas físicas y estructurales más importantes del circuito.

El sexto sondeo se ubicó en el final de la zona crítica (1+ 580) y cuenta con las características del sondeo número 5, las fallas presentadas aquí tanto física como estructuralmente tienen una disminución bastante importante que dan lugar a una superficie un poco más comfortable al tránsito.

Esta zona fue objeto de un segundo estudio de mecánica de suelos basado en dos sondeos de penetración estándar ubicados en la zona de deformaciones antes señalada en el croquis.

Por último la muestra 7 está compuesta de Tezontle, que como se ha venido mencionando , no cumple con las características de la normativa correspondiente aunque su material de subrasante si lo hace.

3.2.1 CALIFICACIÓN IRI.

Debido a las deformaciones antes mencionadas fue necesario realizar un estudio complementario para determinar el perfil del circuito de la universidad, dentro del Diplomado en Nuevas Tecnologías de Pavimentos, por medio el IRI por sus siglas en ingles (International Roughness Index). Este se realizó en ambos carriles y de la siguiente manera:

- ✓ Levantamiento con nivel fijo y estatal a cada 50 cm.
- ✓ Con el equipo llamado liz tip

El concepto de calificación aplicado a la superficie de rodamiento de un camino, se apoya en dos postulados básicos que son:

El pavimento de una carretera tiene como finalidad permitir el tránsito adecuado de vehículos, proporcionando al público un servicio eficiente.

La capacidad de un pavimento de prestar un servicio eficiente disminuye con el tiempo.

La evaluación del estado que guarda la superficie de rodamiento se ha desarrollado en primer término como resultado de la apreciación subjetiva de observadores a cuyo resultado se le denomina “Calificación Actual”. En segundo término a la localización y medición de roderas y en tercer lugar al análisis de los datos proporcionados del levantamiento del Índice Internacional de Rugosidad (IRI).

La calificación actual se considera como la apreciación de un observador sobre la capacidad de servicio de un pavimento en un momento dado, tomando en cuenta exclusivamente el estado de la superficie de rodamiento en el momento de la inspección sin que influyan aspectos de diseño geométrico.

Una vez obtenidos los datos estos se grafican y se obtiene un perfil, donde se puede observar las irregularidades de las superficie de rodadura; en primer lugar la Calificación Actual, en seguida el levantamiento de roderas y finalmente los registros del IRI proporcionados, después de los cuales se presentan las conclusiones al respecto.

Valores menores de 2.4 m/Km. superficie en buen estado y comfortable; de 2.4 a 4.7 m/Km, rugoso pero comfortable; y mayores de 4.7 m/Km., como rugoso y no comfortable.

$$\text{IRI} \leq 2.81$$

$$\text{IRI} \leq 2.81 \text{ y } \leq 4.7$$

$$\text{IRI} \geq 4.7$$

En general el tramo comprendido del Km. 1+200 al Km. 1+800 que es tramo más dañado presento de acuerdo a las mediciones antes citadas y a lo apreciado en el perfil, valores mayores a 4.7, por lo que se considera que este tramo **es rugoso y no confortable**.

A partir de estos resultados y tomando en cuenta el reporte que se obtuvo después de un análisis del perfil del circuito basado en el estudio denominado IRI y debido a que la inestabilidad es en un tramo determinado del circuito esta se estudiara por separado del resto del mismo.

La calificación obtenida del IRI anteriormente, y que define el estado actual del circuito como rugoso y no confortable es, aunada a las condiciones descritas para esa zona en los sondeos realizados, una de las razones, si no es que la más importante para tomar la decisión de realizar dos nuevos sondeos en la zona más crítica del circuito, los cuales se muestran a continuación y en los que se puede observar que a una profundidad promedio de 1.40 y 1.20 m. respectivamente se encuentra un estrato de limo orgánico de muy mala calidad, muy baja capacidad resistente y con un espesor promedio de 1.80m. para ambos casos, esto último es la razón por la cual se tienen importantes deformaciones en la zona ya que la inestabilidad de este estrato bajo las cargas aplicadas redundan en las deformaciones que se aprecian en el circuito cuando algún vehículo transita por el.

A continuación se muestran los dos sondeos de penetración estándar realizados al circuito de la Universidad.

3.2.2 SONDEOS DE PENETRACIÓN ESTANDAR

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO AL CIRCUITO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, PUEBLA

SONDEO DE PENETRACION 1

PAGINA

REGISTRO DE PERFORACIÓN												
Obra:	VIALIDAD DEL CIRCUITO DE LA UDLAP						Inicio	06-ago-08				
Ubicación:	CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS						Termino	06-ago-08				
localización:	CADENAMIENTO Km. 1+280 LADO DERECHO						Tipo sonde	P.E. Rotación Triconica				
Perforista:	ALFREDO ALOR CRUZ						N.A.F.	7.00 m				
Técnico:	MIGUEL ANGEL ALOR CRUZ						PERDIDA	DE AGUA A 1.20 m				
Mtra	Profundidad		Tipo	P. ESTANDAR				No. Golpes	Recuperación	Clasificación de campo		
	m	m		de muestreo	Peso martillo 65 kg Alt de caída 75 cm Número de golpes						en	
No.	Inicial	Final	-	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	0.30 m	en			
1	0,00	0,80	P.E.	4	7	9	5	16	20	20 cm FIRME - 60 cm ARENA ARCILLOSA		
2	0,80	1,40	P.E.	5	8	9	6	17	25	ARENA FINA ARCILLOSA CAFÉ OSCURO		
3	1,40	2,00	P.E.	3	2	3	4	5	10	LIMO PLASTICO GRIS OSCURO		
4	2,00	2,60	P.E.	3	2	3	4	5	22	LIMO GRIS OSCURO CON RESTOS RAICES		
5	2,60	3,20	P.E.	3	2	3	5	5	47	LIMO CAFÉ CLARO CON RESTOS RAICES		
6	3,20	3,80	P.E.	3	3	4	4	7	34	ARCILLA CAFÉ OSCURO Y RESTOS RAICES		
7	3,80	4,40	P.E.	4	4	5	5	9	30	ARCILLA CAFÉ OSCURO Y RESTOS RAICES		
8	4,40	5,00	P.E.	4	4	5	6	9	45	ARCILLA CAFÉ OSCURO Y RESTOS RAICES		
9	5,00	5,60	P.E.	6	8	9	8	17	19	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO		
10	5,60	6,20	P.E.	6	4	4	4	8	41	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO		
11	6,20	6,80	P.E.	4	9	7	5	16	35	ARENA FINA LIMOSA CAFÉ CLARO		
12	6,80	7,40	P.E.	1	1	9	22	10	50	ARENA FINA LIMOSA CAFÉ CLARO		
13	7,40	8,00	P.E.	10	13	47	48	50 +	42	ARENA FINA LIMOSA CAFÉ CLARO		
14	8,00	8,60	P.E.	9	19	32	48	50 +	45	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ		
15	8,60	9,05	P.E.	13	22	50/15	A.R.	50 +	35	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ		
			50 +	30 cm centrales					Profundidad proyecto:		7,0 m	
Nomenclatura general	P.E. Penetración Estándar			X					Profundidad sondeo:		9,0 m	
	T.P. Tubo Partido						X		Revisó en el campo:			
	T.S. Tubo Shelby								Revisó en laboratorio:			
	A.R. Avance por rotación			X								
			NAF			7.00 m			Broca TRICONICA			
			Ademe			NO			m		Fecha	10-ago-08

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS REALIZADO AL CIRCUITO DE LA
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, PUEBLA**

SONDEO DE PENETRACION 2

PAGINA 2

REGISTRO DE PERFORACIÓN											
Obra:		VIALIDAD DEL CIRCUITO,						Inicio		05-ago-08	
Ubicación:		CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS						Termino		05-ago-08	
localización:		CADENAMIENTO KM 1+600 LADO/DERECHO						Tipo sonda		P.E. Rotación Triconica	
Perforista:		ALFREDO ALOR CRUZ						N.A.F.		4.10 m	
Técnico:		MIGUEL ANGEL ALOR CRUZ						PERDIDA		DE AGUA A 1.40 m	
Mtra	Profundidad		Tipo	P. ESTANDAR				No. Golpes	Recuperación	Clasificación de campo	
	m	m		de mues-treo	Peso martillo 65 kg	Alt de caída 75 cm					
No.	Inicial	Final	-	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	0.30 m	cm		
1	0,00	0,60	P.E.	27	11	8	10	19	32	ASFALTO Y GRAVAS DE TEZONTLE	
2	0,60	1,20	P.E.	15	19	13	11	32	26	ARENA FINA ARCILLOSA CAFÉ OSCURO	
3	1,20	1,80	P.E.	1	2	1	1	3	35	LIMO ORGANICO GRIS OSCURO (TURBA)	
4	1,80	2,40	P.E.	1	1	1	1	2	10	LIMO ORGANICO GRIS OSCURO (TURBA)	
5 - S	2,40	3,00	P.E.	1	5	7	11	12	30	LIMO CAFÉ CLARO	
5 - I	2,40	3,00	P.E.	1	5	7	11	12	30	ARENA FINA LIMOSA CAFÉ CLARO	
6	3,00	3,60	P.E.	7	21	35	35	50 +	44	ARENA FINA LIMOSA CAFÉ CLARO	
7	3,60	4,20	P.E.	26	18	24	32	42	16	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO	
8	4,20	4,80	P.E.	8	31	39	35	50 +	23	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO	
9	4,80	5,40	P.E.	20	28	29	21	50 +	20	ARENA LIMOSA CAFÉ CLARO	
10	5,40	6,00	P.E.	3	20	19	5	39	20	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO	
11	6,00	6,60	P.E.	16	14	11	10	25	30	ARENA MEDIA-FINA LIMOSA CAFÉ CLARO	
12	6,60	7,20	P.E.	2	2	3	3	5	50	ARENA MEDIA-FINA LIMOSA CAFÉ CLARO	
13	7,20	7,80	P.E.	3	4	4	5	8	35	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO	
14	7,80	8,05	P.E.	26	50/10	A.R.		50 +	17	LIMO ARENOSO CAFÉ CLARO	
15	8,40	8,60	P.E.	26	50/5	A.R.		50 +	17	ARENA FINA-MEDIA GRIS COMPACTA	
16	9,00	9,05	P.E.	50/10	A.R.			50 +	5	ARENA FINA-MEDIA GRIS COMPACTA	
			50 +	30 cm centrales				Profundidad proyecto:			7,0 m
Nomenclatura general			P.E. Penetración Estándar	X			Profundidad sondeo:			9,0 m	
			T.P. Tubo Partido	X			Revisó en el campo:				
			T.S. Tubo Shelby				Revisó en laboratorio:				
			A.R. Avance por rotación	X							
			NAF	4.10 m			Broca TRICONICA				
			Ademe	NO m			Fecha			10-ago-08 hoja : 1 de 1	

La estructura del pavimento que comprende el circuito de la UDLAP se mantiene constante a lo largo de todo el circuito, es decir, las capas son las mismas. Los sondeos nos muestran que el material de base no cumple con las características de Base Hidráulica, ya que como se menciono anteriormente, es un material ligero contrario a lo que muestra la capa subrasante, el cual sí cumple con los requisitos para la misma ya que es una arena arcillosa-limosa (tepetate); esto se mantiene a lo largo de toda la vía.

Se hace énfasis de que ninguna de las capas del pavimento mantiene un espesor constante ya que estos varían demasiado en todo el circuito lo cual puede contribuir a las fallas que se tienen ya sean físicas y/o estructurales, y que a su vez es indicio que en su tiempo probablemente se construyó contemplando que sería un camino de servicio que atendería a todo lo que alguna vez fue la hacienda y en la cual los vehículos no causarían el daño que actualmente un vehículo puede causar; además, la repetición de cargas cuando funcionaba como hacienda no fue ni será nunca lo que actualmente recibe.

Los sondeos numero 5 y 6 se realizaron en la zona más dañada del circuito; aunque las deformaciones son bastante graves la estructura del pavimento no se encuentra alterada; esta situación llamo la atención, pues si la estructura se mantenía constante y a su vez no presentaba alteraciones en la zona más crítica, lo más probable es que las fallas estructurales provinieran del suelo subyacente; esto se pudo comprobar mediante dos sondeos de penetración estándar mencionados anteriormente y realizados en fechas posteriores a los primeros 7 PCA (Pozos a Cielo Abierto), los cuales muestran que a una profundidad de 1.40 y 1.20 m. (sondeo 1 y sondeo 2) se tiene un estrato de material del mala calidad, baja capacidad de carga e inestable, que cuentan con un espesor de 1.80 y

1.20 m. respectivamente, el cual será necesario estabilizar para poder mantener una superficie uniforme cuando se haya reconstruido. Estos últimos sondeos se realizaron a una profundidad de 9.00m mostrando que a partir de 2.30 y 3.80 m se cuenta con estratos que presentan mejores características de carga y estabilidad.

Sin embargo, pese a la información obtenida, no está demás realizar un nuevo estudio de mecánica solicitando los servicios de otro laboratorio que pueda corroborarnos esta información o en su defecto, dejar abierta la posibilidad de una tercera opción.

3.3 ESTRUCTURA ACTUAL DEL PAVIMENTO.

Con base en la información obtenida de los sondeos realizados al circuito (Que fueron mencionados en la sección 3.2 de este trabajo), actualmente el pavimento que conforma el circuito y que brinda servicio a la Universidad de las Américas Puebla se encuentra compuesto (según reportes de mecánica de suelos más actuales y que se analizaran en el siguiente capítulo) de la siguiente manera:



FIGURA 3.2. Estructura actual del pavimento circuito UDLA-P

FUENTE: Elaboración Propia