



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA

NOMBRE DE LA TESINA

**PROPUESTA DE AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA AVENIDA CONSTITUYENTES,
VALLE DE ORO, SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO.**

PARA OBTENER EL TÍTULO EN

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

ALBERTO OSORNIO RAMÍREZ

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO., A 20 DE JUNIO DEL 2011.

ÍNDICE

Capítulo 1. Antecedentes.....	1
Capítulo 2. Objetivo e Hipótesis.....	4
Capítulo 3. Marco teórico.....	5
3.1 Levantamiento topográfico.	
3.2 Levantamientos topográficos con estación total	
3.3 Concepto de nivel de servicio	
Capítulo 4. Metodología.....	13
Capítulo 5. Levantamiento topográfico del área de estudio (cad. 0+000 al 1+240).....	14
Capítulo 6. Aforo Vehicular.....	16
Capítulo 7. Determinación del Nivel de Servicio.....	20
Capítulo 8. Diseño del pavimento de la vialidad.....	39
Capítulo 9. Diseño en civil cad de la ampliación a 4 carriles de avenida constituyentes la cual consta de :.....	50
9.1 Planimetría	
9.2 Señalamiento(Horizontal y Vertical)	
9.3 Dren Pluvial	
9.4 Perfiles	
9.5 Secciones	
Capítulo 10. Resultados.....	51
Capítulo 11. Conclusiones.....	52
Capítulo 12. Bibliografía.....	53
Capítulo 13. Anexos.....	54



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES.

El estudio y proyecto de la Av. Constituyentes tramo: 0+000 al 1+240 ubicado al noroeste de la ciudad de San Juan del Río, Querétaro; se crea por la demanda generada por el crecimiento industrial, el nacimiento de fraccionamientos, además de la importancia de la zona al ser el paso a los municipios de de Tequisquiapan, Ezequiel Montes, y un cruce obligado para llegar al norte del país; lo cual justifica razonablemente su estudio.

El valle de San Juan del Río está considerado como uno de los más fértiles del país, y esto lo evidencian las numerosas haciendas que durante los siglos XVII al XX se asentaron en la zona. Una de las más conocidas es la hacienda de "La Llave", se dice que perteneció a don Juan de Jaramillo, esposo de doña Marina, mejor conocida como "la Malinche".

San Juan del Río también es conocido por sus exquisitos quesos y sus vinos y también está la industria minera que desde tiempos pasados se extrae el ópalo que tanta fama han dado al estado queretano.

La ciudad se encuentra asentada en un valle sedimentario centro de una rica zona agrícola con abundantes corrientes subterráneas de aguas termales de unos 37.5 °C.

Rodean al valle de San Juan las serranías de La Llave (2.450 msnm) de Xajay (2.750 msnm) de Escolásticas (2.800 msnm) y Jingó (2.500 msnm).

El río San Juan, cuyas fuentes se localizan en el estado de Hidalgo, es la principal corriente del municipio y del estado. Dicho río, al salir del municipio de Tequisquiapan, ya con el nombre de Moctezuma forma el límite natural entre los estados de Querétaro e Hidalgo y desemboca ya como Río Pánuco en el Golfo de México en el puerto de Tampico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Cuenta el municipio con 50 establecimientos de educación preescolar, 50 de educación primaria, 405 de educación secundaria, 15 con nivel bachillerato siendo éstas instituciones estatales, privadas, y federales; y 8 instituciones de educación superior (Universidad Autónoma de Querétaro Campus San Juan del Río, Universidad Mesoamericana plantel San Juan, Instituto Tecnológico de San Juan del Río, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Universidad Alfred Nobel de México, Escuela Normal del Estado de Querétaro Unidad San Juan del Río, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Marista de Querétaro y 2 de carácter privado), además de diversas instituciones de educación técnica.

Pasa por la ciudad la autopista No. 57 México-Querétaro-San Luis Potosí-Piedras Negras, Columna vertebral de la red vial hacia el norte del país. Además de ésta, el municipio está comunicado por una amplia red de carreteras federales y estatales asfaltadas (150 km) y locales asfaltadas, empedradas o terracería (150 km) transitables en cualquier época del año.

Además pasan por el municipio las vías férreas México-Laredo (doble vía electrificada), la México-Cd. Juárez, un ramal que enlaza las dos vías conectando San Juan del Río con la estación de San Nicolás y un ramal de uso local haciendo un total de 140 km de ferrocarriles dentro del municipio.

Hay servicio telefónico residencial en la cabecera y en las 15 principales poblaciones del municipio y teléfono público en el resto de las localidades con un número aproximado de 25.000 líneas.

En la cabecera hay una oficina de telégrafo y 2 del servicio postal mexicano con 4 agencias urbanas. Existen 3 frecuencias de radio locales y un canal de televisión transmitido por cable. Existen varios periódicos locales entre los que cuenta Rotativo de Querétaro, El Sol de San

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Juan del Río y otros. Actualmente (2010) la ciudad cuenta con telefonía Maxcom, Telmex, Axtel; la mayoría de compañías celulares, entre otras privadas.

Como se puede ver en la tabla No.1 en el municipio se tiene un importante incremento poblacional de:

Tabla 1.1 Crecimiento poblacional de 1990 al 2007.

AÑO	POBLACIÓN
1990	126555
1995	154922
2000	179668
2005	208462
2007	217036

Fuente: INEGI(censo de población y vivienda 1990,1995,2000,2005,2007)

La tasa de crecimiento anual es del 2.7%, por ello San Juan del Río es el área urbana del estado con mayor tasa de crecimiento.

Las principales actividades económicas son la industrial (papelera, productos alimenticios, química, textil, metal mecánica), la agropecuaria y la comercial, además de ser uno de los principales destinos turísticos del estado.

Para el caso particular de esta vialidad de doble circulación (un carril por sentido), durante muchos años se han manifestado problemas viales por el incremento a través de los años de tránsito local y foráneo, el cual crea congestionamiento vial y muchos accidentes por el insuficiente área para maniobras sobre todo cerca de la industria.



CAPÍTULO 2.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

- Análisis del estado actual de la Av. Constituyentes y propuesta de mejora de su nivel de servicio.
- Identificar y corregir los problemas operativos y de mantenimiento de la vialidad.
- Mejorar y que sea funcional la infraestructura de la vialidad.

Objetivos Específicos

- Obtener los conocimientos necesarios para la planeación y diseño de una vialidad.
- Evaluar los beneficios obtenidos con la elaboración de un proyecto con las características planteadas.
- Concentrar los pasos necesarios para construir una vialidad segura y confortable.
- Estructurar las características de la Av. Constituyentes y plantear la mejor solución de vialidad de acuerdo al tránsito presente.

HIPÓTESIS

- Al incrementar a 4 carriles (2 por sentido) mejorará la calidad de explotación actual de la Av. Constituyentes.



CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO.

Según Lazo y Sánchez (1981 :327) el nivel de servicio es un término que define una serie de condiciones de operación diversas que pueden existir en un carril o camino dado, al alojar diferentes volúmenes de tránsito.

Cal y Mayor (1982 :110) menciona que para fijar las características geométricas de la carretera se tomara como base los volúmenes horarios de tránsito, el tipo de vehículos y la velocidad de proyecto.

Por lo citado anteriormente podemos concluir que las velocidades de operación, los volúmenes horarios y el tipo de vehículos son utilizados para definir el nivel de servicio, en autopistas, carreteras y algunas vías rápidas suburbanas.

Cal y Mayor (1982 :29) expresa que una carretera queda definida geoméricamente por el proyecto de su eje en planta (alineamiento horizontal), el perfil (alineamiento vertical), y por el proyecto de su sección transversal.

Dice Rico Rodríguez (1990 :114) que la función fundamental de un pavimento flexible es estructural y consiste en proporcionar un elemento resistente a la acción de las cargas del tránsito y capaz de transmitir los esfuerzos resultantes con intensidades adecuadas.

Podemos concluir que para poder definir la estructura de un pavimento flexible es necesario tomar en cuenta las características geométricas de la zona, así como los esfuerzos a los que estará sometido.

Para Cal y Mayor (1982 :152) el volumen de transito es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado.



Q=N/T

Q= Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N= Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T= Periodo determinado (unidades de tiempo)

W. Hay (1983:276) afirma que la manera de pensar, la planificación, la investigación y el desarrollo que se requiere para satisfacer las necesidades de nuestros días deben proyectarse partiendo de bases como el tiempo y el mejoramiento de los servicios.

Según Hewes y Oglesby (1965:199) el nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.

Podemos concluir que la vialidad que estamos proyectando debe satisfacer las necesidades de servicio, con la finalidad de que la vialidad sea funcional y cumpla con las expectativas de operación de su flujo vehicular.

Dice Molinero y Sánchez (1996:123) que la capacidad de una vialidad es variable, como lo pueden ser sus características físicas o las condiciones del tráfico.

Cal y Mayor (1966:125) menciona que los estudios de capacidad sirven para determinar el efecto de los factores externos e internos en la capacidad base o ideal de cierto tramo de vialidad y el flujo de servicio que corresponde a un nivel de servicio dado.

Concluimos que para que una vialidad cumpla con la capacidad ideal requiere un nivel de servicio acorde con sus necesidades.



Teoría relacionada con cada uno de los capítulos:

3.1 Levantamiento topográfico.

Se le llama levantamiento topográfico al conjunto de actividades necesarias para determinar las posiciones de puntos para su representación en un plano.

Dice Schmidt Rayner (1983:20) que todas las operaciones topográficas están sujetas a las imperfecciones de los instrumentos y a los errores inherentes a su manejo. Por eso, ninguna medición topográfica es exacta.

En consecuencia, la naturaleza y magnitud de los errores del trabajo topográfico deberán ser bien comprendidos si se desea asegurar buenos resultados.

Sandover (1984:10) define a la topografía como la determinación de las composiciones relativas de los detalles artificiales y naturales que puedan sobre la superficie de la tierra, y el dibujo de estos detalles a escala en el restirador.

La topografía es esencialmente una colección de técnicas. Las matemáticas que en ella se emplean son relativamente sencillas y la teoría en general no es difícil.

Montes de Oca (1991:2) afirma que la teoría de la topografía se basa esencialmente en la geometría plana, geometría del espacio, trigonometría y matemáticas en general. Además del conocimiento de estas materias, se hacen necesarias algunas cualidades personales como por ejemplo: iniciativa, habilidad para manejar los aparatos, habilidad para tratar a las personas, confianza en sí mismo y buen criterio general.

García Márquez (1972:325) menciona que desde el punto de vista de la topografía las vías de comunicación terrestre se estudian en forma semejante y sus principales diferencias es la pendiente que se les puede dar para salvar los accidentes topográficos.



Se puede concluir que la topografía es una herramienta esencial para definir las características físicas de un lugar específico, y en base a esto plantear o proyectar una mejora a las condiciones actuales de la zona de estudio.

La mayor parte de los levantamientos, tienen como propósito el cálculo de áreas y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en campo mediante perfiles y planos. El marco teórico utilizado en la Topografía, se basa esencialmente en la Geometría Plana, Geometría del Espacio, Trigonometría y Matemáticas en general.

Los levantamientos también pueden clasificarse en topográficos y geodésicos:

- **Levantamientos topográficos.** Son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura de la tierra, sin error apreciable.
- **Levantamientos geodésicos.** Son levantamientos en grandes extensiones que hacen necesario considerar la curvatura de la tierra, realizando los cálculos en un elipsoide.

Los más comunes en los proyectos de ingeniería son los levantamientos topográficos, a los cuales se estará haciendo referencia con mayor frecuencia en el presente trabajo.



3.2 Levantamientos topográficos con estación total

Dado que en la actualidad son más populares los instrumentos con capacidad de medir distancias indirectamente, conocidos en el mercado como estaciones totales, en el presente trabajo se describirá la forma en que se realizan los levantamientos con estos equipos.

3.2.1 Planimetría y altimetría

Para la comprensión adecuada de cómo se realiza un levantamiento topográfico, conviene dividirlos en dos grupos como ya se ha mencionado anteriormente: La planimetría o control horizontal y la altimetría o control vertical. Cabe señalar que la planimetría y altimetría pueden trabajarse de manera simultánea.

3.2.2 La planimetría.

Esta es la parte de la topografía que estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal la posición precisa de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una representación similar al mismo en planos. En este tipo de levantamientos no resultan relevantes las alturas y desniveles entre los puntos.

Las medidas de distancias entre puntos pueden hacerse tradicionalmente con longímetros (cintas). Con los instrumentos de estación total, las medidas se hacen de manera indirecta a través de rayos infrarrojos.

3.2.3 La altimetría.

Esta es la parte de la topografía que mide y determina las alturas de los diferentes puntos del terreno con respecto a un marco de referencia. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de



comparación diversos, siendo en topografía uno de los más comunes el nivel medio del mar o alturas arbitrarias. A las alturas de los puntos sobre esos planos de comparación se les llama cotas, elevaciones o niveles.

Es necesario que en sitio se escojan o se construyan puntos fijos, notables, invariables en lugares convenientes que servirán como referencias durante y después de los estudios topográficos. Estos puntos son llamados Bancos de Nivel.

Tomando en consideración esta información se procedió a ejecutar el levantamiento de cada uno de los puntos más importantes sobre la Av. Constituyentes con control tanto horizontal (planimetría) como vertical (altimetría) esto con la finalidad de representar las características geométricas de la vialidad lo más exacto posible.

3.3 Concepto de nivel de servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los pasajeros.

Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc.

Entre los externos están las características físicas, tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de acotamientos, las pendientes, etc.



El manual de Capacidad de Carreteras del 2000, del *Transportation Research Board*, ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van de lo mejor al peor. Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas viales de circulación continua son:

1. Nivel de servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito.

El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.

2. Nivel de servicio B

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

3. Nivel de servicio C

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



4. Nivel de servicio D

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

5. Nivel de servicio E

El funcionamiento está en el, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme.

La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a "ceder el paso". Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

6. Nivel de servicio F

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



CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

- Se analizó en campo el flujo y clasificación vehicular (transporte privado, transporte público), el flujo peatonal y ciclistas que circulan por esta vialidad, con la finalidad de determinar la solución más viable a la problemática actual.
- Se realizó el levantamiento topográfico del estado actual de la vialidad.
- Se propuso la sección y ubicación del dren pluvial adecuado para controlar los escurrimientos.
- En base al tránsito promedio diario anual y a la vida útil del nuevo pavimento se determinó el mejor diseño de pavimento para esta vialidad.
- Con los datos de flujo y clasificación vehicular se procedió a calcular el Nivel de Servicio.
- Finalmente ya con el Nivel de Servicio de proyecto definido y las características de la vialidad se presenta en civil cad la mejor propuesta de la vialidad.



CAPÍTULO 5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE ESTUDIO (CAD. 0+000 AL 1+240).

Para la realización del levantamiento topográfico de la Av. Constituyentes se utilizó una estación total marca SOKKIA serie 130r.htm siguiendo los pasos que a continuación se describen:

- Previo al levantamiento topográfico se realizó un recorrido a la vialidad para ubicar los bancos de nivel y los puntos de apoyo, los cuales se colocaron en lugares estratégicos donde se puede hacer la monumentación del punto con mojoneras de concreto.

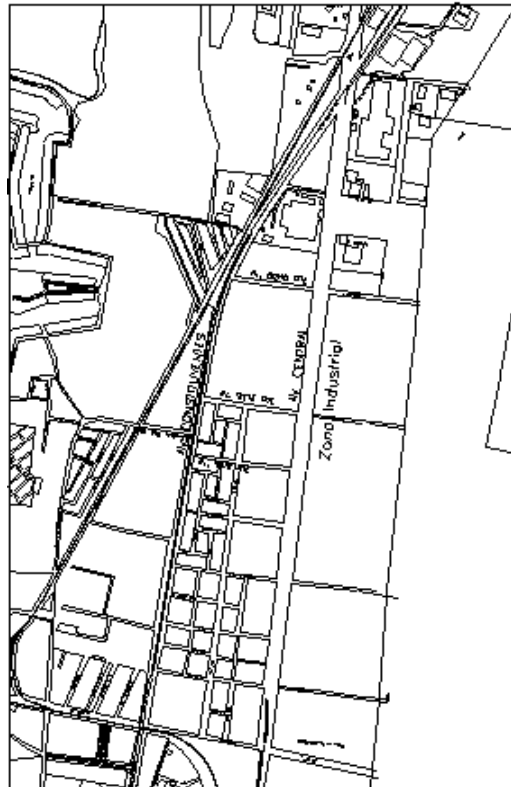


Figura 5.1 Planta General Colonia Valle de Oro, San Juan del Río, Querétaro.



- Se eligió un sistema de coordenadas (1000.00,1000.00,100.00) Es muy importante saber con qué marco de referencia se estuvo trabajando, para evitar realizar conversiones posteriores que puedan resultar en errores o más trabajo al tener que regresar al campo para obtener más datos.
- Obtuvimos los valores que necesita la estación total para realizar la compensación de las mediciones. Los datos más importantes que hay que obtener son la presión atmosférica y la temperatura ambiente promedio.
- Con un punto de arranque donde se inicio con las mediciones se comprobó la precisión del levantamiento al regresar a él, resultando aceptable.
- Considerando la planimetría y altimetría del área de estudio, se localizaron puntos y accidentes topográficos tanto en el plano, como la elevación de estos puntos en relación a un banco de nivel. Dichos puntos se definen con un código de identificación que facilita el dibujo del levantamiento.



CAPÍTULO 6. AFORO VEHICULAR

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de vialidad, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circula durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.

Dichos datos del volumen de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se calculara el nivel de servicio requerido y las características de la vialidad.

Para el proyecto que estamos desarrollando se aforo durante tres días (Jueves, Viernes y Sábado), se presenta el reporte del día sábado con aforos de 7:00 a.m. a 9:00 a.m., 13:00 p.m. a 15:30 p.m., y 18:30 p.m. a 21:30 p.m. del día sábado 5 de Febrero del 2011.



Variación horaria del volumen de tránsito en la av. Constituyentes

Tabla 6.1 (Aforo de 7:00 a.m. a 9:00 a.m.)

Hora del día		Variación horaria del volumen de tránsito		
		Vehículos en ambos sentidos flujo cada 5 min		
		Ligeros	Pesados	Total
7:00	7:05	98	13	111
7:05	7:10	94	12	106
7:10	7:15	93	11	104
7:15	7:20	96	9	105
7:20	7:25	97	8	105
7:25	7:30	95	11	106
7:30	7:35	98	10	108
7:35	7:40	97	9	106
7:40	7:45	99	9	108
7:45	7:50	102	11	113
7:50	7:55	105	12	117
7:55	8:00	106	11	117
8:00	8:05	99	13	112
8:05	8:10	97	10	107
8:10	8:15	99	9	108
8:15	8:20	89	15	104
8:20	8:25	90	8	98
8:25	8:30	93	7	100
8:30	8:35	92	11	103
8:35	8:40	90	7	97
8:40	8:45	87	11	98
8:45	8:50	91	14	105
8:50	8:55	94	13	107
8:55	9:00	96	10	106
	TOTAL	2297	254	2551
	%	90	10	100

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Tabla 6.2 (Aforo 13:00 p.m. a 15:30 p.m.)

Hora del día		Variación horaria del volumen de tránsito		
		Vehículos en ambos sentidos flujo cada 5 min		
		Ligeros	Pesados	Total
13:00	13:05	101	9	110
13:05	13:10	99	10	109
13:10	13:15	98	9	107
13:15	13:20	95	9	104
13:20	13:25	97	10	107
13:25	13:30	95	13	108
13:30	13:35	115	20	135
13:35	13:40	118	22	140
13:40	13:45	125	33	158
13:45	13:50	120	30	150
13:50	13:55	124	29	153
13:55	14:00	128	27	155
14:00	14:05	135	26	161
14:05	14:10	140	20	160
14:10	14:15	143	14	157
14:15	14:20	140	17	157
14:20	14:25	136	16	152
14:25	14:30	135	15	150
14:30	14:35	106	12	118
14:35	14:40	102	10	112
14:40	14:45	96	9	105
14:45	14:50	99	8	107
14:50	14:55	103	9	112
14:55	15:00	102	10	112
15:05	15:10	104	8	112
15:10	15:15	101	9	110
15:15	15:20	98	9	107
15:20	15:25	96	8	104
15:25	15:30	95	8	103
	TOTAL	3246	429	3675
	%	88	12	100

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Tabla 6.3 (Aforo 18:30 p.m. a 21:30 p.m.)

Hora del día		Variación horaria del volumen de tránsito		
		Vehículos en ambos sentidos flujo cada 5 min		
		Ligeros	Pesados	Total
18:30	18:35	97	14	111
18:35	18:40	96	10	106
18:40	18:45	97	13	110
18:45	18:50	94	7	101
18:50	18:55	98	12	110
18:55	19:00	95	11	106
19:00	19:05	93	10	103
19:05	19:10	94	9	103
19:10	19:15	91	10	101
19:15	19:20	88	8	96
19:20	19:25	87	7	94
19:25	19:30	90	9	99
19:30	19:35	92	8	100
19:35	19:40	93	10	103
19:40	19:45	95	11	106
19:45	19:50	94	9	103
19:50	19:55	97	10	107
19:55	20:00	98	13	111
20:05	20:10	97	11	108
20:10	20:15	95	8	103
20:15	20:20	89	7	96
20:20	20:25	93	9	102
20:25	20:30	91	8	99
20:30	20:35	92	7	99
20:35	20:40	87	9	96
20:40	20:45	88	7	95
20:45	20:50	89	9	98
20:50	20:55	90	7	97
20:55	21:00	85	12	97
21:05	21:10	80	10	90
21:10	21:15	78	9	87
21:15	21:20	75	7	82
21:20	21:25	74	8	82
21:25	21:30	70	7	77
	TOTAL	3062	316	3378
	%	90	10	100



Se puede observar que como muestra la Tabla No.2, según el área sombreada, que la hora de máxima demanda corresponde al periodo entre las 13:30 y las 14:30, con un volumen horario de 1828 vehículos mixtos /hora.

CAPÍTULO 7. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO

Los factores externos que afectan el nivel de servicio, como son físicos, pueden ser medidos a una hora conveniente. En cambio los factores internos, por ser variables, deben ser medidos durante el periodo de mayor flujo, como son por ejemplo el factor de la hora de máxima demanda. El flujo de vehículos en la hora de máxima demanda no está uniformemente distribuido en ese lapso. Para tomar esto en cuenta, es conveniente determinar la proporción del flujo para un periodo máximo dentro de la hora de máxima demanda. Usualmente se acostumbra un periodo de 15 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmáx15)}$$

Donde :

VHMD = volumen horario de máxima demanda

qmáx15 = flujo máximo durante 15 minutos



En función del nivel de servicio estará el número de vehículos por unidad de tiempo que puede admitir la carretera o calle, al cual se le denomina flujo de servicio. Este flujo va aumentando a medida que el nivel de servicio va siendo de menor calidad, hasta llegar al nivel E, o capacidad del tramo de carretera o calle. Más allá de este nivel se registran condiciones más desfavorables, por ejemplo, con nivel F, pero no aumenta el flujo de servicio, sino que disminuye.

Un factor primordial para valorar el grado de utilización de la capacidad de un sistema vial y, por consiguiente, su nivel de servicio, es la relación entre el flujo y la capacidad ($q/q_{máx}$, v/c), ya sea entre el flujo de demanda y la capacidad, o bien la relación entre el flujo de servicio y la capacidad. Donde se conoce la demanda y la capacidad y se desea determinar el nivel de servicio, $q=v$ representa el flujo de demanda.

La capacidad de una infraestructura vial es tan variable como pueden serlo las variables físicas del mismo, o las condiciones del tránsito. Por esta razón. Los análisis de capacidad se realizan aislando las diversas partes del sistema vial, como son un tramo recto; un tramo con curvas; un tramo con pendientes; el acceso a una intersección; un tramo de entrecruzamiento, etc.

Para fines de interpretación uniforme y metodológica ordenada, se han establecido los siguientes criterios:

- El flujo y la capacidad, bajo condiciones prevalecientes, se expresan en vehículos mixtos por hora para cada tramo de la carretera o calle.
- El nivel de servicio se aplica a un tramo significativo de la carretera o calle. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, en diferentes puntos, debido a variaciones en el flujo de vehículos o en su capacidad. Las variaciones en capacidad



proviene de cambios en anchura, por pendientes, por restricciones laterales, por intersecciones, etc. Las variaciones de flujo se originan por cierta cantidad de vehículos que entran y salen del tramo en ciertos puntos a lo largo de él. El nivel de servicio del tramo debe tomar en cuenta, por lo tanto, el efecto general de estas limitaciones.

- Los elementos usados para medir la capacidad y los niveles de servicio son variables, cuyos valores se obtienen fácilmente de los datos disponibles. Por lo que corresponde a la capacidad, se requieren el tipo de infraestructura vial, sus características geométricas, la velocidad media de recorrido, la composición del tránsito y las variaciones del flujo. Por lo que toca al nivel de servicio, los factores adicionales que se requieren incluyen la densidad, la velocidad media de recorrido, las demoras y la relación flujo a capacidad.
- Por razones prácticas se han fijado valores de densidades, velocidades medias de recorrido, demoras y relaciones de flujo a capacidad, que definen los niveles de servicio para autopistas, carreteras de carriles múltiples, carreteras de dos carriles, calles, intersecciones con semáforos e intersecciones sin semáforo o de prioridad.
- El criterio utilizado para una identificación práctica de los niveles de servicio de las diversas infraestructuras viales, establece que se deben considerar las medidas de eficiencia mostradas en la tabla siguiente:



Tabla 7.0.1 Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio

Tipo de infraestructura vial	Medidas de eficiencia
Autopistas	
Segmentos básicos de autopista	Densidad (veh.lig/km/carril)
Entrecruzamiento	Velocidad media de recorrido (km/h)
Rampas de enlace	Tasas de flujo (veh.lig/h)
Carreteras	
Multicarriles	Densidad(veh.lig/km/carril)
De dos carriles	Demora porcentual (%) y velocidad media de recorrido
Intersección con semáforo	Demora media individual por paradas (seg/veh)
Intersección sin semáforo	Capacidad remanente (veh.lig/h)
Arterias	Velocidad media de recorrido (km/h)
Transporte colectivo	Factor de carga (pers/asiento)
Peatones	Espacio (m ² /peatón)

Fuente : Cal y Mayor (2007:360)

En este caso es necesario determinar el nivel de servicio que actualmente tiene la vialidad que cuenta con dos carriles de circulación, y se pretende ampliar a cuatro carriles, y posteriormente calcular la mejor opción para un nivel de servicio óptimo.

7.1 Cálculo del nivel de servicio actual

Como actualmente se tiene un carril disponible para cada sentido de circulación, el nivel de servicio se calcula para carreteras de dos carriles

En estas vías, el porcentaje de tiempo consumido en seguimiento representa la libertad para maniobrar, el confort y la conveniencia del viaje.

En carreteras con alineamientos de velocidades reducidas y donde la accesibilidad física es lo más importante y la movilidad menos crítica el nivel de servicio se define considerando solamente el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento. A partir de lo anterior, estas vías se clasifican en:



Clase I: Aquellas donde los conductores esperan viajar a velocidades relativamente altas. Generalmente son rutas interurbanas mayores, arterias primarias que conectan grandes generadores de tráfico, o tramos de la red primaria de carreteras nacionales.

Clase II: Aquellas donde los conductores no necesariamente esperan viajar a velocidades altas. Funcionan como rutas de acceso para las de Clase I, no son arterias primarias y generalmente atraviesan terrenos escarpados.

Condiciones base.

Aquellas no restrictivas desde el punto de vista geométrico, del tránsito y del medio ambiente o entorno.

- Anchura de carril igual o mayor de 3.60 metros
- Acotamientos de anchura igual o mayor de 1.80 metros
- Inexistencia de tramos con rebase restringido
- Todos los vehículos en la corriente del tránsito son ligeros
- Distribución direccional del volumen del tráfico 50/50
- Ninguna restricción al tránsito directo debido a controles o vehículos que dan vuelta
- Terreno llano

El nivel de servicio para carreteras de dos carriles Clase I se determina calculando la velocidad media de viaje y el porcentaje de tiempo consumido en seguimiento.

Como primer paso determinación de la velocidad a flujo libre (FFS):

La velocidad a flujo libre es una medida del tránsito en condiciones de bajos volúmenes (hasta 200 vehículos ligeros/hora/en ambos sentidos), se determina mediante la medición directa o por estimación.



Para nuestro caso se calculara mediante estimación indirecta:

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

FFS = velocidad a flujo libre estimada (km/h)

$BFFS$ = velocidad a flujo libre base (km/h) = 80 km/h (constante)

f_{LS} = ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento.

f_A = ajuste por puntos de acceso

Observamos en la tabla 7.1.1 que el ancho de carril es de 3.6 m y es de 0.5 m el acotamiento actual por lo que el ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento es 6.8 , Y de la tabla 7.1.2 se tiene 6 puntos de acceso por lo que el ajuste por puntos de acceso es 4.0.

Tabla 7.1.1 Ajuste por ancho de carril y ancho de acotamiento

Lane Width (m)	Reduction in FFS			
	Shoulder Width (m)			
	≥0.0<0.6	≥0.6<1.2	≥1.2<1.8	≥1.8
2.7<3.0	10.3	7.7	5.6	3.5
≥3.0<3.3	8.5	5.9	3.8	1.7
≥3.3<3.6	7.5	4.9	2.8	0.7
≥3.6	6.8	4.2	2.1	0.0

Fuente: HCM 2000, capitulo 20



Tabla 7.1.2 Ajuste por puntos de acceso

<i>Access Points per km</i>	<i>Reduction in FFS (km/h)</i>
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥18	16.0

Fuente: HCM 2000, capítulo 20

Entonces se tiene que la velocidad a flujo libre (FFS) es:

$$FFS = 80 - 6.8 - 4.0$$

$$FFS = 69.2 \text{ km/h}$$

Como siguiente paso se determina el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento (PTSF) :

Se estima a partir de la tasa de flujo de demanda, la distribución direccional del tráfico y del porcentaje de zonas de no rebase.

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

El porcentaje base de tiempo empleado en seguimiento (BPTSF) se calcula:

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879V_p})$$



Se calcula en primer lugar la tasa de flujo de demanda:

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(f_{HV})(f_G)}$$

Donde:

V_p = tasa de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos ligeros/h/carril)

V = volumen horario en ambos sentidos (vehículos mixtos/hora) = 1828 vehículos mixtos/hora

$FHMD$ = factor de la hora de máxima demanda = 0.92 Carretas Urbanas

F_{HV} = factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1)} = \frac{100}{100 + 12(1.7 - 1)} = 0.92$$

f_{HV} = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_T = Porcentaje de vehículos pesados en la corriente vehicular = 12%

E_T = Automóviles equivalentes a un vehículo pesado = 1.7 %

Tabla 7.1.3 Factor de ajuste F_G

Vehicle Type	Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
			Level	Rolling
Trucks, E_T	0-600	0-300	1.7	2.5
	>600-1200	>300-600	1.2	1.9
	>1200	>600	1.1	1.5
RVs, E_R	0-600	0-300	1.0	1.1
	>600-1200	>300-600	1.0	1.1
	>1200	>600	1.0	1.1

Fuente: HCM 2000, capítulo 20



F_G = factor de ajuste por pendientes =1

Tabla 7.1.4 Factor de ajuste F_G

Range of Two-Way Flow Rates (pc/h)	Range of directional Flow Rates (pc/h)	Type of Terrain	
		Level	Rolling
0-600	0-300	1	0.71
>600-1200	>300-600	1	0.93
>1200	>600	1	0.99

Fuente: HCM 2000, capítulo 20

Entonces la tasa de flujo (V_p) es:

$$V_p = \frac{V}{(FHMD)(f_{HV})(f_G)} = \frac{1828}{(0.92)(0.92)(1)} = 2159.74$$

Ya con la tasa de flujo de demanda se calcula:

El porcentaje base de tiempo empleado en seguimiento (BPTSF) :

$$BPTSF = 100(1 - e^{-0.000879V_p}) = 100(1 - e^{-0.000879(2159.74)}) = 85.02$$

Así como el ajuste por el efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de no rebase (%)

$$f_{d/np} = 1.8 \text{ de tabla 7.1.5}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



Tabla 7.1.5 Ajuste por efecto combinado de la distribución direccional del tráfico y el porcentaje de zonas de no rebase

Two-Way Flow Rate Vp(pc/h)	Increase in Percent Time-Spent-Following (%)					
	No passing Zones (%)					
	0	20	40	60	80	100
Directional split=50/50						
≤200	0	10.1	17.2	20.2	21.0	21.8
400	0	12.4	19.0	22.7	23.8	24.8
600	0	11.2	16.0	18.7	19.7	20.5
800	0	9.0	12.3	14.1	14.5	15.4
1400	0	3.6	5.5	6.7	7.3	7.9
2000	0	1.8	2.9	3.7	4.1	4.4
2600	0	1.1	1.6	2.0	2.3	2.4
3200	0	0.7	0.9	1.1	1.2	1.4

Fuente: HCM 2000, capítulo 20

Por último se calcula el porcentaje de tiempo empleado en seguimiento:

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np} = 85.02 + 1.8 = 86.82$$

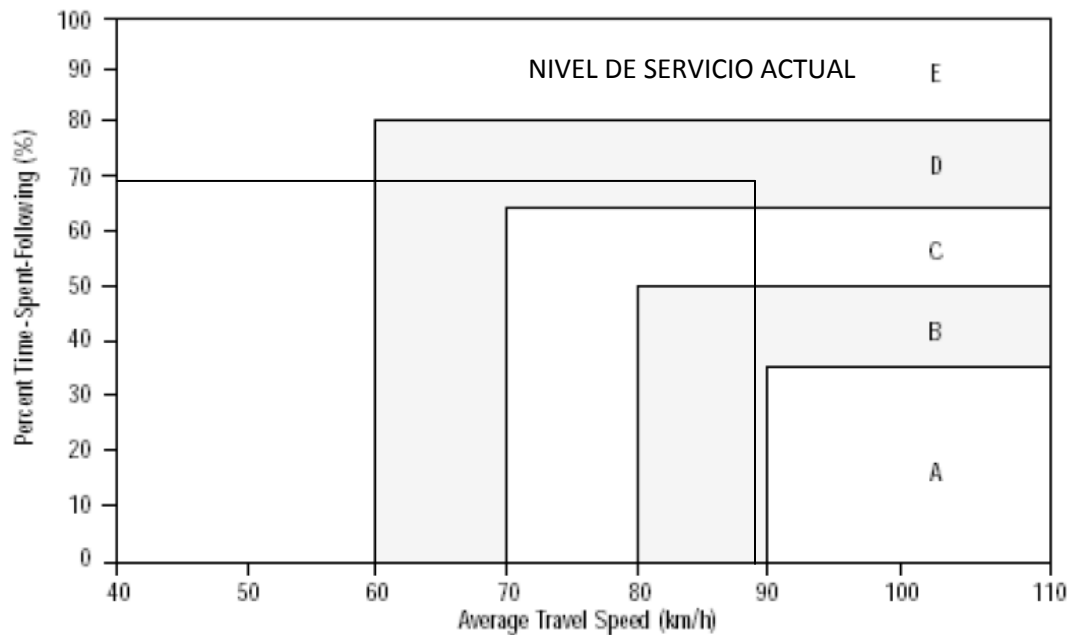
Tabla 7.1.2 Niveles de servicio para carreteras de dos carriles Clase I y Clase II

Nivel de servicio	Clase I		Clase II	
	% de tiempo consumido en seguimiento	Velocidad media de viaje (km/h)	% de tiempo consumido en seguimiento	
A	≤35	>90	≤40	
B	>35-50	>80-90	>40-55	
C	>50-65	>70-80	>55-70	
D	>65-80	>60-70	>70-85	
E	>80	≤70	>85	

Fuente : Cal y Mayor (2007:393)



Tabla 7.1.3 Nivel de servicio para carreteras de dos carriles Clase I



Fuente: HCM (2000), capítulo 20

Por lo anterior se tiene que el nivel de servicio actual es el D el cual tiene muchos problemas de rebase y los grupos vehiculares son intensos a medida que se encuentran vehículos lentos u otras interrupciones por lo que la ampliación a dos carriles por sentido es la mejor opción.

7.2 Cálculo del nivel de servicio propuesto

Son las que tienen dos o más carriles por sentido con características inferiores a las autopistas (es decir sin control total de accesos y en algunos casos no dividida o sin faja separadora central).



Las características básicas son:

- Carriles con anchura mínima de 3.60 metros.
- Mínima distancia libre lateral total de 3.60 metros
- Todos los vehículos son ligeros
- Sin accesos directos a lo largo del segmento analizado
- Con faja separadora central
- Velocidad de flujo libre superior a 80 km/hr

Niveles de servicio:

Se caracteriza por tres niveles de eficiencia: la densidad (vehículos ligeros / km /carril), la velocidad media de los vehículos ligeros y la relación volumen a capacidad (v/c).

Determinación del nivel de servicio de proyecto:

Sobre una **velocidad de flujo libre (FFS)** se construye la curva velocidad-flujo. A continuación, basándose en la **tasa de flujo (v_p)** y la curva construida, se lee en el eje vertical la **velocidad media de los automóviles (S)** y se calcula la **densidad**:

7.2.1 Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS):

Es la velocidad media de los vehículos ligeros, medida durante flujos bajos a moderados (hasta 1,400 vehículos ligeros/hora/carril), determinada por medición directa o por estimación indirecta a partir de una velocidad a flujo libre base.



$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A$$

FFS = velocidad a flujo libre estimada (km/h)

BFFS = velocidad a flujo libre base, 80 km/hr (urbano o rural) = 80 km/h

Anchura de carriles (f_{LW}) = 1.0

Cuando el ancho promedio de todos los carriles es menor de 3.6 m se reduce la velocidad a flujo libre base.

Tabla 7.2.1.1 Factor de ajuste por restricciones en ancho de carriles

Lane Width (m)	Reduction in free-flow speed, F_{lw} (km/h)
3.6	0.0
3.5	1.0
3.4	2.1
3.3	3.1
3.2	5.6
3.1	8.1
3.0	10.6

Fuente : HMC 2000, Capítulo 23

Distancia libre lateral (f_{LC}) = 0.0

Obstrucciones fijas en la orilla derecha e izquierda como: señales, árboles, estribos de puentes, defensas metálicas y muros de contención. Los bordillos no son considerados como obstrucciones.

La distancia libre lateral se define como:

$$TLC = LCR - LCL$$

TLC= distancia libre lateral total (m)

LCR = distancia libre lateral desde el borde derecho de la calzada a la obstrucción (m)



L_{CL} = distancia libre lateral desde el borde izquierdo de la calzada a la obstrucción (m)

Para carreteras sin separador, no existe ajuste por distancia libre lateral izquierda, debido a que este se considera en el ajuste por tipo de faja separadora central. Por lo tanto, la distancia libre lateral en el borde izquierdo siempre se considera como 1.80 m.

Tabla 7.2.1.2 Factor de ajuste por distancia libre lateral total

<i>Four-Lane Highways</i>			<i>Six-Lane Highways</i>		
<i>Total Clearance (m)</i>	<i>Lateral</i>	<i>Reduction in FFS (km/h)</i>	<i>Total Clearance (m)</i>	<i>Lateral</i>	<i>Reduction in FFS (km/h)</i>
3.6		0.0	3.6		0.0
3.0		0.6	3.0		0.6
2.4		1.5	2.4		1.5
1.8		2.1	1.8		2.1
1.2		3.0	1.2		2.7
0.6		5.8	0.6		4.5
0.0		8.7	0.0		6.3

Fuente: HCM (2000), capítulo 21

Tipo de faja separadora central (f_m) = 0.0

Para carreteras no divididas, este ajuste considera la fricción causada por la corriente de tránsito en el carril adyacente.



Tabla 7.2.1.3 Factor de ajuste por tipo de faja separadora central

<i>Median Type</i>	<i>Reduction in FFS (Km/h)</i>
<i>Undivided highways</i>	2.6
<i>Divided highways (including TWLTLs)</i>	0.0

Fuente: HCM(2000), capítulo 21

Densidad de puntos de acceso (f_A) = 4

Se obtiene dividiendo el número total de acceso (intersecciones) en el lado derecho de la dirección estudiada, entre la longitud total del segmento en kilómetros.

Tabla 7.2.1.4 Factor de ajuste por puntos de acceso

<i>Access Points/Kilometer</i>	<i>Reduction in FFS(Km/h)</i>
0	0.0
6	4.0
12	8.0
18	12.0
≥24	16.0

Fuente: HCM(2000), Capítulo 21

Por lo tanto la velocidad a flujo libre (FFS):

$$\text{FFS} = 80 - 1 \cdot 4 = 75 \text{ km/h}$$



7.2.2 Determinación de la tasa de flujo (v_p)

El volumen horario se convertirá en una tasa de flujo equivalente en vehículos ligeros, aplicando los siguientes ajustes: el factor de la hora de máxima demanda (FHMD) y el factor de servicio. A la vez, se emplea el número de carriles para que la tasa de flujo se exprese por carril.

$$V_p = \frac{V}{[(FHMD)(N)(F_{HV})(F_p)]}$$

Donde :

V_p = tasa de flujo equivalente en 15 minutos (vehículos ligeros/h/carril)

V = volumen horario por sentido (vehículos mixtos/hora) = **1828** vehículos mixtos/hora (de **Tabla 6.2** (Aforo 13:00 p.m. a 15:30 p.m.))

$FHMD$ = factor de la hora de máxima demanda = **0.95**

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmáx15)}$$

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(qmáx15)} = \frac{1828}{4(478)} = 0.95$$

N = número de carriles por sentido = **2**



F_{HV} = factor de ajuste por presencia de vehículos pesados = **0.94**

- Para este cálculo necesitamos conocer el Factor de ajuste por vehículos pesados F_{HV}

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

f_{HV} = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_T = Porcentaje de camiones en la corriente vehicular = 12%

E_T = Porcentaje de autobuses en la corriente vehicular = 0 %

P_B = Porcentaje de vehículos recreativos en la corriente vehicular = 0%

E_B = Automóviles equivalentes a un camión = 1.5 de la tabla 7.2.2.1

P_R = Automóviles equivalentes a un autobús

E_R = Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo

Tabla 7.2.2.1 Automóviles equivalentes a un camión

Factor	Type of Terrain		
	Level	Rolling	Mountainous
E_T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5
E_R (RVs)	1.2	2.0	4.0

Fuente: HCM (2000), Capítulo 21



$$f_{HV} = \frac{100}{100 + 12(1.5 - 1)} = 0.94$$

F_P =factor de ajuste por tipo de conductores = 1

La condición base es de usuarios regulares familiarizados con la vía. El valor del factor de ajuste f_p varía de 0.85 a 1. El valor de 1 se aplica cuando se presentan viajeros comunes. Menores valores pueden aplicarse para representar características recreacionales en fines de semana o días festivos.

Por último se calcula la tasa de flujo (v_p)

$$V_p = \frac{914}{((0.95)(2)(0.94)(1))} = \frac{914}{1.786} = 511.76$$

$V_p=511.76$ vehículos ligeros/h/carril

7.2.3 Determinación de la densidad (D)

$$D = V_p / S$$

D= densidad (vehículos ligeros / km / carril)

V_p = tasa de flujo equivalente (vehículos ligeros / h / carril) =511.76 vehículos ligeros / h / carril

S = velocidad media de los vehículos (km/h)=75 km/h

D = 6.82 vehículos ligeros / km / carril



Ya con la **tasa de flujo** y la **velocidad a flujo libre** calculada se entra a la grafica:

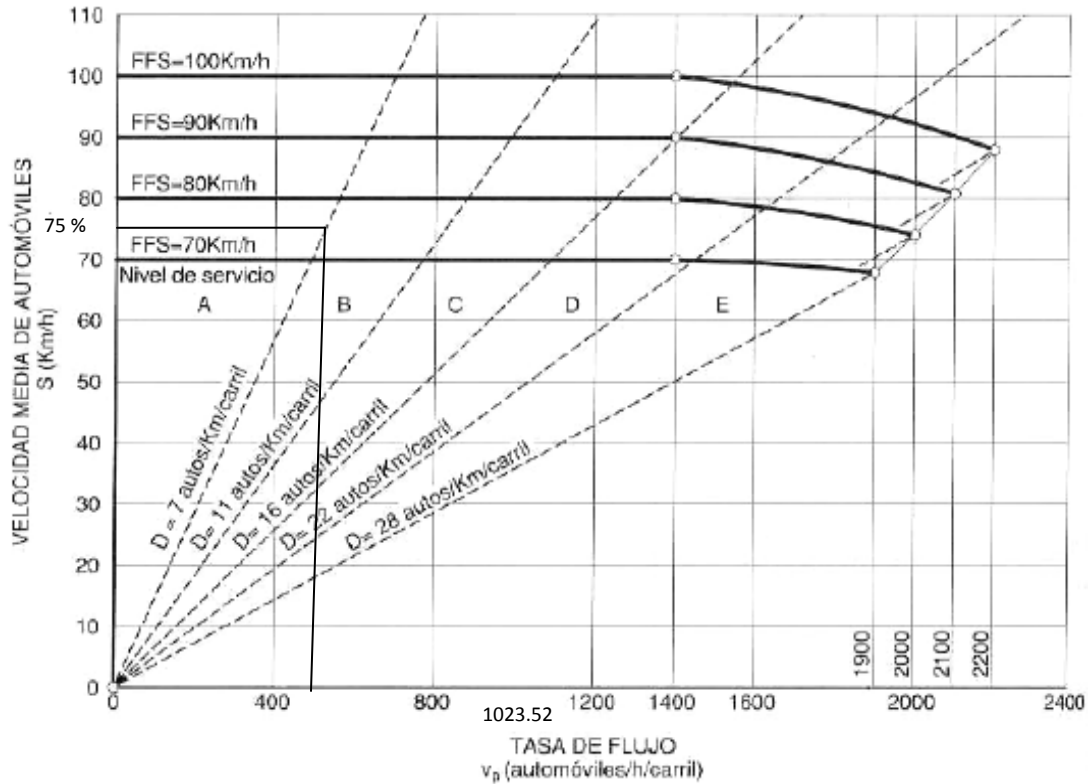


Figura 7.1 Relación entre velocidad, flujo y densidad para determinar el nivel de servicio.

Fuente: Cal y Mayor (2007:384)

Resultado:

Con la velocidad media de los vehículos “S” y la tasa de flujo equivalente “Vp” calculados se observa en la Figura 7.1 que corresponde un nivel de servicio “A” con el cual se tiene una vialidad con un flujo vehicular estable.



CAPÍTULO 8. DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VIALIDAD.

Será diseñado como un camino tipo A4 para el que el TPDA es de 12,000 vehículos y está construido sobre un terreno plano.

$V_p = 80$ Km/h para el diseño geométrico de este camino.

Velocidad de proyecto 80 km/h

Distancia de visibilidad de parada 175 m

Distancia de visibilidad de rebase 495 m

Grado máximo de curvatura 2.75°

Longitud mínima de curva vertical 60 m

Factor K en cresta 72 a dimensional

Factor K en columpio 43 a dimensional

Pendiente gobernadora ---%

Pendiente máxima 4%

Ancho de calzada min 2 x 7.00 m

Ancho de corona min 22 m

Bombeo Max 2 %

Sobre elevación Max 10 %



Diseño del pavimento

En nuestro replanteamiento consideraremos un pavimento flexible, que a continuación se calcula:

Diseño de pavimento flexible (Método AASHTO):

El diseño está basado primordialmente en identificar o encontrar un número estructural SN para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado.

Para determinar el número estructural SN requerido el método proporciona una ecuación general y el gráfico que involucra los siguientes parámetros:

- El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado W_{18} .
- El parámetro de confiabilidad R
- La desviación estándar global S_o
- El módulo de resiliencia efectivo, M_r del material usado para la subrasante
- La pérdida o diferencia entre los índices de servicio inicial y final deseado PSI

Tránsito.- Para el cálculo del tránsito el método actual contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb(8.2) ton acumulados durante el periodo de diseño.



$$W_{18} = DD \cdot DL \cdot W'_{18}$$

Donde:

W_{18} = Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño

DD = Factor de distribución direccional, se recomienda 50% para la mayoría de carreteras, pudiendo variar de 0.30 a 0.70, dependiendo de en qué dirección va el tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados

W'_{18} = ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones

DL = Factor de distribución del carril, cuando se tenga dos o más carriles por sentido, se recomiendan los siguientes valores:

TABLA 8.1 Factor de distribución de carril

No. Carriles en cada sentido	El porcentaje de W'_{18} en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o mas	50-75

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

$$W_{18} = DD \cdot DL \cdot W'_{18}$$

$$W_{18} = (0.5) \cdot (2.0) \cdot (100) = 100$$

Una vez calculados los ejes equivalentes acumulados en el primer año, se deberá estimar en base a la tasa de crecimiento anual y el periodo de diseño en años, el total de ejes equivalentes acumulados y así contar con un parámetro de entrada para la ecuación general



$$T = \left[\frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right] T_1$$

T_1 = Volumen de tránsito durante el primer año

r = Tasa de aumento expresado en fracción

n = Periodo de diseño (años)

TABLA 8.2 Periodo de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Urbana con alto volumen de tránsito	30-50 años
Interurbana con alto volumen de tránsito	20-50 años
Pavimentada con bajo volumen de tránsito	15-25 años
Revestida con bajo volumen de tránsito	10-20 años

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

$$T = \left[\frac{(1 + r)^n - 1}{r} \right] T_1$$

$$T = \left[\frac{(1 + 0.075)^{30} - 1}{0.075} \right] 12000 = 1,240,792.83$$

Confiabilidad "R".

Con el parámetro de confiabilidad "R", se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, duraran como mínimo el periodo de diseño. Se consideran posibles variaciones en las predicciones del tránsito en ejes acumulados y en el comportamiento de la sección diseñada.



Tabla 8.3 Niveles de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel recomendado por AASHTO para carreteras
Carretera interestatal o Autopista	80-99.9
Red principal o federal	75-95
Red secundaria o estatal	75-95
Red rural o local	50-80

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

R=ZRXSo

Donde:

ZR= Representa a la desviación estándar de la función que representa a la población transformada a una variedad ponderada con el objeto de disminuir su rango y acercarse a una distribución normal o de Gauss.

So= Desviación estándar de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo.

Tabla 8.4 Relación entre el nivel de confianza y la desviación normal estándar ZR.

Nivel de confianza	ZR	Nivel de confianza	ZR
50	0.00	93	-1.476
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327
91	-1.340	99.90	-3.090
92	-1.405	99.99	-3.750

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6



$$R = ZR X S_o$$

$R = 85\%$ (Nivel recomendado por AASHTO)

$$R = (-1.032)(0.45) = -0.4644$$

Desviación estándar global "So"

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R), en este paso deberá seleccionarse un valor S_o "Desviación estándar global", representativa de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito.

Los valores van de 0.35 para pavimentos rígidos y 0.45 para pavimentos flexibles respectivamente.

Modulo de resiliencia efectivo

En el método actual de la AASHTO la parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del modulo de resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa subrasante (método AASHTO T-274), con muestras representativas (esfuerzo y humedad) que simulen las estaciones del año respectivas.



Se han establecido correlaciones razonables con el CBR, dada la expresión:

$$MR(PSI)=1500XCBR$$

Tabla 8.5 Valores terminales típicos para el índice de servicio terminal

pt	Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Carreteras principales, arterias urbanas
2.25	Carreteras secundarias importantes
2.00	Carreteras secundarias, calles residenciales y estacionales.

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

PSI= Índice de servicio presente

$$\Delta PSI = P_o - P_t = (4.3)$$

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado

P_o = Índice de servicio inicial (4.5 para pavimento rígido y 4.2 para pavimento flexible)

P_t = Índice de servicio terminal

Determinación de espesores

La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y sub-base



$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Donde

a_1, a_2 y a_3 = Coeficiente de capa representativos de carpetas, base y sub-base respectivamente

D_1, D_2 y D_3 = Espesores de la carpeta base y sub-base respectivamente

m_2 y m_3 = Coeficiente de drenaje para base y sub-base respectivamente

Tabla 8.6 Coeficiente a_1 para carpeta

Carpeta	Coeficiente
Mezcla de agregados finos (Baja estabilidad)	0.20
Mezcla en planta (Alta estabilidad)	0.44
Arena Asfalto	0.40

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

Tabla 8.7 Capacidad del drenaje para remover humedad

Calidad del drenaje	Agua removida en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drena

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6



Tabla 8.8 Valores m_2 recomendados para modificar los coeficientes estructurales de capa de base y sub-base sin tratamiento en pavimentos flexibles

Porcentaje de tiempo al cual está expuesta la estructura del pavimento a niveles de humedad próxima a la saturación.

Calidad del drenaje	Menor del 1%	1-5%	5-25%	Mayor del 25%
Excelente	1.4-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

Tabla 8.9 Espesores mínimos en pulgadas, en función de los ejes equivalentes

Tránsito en ejes equivalentes	Carpeta de concreto asfáltico	Bases granulares
Menor de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001-150,000	2.0	4.0
150,001-500,000	2.5	4.0
500,001-2,000,000	3.0	6.0
2,000,001-7,000,000	3.5	6.0
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

T.S.= Tratamiento superficial con sellos

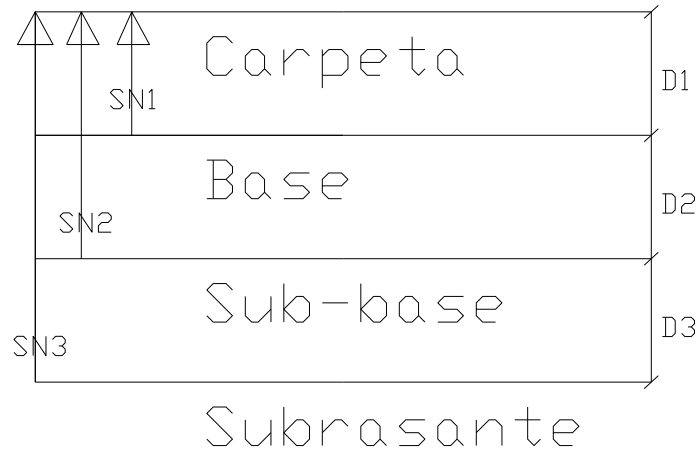


Figura 8.1 Corte transversal de las capas de la vialidad

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 6

$$D^*1 \geq \frac{SN1}{a1}$$

$$SN^*1 = A1D1 > SN1$$

$$D^*2 \geq \frac{SN2 - SN^*1}{a2m2}$$

$$SN^*1 + SN^*2 \geq SN2$$

$$D^*3 \geq \frac{SN3 - (SN^*1 + SN^*2)}{a3m3}$$

- 1) a, D y SN corresponden a valores mínimos requeridos
- 2) D* y SN* representan los valores finales de diseño



Cálculo de los espesores de la sub-base, base y carpeta.

$$MR=1.5XCBR$$

$$MR=1.5X4000=6000$$

$$SN=0.48(\text{DE FIGURA 8.2})$$

$$SN=a_1D_1+a_2D_2m_2+a_3D_3m_3$$

$$SN=(0.44)(0.07)+(0.5)(0.38)(1.2)+(0.5)(0.4)(1.1)=0.4788$$

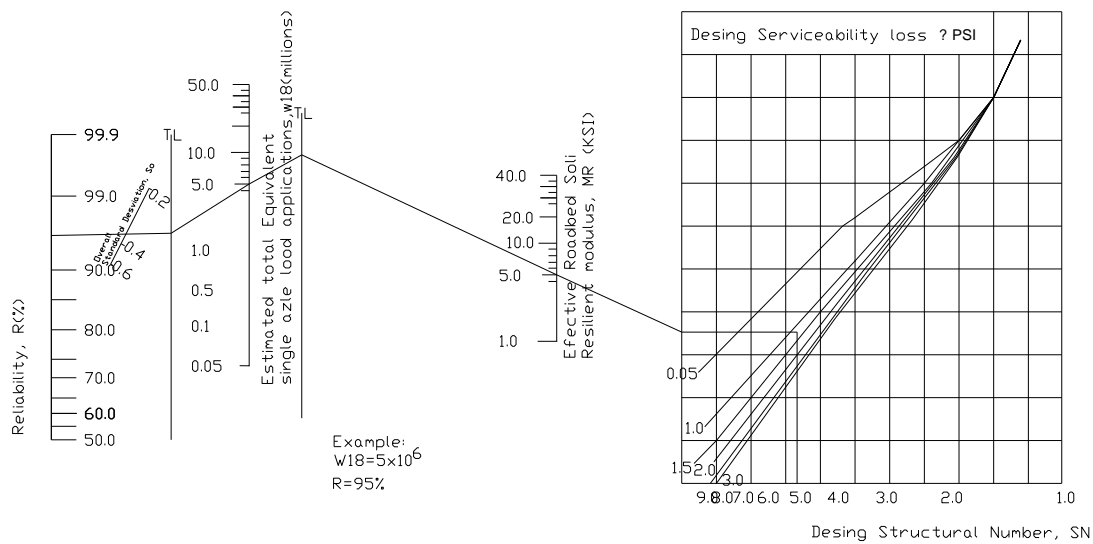


Figura 8.2 Grafica de diseño para estructuras de pavimento flexible

Fuente: Rico Rodríguez (1990), capítulo 8

Resultados:

Carpeta=0.07 m

Base=0.38 m

Sub-base=0.40 m



CAPÍTULO 9. DISEÑO EN CIVIL-CAD DE LA AMPLIACIÓN A 4 CARRILES DE AVENIDA CONSTITUYENTES

Civil-cad es el módulo de Autocad específico para los profesionales de la ingeniería civil y la topografía. Desarrollado en colaboración con ingenieros que cuentan con amplia experiencia en el manejo de Autocad, Civilcad es una herramienta que permite acelerar y facilitar las fases del diseño y dibujo de planos ejecutivos de proyecto, sirviendo como un elemento de integración entre Autocad y el usuario.

Civilcad contiene funciones aplicadas a la ingeniería civil como el diseño de redes de agua potable, redes de alcantarillado y diseño de carreteras. Para el diseño de carreteras Civilcad cuenta también con un módulo opcional que permite el diseño de alineamientos horizontales y verticales de acuerdo a los alineamientos especificados en el reglamento de la SCT. El programa contiene además muchas rutinas útiles para anotación automática de datos en líneas y arcos, generación de cuadros de construcción de polígonos y de curvas, reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas, resumen de áreas, generación automática de perfiles, secciones, curvas de nivel, cálculo de volúmenes en vialidades y plataformas, dibujo de polígonos, curvas, etc.

Se presenta la lista de planos que contempla nuestro proyecto:

- Planimetría
- Señalamiento Horizontal y Vertical
- Dren Pluvial
- Secciones Cad : 0+000 al 0+380
- Secciones Cad : 0+400 al 0+780
- Secciones Cad : 0+800 al 1+240



CAPÍTULO 10. RESULTADOS

Con la realización de esta tesina se puede observar la importancia del diseño geométrico de vialidades y la relación directa que tiene la red vial en el desarrollo de cualquier país, ya que el ahorrar tiempos de traslado induce en ahorros económicos y en carburante. A continuación, se enlistan los principales resultados y conclusiones a las que se han llegado con este trabajo:

Como se puede observar el nivel de servicio D actual tiene muchos problemas de rebase y los grupos vehiculares son intensos a medida que se encuentran vehículos lentos u otras interrupciones por lo que con la ampliación a dos carriles por sentido, el nivel de servicio será el A con el cual se tendrá una vialidad más estable y segura.

Además de mejorar los accesos locales, mejorar la imagen urbana, así como dar respuesta a los problemas operativos y de mantenimiento.

Así también se diseño del pavimento flexible de la vialidad el cual considera todas las cargas que soportara cada una de las capas durante su vida útil y para nuestro proyecto se contempla un espesor de 7 cm de la carpeta el cual es viable de acuerdo a nuestro estudio, además una capa de base hidráulica de 38 cm y sub-base de 40 cm respectivamente.



CAPÍTULO 11. CONCLUSIONES

- El nivel de servicio actual "D" crea muchos problemas de tránsito lento por lo que con la ampliación a 4 carriles (2 por sentido) se mejora notablemente el nivel de servicio.
- Las capas superpuestas del pavimento de la vialidad se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.
- Con el levantamiento del aforo vehicular realice el análisis de tránsito diario promedio anual y calcule el VHMD y el FHMD, con los resultados obtenidos se calculó el nivel de servicio necesario y las características del arroyo vehicular.

Por último puedo decir que cualquier ingeniero civil que tenga la oportunidad de desarrollar un proyecto que corresponda a las vías terrestres se enfrentará a un desafío ya que en este tipo de infraestructuras se aplican diferentes áreas de la ingeniería civil. Por lo que pienso que para la ejecución de un proyecto carretero el ingeniero civil deberá tener conocimiento general de todo lo que involucra este tipo de proyectos.



CAPÍTULO 12. BIBLIOGRAFÍA

- Cal y Mayor Rafael (1982) Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones , 7ª edición, Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V., Colombia.
- Cal y Mayor Rafael (1966) Ingeniería de tránsito , 2ª edición de la Sección Editorial de la Facultad de Ingeniería, UNAM, en cooperación con el Fondo Editorial de la Asociación Mexicana de Caminos., México.
- García Márquez Fernando (1972), Topografía Aplicada, Editorial Concepto, S.A., México
- I.Hewes Laurence y H. Oglesby Clarkson (1965) Ingeniería de carreteras, Compañía Editorial Continental, S.A., México.
- Lazo Margáin Leonardo y Sánchez Ángeles Gilberto (1981) Una fisonomía de la Ingeniería de tránsito, Primera edición, Miguel Ángel Porrúa, S.A., México.
- Molinero Molinero Ángel R. y Sánchez Arellano Luis Ignacio (1996) Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración, Primera Edición Quinta del Agua Ediciones, S.A. de C.V., México.
- Montes de Oca Miguel, (1991) Topografía, cuarta edición revisada. México D. F.: Ediciones Alfaomega, S.A. de C.V., México
- Rayner Schmidt (1983) Fundamentos de topografía, Compañía Editorial Continental S.A. de C.V., México
- Rico Rodríguez Alfonso (1990) Ingeniería de suelos en las vías terrestres Volumen II, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México.
- Sandover J.A. (1984) Topografía, Compañía Editorial Continental, S.A., México.
- W. Hay William (1983) Ingeniería de tránsito, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México.



CAPÍTULO 13. ANEXOS

Se presenta el levantamiento topográfico de la Av. Constituyentes:

TABLA 13.1 Levantamiento topográfico de la Av. Constituyentes

PV	COORDENADA X	COORDENADA Y	CONCEPTO
1	1680.272	424.019	GUARN DENT
2	1677.027	423.854	GUARN ARCO
3	1674.192	424.383	GUARN ARCO
4	1796.443	449.142	GUARN
5	1815.311	456.315	GUARN
6	1834.895	460.544	GUARN
7	1855.826	462.032	GUARN DENT
8	1858.247	463.171	GUARN ARCO
9	1859.801	464.559	GUARN ARCO
10	1860.793	465.852	GUARN TERM
11	1875.986	469.136	GUARN TERM
12	1878.242	468.048	GUARN ARCO
13	1882.161	467.705	GUARN DENT
14	1883.576	460.851	CAMELLON
15	1883.683	459.843	CAMELLON
16	1882.912	460.202	CAMELLON ARCO
17	1861.085	455.451	CAMELLON ARCO
18	1860.567	454.847	CAMELLON
19	1860.355	455.805	CAMELLON
20	1887.263	461.148	ALUMB
21	1915.722	467.31	ALUMB
22	1944.134	473.469	ALUMB

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



23	1972.426	479.583	ALUMB
24	2000.89	485.772	ALUMB
25	2029.091	491.897	ALUMB
26	2029.674	491.492	CAMELLON
27	2029.475	492.482	CAMELLON
28	2029.814	499.712	GUARN
29	2057.594	497.934	ALUMB
30	2085.904	503.904	ALUMB
31	2060.172	506.152	GUARN
32	2064.48	508.08	GUARN
33	2067.947	511.361	GUARN ASF
34	2067.94	511.765	GUARN ARCO
35	2066.98	512.212	GUARN
36	2060.185	510.783	GUARN TERM
37	2072.889	512.486	ESQ.ASF
38	2070.925	522.894	ESQ.ASF
39	2078.183	525.799	ESQ.ASF
40	2078.848	524.258	GUARN TERM
41	2080.502	521.58	GUARN ARCO
42	2082.581	520.114	GUARN ARCO
43	2084.833	519.798	GUARN
44	2077.365	514.788	ESQ.REJILLA
45	2077.675	513.24	ESQ.REJILLA
46	2073.192	512.445	ESQ.REJILLA
47	2072.601	515.52	ESQ.REJILLA
48	2074.141	515.787	ESQ.REJILLA
49	2074.432	514.244	ESQ.REJILLA
50	2074.111	517.056	POZO 75cm
51	2084.613	510.037	POZO 1.10
52	2081.187	512.885	CAJA AGUA
53	2080.075	512.621	CAJA AGUA
54	2080.319	511.519	CAJA AGUA
55	2081.438	511.781	CAJA AGUA
56	2081.528	515.809	CAJA AGUA
57	2080.278	515.47	CAJA AGUA
58	2079.943	516.572	CAJA AGUA
59	2081.184	516.938	CAJA AGUA
60	2127.72	524.172	GUARN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



61	2148.143	528.581	GUARN ASF
62	2149.311	518.027	CAMELLON
63	2149.458	517.012	CAMELLON
64	2149.973	517.647	CAMELLON ARCO
65	2152.231	507.031	GUARN ASF
66	2143.448	516.228	ALUMB
67	2114.383	510.014	ALUMB
68	2073.621	490.65	GUARN DENT ASF
69	2059.826	487.896	GUARN DENT ASF
70	2060.878	487.733	GUARN ARCO
71	2061.716	487.24	GUARN TERM
72	2071.904	489.531	GUARN TERM
73	2072.582	490.194	GUARN ARCO
74	2054.223	486.767	GUARN
75	1975.52	472.589	GUARN
76	1936.379	464.092	ESQ.GUARN 45
77	1917.41	456.915	ESQ.GUARN 45
78	1839.179	440.065	ESQ.GUARN 45
79	1856.88	454.544	ALUMB
80	1828.684	448.446	ALUMB
81	1818.633	438.629	GUARN 45
82	1800.146	442.251	ALUMB
83	1771.684	436.096	ALUMB
84	1743.318	429.965	ALUMB
85	1715.153	423.823	ALUMB
86	1685.322	417.384	ALUMB
87	1680.703	416.895	CAMELLON
88	1680.825	415.893	CAMELLON
89	1680.196	416.266	CAMELLON ARCO
90	1674.019	404.232	GUARN DENT
91	1672.182	401.155	GUARN ARCO
92	1671.037	397.509	GUARN ARCO
93	1670.803	394.224	GUARN TERM
94	1658.827	391.608	GUARN TERM
95	1657.233	394.766	GUARN ARCO
96	1654.601	397.717	GUARN ARCO
97	1652.084	399.396	GUARN DENT
98	1649.624	409.093	CAMELLON

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



99	1649.363	410.098	CAMELLON
100	1650.133	409.759	CAMELLON ARCO
101	1647.301	416.84	GUARN DENT
102	1650.868	418.29	GUARN ARCO
103	1653.461	420.404	GUARN ARCO
104	1654.692	421.989	GUARN TERM
105	1672.766	425.037	GUARN TERM
106	1739.369	418.352	GUARN
107	1744.08	419.852	GUARN
108	1760.033	425.903	GUARN
109	1645.873	408.799	ALUMB
110	1621.91	403.637	ALUMB
111	1596.607	398.161	ALUMB
112	1571.153	392.638	ALUMB
113	1545.71	387.111	ALUMB
114	1520.121	381.606	ALUMB
115	1494.698	376.088	ALUMB
116	1469.259	370.559	ALUMB
117	1466.228	370.394	CAMELLON
118	1466.492	369.45	CAMELLON
119	1465.802	369.874	CAMELLON ARCO
120	1437.578	363.72	CAMELLON ARCO
121	1436.911	363.023	CAMELLON
122	1436.478	363.954	CAMELLON
123	1429.407	362.448	CAMELLON
124	1429.662	361.47	CAMELLON
125	1428.976	361.83	CAMELLON ARCO
126	1407.122	357.076	CAMELLON ARCO
127	1406.477	357.485	CAMELLON
128	1406.729	356.481	CAMELLON
129	1406.042	349.179	DENT ASF
130	1410.204	347.86	DENT ASF
131	1414.693	345.09	GUARN ARCO
132	1417.935	339.912	GUARN TERM
133	1433.903	343.366	GUARN TERM
134	1434.145	347.718	GUARN ARCO
135	1435.708	350.667	GUARN ARCO
136	1439.158	353.352	GUARN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



137	1487.688	363.857	GUARN
138	1507.666	371.24	GUARN
139	1565.162	383.672	GUARN
140	1585.522	385.019	GUARN
141	1593.461	386.719	GUARN DENT ASF
142	1597.259	385.645	GUARN ARCO
143	1598.908	383.089	GUARN
144	1599.824	378.949	GUARN TERM
145	1604.699	379.987	GUARN TERM
146	1603.894	384.283	GUARN
147	1604.69	387.767	GUARN ARCO
148	1607.514	389.78	GUARN DENT ASF
149	1640.162	415.261	GUARN 45
150	1620.024	413.927	GUARN 45
151	1600.468	409.745	GUARN 45
152	1581.494	402.555	GUARN 45
153	1464.856	377.271	GUARN DNT ASF
154	1460.177	377.152	GUARN ARCO
155	1456.921	377.88	GUARN TERM
156	1440.492	373.253	GUARN TERM
157	1438.351	371.955	GUARN ARCO
158	1435.249	370.874	GUARN DENT ASF
159	1347.064	351.72	GUARN
160	1365.884	358.876	GUARN
161	1385.51	363.16	GUARN
162	1405.587	364.418	GUARN
163	1404.811	356.594	ALUMB
164	1377.556	350.691	ALUMB
165	1350.634	344.801	ALUMB
166	1323.438	338.908	ALUMB
167	1296.04	333.036	ALUMB
168	1290.668	331.317	CAMELLON
169	1290.509	332.332	CAMELLON
170	1289.877	331.632	CAMELLON ARCO
171	1261.507	325.589	CAMELLON ARCO
172	1261.05	324.952	CAMELLON
173	1260.831	325.934	CAMELLON
174	1257.39	324.73	ALUMB

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



175	1231.362	319.2	ALUMB
176	1205.548	313.724	ALUMB
177	1179.653	308.26	ALUMB
178	1153.695	302.745	ALUMB
179	1127.779	297.273	ALUMB
180	1113.973	293.818	CAMELLON
181	1113.908	294.84	CAMELLON
182	1101.727	291.635	ALUMB
183	1075.458	285.874	ALUMB
184	1074.878	286.234	CAMELLON
185	1075.108	285.218	CAMELLON
186	1074.512	285.552	CAMELLON ARCO
187	1124.087	306.365	GUARN INIC
188	1124.541	304.26	GUARN
189	1123.318	305.182	GUARN ARCO
190	1256.482	332.153	GUARN
191	1258.329	332.698	GUARN ARCO
192	1261.3	334.287	GUARN TERM
193	1282.704	339.305	GUARN TERM
194	1285.348	338.878	GUARN ARCO
195	1288.512	339.025	GUARN DENT ASF
196	1324.945	318.212	GUARN TERM
197	1324.614	321.459	GUARN ARCO
198	1325.435	326.085	GUARN ARCO
199	1328.369	330.405	GUARN ARCO
200	1333.933	333.462	GUARN ARCO
201	1337.462	334.256	GUARN ARCO
202	1339.838	333.002	GUARN ARCO
203	1339.717	331.146	GUARN ARCO
204	1338.949	329.989	GUARN ARCO
205	1338.541	329.124	GUARN ARCO
206	1338.556	328.8	GUARN ARCO
207	1338.92	328.721	GUARN ARCO
208	1400.482	342.051	ESQ.GUARN
209	1404.557	348.834	ESQ.GUARN DENT
210	1303.099	314.181	GUARN TERM
211	1299.633	320.545	GUARN ARCO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



212	1295.189	323.315	GUARN ARCO
213	1289.301	323.82	GUARN ARCO
214	1285.238	321.988	GUARN ARCO
215	1281.404	315.432	GUARN ARCO
216	1281.697	310.638	GUARN TERM
217	1264.249	317.581	GUARN TERM
218	1261.095	317.806	GUARN DENT
219	1259.576	317.515	GUARN
220	1112.853	286.434	GUARN
221	1070.662	277.097	GUARN ASF
222	1069.283	275.005	GUARN ARCO
223	1068.938	273.126	GUARN TERM
224	1069.823	292.258	ESQ.ASF
225	1069.902	290.273	ESQ.ASF
226	1063.301	288.343	ESQ.ASF
227	1065.408	277.222	ESQ.ASF
228	1070.337	278.117	ESQ.ASF
229	2719.727	691.874	ESQ.PARAM
230	2737.332	695.31	ESQ.PARAM
231	2765.598	709.092	PARAM
232	2611.48	649.738	ESQ.PARAM
233	2610.239	653.515	ESQ.PARAM
234	2553.359	629.615	ESQ.PARAM
235	2583.71	551.128	VIA
236	2584.546	549.88	VIA
237	3067.587	909.583	ESQ.PARAM
238	3162.354	900.011	VIA
239	3162.159	901.667	VIA
240	3160.993	976.561	PARAM

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



241	3157.607	978.222	PARAM
242	3158.515	976.858	PARAM ARCO
243	3227.065	1003.937	GUARN INIC
244	3198.136	1003.329	PROL.PARAM
245	3259.783	1027.682	PROL.GUARN
246	3269.316	1022.907	PROL.GUARN
247	3273.51	1014.93	PROL.GUARN
248	3270.513	1021.19	PROL.GUARN
249	3264.919	1017.966	GUARN
250	3264.18	1019.18	GUARN
251	3263.986	1018.235	GUARN ARCO
252	3222.513	985.663	GUARN INIC
5006	1824.367	645.675	EST 1
5007	2048.125	674.117	EST 2
5008	2078.444	491.503	EST 3
5011	1712.686	431.091	EST 4
5014	1339.395	333.407	EST 5
5018	1041.922	292.924	EST 6
5021	3157.103	950.464	EST 7