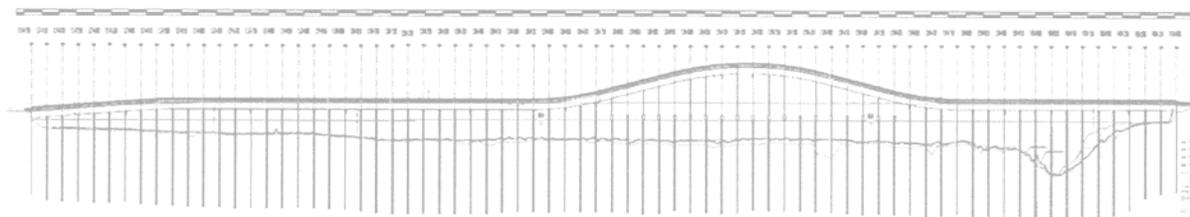


Análisis Costo Beneficio para la Construcción del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”



Contenido

1. Resumen Ejecutivo	4
2. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1 Definición de la red vial relevante	9
2.2 Caracterización de la oferta.....	10
2.2.1 Estudios de campo para la recopilación de la oferta	11
2.2.2 Características físicas de la red vial	11
2.2.3 Síntesis de los datos de la oferta.....	22
2.3 Caracterización de la demanda.....	23
2.3.1 Recopilación de la información	23
2.3.2 Aforos históricos	24
2.3.3 Aforos Actuales.....	31
2.4 Interacción Oferta-Demanda	39
3. Situación Sin Proyecto.....	40
3.1. Descripción de la situación actual optimizada.....	40
3.2 Análisis de la oferta	41
3.3 Análisis de la demanda	43
3.4 Alternativas de Solución	43
3.4.1 Alternativa 1: Construcción del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”.....	43
3.4.2 Alternativa 2: Reforzamiento Estructural del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”	48
4. Situación con el proyecto	58
4.1 Alineación Estratégica.....	58
4.2 Descripción física y Ubicación geográfica del Proyecto.....	60
4.2.1 Objetivo general.....	60
4.2.2 Propósitos.....	60
4.2.3. Componentes.....	60
4.2.4 Calendario de actividades.....	67
4.2.5 Tipo de Proyecto o programa	67
4.2.6 Ubicación geográfica.....	67

4.2.7	Vida útil del proyecto y su horizonte de evaluación	68
4.2.8	Financiamiento.....	68
4.2.9	Capacidad instalada.....	69
4.3	Oferta del proyecto	73
4.4	Demanda del proyecto.....	75
4.5	Infraestructuras existentes y proyectos en desarrollo	76
4.6	Descripción operativa del proyecto.....	76
4.6.1	Velocidades de circulación.....	76
4.6.2	Costos generalizados de viaje (CGV) del proyecto	78
5.	Evaluación Socioeconómica del proyecto	80
5.1	Método de análisis.....	80
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de costos	81
5.2.1	Costos de inversión.....	81
5.2.2	Costos de mantenimiento y operación.....	81
5.3	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios	82
5.3.1	Ahorro en tiempo de viaje	82
5.3.2	Costo del tiempo de los pasajeros (MDP)	84
5.3.3	Costos totales de la evaluación.....	86
5.4	Ahorros	87

1. Resumen Ejecutivo

1.1. Antecedentes.

Los recursos para la ejecución de este proyecto provienen del Presupuesto de Egresos de la Federación 2017.

1.2. Problemática a resolver.

El puente de “**la Unidad (Eugenio Echeverría Castellot)**,” se encuentra en un estado avanzado de deterioro y condición de riesgo, generando condiciones inseguras para los usuarios y estableciendo la necesidad de desincorporarlo operacionalmente en un corto plazo. Debido a que tiene más de 35 años de construcción, así como, fallas estructurales desde su inicio de operación en sus pilotes a pesar del mantenimiento que se le ha dado por medio de “encamisamiento”; así mismo, cuenta con un dictamen de PEMEX “Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente La Unidad”, donde se establece lo anterior. Generando bajas velocidades de operación, aumentando los tiempos de recorrido y costos de operación.

1.3. Características del Proyecto.

El proyecto de la construcción del nuevo puente vehicular “**la Unidad “ (Eugenio Echeverría Castellot)**,” consiste en : 3,285 ml de longitud de puente con una sección de 14 m, con dos carriles, con un sentido de circulación cada uno, con banquetas de 0.75 mts de ancho, guarniciones; y parapeto; será una carretera tipo A2, con accesos, contara con alumbrado y señalamiento; conectando con la carretera federal Mex 180 Cd del Carmen-Campeche tramo Cd del Carmen- Isla aguada.

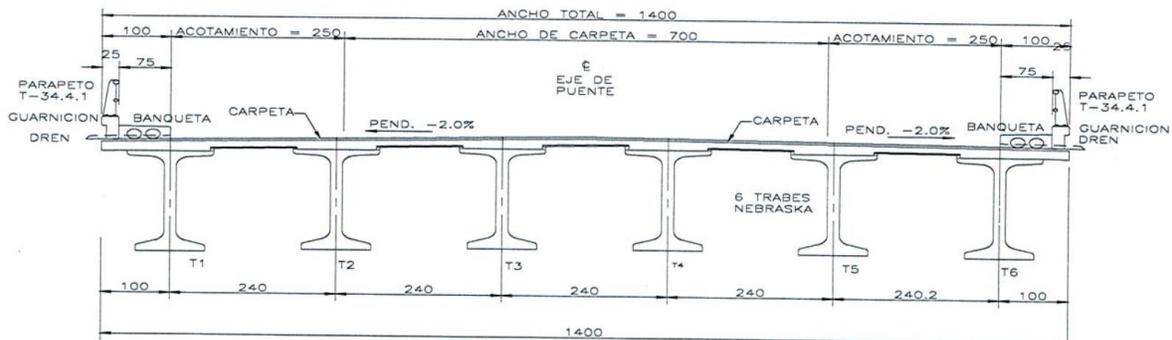


Ilustración 1- Sección transversal del tablero

La superestructura se encuentra conformada por 73 tableros o claros, de 45 m de longitud a ejes, formados cada uno por 6 traveses de concreto pretensado tipo Nebraska de 2.2 m de peralte, ligadas estructuralmente en el sentido transversal mediante diafragmas de concreto reforzado. Sobre estos elementos se colocan prelosas de concreto, se cuela la losa de compresión y se forma la losa de rodamiento, con sus respectivas banquetas, guarniciones y parapetos (Figura__)

La losa de concreto reforzado, de $f' c=250$ kg/cm; tiene diafragmas de concreto de 30 cm de espesor, en los apoyos y 2 intermedios a una distancia de 15 m aproximadamente y el ancho total del tablero es de 14.00m, de los cuales 12m pertenecen a la calzada.

1.4. Alternativas de solución:

La alternativa elegida es la construcción del nuevo Puente Vehicular “**La Unidad**” (**Eugenio Echeverría Castellot**), es la más conveniente por que ofrece los mayores beneficios a un costo razonable, tiene la capacidad adecuada para atender eficientemente la demanda y su trazo es técnicamente viable.

1.5. Costo Total

El costo del proyecto es de **1,301,289,762.00 mdp**, el cual se ejercerá en un periodo de **2 años**. La fuente de recursos es el PEF 2017.

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
Accesos	M2	32,076.66	16,995,240.57
Guarniciones, banquetas y parapetos	ML	6,570	54,967,600.62
Superestructura	M2	45,990.00	446,633,118.89
Subestructura	M3	10,419.20	768,681,359.20
Señalamiento	Pza.	986	3,054,269.33
Alumbrado	Pza.	101	10,958,173.39
Inversión total \$			1,301,289,762.00

Tabla 1- Costo total del proyecto

1.6. Demanda

Considerando una tasa de crecimiento del 3.2% para el horizonte de evaluación por cada uno de los datos obtenidos en el puente “La Unidad”. Para el año 2017 se observó un tránsito de 4,690 vehículos y para el año 2044 se tendrá un TDPA de 10,979 vehículos como se señala en la tabla siguiente:

Año	Tipo de vehículo			TOTAL	
	Horizonte	A	B	C	TDPA
2017	0	3,576	201	913	4,690
2018	1	3,690	208	943	4,841
2019	2	3,808	214	973	4,995
2020	3	3,930	221	1,004	5,155
2021	4	4,056	228	1,036	5,320
2022	5	4,186	236	1,069	5,491
2023	6	4,320	243	1,103	5,666
2024	7	4,458	251	1,139	5,848
2025	8	4,601	259	1,175	6,035
2026	9	4,748	267	1,213	6,228
2027	10	4,900	276	1,251	6,427
2028	11	5,057	285	1,292	6,633
2029	12	5,218	294	1,333	6,845
2030	13	5,385	303	1,375	7,064
2031	14	5,558	313	1,420	7,290
2032	15	5,736	323	1,465	7,523
2033	16	5,919	333	1,512	7,764
2034	17	6,109	344	1,560	8,013
2035	18	6,304	355	1,610	8,269
2036	19	6,506	366	1,662	8,534
2037	20	6,714	378	1,715	8,807
2038	21	6,929	390	1,770	9,088

2039	22	7,150	402	1,826	9,379
2040	23	7,379	415	1,885	9,679
2041	24	7,615	429	1,945	9,989
2042	25	7,859	442	2,007	10,309
2043	26	8,111	456	2,072	10,639
2044	27	8,370	471	2,138	10,979

Tabla 2- Demanda del proyecto

1.7. Indicadores de rentabilidad

Se consideran el Valor Presente Neto (**MDP**), Tasa Interna de Retorno (%) y la Tasa de Retorno Inmediato (%), como indicadores para evaluar la rentabilidad de este proyecto, los cuales se visualizan en la **pág.**

1.8. Riesgos asociados si no se realiza el proyecto

El principal riesgo que presenta este proyecto es el de la disponibilidad de la totalidad de los recursos para la conclusión de la obra en el tiempo y forma previsto.

Otros riesgos asociados al proyecto son los siguientes:

- La demanda social de obras adicionales al momento de la construcción,
- Retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.
- Así mismo, si no se realizara la construcción del nuevo puente vehicular “**la Unidad “ (Eugenio Echeverría Castellot)**, los usuarios estarían en grave riesgo ya que este puente se le realizo un dictamen de PEMEX “Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente La Unidad” el cual señala que ya llego a su vida útil y que presenta riesgos.

1.9. Beneficios y argumentos de la realización del proyecto.

La construcción del nuevo puente vehicular “**la Unidad “ (Eugenio Echeverría Castellot)** se justifica porque cumple su propósito de hacer más seguro, cómodo y eficiente el movimiento de bienes y personas que circulan a través de esta carretera. Se tendrán beneficios ante todo de la seguridad de los usuarios así como lograr mayores velocidades

de desplazamiento, lo que contribuye a la disminución de los tiempos de recorrido y de los costos de operación vehicular, se mejoraran las condiciones de movilidad y circulación del tránsito local, de medio y largo itinerario así como un incremento en la capacidad vial de la zona, lo cual se traduce en una mayor competitividad del transporte de la Región Sureste del estado de Campeche.

Debido a lo anterior se alcanzaran los siguientes beneficios:

- Aumento en velocidades de operación.
- Disminución de posibilidades de accidentes.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación.
- Garantizar el flujo libre y seguro de los vehículos.
- Mejoría en la interconexión de las carreteras federales y estatales del área de influencia del proyecto.
- Comodidad y seguridad por acotamientos para auxilios viales.

1.10. Conclusiones

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

Además dicho proyecto se encuentra incluido en el “**Programa Nacional de Desarrollo 2013-2018**” y cumple con el apartado “**México Próspero**” el cual tiene como objetivo (**Objetivo 4.9**) contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica, cuya estrategia (**Estrategia 4.9.1**) es modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia, partiendo de las siguientes líneas de acción:

- Fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumente la competitividad derivada de una mayor interconectividad.
- Evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, las vocaciones económicas y la conectividad internacional, entre otros.

Conforme a la información presentada anteriormente y en base a los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización del presente proyecto.

2. Diagnóstico de la situación actual

2.1 Definición de la red vial relevante

El **punte de la Unidad (Eugenio Echeverría Castellot)**, con una longitud de 3,222 mts se encuentra ubicado en el municipio de Carmen, Campeche es la única vía rápida que comunica a Cd. del Carmen, con el resto de la península de Yucatán, proporcionando servicio a los usuarios de carretera federal Mex. 180 Cd del Carmen-Campeche tramo Cd del Carmen- Isla aguada. Es el segundo puente más largo de estado de Campeche entre las comunidades de Isla Aguada y Puerto Real, fue construido en 1982, forma parte estratégica del corredor carretero México-Puebla-Progreso (Yucatán); permitiendo el flujo vehicular de un lugar a otro, así mismo, es una infraestructura que permite la interacción productiva y comercial interregional petrolera con el resto del país, ya que está en una zona clasificada de gran producción pesquera y de mayor actividad de exploración y producción de petróleo y gas natural.

En la siguiente imagen se aprecia la importancia del puente como una arteria de infraestructura regional.

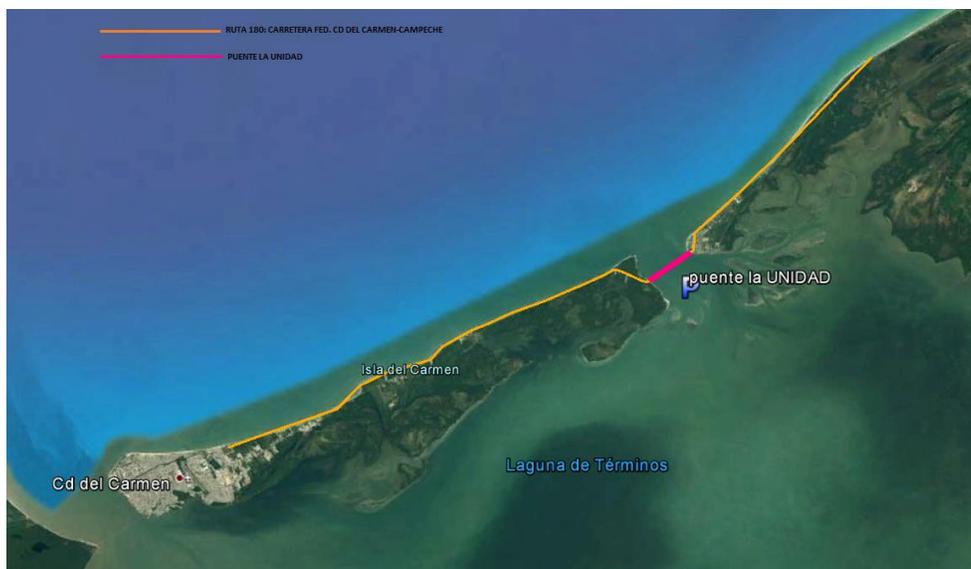


Ilustración 2- Arteria de la infraestructura regional

Se observa la ubicación del puente sobre la carretera federal, el cual une las comunidades de Isla Aguada y Puerto Real.



Ilustración 3- Corredores Carreteros

2.2 Caracterización de la oferta

La caracterización de la oferta se refiere a la definición de la red vial de influencia así como las características físicas de esta red, tales como número de carriles, estado del puente, tipo de terreno, velocidades de operación, entre otras. Las características físicas se tomaron de acuerdo a la información de “Estudio de elasticidad de la demanda ante cambios en la tarifa del Puente La Unidad” de Cal y Mayor y Asociados, y del “Dictamen técnico sobre el estado físico y estructural del puente existente la Unidad” realizado por PEMEX, así como información proporcionada por SEDUOPI (Secretaría de Desarrollo Urbano Obras Públicas e Infraestructura del Gobierno del Estado de Campeche).

2.2.1 Estudios de campo para la recopilación de la oferta

Se enfoca en obtener información que caracteriza la oferta, la demanda y la operación actual del puente. Esto se aprecia con más detalle en el siguiente esquema:

Condiciones operativas: tiempos de recorrido, velocidades de operación.

Condiciones físicas: número de carriles, condiciones de losa de rodamiento del puente, subestructura del puente y tipo de terreno.

Para registrar las características del puente, se realizó un estudio de campo, tomando en cuenta los datos físicos que genera.

- Número de carriles por sentido de la carretera en el puente en estudio.
- Tipo de pavimento/superficie de rodamiento
- Estado del puente: interviene como factor en la toma de decisión del usuario, ya que depende del estado operativo y físico con el cual puede desarrollar velocidades, ofreciendo seguridad del usuario.

2.2.2 Características físicas de la red vial

El tramo en estudio la SCT a través de la Subsecretaría de Infraestructura Dirección de Desarrollo Carretero (DGDC), la clasifica como **puente de cuota la Unidad (Eugenio Echeverría Castellot)** vía Isla del Carmen –Isla aguada.

El puente inicia en el km 137+100 y termina en el km 140+322 de esta carretera; con una longitud de 3,222 m.

Proporcionando servicio a los usuarios de la carretera federal MEX 180, que cuenta con una longitud de 354 km en el tramo Campeche –Villahermosa. Este puente comunica las comunidades de Isla Aguada y Puerto Real que se desplazan a lo largo de esta única vía que comunica a Cd del Carmen con la península de Yucatán.



Ilustración 4- Ubicación gráfica del Puente de la Unidad

2.2.2.1 Número de carriles

Como puede observarse en la imagen, el puente mide 3,222 m de largo, y 10 m. de ancho, cuenta con dos carriles, uno por sentido de circulación de 3.5 m de ancho cada uno; no cuenta con acotamientos laterales, teniendo superficie de rodamiento de losa de concreto, tipo de carretera A2, la cual no cuenta con revestimiento de carpeta asfáltica, ni con luminarias. Cuenta con drenes a lo largo de su guarnición los cuales están sin mantenimiento; con una velocidad de operación promedio de 40 km/hr, ya que por fallas estructurales en sus pilotes se tomaron como medida la reducción de velocidad, con señalamiento restrictivos deficiente, en cual atiende el flujo vehicular generado de entrada y salida entre la península de Yucatán así como de los que provienen del estado de Tabasco.

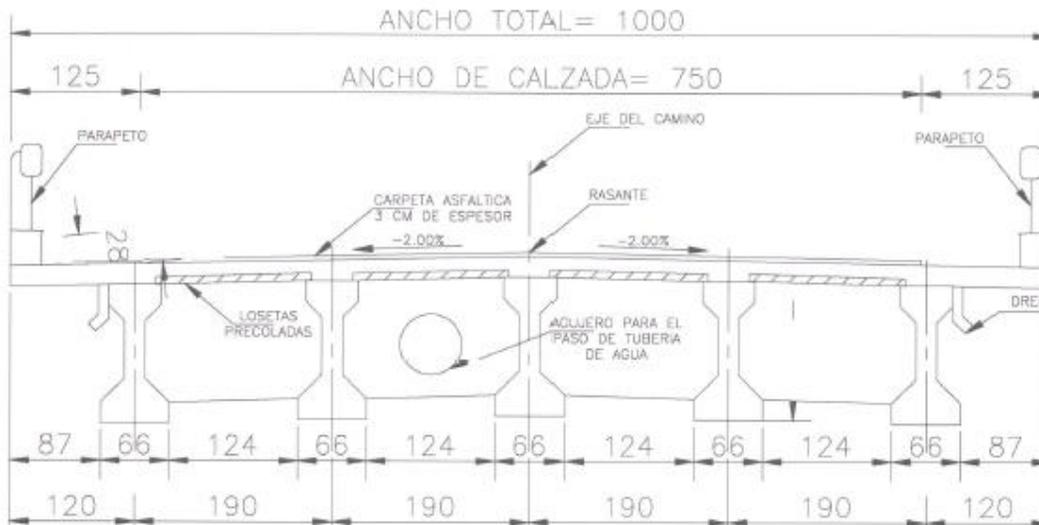


Ilustración 5- Sección transversal del tablero existente

El tablero está formado por 108 claros de los cuales los dos extremos son de 30.32 m, dos claros de 14.95 m y 104 claros centrales tienen 30.64 m de longitud. Dicho tablero tiene un ancho total de 10.0 m y está formado por 5 travesaños de concreto postensados AASTHO tipo IV de 1.35 de peralte, sobre los travesaños se apoya una losa de concreto reforzado que fue construida mediante el uso de prelosas igualmente de concreto reforzados prefabricadas. Los travesaños se apoyan en cabezales de concreto reforzado que a su vez descansan sobre pilotes cuadrados de concreto reforzado de 45x45 cm. Con número de pilotes por caballete de 12, 14 y 16. La subestructura, en particular en la parte superior de los pilotes de cimentación presenta una degradación muy importante debida a la corrosión; espacio libre bajo del puente de 4.95 m. con un trazo geométrico: tangente. El puente inicia en el km 137+100 y termina en el km 140+322 de esta carretera.

2.2.2.2 Estado del pavimento, señalética, obras de drenaje, iluminación (superestructura)

El estado de la superestructura y subestructura del puente representa una importante característica física y operativa de la vía, pues de su estado y mantenimiento, depende que los vehículos puedan desarrollar las velocidades correspondientes al proyecto, y ofrecer seguridad a los usuarios. A continuación se especificarán los elementos importantes de la superestructura actual del puente la Unidad.

La longitud del puente es 3,222 m con una losa de rodamiento, la cual presenta irregularidades superficiales como se observa en la imagen, afectando la seguridad, comodidad y el costo del usuario ya que es una vía de cuota y no se ve reflejada en mantenimiento de la misma.

Así mismo, su obra de drenaje es insuficiente en épocas de lluvias, y sin mantenimiento, cuenta con señalética restrictiva a lo largo del puente, así como pintura de tráfico continua para delimitación de los carriles, no cuenta con acotamientos, tiene una guarnición que funge como protección del vía de rodamiento y no tiene iluminación. Se presenta corrosión severa en las vigas de soporte de la carpeta de rodamiento, así como desalineamiento constructivo de las vigas de soporte con respecto al cabezal.

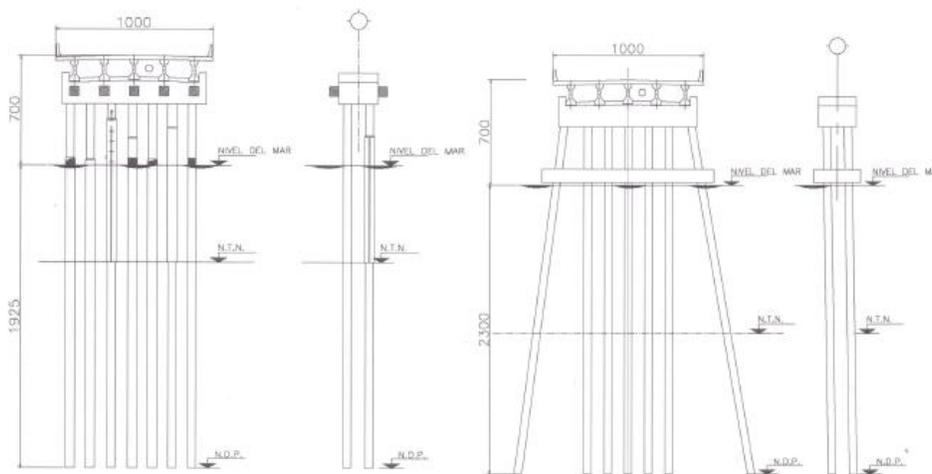


Ilustración 6- Geometría típica de pilas

Los pilotes de cimentación del puente están desplantados a una profundidad de -19.00 m sobre el nivel del mar, a excepción de los apoyos 97 al 107 que están desplantados a una profundidad de -23.00 m, y que corresponden a la zona del canal de llenado/vaciado de la laguna de términos. En esta zona se presentan corrientes marinas importantes. La figura 3 esquematiza la profundidad de desplante de los pilotes a lo largo del cruce.

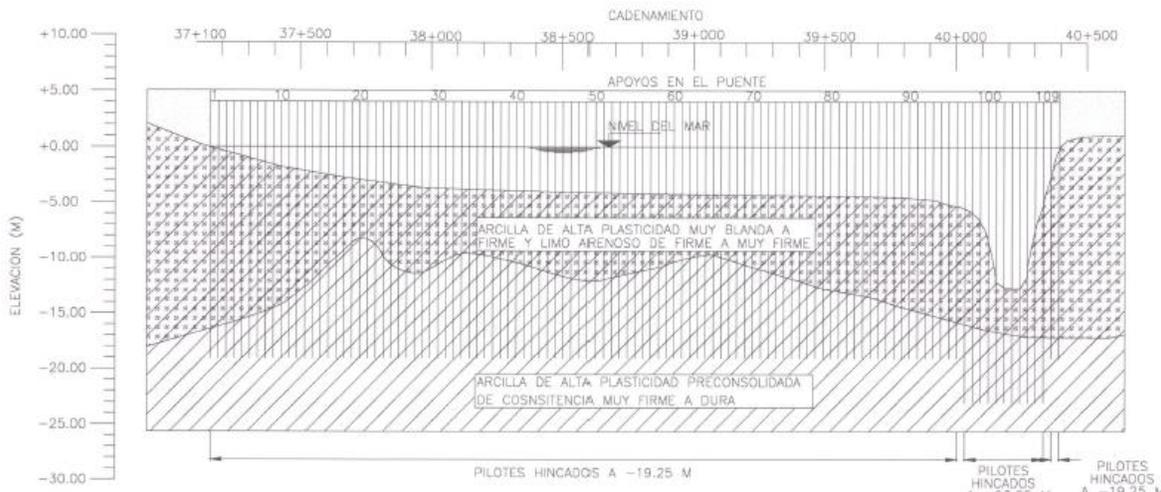


Ilustración 7- Profundidad teórica de desplante de los pilotes y estratigrafía a lo largo del cruce

Desde la terminación de su construcción, hace más de 35 años, el puente ha presentado una serie recurrente, en degradación del concreto de la parte superior de los pilotes, ocasionando corrosión importante en el refuerzo de los mismos, poniendo en riesgo la estabilidad de la estructura. Este fenómeno ha existido a lo largo de la vida útil del puente, a pesar de campañas de “reparación”.

La superestructura sufre movimientos anormales al paso de los camiones más pesados, al estar la subestructura debilitada por agrietamiento del concreto y corrosión del acero de refuerzo; los pilotes son los elementos más afectados. Como consecuencia de esto se tomaron medidas como la reducción de velocidad permitida en el puente la Unidad de 50 km/hr a 40 km/hr afectando tiempo de recorrido , costos generalizado de viaje (CGV), así como la seguridad de los usuarios ya que es la única vía rápida para traslado de personas, bienes y productos.

A continuación se enumeran en las siguientes fotos a detalle tomadas del “*Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente La Unidad*” de PEMEX.



Ilustración 8- Desgaste en Losa en claro



Ilustración 9- Desconche con refuerzo expuesto en la guarnición hombro izquierdo, se aprecia encharcamiento y arena



Ilustración 10- Trabe sin concreto de revestimiento, exponiendo acero a la corrosión



Ilustración 11- Trabe donde se observan resanes



Ilustración 12- Drenes; insuficientes en temporada de lluvias y sin mantenimiento



Ilustración 13- Diafragma entre trabe con acero expuesto



Ilustración 14- Junta de dilatación sobre apoyo, se observa en mal estado



Ilustración 15- Parte superior del pilote, presentando ruptura y parte sumergida de pilote



Ilustración 16- Acero expuesto encara transversal de cabezal de pilas



Ilustración 17- Parte inferior de traveses en donde se aprecia que la trabe se colocó contra el suelo sin cimbra.

El cobro del peaje a los usuarios se realiza en la caseta, la cual cuenta con dos módulos ubicados en la localidad de Isla Aguada, situada aproximadamente a 570 m. del extremo

oriente del puente. El cual en inicios de temporada vacacional y al término del mismo se tiene un incremento del 60 % de aforo vehicular, por lo que los cobros en estas temporadas es en módulos anticipados de peaje, para aligerar el tráfico y evitar las largas filas de hasta 5 km y demora en los usuarios de más de una hora para llegar a la caseta de peaje y continuar su recorrido.



Ilustración 18- Caseta de peaje del Puente de la Unidad

Actualmente la tarifa vigente es como se muestra en la tabla siguiente: Cuenta con dos casetas de cobro, aunque tenga dos carriles de cada lado pero no cuenta con equipo de cobro rápido lo que genera largas colas y molestia entre los usuarios del puente, en tiempos vacacionales donde mayor afluencia vehicular se tiene.

Tarifa vigente IVA (2017)										
Vía	Long(km)	Motos	Autos	Autobuses			Camiones			
				2 ejes	3 ejes	4 ejes	2 ejes	3 ejes	4 ejes	5-9 ejes
Carmen- aguada	Isla 3.22	20	66	166	233	233	166	233	233	332

Tabla 3- Tarifa vigente con IVA

2.2.2.3 Tipo de terreno

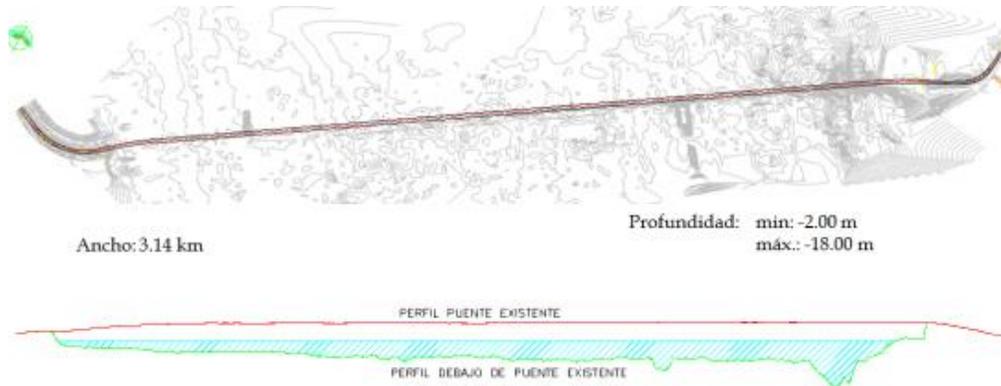


Ilustración 19- Área hidráulica: 18,624 m²

El tipo de terreno se clasifica de acuerdo a la pendiente que presenta, de tal forma puede clasificarse en plano, lomerío o montaña. Esta característica física es importante en los estudios de la demanda por el impacto en costo de operación que sufrirán los vehículos dependiendo de su destino de viaje.

De acuerdo al instituto del transporte (IMT) se consideran las siguientes particularidades para cada uno de ellos:

Diferencias entre los distintos tipos de terreno			
	Plano	Lomerío	Montañoso
Velocidades por tipo de vehículos.	Ligeros y pesados mantienen la misma velocidad.	Los vehículos pesados reducen su velocidad por debajo de los ligeros.	Los vehículos pesados operan a la máxima velocidad que pueden alcanzar en pendiente sostenida.
Pendientes	Limitadas al 2%	3% al 5%	Superior al 5%
Fuente: instituto mexicano del transporte			

Tabla 4- Tipos de terreno de acuerdo al IMT

Con base en la clasificación y como se mencionó en las características generales de la oferta este tramo de la carretera federal MEX 180 se ubica en el tipo de terreno “plano” con una pendiente máxima de 2%.

Analizando el trazo del puente por donde pasa la carretera federal MEX 180 situado en los cadenamientos el km 137+100 y termina en el km 140+385 no presenta curvatura.

Tanto la superestructura, como los cabezales de concreto reforzado y los pilotes de concreto presforzado, se encuentran deteriorados, debido a que se encuentran hincados en lecho marino, por la salinidad del mismo, causando deterioro en los materiales acelerando el desprendimiento del concreto, exponiendo el acero de la armadura de los pilotes, que a falta de mantenimiento adecuado quedaron expuestos, generando presencia de óxido, humedad y varillas a la intemperie, en un 100% de los mismos; incluso en áreas ya reparadas; tiene más de 35 años de operación ya llegó a su vida útil, por lo que es obsoleto y no garantiza condiciones de operación y seguridad para los usuarios que a diario transitan en él.

Como resultado del “*Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente La Unidad*” el cual fue desarrollado por PEMEX, determino que este puente se encuentra en un estado avanzado de deterioro y condición de riesgo, generando condiciones inseguras para los usuarios y estableciendo la necesidad de desincorporarlo operacionalmente en un corto plazo.

Imágenes de las condiciones de la subestructura:



Ilustración 20- Condiciones actuales de la subestructura



Ilustración 21- Subestructura y condiciones de deterioro

2.2.3 Síntesis de los datos de la oferta

La carretera federal Mex 180, en su tramo que pasa por el puente la Unidad con cadenamientos del km 137+100 y termina en el km 140+322 debido a su geometría se caracteriza por ser plano con una pendiente media ascendente de 0. Con longitud de 3,222 m el cual se hace una síntesis por el tramo:

Características físicas y geométricas	
Puente la Unidad	
Longitud (m)	3,222
Número de carriles	2 (1 por sentido)
Tipo de vialidad	A-2
Ancho de carril (m)	3.5 (por sentido)
Acotamientos (m)	1 (por sentido)
Ancho de calzada (m)	7.5
Índice de rugosidad (IRI)	4.5
Tipo de superficie de rodamiento	Losa de concreto
Velocidad de operación	40 km/hr
Curvatura horizontal promedio (grad/km)	0
Terreno	Plano a lo largo del puente
	El tablero está formado por 108 claros de los cuales los dos extremos son de 30.32 m, dos claros de 14.95 m y 104 claros centrales tienen 30.64 m de longitud. Dicho

Composición de la infraestructura	<p>tablero tiene un ancho total de 10.0 m y está formado por 5 traveses de concreto postensadas AASTHO tipo IV de 1.35 de peralte, sobre las traveses se apoya una losa de concreto reforzado que fue construida mediante el uso de prelosas igualmente de concreto reforzados prefabricadas. Las traveses se apoyan en cabezales de concreto reforzado que a su vez descansan sobre pilotes cuadrados de concreto reforzado de 45x45 cm. Con número de pilotes por caballete de 12, 14 y 16. La subestructura, en particular las partes superiores de los pilotes de cimentación presentan una degradación muy importante debida a la corrosión, espacio libre bajo del puente de 4.95 m. con un trazo geométrico: tangente. El puente inicia en el km 137+100 y termina en el km 140+322 de esta carretera.</p>
Estado físico	<p>El acero expuesto en 100% pilotes lo cual genera inestabilidad en la subestructura, aunque los pilotes que ya sido reparados con encamisado presenta corrosión en el acero. Así mismo, PEMEX en sus recomendaciones en el Dictamen técnico dictaminó que se suprimiera el paso a vehículos pesados; no dan seguridad al usuario.</p>

Tabla 5- Características físicas y geométricas actuales

Actualmente la tarifa vigente es como se muestra en la tabla siguiente

Tarifa vigente 2017 (\$) incluye IVA										
Vía	Long(km)	Motos	Autos	Autobuses			Camiones			
				2 ejes	3 ejes	4 ejes	2 ejes	3 ejes	4 ejes	5-9 ejes
Carmen- aguada	Isla 3.22	20	66	166	233	233	166	233	233	332

Tabla 6- Tarifa vigente 2017

2.3 Caracterización de la demanda

2.3.1 Recopilación de la información

El objetivo principal de la recopilación de la información documental y de campo es obtener la demanda actual de la carretera federal Mex 180 Cd del Carmen-Campeche tramo Cd del Carmen- Isla aguada; el cual se tomó del “Estudio de elasticidad de la demanda ante cambios en la tarifa del Puente La Unidad” de Cal y Mayor y Asociados, los cuales para el análisis de aforo vehicular, se agrupó en base a sus características; ya sea físicas o de transporte de usuarios o carga y capacidad del vehículo.

Agrupación vehicular	
Tipo de vehículo	Contenido
A	Automóviles
B	Autobuses (foráneos y servicio público)
C	Camión unitario y articulado 2,3, 4 y 6 ejes.

Tabla 7- Agrupación vehicular

2.3.2 Aforos históricos

Se tomaron datos del “Estudio de elasticidad de la demanda ante cambios en la tarifa del Puente La Unidad” de Cal y Mayor y Asociados; para la estimación del pronóstico, y se consideró la información del aforo histórico del puente la Unidad tomando en cuenta los registros correspondientes a la tarifa normal complementándose con la información de estaciones de la red publicada por la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT) correspondientes a los datos viales del aforo del Puente Zacatal, entronque derecho Sabancuy y Champotón. Cabe aclarar se actualizo dicha tabla para el año 2016.



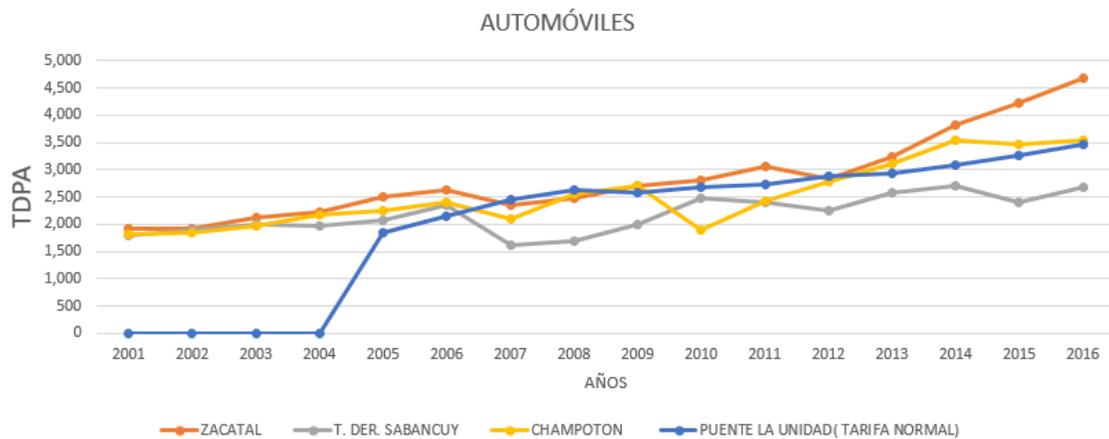
Ilustración 22- Ubicación de las estaciones de la red vial analizada- Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

En las siguientes tablas se desglosa la información histórica de los aforos considerados, en términos de transito promedio diario anual (TPDA) 2001-2016, en cada caso se indica la tasa de crecimiento media anual (TCMA) para el periodo histórico. Así mismo, la gráfica correspondiente de la composición vehicular que transita por el puente la Unidad, Carr. Cd del Carmen Campeche; con respecto al TPDA (Transito Promedio Diario Anual).

TDPA HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO								
AUTOMOVILES								
AÑO	ZACATAL	TASA DE CRECIMIENTO	T. DER SABANCUY	TASA DE CRECIMIENTO	CHAMPOTON	TASA DE CRECIMIENTO	PUENTE LA UNIDAD (TARIFA NORMAL)	TASA DE CRECIMIENTO
2001	1,914		1,792		1,822		N/D	
2002	1,921	0.004	1,884	0.051	1,846	0.013	N/D	
2003	2,121	0.104	2,002	0.063	1,972	0.068	N/D	
2004	2,225	0.049	1,962	-0.020	2,184	0.108	N/D	
2005	2,506	0.126	2,069	0.055	2,243	0.027	1,843	
2006	2,632	0.050	2,362	0.142	2,391	0.066	2,149	0.166
2007	2,362	-0.103	1,621	-0.314	2,102	-0.121	2,461	0.145
2008	2,486	0.052	1,692	0.044	2,550	0.213	2,621	0.065
2009	2,699	0.086	1,988	0.175	2,704	0.060	2,580	-0.016
2010	2,799	0.037	2,467	0.241	1,901	-0.297	2,679	0.038
2011	3,054	0.091	2,394	-0.030	2,435	0.281	2,731	0.019
2012	2,841	-0.070	2,256	-0.058	2,776	0.140	2,887	0.057
2013	3,238	0.140	2,571	0.140	3,123	0.125	2,939	0.018
2014	3,808	0.176	2,710	0.054	3,542	0.134	3,084	0.049
2015	4,219	0.108	2,410	-0.111	3,456	-0.024	3,269	0.060
2016	4,683	0.110	2,675	0.110	3,539	0.024	3,465	0.060
TCMA		6%		3.4%		5.1%		5.5%

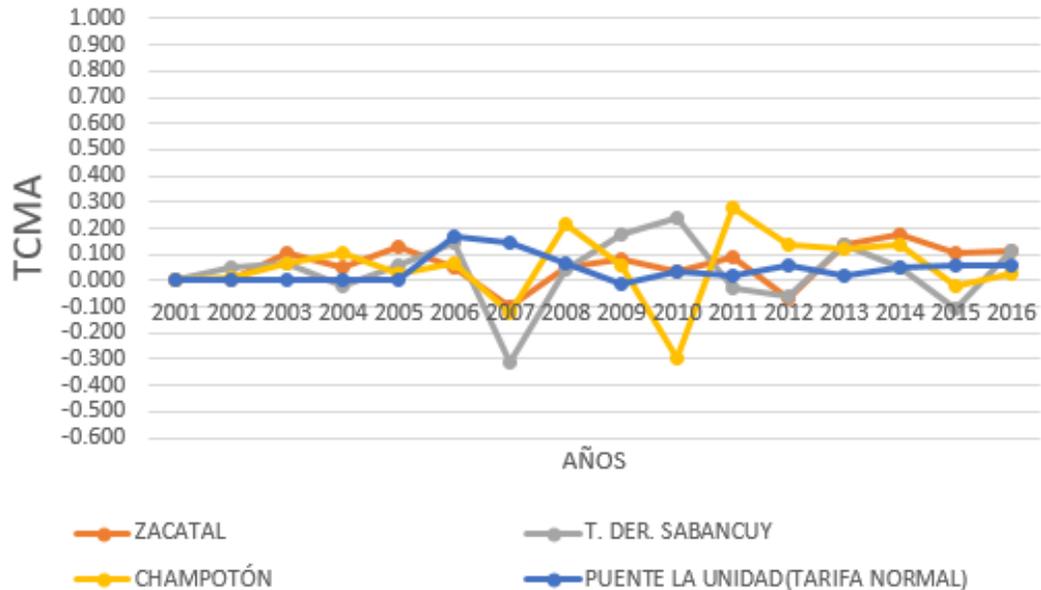
Tabla 8- TDPA histórico por tipo de vehículo (Automóviles)

Como puede observar en la tabla TDPA histórico por tipo de automóviles en el puente la Unidad tuvo un crecimiento negativo en su flujo vehicular en el 2009 de 1.6 % viendo recuperado su crecimiento en los subsecuentes años llegando a una tasa de 6 % en año 2016.



Gráfica 1- Flujo vehicular del 2001 al 2016

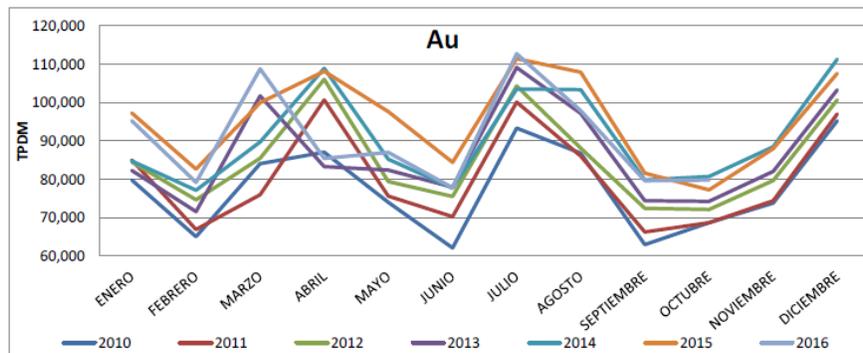
AUTOMÓVILES



Gráfica 2- Tasa de crecimiento media anual del 2001 al 2016

Comportamiento histórico del tránsito promedio diario mensual (TPDM) con base datos obtenidos, del puente La Unidad por tipo de vehículo en donde se muestra el incremento en los meses de marzo, que coincide con el periodo vacacional correspondiente a Semana Santa. Muestra un decremento en los meses de mayo y junio, que repunta nuevamente en el mes de julio que coincide igualmente con otro periodo vacacional, correspondiente al fin del año escolar. En el periodo agosto-octubre, muestra un decremento sostenido del TPDM, el cual repunta en meses de noviembre y diciembre, coincidiendo con el periodo vacacional en fin de año. “Estudio de elasticidad de la demanda ante cambios en la tarifa del Puente la Unidad”.

Figura 3-1. TPDM Automóviles



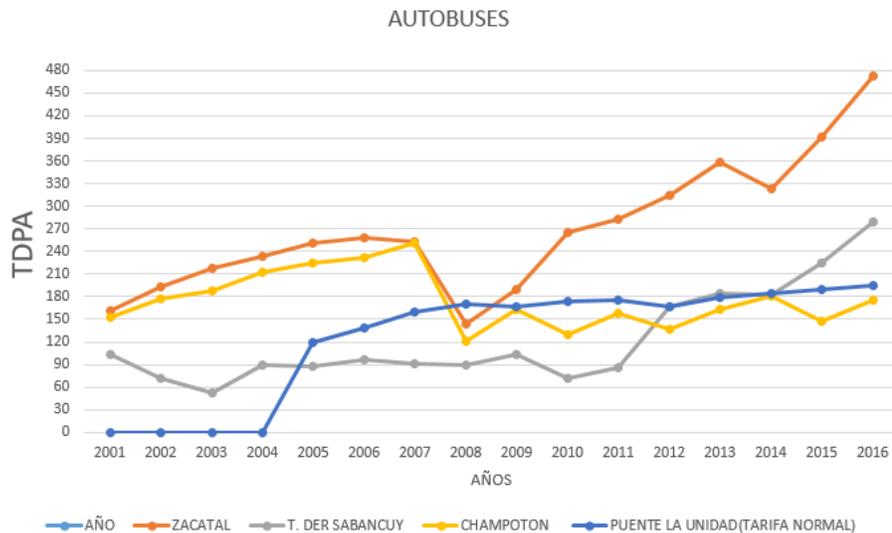
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

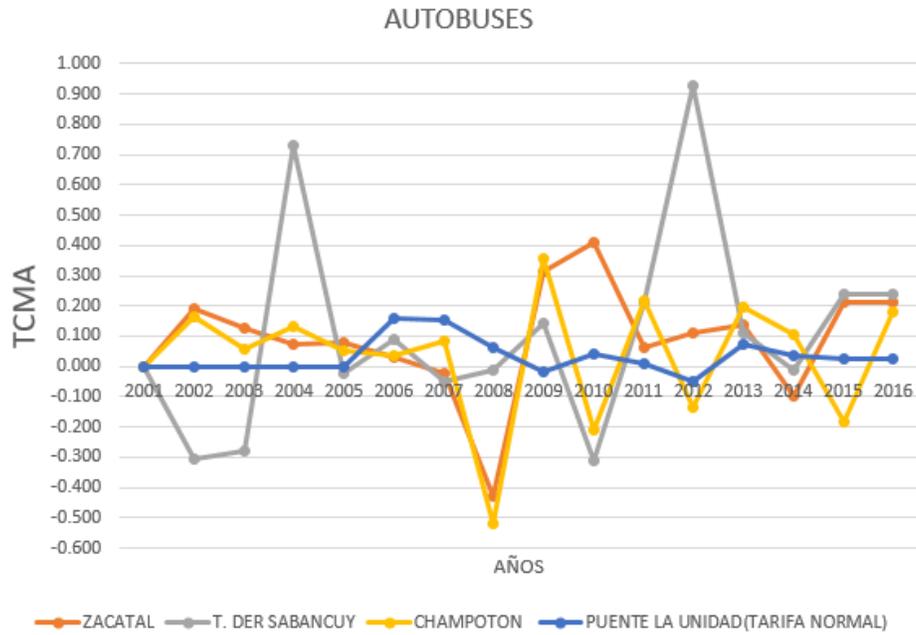
Gráfica 3- TPDM de automóviles - Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

TDPA HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO								
AUTOBUSES								
AÑO	ZACATAL	TASA DE CRECIMIENTO (%)	T. DER SABANCUY	TASA DE CRECIMIENTO (%)	CHAMPOTON	TASA DE CRECIMIENTO (%)	PUENTE LA UNIDAD (TARIFA NORMAL)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
2001	162		104		153		N/D	
2002	193	0.191	72	-0.308	178	0.163	N/D	
2003	217	0.124	52	-0.278	188	0.056	N/D	
2004	233	0.074	90	0.731	213	0.133	N/D	
2005	251	0.077	88	-0.022	224	0.052	120	
2006	258	0.028	96	0.091	232	0.036	139	0.158
2007	252	-0.023	91	-0.052	251	0.082	160	0.151
2008	144	-0.429	90	-0.011	121	-0.518	170	0.063
2009	189	0.313	103	0.144	164	0.355	167	-0.018
2010	266	0.407	71	-0.311	130	-0.207	174	0.042
2011	283	0.064	86	0.211	158	0.215	176	0.011
2012	315	0.113	166	0.930	137	-0.133	167	-0.051
2013	359	0.140	184	0.108	164	0.197	179	0.072
2014	323	-0.100	182	-0.011	181	0.104	185	0.034
2015	391	0.211	225	0.236	148	-0.182	190	0.027
2016	473	0.210	279	0.240	175	0.182	195	0.026
TCMA		8.7%		10.6%		3.3%		4.3%

Tabla 9- TDPa histórico por tipo de vehículo (Autobuses)

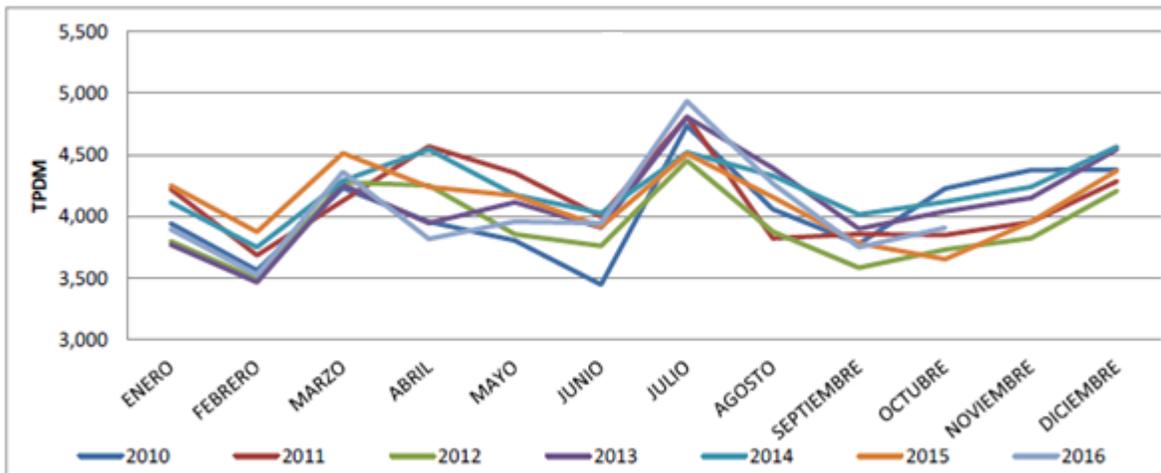
Como puede observar en la tabla TDPa histórico por tipo de vehículos los autobuses en el puente la Unidad se puede observar un crecimiento negativo en su flujo vehicular en los años 2009 y 2012 manteniendo un crecimiento fluctuante en los siguientes años viendo recuperado su crecimiento a una tasa de 2.6% en año 2016





En caso de los autobuses, se observó un comportamiento muy similar en todos los años de análisis que coincide con el comportamiento que presentan los automóviles. En este caso se observa que el mayor nivel de TPDM se registró en el mes de julio para todos los años, se observa también en incremento en los meses de abril y diciembre y los decrementos más significativos en los meses de junio y octubre.

Figura 3-2. TPDM Autobuses



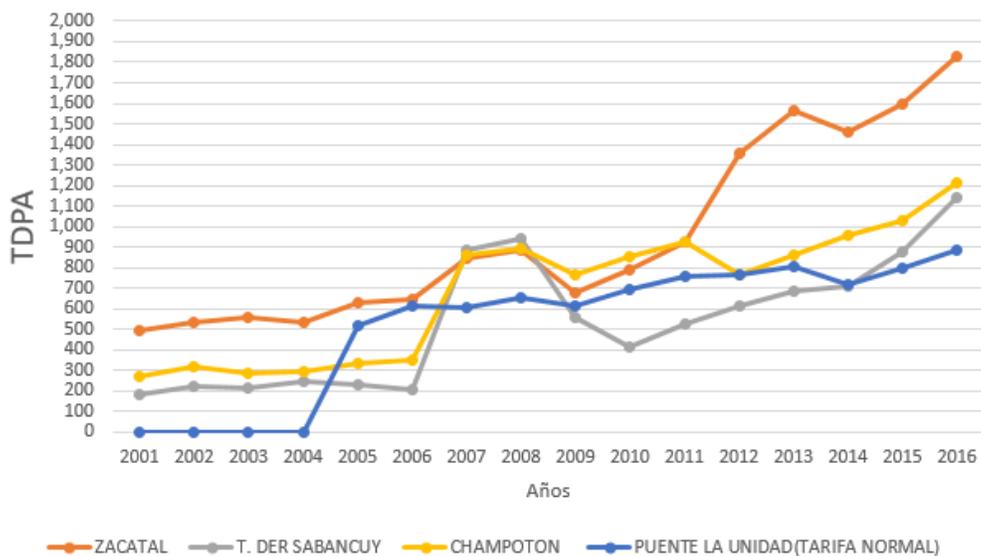
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

TDPA HISTORICO POR TIPO DE VEHICULO								
CAMIONES UNITARIOS								
AÑO	ZACATAL	TASA DE CRECIMIENTO (%)	T. DER SABANCUY	TASA DE CRECIMIENTO (%)	CHAMPOTON	TASA DE CRECIMIENTO (%)	PUENTE LA UNIDAD (TARIFA NORMAL)	TASA DE CRECIMIENTO (%)
2001	490		186		272		N/D	
2002	536	0.094	220	0.183	316	0.162	N/D	
2003	556	0.037	218	-0.009	287	-0.092	N/D	
2004	533	-0.041	248	0.138	297	0.035	N/D	
2005	630	0.182	232	-0.065	334	0.125	358	
2006	647	0.027	210	-0.095	352	0.054	341	0.179
2007	844	0.304	886	3.219	861	1.446	299	-0.011
2008	882	0.045	938	0.059	891	0.035	310	0.078
2009	677	-0.232	560	-0.403	767	-0.139	293	-0.061
2010	791	0.168	410	-0.268	853	0.112	312	0.127
2011	926	0.171	522	0.273	927	0.087	325	0.100
2012	1,358	0.467	610	0.169	769	-0.170	317	0.003
2013	1,562	0.150	689	0.130	860	0.118	326	0.055
2014	1,463	-0.063	712	0.033	954	0.109	324	-0.104
2015	1,596	0.091	879	0.235	1,031	0.081	350	0.108
2016	1,831	0.147	1,137	0.294	1,214	0.177	378	0.109
TCMA		9.7		24.3		13.4		4.8

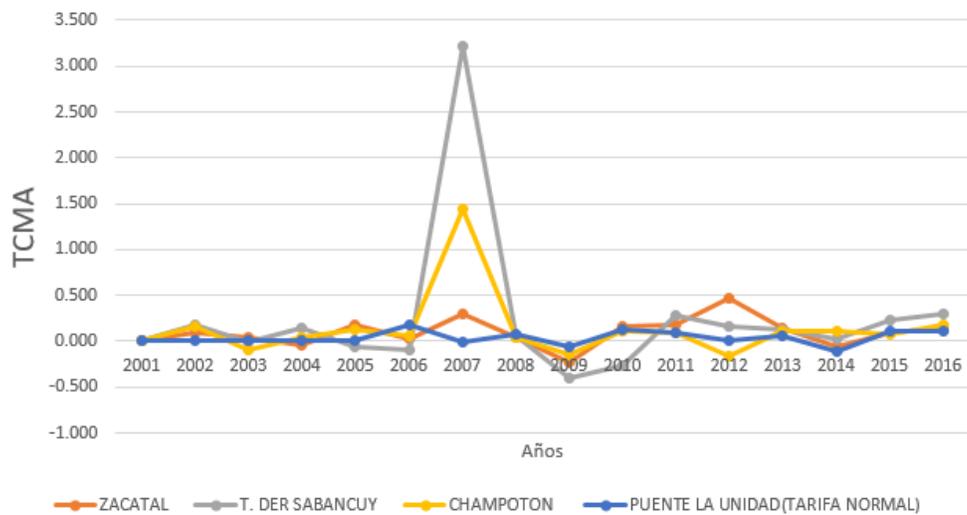
Como puede observar en la tabla TDPA histórico de camiones tipo C en el puente la Unidad tuvo un crecimiento negativo en los años 2007, 2009, 2014 manteniendo su crecimiento los siguientes años a una tasa de 10.6 % en año 2016

Este aumento es por causa del cierre de la carretera federal Mex-186, posterior a ello se observa un decremento en el aforo a partir del mes de septiembre derivado de la restricción al paso de camiones articulados mayores a 30 toneladas, generando un decremento casi del 80% al tránsito de este tipo de vehículo.

TIPO C

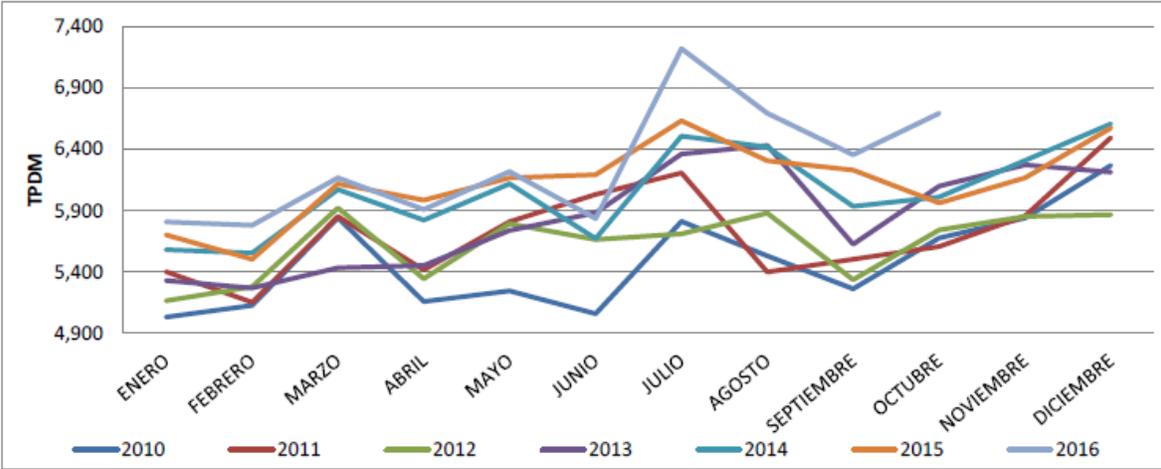


TIPO C



El TPDM total de los camiones tipo C en el puente tuvo variaciones más significativas a lo largo de los años de comparación. Para los años 2010, 2011, 2014 se observa un comportamiento similar al registrar un incremento en los meses de enero-marzo, en periodo marzo-abril se observa un leve decremento del TPDM, a partir de este mes hasta octubre el TPDM muestran incrementos y decrementos notables, por último, en le periodo octubre-diciembre se observa un crecimiento sostenido en estos años.

Figura 3-3. TPDM Camiones unitarios



Como puede observarse el incremento de usuarios desde que entró en operación el puente la unidad, es debido a que ciudad del Carmen es considera una zona petrolera por lo que los usuarios se trasladan por cuestiones de trabajo a esa entidad o lugares cercanos, así como la importancia que se tiene de conexión del corredor México-Puebla-Progreso en donde se moviliza de un punto a otro bienes y productos.

2.3.3 Aforos Actuales

El objetivo principal de los estudios de campo, fue determinar el comportamiento de la demanda vehicular, la disponibilidad de pago y preferencias de los usuarios, con aforos actuales, las cuales realizo Cal y Mayor y Asociados y se encuentran en el anexo Caracterización de la demanda del “Estudio de elasticidad de la demanda ante cambios en la tarifa del Puente La Unidad”.

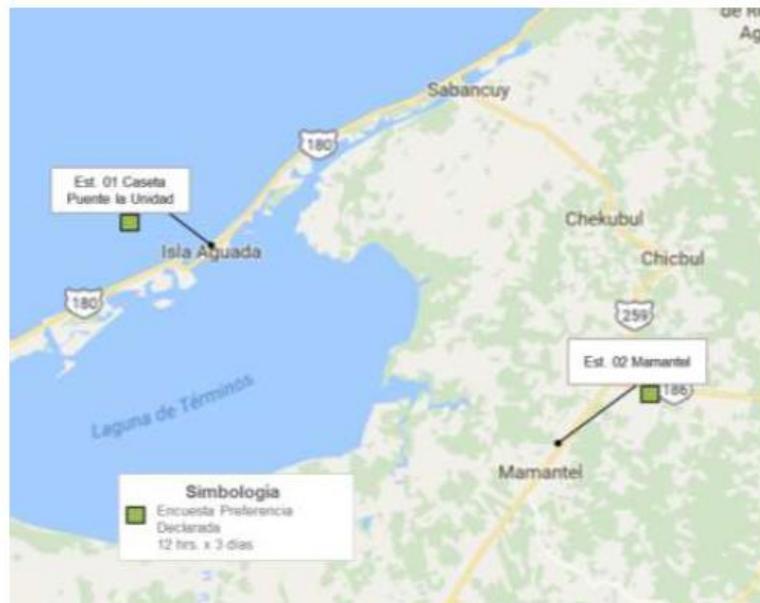
El cual realizo estos aforos de forma manual para identificar el comportamiento actual del tránsito en las carreteras en estudio como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1-1 Fecha y horarios del levantamiento de Encuestas PD y PR.

Estación	Nombre	Ubicación	Período	Fecha de Estudios de Campo				
				oct-16				
				15	16	17	18	19
E01	Caseta Puente la Unidad	Carretera del Golfo (MEX 180) Cuidad del Carmen, Campeche México.	De 7 a 19 horas (12 hrs)	X	X		X	
E02	Mamantel	Carretera Chetumal-Villahermosa (MEX 186) Cuidad del Carmen, Campeche México.	De 7 a 19 horas (12 hrs)	X		X		X

Fuente: Elaboración propia Cal y Mayor y Asociados S.C.

Figura: 1-1 Ubicación de los trabajos de campo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados.

La caracterización de la demanda permite conocer el comportamiento de los usuarios por tipo de vehículo, sus características económicas, el comportamiento de viajes, la frecuencia, el motivo por el que viajan y que los orilla a tomar la decisión de transitar o no en una vía de comunicación como es el puente la Unidad.

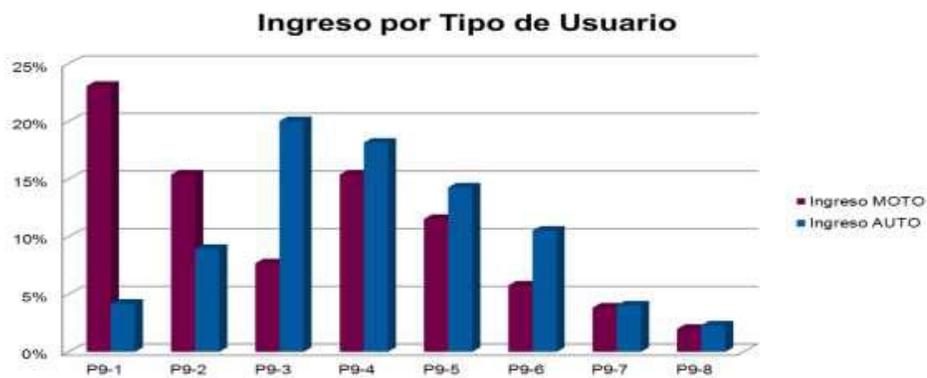
El aforo hecho por Cal y Mayor da las siguientes conclusiones.

- Ingresos de los usuarios de la vías en estudio

Tabla 1-3 Detalle de ingresos en las estaciones analizadas.

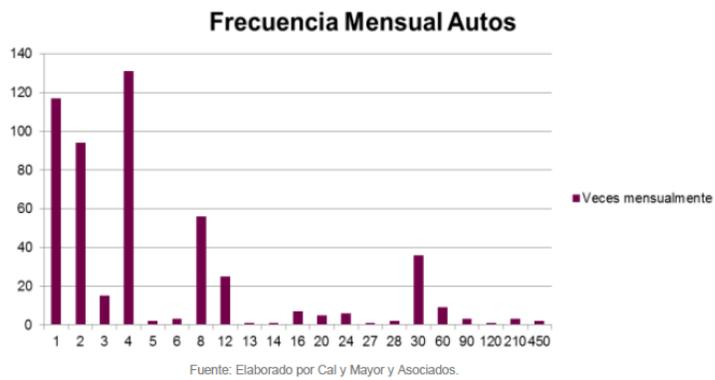
Ingreso		
Rango	MOTO	AUTO
P9-1	23%	4%
P9-2	15%	9%
P9-3	8%	20%
P9-4	15%	18%
P9-5	12%	14%
P9-6	6%	11%
P9-7	4%	4%
P9-8	2%	2%

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados



- Frecuencia de viaje

Figura: 1-6 Frecuencia por tipo de vehículo AUTO mensualmente



Lugar de Residencia Auto



- Lugar de residencia de los usuarios

Lugar de Residencia Auto

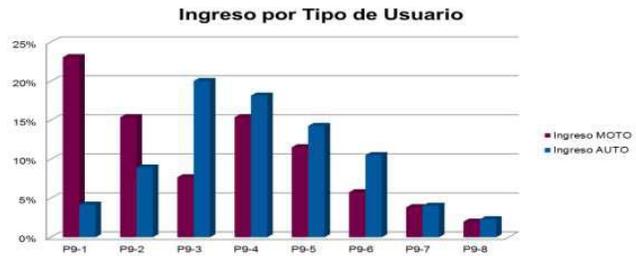


- Frecuencia del viaje

Tabla 1–3 Detalle de ingresos en las estaciones analizadas.

Rango	Ingreso	
	MOTO	AUTO
P9-1	23%	4%
P9-2	15%	9%
P9-3	8%	20%
P9-4	15%	18%
P9-5	12%	14%
P9-6	6%	11%
P9-7	4%	4%
P9-8	2%	2%

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados



Demanda por Camiones de carga

El análisis para camiones se hizo por tipo de camión ya sea unitario, articulado I o articulado II esto por el número de ejes es importante para el cobro de tarifas, tiempos de recorrido y cantidad de carga que puede transportarse en cada viaje.

La carga que se mueve a lo largo del puente la Unidad es de 32% para consumo humano, ya sean bebidas, alimentos, agua, etc., un 24% mueve materiales para construcción, grava, cemento varillas y el 19% es carga general, consolidada para abastecimiento de centros y locales comerciales.

Tabla 1–5 Detalle del porcentaje de participación del tipo de carga

Tipo de Carga	
Rango	Participación
CONSUMO HUMANO	32%
MATERIAL PARA CONSTRUCCIÓN	24%
CARGA GENERAL	19%
MATERIAL PELIGROSO	8%
MATERIAL RECICLABLE/BASURA	7%
ELETRÓNICA/ELECTRÓDOMESTICOS	3%
ANIMALES Y DERIVADOS	3%
MEDICAMENTOS Y CARGA ESPECIAL	2%
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	2%

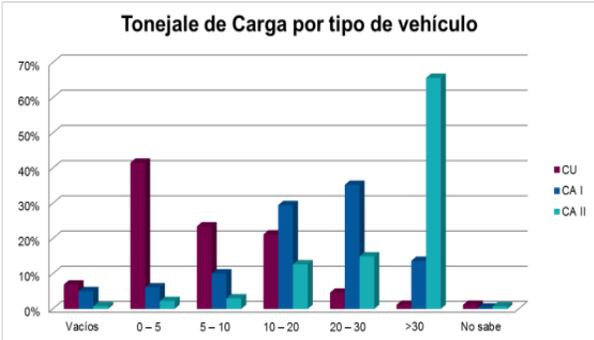
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

El 42% de los camiones unitarios transportan de 0 a 5 toneladas por viaje, de los camiones articulados I el 35% transporta un total de 20 a 30 toneladas lo que sugiere que la restricción de paso a estos vehículos no se respetado como corresponde.

Tabla 1-6 Detalle del porcentaje de participación del tipo de carga

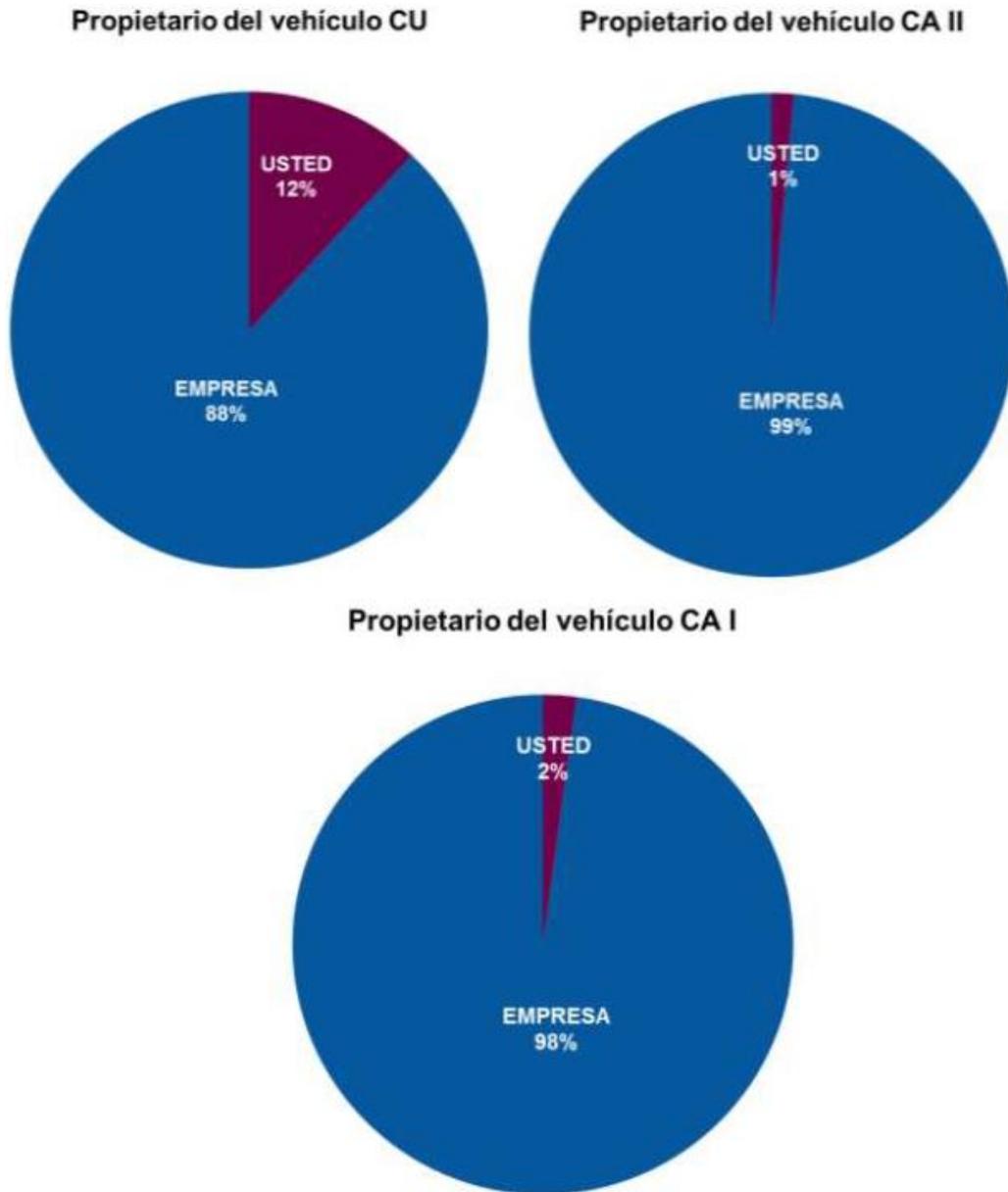
Carga en toneladas			
Rango	CU	CA I	CA II
Vacios	7%	5%	1%
0 – 5	42%	6%	2%
5 – 10	23%	10%	3%
10 – 20	21%	29%	13%
20 – 30	5%	35%	15%
>30	1%	14%	66%
No sabe	1%	0%	1%

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados



También se menciona que arriba del 88% de los vehículos tienen como dueño a una empresa, lo que se puede interpretar como el 12% de los vehículos son operados por hombres-camión que se encargan de solventar los gastos de viaje como casetas, combustibles, refacciones etc.

Figura: 1-13 Tonelaje de carga por tipo de vehículo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

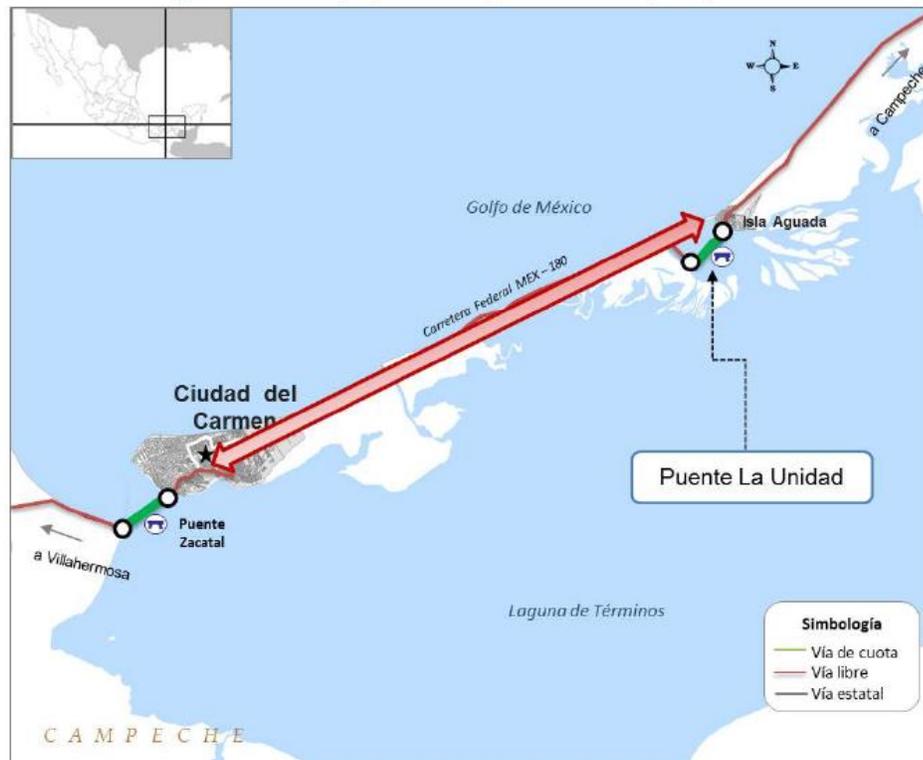
De acuerdo a la tabla origen destino de Cal y Mayor menciona que se tiene un 14 % de viajes realizados que provienen de Isla Aguada con destino a Cd del Carmen; origen Cd del Carmen con destino a Mérida Yucatán del 13 %; Cd del Carmen a Campeche con el 13%.

Tabla 1-7 Detalle del par Origen-Destino de la encuesta de Preferencia Declarada

PAR ORIGEN/DESTINO		%
CAMPECHE-ISLA AGUADA	CAMPECHE-CARMEN	14%
CAMPECHE-CARMEN	YUCATÁN-MÉRIDA	13%
CAMPECHE-CARMEN	CAMPECHE-CAMPECHE	13%
TABASCO-CENTRO	YUCATÁN-MÉRIDA	6%
CAMPECHE-CARMEN	CAMPECHE-SABANCUY	5%
CAMPECHE-CARMEN	CAMPECHE-ESCÁRCEGA	5%
YUCATÁN-MÉRIDA	DISTRITO FEDERAL-CENTRO	3%
CAMPECHE-CARMEN	CAMPECHE-CHAMPOTÓN	3%
YUCATÁN-MÉRIDA	VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE-MINATITLAN	3%
TABASCO-CENTRO	QUINTANA ROO-SOLIDARIDAD	2%
YUCATÁN-MÉRIDA	MÉXICO-MÉXICO	2%
CAMPECHE-CARMEN	QUINTANA ROO-SOLIDARIDAD	2%
CAMPECHE-CAMPECHE	TABASCO-CENTRO	2%
QUINTANA ROO-BENITO JUÁREZ	DISTRITO FEDERAL-CENTRO	2%
QUINTANA ROO-BENITO JUÁREZ	MÉXICO-MÉXICO	1%

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

Figura: 1-14 Principal para OD del puente la Unidad, Campeche



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor y Asociados

2.4 Interacción Oferta-Demanda

Debido a las condiciones actuales del puente la Unidad, las cuales ya fueron dictaminadas por PEMEX a través “*Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente La Unidad*”, que este puente se encuentra en un estado avanzado de deterioro y condición de riesgo, generando condiciones inseguras para los usuarios y estableciendo la necesidad de desincorporarlo operacionalmente en un corto plazo. Debido a que tiene más de 35 años de construcción, así como, fallas estructurales desde su inicio de operación en sus pilotes a pesar del mantenimiento que se le ha dado por medio de “encamisamiento”.

El cual en inicios de temporada vacacional y al término del mismo se tiene un incremento del 60 % de aforo vehicular, por lo que los cobros en estas temporadas es en módulos anticipados de peaje, para aligerar el tráfico y evitar las largas filas de hasta 5 km y demora en los usuarios de más de una hora para llegar a la caseta de peaje y continuar su recorrido.

- Dando como resultado CGV (costos generalizados de viaje) a los usuarios.
- Tiempos de recorrido

Dicho puente opera aun con estas deficiencias en su estructura, poniendo en riesgo la vida de los usuarios, así mismo, las condiciones de baja velocidad de operación que es de 40 km/hr, haciendo que sea más lenta la circulación generando costos generalizados de viaje, como se puede ver en la demanda la afluencia vehicular va creciendo lo que significa más carga a un puente que su infraestructura ya ha llegado a su vida útil , y que además presenta fallas debido a que a pesar del mantenimiento que se le ha dado al puente la Unidad, este no ha dado resultado para seguridad y operatividad del mismo para que sea óptimo.

3. Situación Sin Proyecto

3.1. Descripción de la situación actual optimizada

Un proceso de Optimización consiste en mejorar la situación actual sin embargo, en este caso al estar dañada la subestructura, los cabezales de concreto reforzado y los pilotes de concreto presforzado, derivado de la degradación del concreto de la parte superior de los pilotes de cimentación, y de la corrosión de los refuerzos de los mismos, cualquier ***medida de optimización rebasaría el 10 % del costo total de una nueva inversión.***



Condiciones actuales de la Subestructura

Fuente: Imágenes proporcionadas por la SEDUOPI



Condiciones actuales de la Subestructura

Fuente: Imágenes proporcionadas por la SEDUOPI

3.2 Análisis de la oferta

Como consecuencia de poner implementar ninguna medida de optimización la oferta es igual a la situación actual, es decir, se tiene puente que cuenta con 3,222 m de largo, con un ancho de 10 m. también cuenta con dos carriles, con un sentido de circulación cada uno; no cuenta con acotamientos laterales, siendo su superficie de rodamiento de losa de concreto, tipo de carretera A2, la cual no cuenta con revestimiento de carpeta asfáltica, ni con luminarias, con drenes a lo largo de su guarnición sin mantenimiento; con una velocidad de operación promedio de 30 km/hr, ya que por fallas estructurales en sus pilotes se tomaron como medida la reducción de velocidad, con señalamiento restrictivos deficiente, en cual atiende el flujo vehicular generado de entrada y salida.

El tablero está formado por 108 claros de los cuales los dos extremos son de 30.32 m, dos claros de 14.95 m y 104 claros centrales tienen 30.64 m de longitud. Dicho tablero tiene un ancho total de 10.0 m y está formado por 5 traveses de concreto postensados AASTHO tipo IV de 1.35 de peralte, sobre las traveses se apoya una losa de concreto reforzado que fue construida mediante el uso de prelosas igualmente de concreto reforzados prefabricadas. Las traveses se apoyan en cabezales de concreto reforzado que a su vez descansan sobre pilotes cuadrados de concreto reforzado de 45x45 cm. Con número de pilotes por caballete de 12, 14 y 16. La subestructura, en particular en la

parte superior de los pilotes de cimentación presenta una degradación muy importante debida a la corrosión; espacio libre bajo del puente de 4.95 m. con un trazo geométrico: tangente. El puente inicia en el km 137+100 y termina en el km 140+322 de esta carretera.

Características físicas y geométricas	
Puente la Unidad	
Longitud (m)	3,222
Número de carriles	2 (1 por sentido)
Tipo de vialidad	A-2
Ancho de carril (m)	3.5 (por sentido)
Acotamientos (m)	1 (por sentido)
Ancho de calzada (m)	7.5
Índice de rugosidad (IRI)	4.5
Tipo de superficie de rodamiento	Losa de concreto
Velocidad de operación	30 km/hr
Curvatura horizontal promedio (grad/km)	0
Terreno	Plano a lo largo del puente
Composición de la infraestructura	El tablero está formado por 108 claros de los cuales los dos extremos son de 30.32 m, dos claros de 14.95 m y 104 claros centrales tienen 30.64 m de longitud. Dicho tablero tiene un ancho total de 10.0 m y está formado por 5 traveses de concreto postensados AASTHO tipo IV de 1.35 de peralte, sobre las traveses se apoya una losa de concreto reforzado que fue construida mediante el uso de prelosas igualmente de concreto reforzadas prefabricadas. Las traveses se apoyan en cabezales de concreto reforzado que a su vez descansan sobre pilotes cuadrados de concreto reforzado de 45x45 cm. Con número de pilotes por caballete de 12, 14 y 16. La subestructura, en particular las partes superiores de los pilotes de cimentación presentan una degradación muy importante debida a la corrosión, espacio libre bajo del puente de 4.95 m. con un trazo geométrico: tangente. El puente inicia en el km 137+100 y termina en el km 140+322 de esta carretera.
Estado físico	El acero expuesto en 100% pilotes lo cual genera inestabilidad en la subestructura, aunque los pilotes que ya sido reparados con encamisado presenta corrosión en el acero. Así mismo, PEMEX en sus recomendaciones en el Dictamen técnico

	dictamino que se suprimiera el paso a vehículos pesados; no dan seguridad al usuario.
--	---

3.3 Análisis de la demanda

Dadas las condiciones actuales del puente y tomando como base el dictamen emitido por PEMEX Dictamen técnico del estado físico y estructural del puente existente “La Unidad” en el que se determina que, este puente se encuentra en un estado avanzado de deterioro y condición de riesgo, generando condiciones inseguras para los usuarios y estableciendo la necesidad de desincorporarlo operacionalmente en un corto plazo.

La demanda se establece de la siguiente manera:

Año	Tipo de vehículo			
	A	B	C	TDPA
2017	3,576	201	913	4,690
2018	3,690	208	943	4,841

3.4 Alternativas de Solución

Se plantearon dos alternativas de solución a fin de responder a la problemática detectada:

- Alternativa 1 Construcción del nuevo del Puente “La Unidad”
- Alternativa 2: Reforzamiento Estructural del Puente “La Unidad”

3.4.1 Alternativa 1: Construcción del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”

La alternativa 1 se sustenta en la Construcción de un Nuevo Puente que unirá a Cd. del Carmen con Isla Aguada, construyéndose paralelo al puente existente, derivado a que este último ha cumplido con su tiempo de vida para el cual fue diseñado y por el riesgo que corre la población derivado de la corrosión excesiva de sus pilotes y cabezales que sostiene a la superestructura.

Por lo anterior se presenta, como primera alternativa de solución el proyecto de **Construcción del nuevo del Puente Vehicular “La Unidad”**, con una inversión total de **\$1,301,289,762.00** (*Son Un Mil Trescientos un millón, doscientos ochenta y nueve mil setecientos sesenta y dos pesos 100/00 M.N.*), el cual se desglosa en la siguiente tabla:

Inversión en la Alternativa 1

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
Accesos	M2	32,076.66	16,995,240.57
Guarniciones, banquetas y parapetos	ML	6,570	54,967,600.62
Superestructura	M2	45,990.00	446,633,118.89
Subestructura	M3	10,419.20	768,681,359.20
Señalamiento	Pza.	986	3,054,269.33
Alumbrado	Pza.	101	10,958,173.39
Inversión total \$			1,301,289,762.00

Tabla Costos de la Alternativa 1

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

La construcción del Nuevo Puente Vehicular de la “Unidad”, ofrecerá una vialidad de 2 carriles en una longitud de 3,285 metros lineales de puente, que incluirá la señalización pertinente, así como guarniciones y banquetas, con un alumbrado público con una iluminación basada en 101 luminarios de leds de 100.7 watts totales, mismos que son alimentados por un sistema de celdas fotovoltaicas (solares), colocadas sobre postes cónicos de 9.0 m de altura y brazo de 0.5 m (**figuras** claros del proyecto).

Puente entre los ejes (pilotes) 46 y 47, contara con un claro de 45 metros de ancho y una altura máxima de 20.95 metros, lo cual permitirá circular a embarcaciones pesqueras de mediana altura de la Laguna de Términos hacia el Golfo de México y viceversa, lo cual se puede visualizar en la siguiente figura:



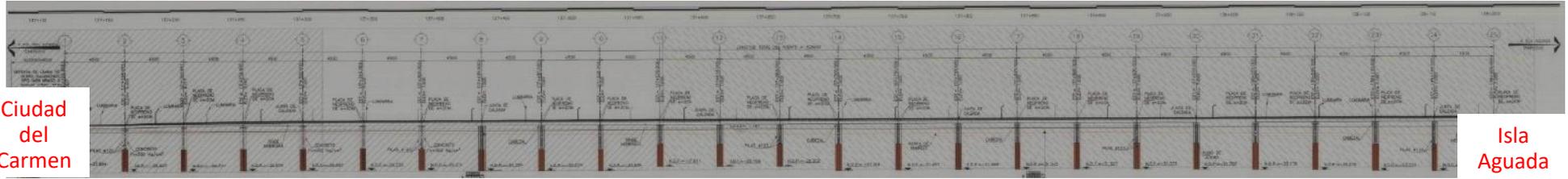
Figura Oferta de la Alternativa 1
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

Oferta de la Alternativa 1

Conceptos		Cantidad	Monto total
Accesos	Accesos (m2)	32,076.66	16,995,240.57
Guarniciones, banquetas y parapetos	Guarniciones (ml)	6,570 ml	54,967,600.62
	Banquetas (m2)	4,927.5	
	Parapetos (ml)	6,570	
Superestructura (45,990 m2)	Longitud Total del puente (m)	3,285	446,633,118.88
	Ancho de puente (m)	14	
	Ancho de superficie de rodamiento (m)	12	
	Drenaje (m)	2,189	
	Carriles	2	
	Acotamientos (m)	0.25	
	No.de Claros	73	
	Longitud entre claros (m)	45	
Subestructura (10,419 m3)	Pilotes de concreto reforzado y presforzado de 120 cm	533	768,681,359.21
	Pilotes de concreto reforzado y presforzado de 150 cm	32	
	Elevación máxima del puente (m)	20.95	
Alumbrado	Luminarias (piezas)	101	10,958,173.39
Señalamiento	Vertical y horizontal (piezas)	986	3,054,269.33

Inversión total	\$1,301,289,762.00
------------------------	---------------------------

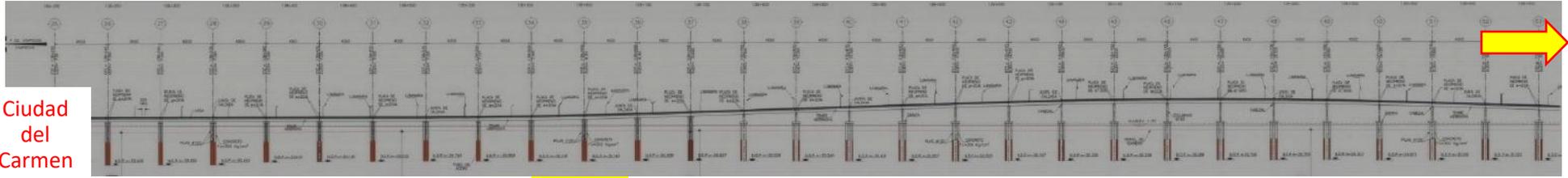
Tabla Oferta de la Alternativa 1
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI



Ciudad del Carmen

Isla Aguada

Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 1 al 24
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI



Ciudad del Carmen



Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 25 al 53
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

Ciudad del Carmen

Isla Aguada



Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 54 al 73
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOP

La inversión en el **mantenimiento menor anual** será de **\$2, 538,000.00. (Son Dos millones, Quinientos Treinta y Ocho Mil pesos 100/00 M.N.)** y comprende a las obras de conservación en la Superficie de Rodamiento, Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto, Reparación de parapeto, guarniciones y banquetas de concreto hidráulico, limpieza de dispositivos, de bancos de apoyo, de elementos de concreto con chorro de agua, de elementos y tubos metálicos de acero en pilas en zona debajo del agua y el suministro y colocación de resina epóxica, entre otros trabajos.

Mientras que el mantenimiento mayor que se aplicara principalmente en la superestructura y la subestructura, será cada cinco años, durante los 25 años de la vida útil del Nuevo Puente de “La Unidad”, se realizara de acuerdo con la siguiente tabla de inversión:

	Año				
	5	10	15	20	25
Sub estructura	4.5	9	13.5	18	22.5
Super estructura	8	16	24	32	40

Tabla Costos de Mantenimiento mayor de la Alternativa 2
(Los montos están en millones de pesos)

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

Las ventajas de la alternativa 1 son:

- Mayor capacidad instalada.
- Nivel de servicio “A” en todo el horizonte de evaluación.
- Permitirá la circulación peatonal.
- Velocidad de circulación máxima será de 80 km por hora, lo que reducirá los tiempos de traslados.
- Reducción de los costos de operación y los costos generalizados de viaje (CGV), permitirá la circulación de embarcaciones pesqueras derivado a la altura entre los ejes (pilotes) 46 y 47 del puente, al contar con un claro de 45 metros de ancho y una altura máxima de 20.95 metros.

3.4.2 Alternativa 2: Reforzamiento Estructural del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”

El proyecto de la Alternativa 2, tiene como objetivo principal, **El Reforzamiento Estructural del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”**, el cual consiste en la sustitución de la subestructura actual, los pilotes de concreto presforzado (Cimentación y trabes-cabezales), ya que presentan serias deficiencias, originadas por una construcción defectuosa, que no son susceptibles de rehabilitación, de acuerdo al “*Dictamen técnico sobre el estado y estructural del puente existente La Unidad*”, emitido por PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN, por lo que se ha contemplado la necesidad de relevar a los pilotes de concreto reforzado de todas las cargas muertas, vivas, sísmicas y de viento.

El Reforzamiento estructural del Nuevo Puente Vehicular “la Unidad”, consiste en obras correspondientes al reforzamiento de la subestructura del puente (en la construcción de pilotes y la construcción y colocación de trabes-cabezales “Caballetes”), con un costo de **\$2, 755, 053,156.26 millones de pesos** que incluye la demolición de sus pilotes de concreto reforzado y la demolición del correspondiente cabezal de concreto reforzado.

El desglose de los componentes en el Reforzamiento estructural del nuevo puente de “La Unidad” es el siguiente:

Costo de la Inversión para la Alternativa 2

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
Demolición	pieza	109.00	173,672,418.11
Cimentación (pilotes)	pieza	428.00	2,258,754,872.70
Trabes-Cabezal	m3	7,510.10	163,177,275.60
Transferencia de cargas	kg	30,047.67	44,996,694.23
Reforzamiento con barras de fibra de Carbono en loza de calzada	m	17,658.00	77,629,787.62
Juntas de calzadas	m	1,090.00	36,822,107.99
Inversión total \$			2,755,053,156.26

Tabla Costos de la Alternativa 2
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

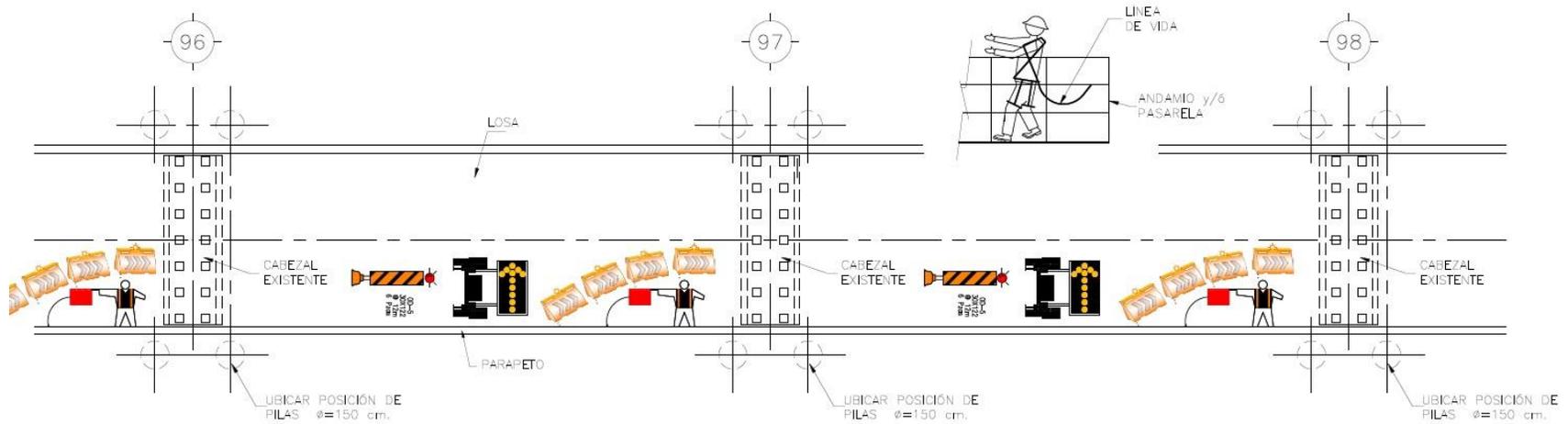
Oferta de la Alternativa 2

Concepto	Cantidad	Condiciones
Cabezales de concreto reforzado y presforzado (caballetes)	107	Buena
Pilotes de concreto reforzado y presforzado	428	Buena

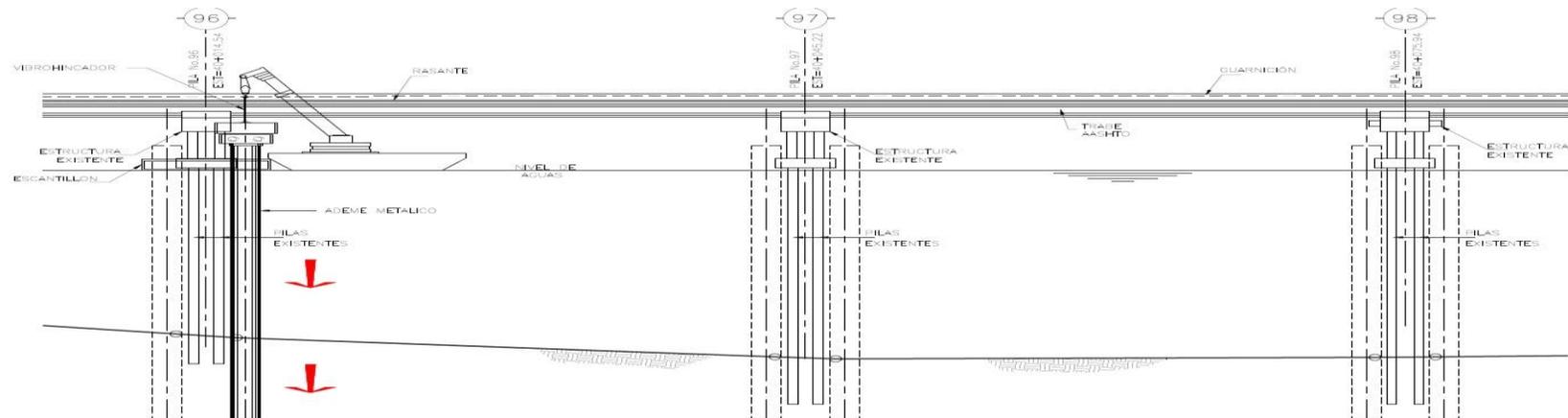
Tabla Oferta de la Alternativa 2
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

Proceso constructivo

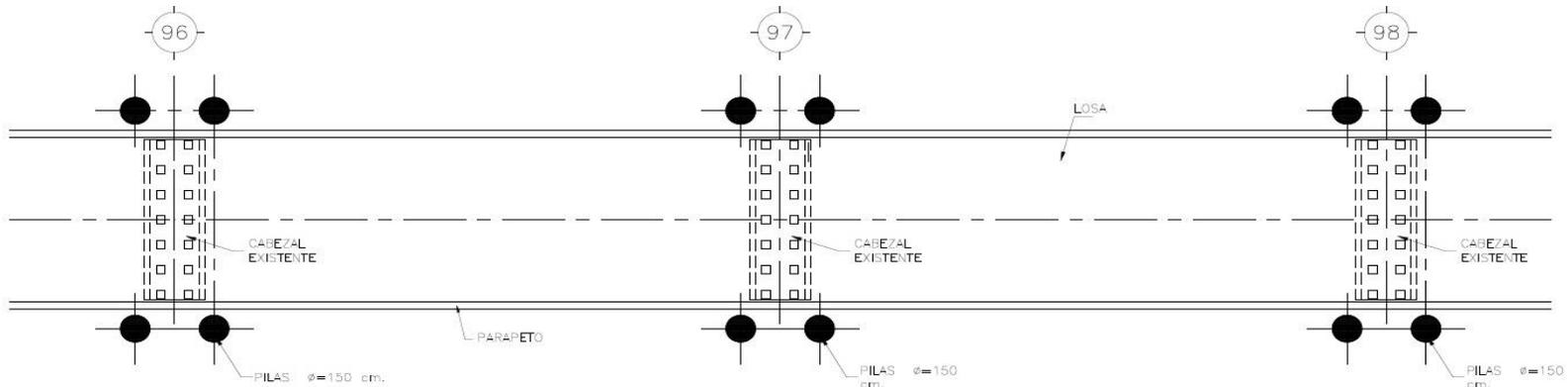
1.-Trabajos preliminares



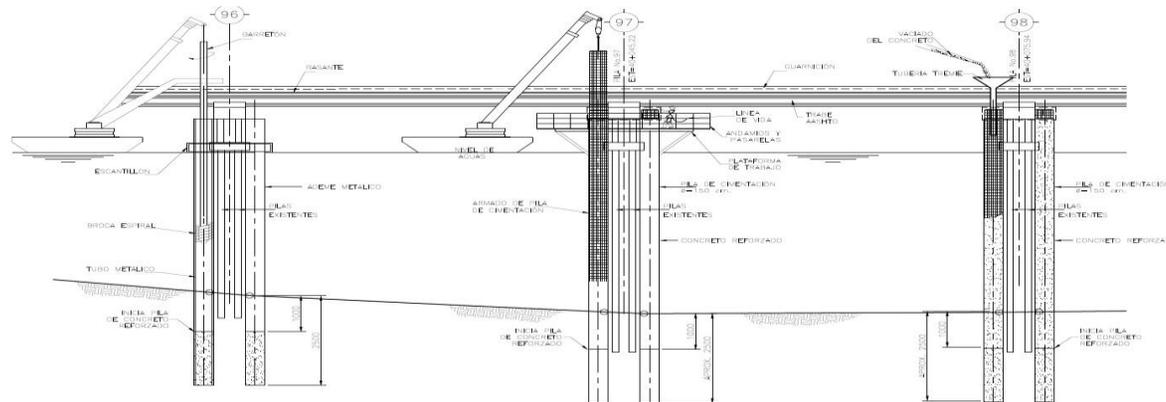
2.-Incados de Pilas de Cimentación: con ayuda de la brigada de topografía, se ubicaran los ejes de proyecto y los ejes de cada pila para proceder a la instalación de los escantillones metálicos para mejor precisión y posteriormente se realizara el hincado del ademe metálico de las pilas de cimentación, mediante vibrohincador.



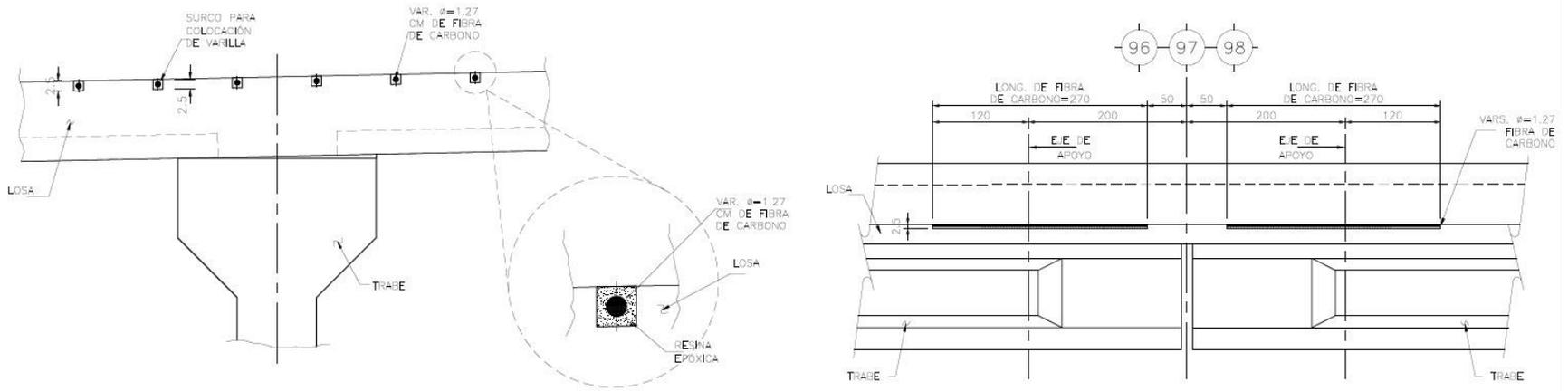
3.-Pilas de Cimentación: se realizara el hincado del ademe metálico de las pilas hasta los niveles de desplante indicados por la mecánica de suelos (aprox. 25 mts desde el lecho marino existente).
 Trabajos de perforación (retiro de material dentro del ademe metálico), se verificara los niveles de colado de la pila (aprox. 10 mts abajo del lecho marino) y se procederá a habilitar, armar y colar de la pila de cimentación.



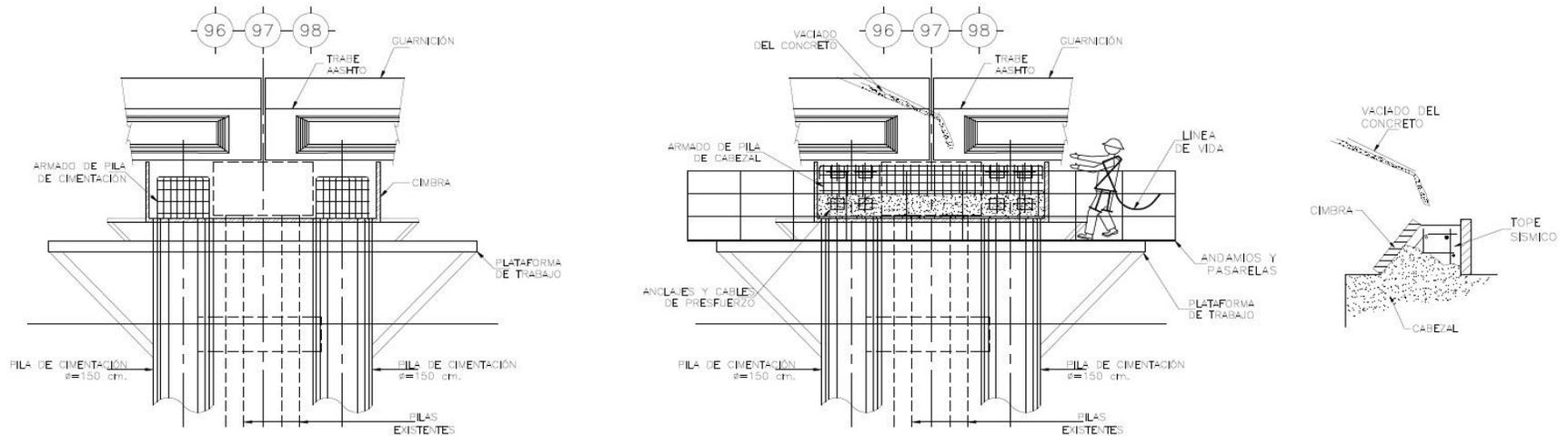
4.-Reforzamiento con fibras de carbono: Se colocaran barras de fibra de carbono en la parte superior de la losa para soportar el volado al realizar el cambio de apoyos, la calidad de las barras, la resina y el procedimiento de colocación



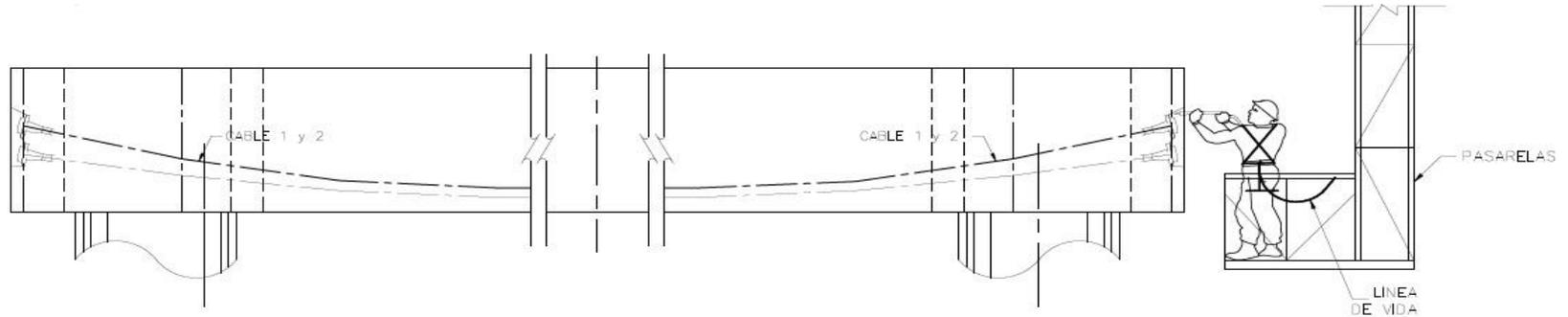
LA COLOCACION EL CIERRE PARCIAL DE UN CARRIL DE CIRCULACION.



5.-Cabezales Cimbrado, armado de los cabezales y topes sísmicos, colocación de anclajes y cables de presfuerzo y colado de los cabezales y topes sísmicos.

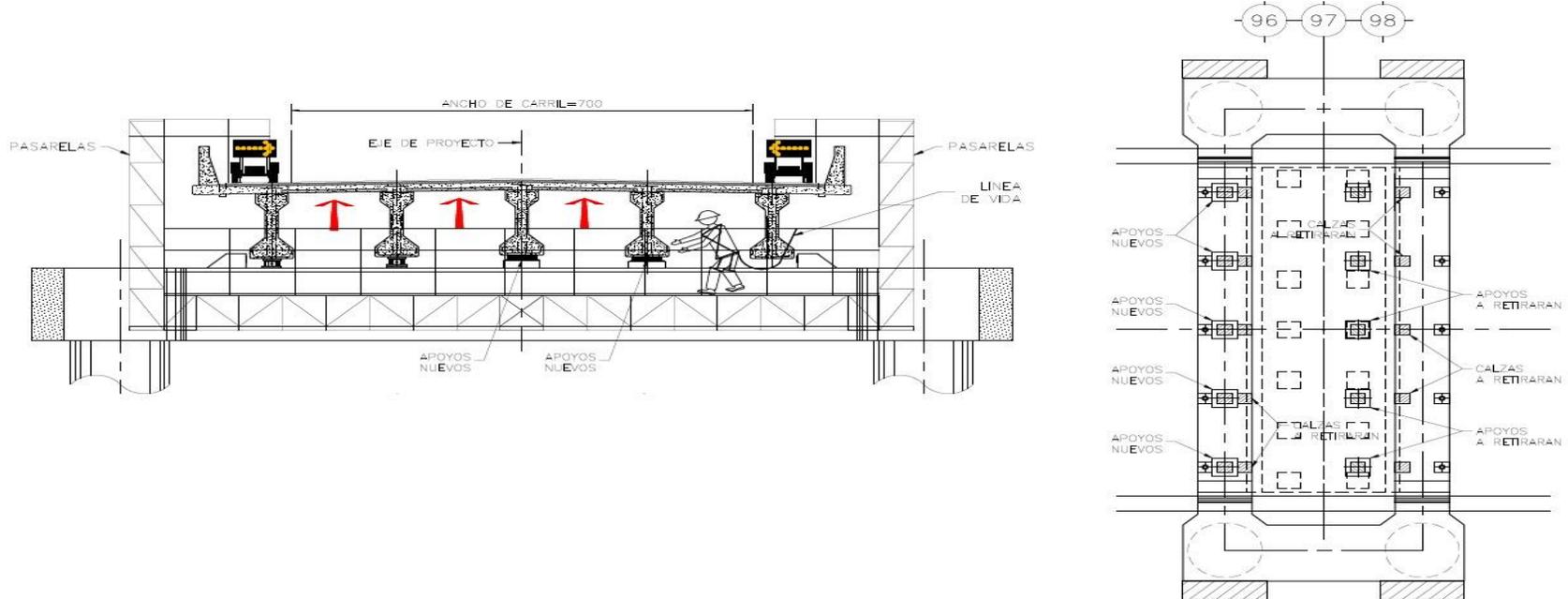


6.- Gateo: Una vez que alcance su resistencia el concreto de los cabezales se procederá tensar los primeros 2 cables, en seguida deberá limitarse el tráfico, mediante trafitambos limitando la velocidad del tránsito durante el gateo a 20 km/h; se colocaran calzas y



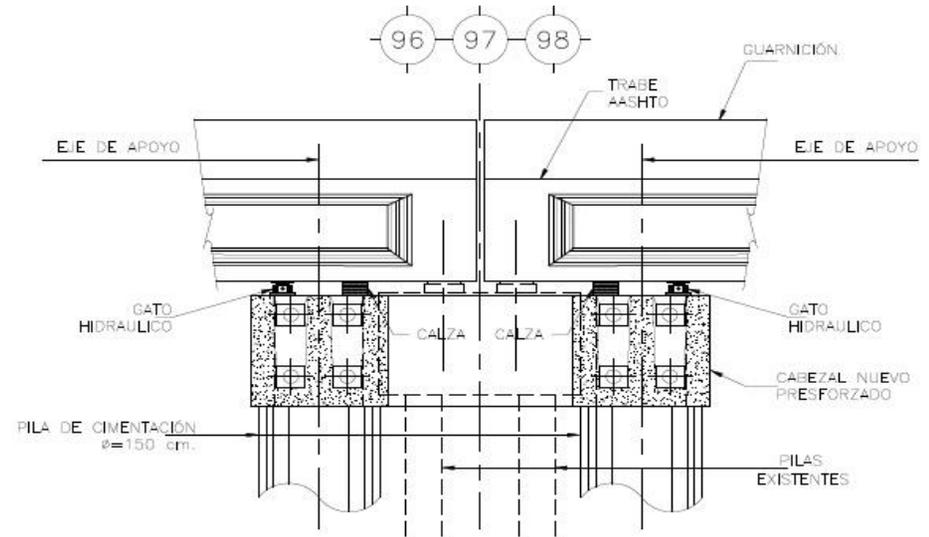
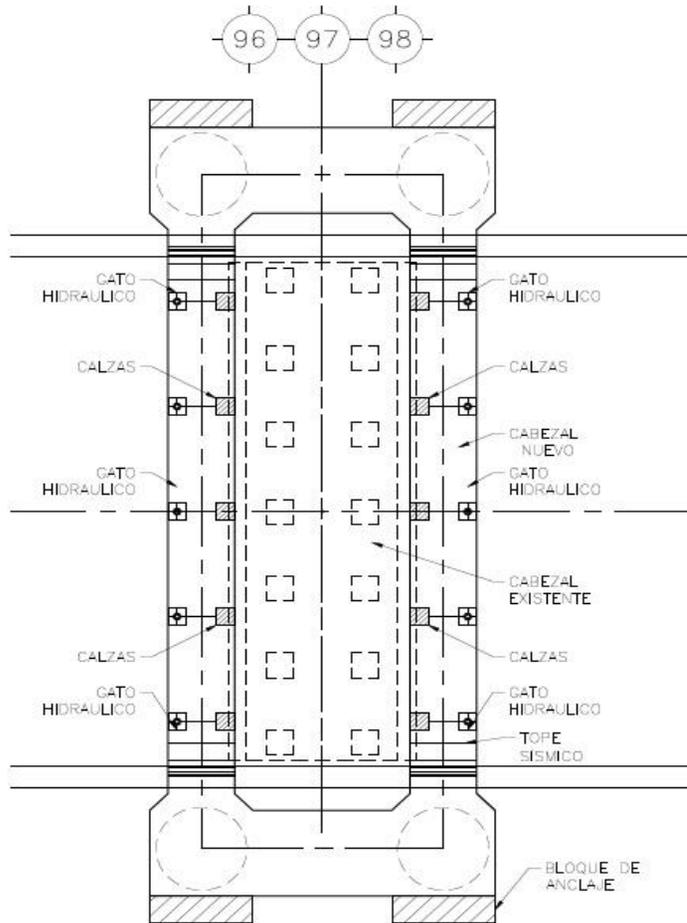
gatos hidráulicos debajo de todas las traves del eje donde se remplazaran los apoyos.

Posteriormente se realizara el gateo y solo se deberá transmitir la mitad de la carga final de cada apoyo (25 ton en cada gato



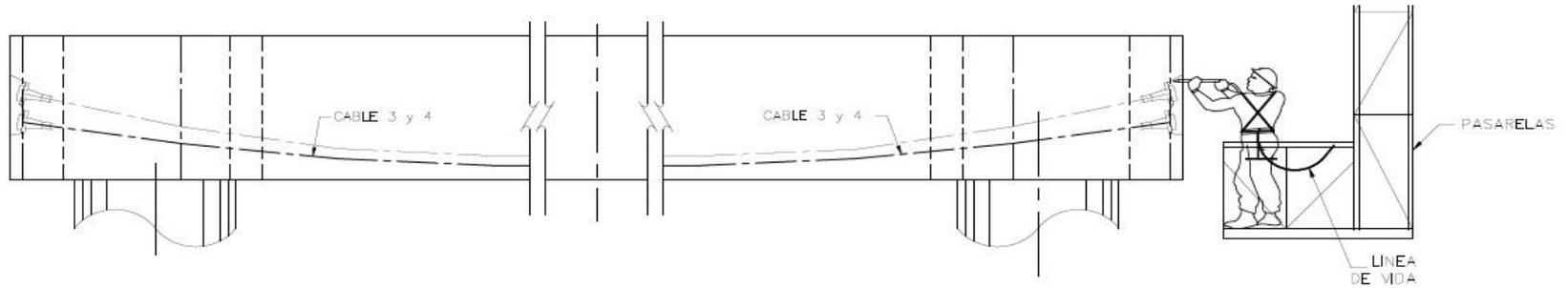
hidráulico).

El gateo deberá ser sincronizado en todos los apoyos, para asegurar un izaje uniforme

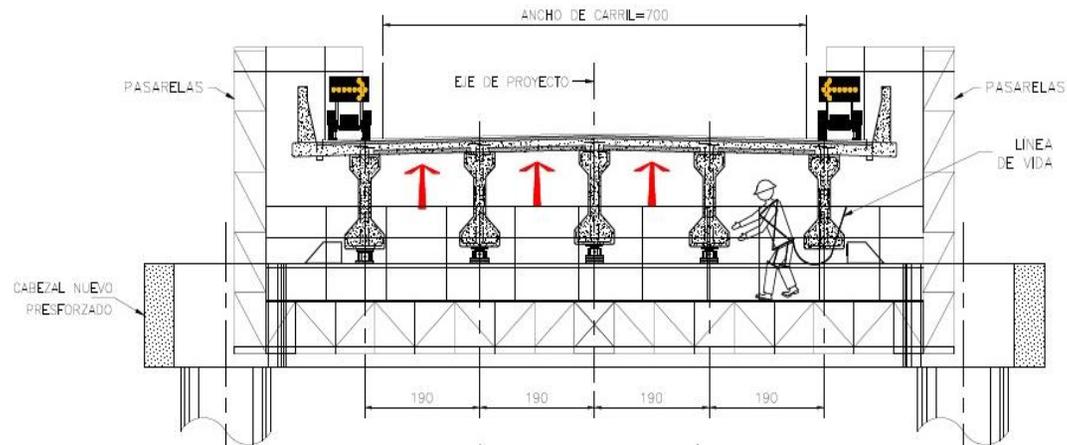


- LA ALTURA DEL GATO DEBERA SER TAL QUE QUEPA ENTRE EL CABEZAL Y LAS TRABES EXISTENTES.

Posteriormente se deberá tensar los siguientes 2 cables del cabezal.



Finalmente transmitir toda la carga al nuevo cabezal mediante el gateo definitivo para lograr el izaje. Se colocaran los neoprenos en los apoyos finales y se retiraran los existentes. Asimismo solo se deberá izar el tablero máximo 0.5cm únicamente para retirar y colocar el apoyo. Finalmente se retiraran las calzas para dejar la superestructura en su posición final.



La inversión del mantenimiento menor del puente de la **Alternativa 2** será de **\$5,500,000.00**. (Son Cinco millones Quinientos Mil pesos 100/00 M.N.) Cada año.

Mientras que el mantenimiento mayor será realizará cada tres años, tanto en la Super estructura como en la Sub estructura, hasta cumplir su vida útil, el cual es de 10 años.

	Año		
	3	6	9
Sub estructura	15	50	100
Super estructura	60	100	200

Desventajas de la Alternativa 2:

- Inversión de **\$2,755,053,156.26**
- Mayores costos de conservación y mantenimiento.
- Mayor tiempo por molestias a los conductores.
- Mayor tiempo de ejecución.
- Conserva su Índice de Rugosidad
- Menor tiempo de vida útil.

Comparación de costos de las alternativas de solución

Costos	Alternativa 1						Alternativa 2			
Costo de inversión	\$1,301,289,762.00						\$2,755,053,156.26			
Costo operativo (anual)	\$ 862,877.00						\$975,267.84			
Costo de mantenimiento menor	\$2,550,000.00 (anual)						\$5,500,000.00 (anual)			
Costo de mantenimiento mayor (millones de pesos)	Año						Año			
		5	10	15	20	25		3	6	9
	Sub estructura	4.5	9	13.5	18	22.5	Sub estructura	15	50	100
	Super estructura	8	16	24	32	40	Super estructura	60	100	200
Vida útil	25 años						10 años			

Tabla Comparación de costos de alternativas **Fuente:** Elaborado con información de la SEDUOPI

Ante el análisis realizado para ambas alternativas, se llegó a la conclusión de elegir como proyecto a la Alternativa 1 **Construcción del nuevo del Puente “La Unidad”**, por ser la que mayores beneficios propicia, en el horizonte de evaluación.

4. Situación con el proyecto

4.1 Alineación Estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2013 -2018

VI.4. México Próspero

Objetivo

4.9. Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica

Estrategia

4.9.1. Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia

Líneas de acción

- Consolidar y/o modernizar los ejes troncales transversales y longitudinales estratégicos, y concluir aquellos que se encuentren pendientes.
- Llevar a cabo la construcción de libramientos, incluyendo entronques, distribuidores y accesos
- Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento
- Realizar obras de conexión y accesos a nodos logísticos que favorezcan el tránsito intermodal
- Garantizar una mayor seguridad en las vías de comunicación, a través de mejores condiciones físicas de la red y sistemas inteligentes de transporte

Alineación con el Programa sectorial de comunicaciones y transportes 2013-2018

Objetivo1

Desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social

Estrategia 1.1 Modernizar, construir y conservar la red federal, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos, de eficiencia, seguridad y equidad regional.

Líneas de acción

- 1.1.1 Consolidar los ejes troncales
- 1.1.2 Construir, modernizar, reconstruir y conservar caminos rurales y alimentadores, llegando a las zonas más marginadas del país.
- 1.1.3 Construir, modernizar y conservar carreteras y autopistas, privilegiando los recorridos de largo itinerario.
- 1.1.4 Construir infraestructura que permita brindar mayor seguridad a los usuarios

Líneas de acción transversales

b) Modernizar y ampliar la red de caminos rurales y alimentadores, carreteras interestatales

Alineación con el Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

Objetivo 1

Contar con una infraestructura y una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social.

Estrategia

1.1 Desarrollar a México como plataforma logística con infraestructura de transporte multimodal que genere costos competitivos y valor agregado, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.

Líneas de acción

- 1.1.1 Mejorar la competitividad y eficiencia de la red de transportes a través del desarrollo de infraestructura integral, multimodal y que agregue valor.
- 1.1.2 Consolidar corredores logísticos nacionales mediante infraestructura que estructure el territorio nacional en ejes longitudinales y transversales que fortalezcan las cadenas de suministro.
- 1.1.4. Modernizar y ampliar la infraestructura de transportes de forma que propicie un desarrollo regional equilibrado

Plan Estatal de desarrollo del Estado de Campeche 2015-2021

Eje 2. Fortaleza económica

Objetivo

6.2.2. Desarrollo Industrial, comercial y de servicios

Estrategia

6.2.2.1. Impulsar las actividades en la industria de la construcción.

Línea de acción

6.2.2.1.4. Gestionar y promover el desarrollo de proyectos de carreteras y en general de infraestructura de comunicación estratégicos para el estado.

6.2.2.5.3. Construir libramientos, entronques distribuidores y accesos.

6.2.2.5.6. Garantizar una mayor seguridad en las vías de comunicación

4.2 Descripción física y Ubicación geográfica del Proyecto

4.2.1 Objetivo general

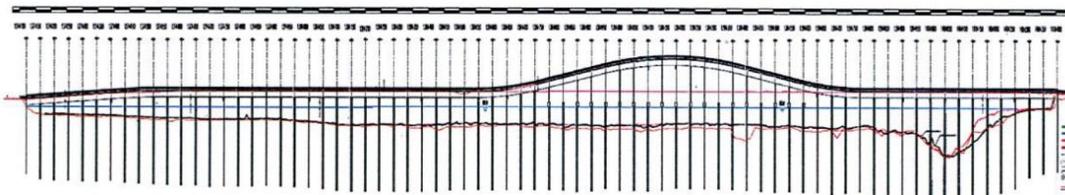
El objetivo general del proyecto Construcción del Nuevo Puente de la Unidad, consiste en un puente vehicular para comunicar el sureste de México con el centro de País, pasando por la localidad de Isla Aguada y conectando con isla del Carmen, en sustitución y mejora de la infraestructura actual, que será retirado una vez concluida la construcción del proyecto, mismo que atravesará la bocana de Puerto Real en la Laguna de Términos, y será paralelo a 30 metros de distancia del puente.; y de esta manera optimizar el traslado de un lugar a otro, seguridad para los transeúntes, así como también la protección del ecosistema y de las especies representativas que se encuentran dentro.

4.2.2 Propósitos

- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos
- Dar seguridad a los usuarios que residen en el municipio de Carmen y regiones circunvecinas con la construcción de un puente sustentable
- Reducir los tiempos de recorrido
- Mejorar los niveles de servicio

4.2.3. Componentes

El nuevo Puente Vehicular “La Unidad” es un puente de elementos de concreto acero sobre una boca de comunicación entre el mar y la Laguna de Términos; cuenta con una longitud de 3,285 m y está conformado por 74 apoyos separados por claros de 45 m; su desarrollo alométrico es predominante horizontal, excepto en una zona comprendida entre los apoyos 33 y 60 en donde tiene un gálibo de 17 m para permitir la navegación menor. Y cuenta con una sección diseñada para el canal natural de la boca lagunar, entre los apoyos 65 al 67 (Figura__)



Figura__.Sección longitudinal del Nuevo Puente “La Unidad”

Concepto	
Longitud total del puente	3,285 m
Velocidad de proyecto	80 Km/hr.
Ancho de corona (m)	14
No. De Carriles	2
Ancho del carril (m)	Si (1 metro por lado)
Tipo de carretera	A2
Ancho de Acotamiento (m)	Si (2.5 por lado)
Ancho de banquetta lateral (m)	0.75
Ancho de parapeto (m)	0.25
Grado de curvatura máx.	8ª 00'
Pendiente	-2 %
No. de apoyos	74
No. De claros	73
Longitud de claros (m)	45
No. De pilotes	565

Tabla__Características generales del Nuevo Puente “La Unidad”

Para el asfalto que compone la superficie de rodamiento se considera un peso volumétrico de 2.2 ton /m³, para fines de cálculo se tomará un espesor de 12 cm y el espesor real es de 4cm.

El ancho total del puente es de 14 m, considerando un ancho de calzada de 7 m, que permita alojar 2 carriles con un sentido cada uno, considerando las banquetas y las guarniciones que ocupan 0.75 m en ambos lados, acotamientos exteriores de 2.5m y el ancho del parapeto es de 0.25 m dando continuidad con las dimensiones de la carretera de acceso (Figura__).

El alumbrado público para el puente está conformado por 81 luminarias, alimentadas por un sistema de celdas fotovoltaicas (solares), montadas cada una en poste tipo cónico y el alumbrado para los accesos al puente conformada por 20 luminarias montadas cada una en poste tipo cónico.

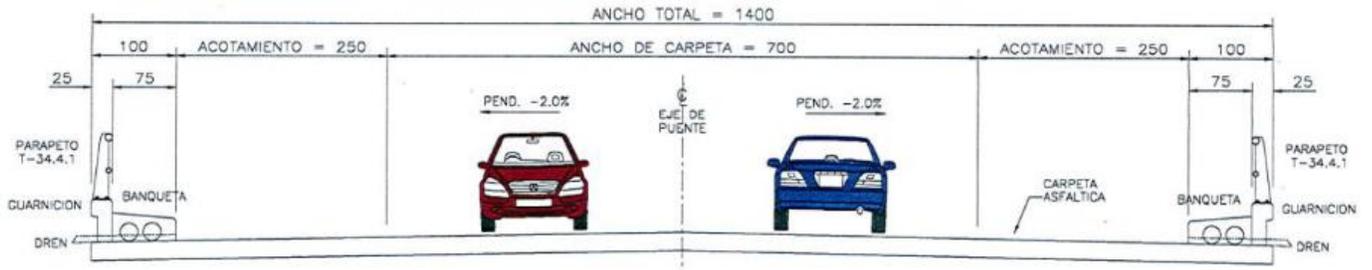


Figura __.Sección transversal del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”

El puente se encuentra conformado en su subestructura por pilas y cabezales; solo en la zona del gálibo para navegación se tiene zapatas, columnas y cabezales. En la superestructura el puente está conformado por traveses tipo Nebraska, losas de compresión y rodamiento, así como guarniciones y parapetos (Figura __)

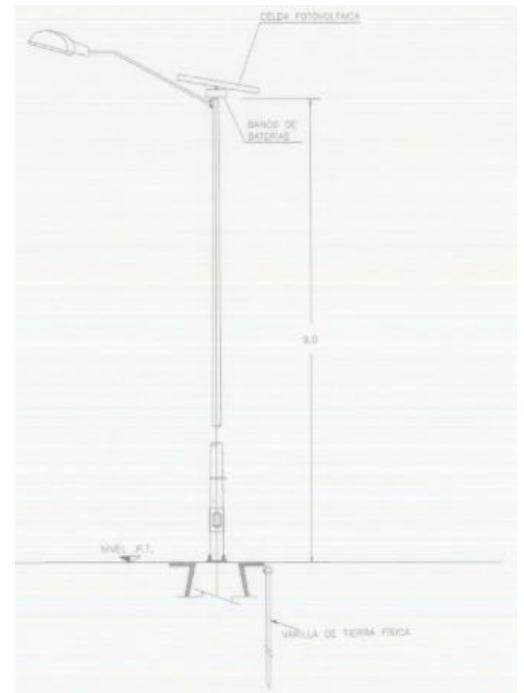


Figura __.Luminario en poste metálico de 9.0 m con cimentación para banqueta

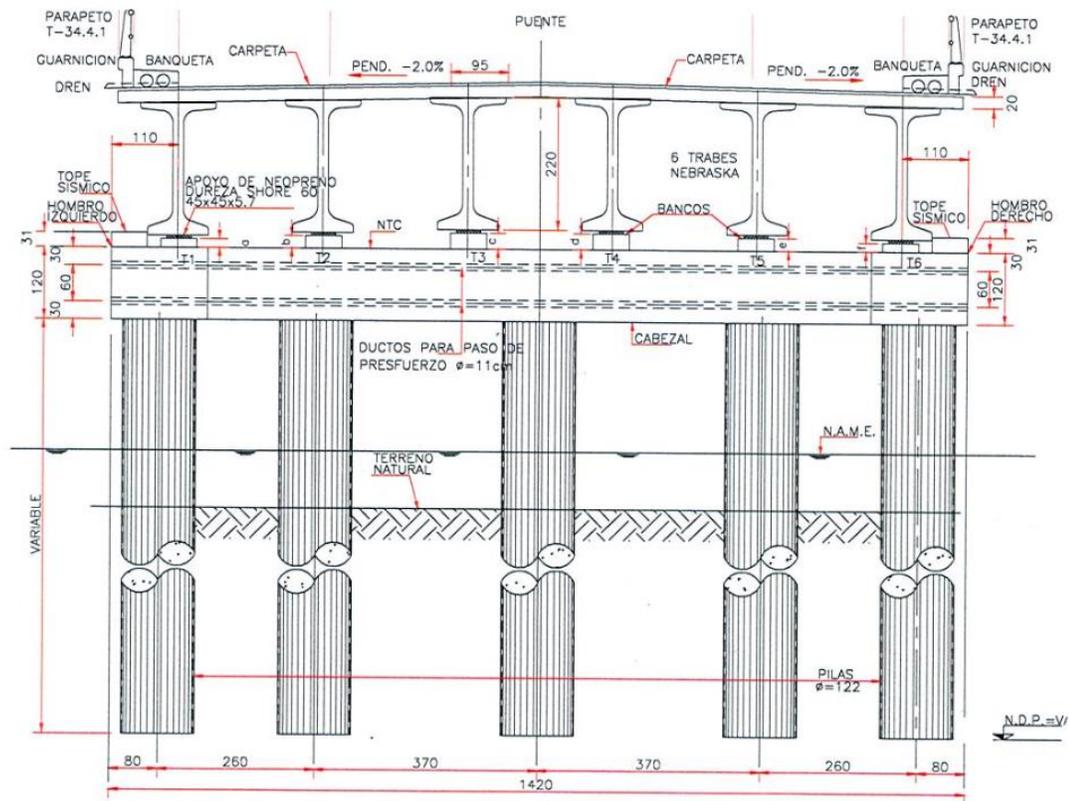


Figura __. Subestructura y superestructura del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”

Subestructura

La subestructura se encuentra conformada por pilas de cimentación de 1.2 m de diámetro, y sólo en la zona del canal lagunar, pilas de 1.5 m de diámetro; ambos tipos de pilas están formadas por tubos metálicos de acero estructural ASTM-A-572-50, que contienen en su interior una sección de concreto reforzado llevada hasta el nivel definido en proyecto con acero de refuerzo de $f'y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ y concreto premezclado de $f'c=300 \text{ kg/cm}^2$.

De acuerdo al diseño el puente, en la subestructura se define cuatro tipos de apoyos, de acuerdo a su ubicación a lo largo del cruce.

Tipos de apoyo	Descripción
Apoyo Tipo I	50 apoyos, del 2 al 37, del 57 al 64, y del 68 al 73; cada uno formado por 7 pilas de cimentación de tubo metálico de 1.20 m de diámetro, 1/2" de espesor y con concreto reforzado. Sobre estas pilas se construyen los cabezales de concreto reforzado, que forman el marco estructural del apoyo y sirven de soporte para el tablero (

	Figura_)
Apoyo Tipo II	19 apoyos, del 38 al 56; ubicados en la zona del canal de navegación menor bajo el puente, cada uno formado por 10 pilas de cimentación tubo metálico de 1.20 m de diámetro, 1/2" de espesor con concreto reforzado; sobre las pilas de cimentación se construye una zapata de concreto reforzado que forma el marco de apoyo y que sirve de soporte a 5 columnas de concreto sobre las cuales se apoya un cabezal, ambos elementos de concreto reforzado, que servirá de apoyo al tablero (conjunto de traveses y losas, Figura __)
Apoyo Tipo III	3 apoyos, 65,66 y 67; son los de mayor longitud debido a la profundidad del fondo marino, ya que están ubicados en la zona del canal de llenado/ vaciado de la Laguna de Términos, cercana a la margen Isla Aguada del puente. Estos apoyos están formados por 8 pilas de cimentación de tubo metálico de 1.50 m de diámetro, 1/2 " de espesor y con concreto reforzado, dispuestas en forma inclinada, sobre estas pilas se apoya un cabezal de concreto reforzado, que a su vez sirve de apoyo de tablero (Figura__)
Apoyo Tipo IV	2 apoyos, 1 y 74 apoyos de estribos; están formados por 5 pilas de cimentación de tubo metálico de 1.20 m de diámetro de espesor y con concreto reforzado; sobre estas pilas se construyen cabezales de concreto reforzado, que sirven de soporte para el tablero (Figura__)

Tabla __. Descripción de los tipos de apoyo de la Subestructura

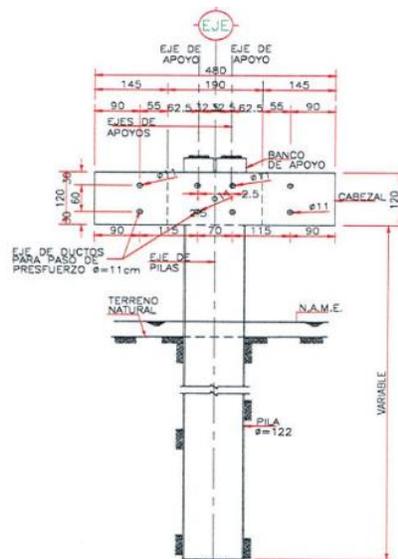
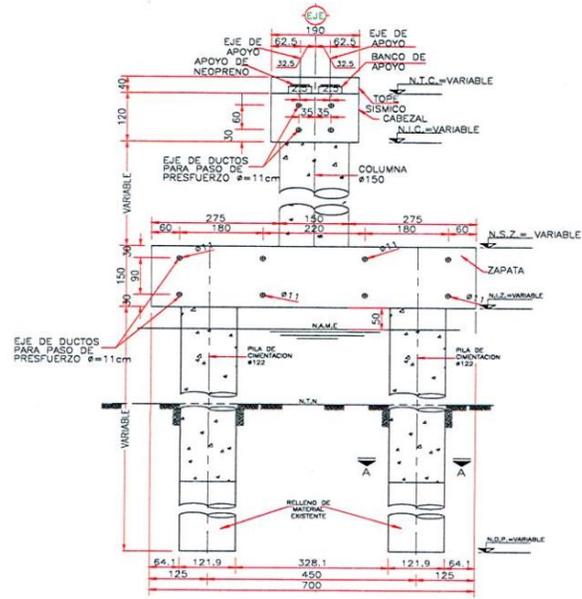
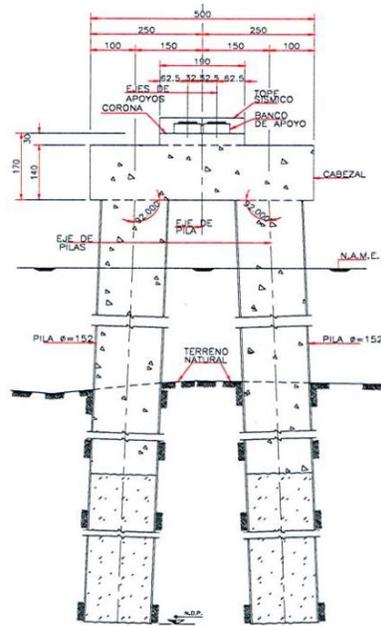


Figura __.Apoyo tipo I



Figura__.Apoyo tipo II



Figura__.Apoyo tipo III

4.2.4 Calendario de actividades

Actividad	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
Nuevo Puente “La Unidad”														
Accesos														
Subestructura														
Pilas de 1.20 m diámetro														
Pilas de 1.50 m diámetro														
Columnas y cabezales														
Superestructura														
Trabes tipo Nebraska														
Losas de Compresión														
Losa de Rodamiento														
Banquetas, Guarniciones y parapetos														
Alumbrado														
Señalamiento vial														
Limpieza general														
Atención de Condicionantes Ambientales														
Fin de Proyecto														

Tabla __. Calendario de actividades del proyecto

4.2.5 Tipo de Proyecto o programa

Se trata de un proyecto de infraestructura estratégica, debido a la importancia de la carretera al comunicar el centro con el sureste del país

4.2.6 Ubicación geográfica

El Nuevo Puente Vehicular “La Unidad” se ubicará en la boca de Puerto Real, en el margen Norte de la Laguna de Términos y limitando con el Golfo de México, en el Municipio de Carmen, Estado de Campeche.

4.2.9 Capacidad instalada

El proyecto se encuentra integrado por tipo de infraestructura estratégica que permitirá mantener el ritmo en el intercambio comercial y traslado de bienes, servicios y personas entre las localidades que conectará mejores condiciones de servicio por la cual resulta de relevante importancia su implementación sin interrumpir el flujo mencionado. Por ello resulta importante la sustitución de una obra de infraestructura que ha llegado a su límite de vida útil en virtud de la relevancia que en el ámbito de las comunicaciones terrestres y marítimas guarda con respecto a la región.

De acuerdo con la tasa de crecimiento obtenida de 3.2 %, se estiman el Tránsito Promedio Anual (TDPA) del Puente “La Unidad” partir del año 2017 durante el horizonte de evaluación hasta el 2044 en la tabla ___. Tomando como base la información oferta y demanda, se realizó un análisis de capacidad del proyecto y se estudió su comportamiento a través del horizonte de evaluación.

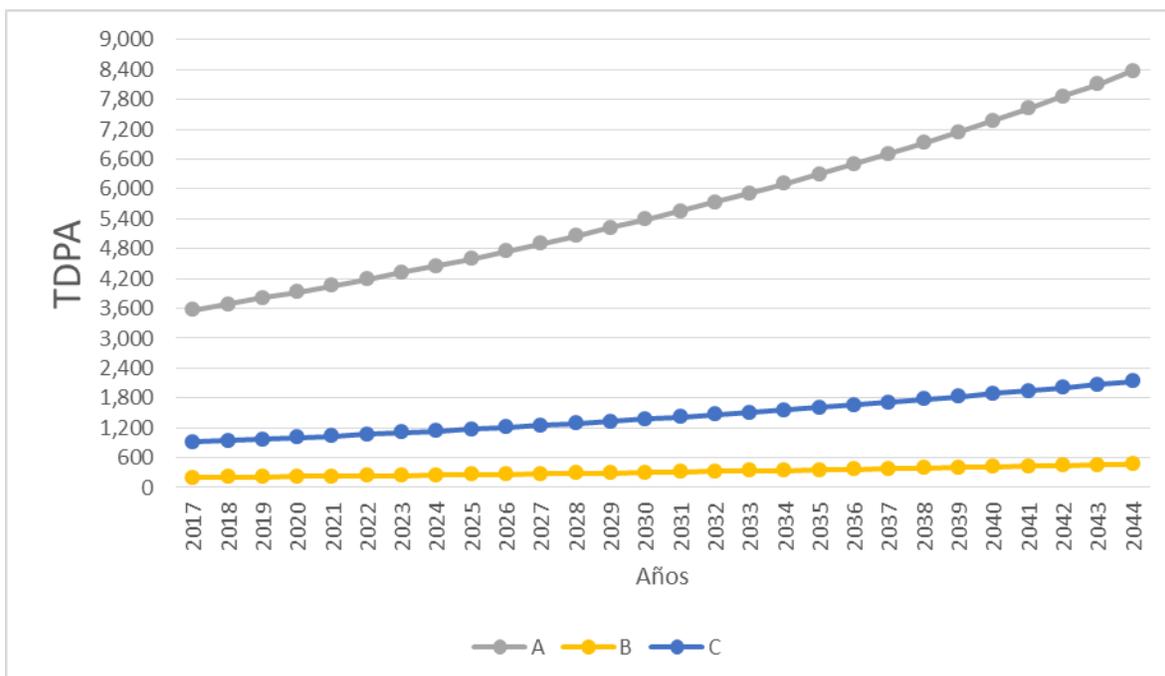
Año	Horizonte	Tipo de vehículo		
		A	B	C
2017	0	3,576	201	913
2018	1	3,690	208	943
2019	2	3,808	214	973
2020	3	3,930	221	1,004
2021	4	4,056	228	1,036
2022	5	4,186	236	1,069
2023	6	4,320	243	1,103
2024	7	4,458	251	1,139
2025	8	4,601	259	1,175
2026	9	4,748	267	1,213
2027	10	4,900	276	1,251
2028	11	5,057	285	1,292
2029	12	5,218	294	1,333
2030	13	5,385	303	1,375
2031	14	5,558	313	1,420
2032	15	5,736	323	1,465
2033	16	5,919	333	1,512
2034	17	6,109	344	1,560
2035	18	6,304	355	1,610
2036	19	6,506	366	1,662
2037	20	6,714	378	1,715
2038	21	6,929	390	1,770
2039	22	7,150	402	1,826
2040	23	7,379	415	1,885
2041	24	7,615	429	1,945
2042	25	7,859	442	2,007

2043	26	8,111	456	2,072
2044	27	8,370	471	2,138

Tabla. Elaboración propia con base en la proyección con base a datos obtenidos de los aforos históricos de Cal y Mayor

Tipo de vehículo	Contenido
A	Automóviles
B	Autobuses (foráneos y servicio público)
C	Camiones unitarios, Camiones Articulados I y Camiones Articulados II

Tabla __.Tipo de vehículo



Grafica __.Tendencia del TDPA durante el horizonte de evaluación

4.2.10 Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación

Año	Obra por realizar	Unidad de medida	Cantidad
2017-2018	Construcción del Nuevo Puente “La Unidad”	ML	3,285
	<i>Subestructura</i>	<i>M3</i>	<i>10,419.20</i>
	<i>Superestructura</i>	<i>M2</i>	<i>45,990</i>
	<i>Alumbrado</i>	<i>PZA</i>	<i>101</i>

Tabla __.Metas anuales del proyecto

4.2.11 Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación

Los beneficios del proyecto se estimaron en función del ahorro en tiempo de viaje de los usuarios en términos monetarios y de los ahorros en costos de operación vehicular, mismos que se calculan con la diferencia entre las situaciones sin y con proyecto. El detalle de la metodología para la obtención de beneficios y ahorros del proyecto se encuentra en el capítulo 5.

4.2.12 Aspectos relevantes

Aspectos técnicos

Técnicamente, el proyecto ejecutivo se realizará de acuerdo a la normatividad vigente de la SCT para poder contar con el visto bueno de esta última.

Aspectos relevantes legales

Así mismo, el procedimiento de contratación, ejecución y control de las obras se llevará a cabo con base en lo establecido en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas (LOPSRM)

Aspectos ambientales

En el aspecto ambiental, se cuenta con la Manifestación de Impacto Ambiental con el número de autorización: S.G.P.A./DGIRA.DG.3318.10 promovido por la Dirección General de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Estudios específicos

Análisis Costo- Beneficio del proyecto de la Construcción del Nuevo Puente “La Unidad” que va desde la Isla del Carmen a Isla Aguada, sobre la Carretera Federal 180 en el Estado de Campeche, concluye:

La puesta en operación de esta obra permitirá mejorar la movilidad de los viajeros que circulan por este tramo, así como reducción en los Costos Generalizados de Viaje y reducción en los tiempos de traslado.

4.2.13 Monto total de Inversión y fuente de Financiamiento

El monto total de inversión es de **\$ 1, 301, 289,762.00** (Son Un Mil Trescientos un millón, doscientos ochenta y nueve mil setecientos sesenta y dos pesos 100/00 M.N.) con IVA incluido.

Etapas de ejecución: el para la construcción sin incluir IVA es de 1, 121, 801,518.97 millones de pesos (mdp).

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
Accesos	M2	32,076.66	16,995,240.57
Guarniciones, banquetas y parapetos	ML	6,570	54,967,600.62
Superestructura	M2	45,990.00	446,633,118.89
Subestructura	M3	10,419.20	768,681,359.20
Señalamiento	Pza.	986	3,054,269.33
Alumbrado	Pza.	101	10,958,173.39
Inversión total \$			1,301,289,762.00

Tabla Monto total de Inversión
Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

Calendario de inversión						
Año calendario	Accesos	Subestructura	Superestructura	Guarniciones, banquetas y parapetos	Alumbrado	Señalamiento
2017	16,995,240.57	225,350,679.605	150,877,706.29	27,483,800.31	4,662,324.10	
2018		543,330,679.605	295,755,412.59	27,483,800.31	6,295,849.29	3,054,269.33
Total	16,995,240.57	768,681,359.21	446,633,118.88	54,967,600.62	10,958,173.39	3,054,269.33

Tabla __. Calendario de inversión del proyecto

La inversión en el **mantenimiento menor anual** será de **\$2, 538,000.00**. (Son Dos millones, **Quinientos Treinta y Ocho Mil pesos 100/00 M.N.**) y comprende a las obras de conservación en la Superficie de Rodamiento, Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto, Reparación de parapeto, guarniciones y banquetas de concreto hidráulico, limpieza de dispositivos, de bancos de apoyo, de elementos de concreto con chorro de agua, de elementos y tubos metálicos de acero en pilas en

zona debajo del agua y el suministro y colocación de resina epóxica, entre otros trabajos.

Mientras que el mantenimiento mayor que se aplicara principalmente en la superestructura y la subestructura, será cada cinco años, durante los 25 años de la vida útil del Nuevo Puente de “La Unidad”, se realizara de acuerdo con la siguiente tabla de inversión:

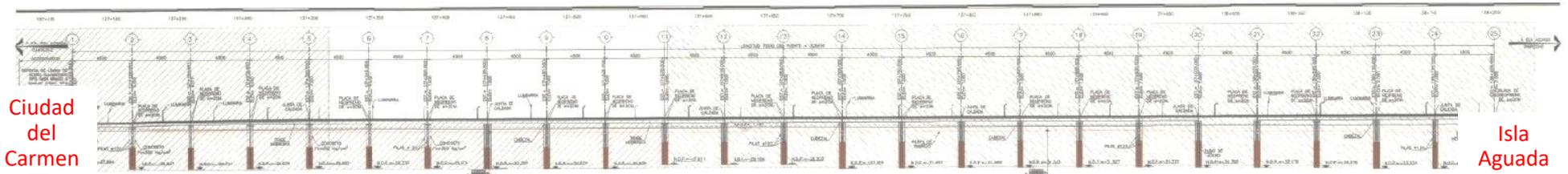
	Año				
	5	10	15	20	25
Subestructura	4.5	9	13.5	18	22.5
Superestructura	8	16	24	32	40

Tabla Costos de Mantenimiento mayor de la Alternativa 2
(Los montos están en millones de pesos)

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

4.3 Oferta del proyecto

	Concepto	Cantidad
Accesos	Accesos (m2)	32,076.66
Guarniciones, banquetas y parapetos	Guarniciones (ml)	6,570 ml
	Banquetas (m2)	4,927.5
	Parapetos (ml)	6,570
Superestructura (45,990 m2)	Longitud Total del puente (m)	3,285
	Ancho de puente (m)	14
	Ancho de superficie de rodamiento (m)	12
	Drenaje (m)	2,189
	Carriles	2
	Acotamientos (m)	0.75
	No.de Claros	73
	Longitud entre claros (m)	45
	Velocidad del proyecto (km/hrs.)	80
Subestructura (10,419 m3)	Pilotes de concreto reforzado y presforzado de 120 cm	533
	Pilotes de concreto reforzado y presforzado de 150 cm	32
	Elevación máxima del puente (m)	20.95
Alumbrado	Pza. (Luminarias)	101
Señalamiento	Vertical y horizontal (pza.)	986

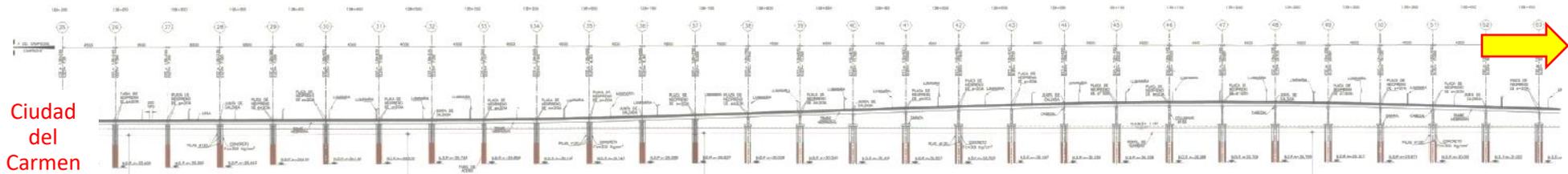


Ciudad del Carmen

Isla Aguada

Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 1 al 24

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

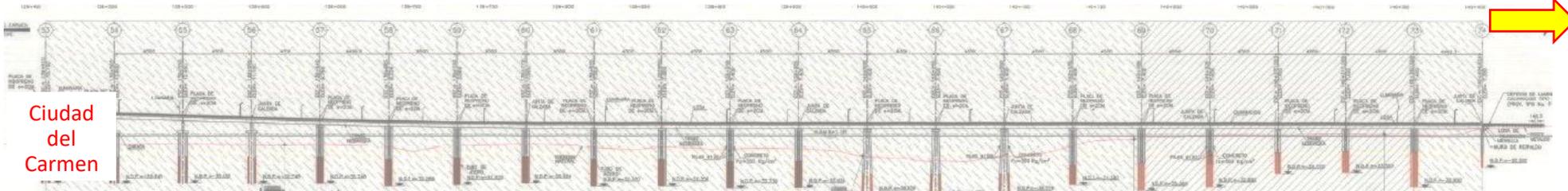


Ciudad del Carmen

Isla Aguada

Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 25 al 53

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI



Ciudad del Carmen

Isla Aguada

Figura Tramo de la **Alternativa 1** del claro 54 al 73

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOP



Como se presentó en la descripción de la alternativa 1 de solución, el proyecto implica la ejecución de procedimientos constructivos de un puente vehicular que pretende alcanzar características geométricas semejantes a las de una carretera Tipo “A2”, con un ancho de corona de 14.0 m, ancho de calzada de 7.0 m, para alojar 2 carriles de 3.5 m cada uno, banquetas laterales de 0.75m, acotamientos exteriores de 2.5 m, ancho de parapeto de 0.25 m, más sus accesos, dando una longitud de 3,285 m. Conforme a sus características estructurales, contará con 74 apoyos con una equidistancia entre claros de 45.0 m, apoyadas en 565 pilotes de concreto armado encamisados en acero en hincados in situ, los estribos serán construidos a base de terraplenes o rampas de acceso los cuales se conectarán directamente en tierra firme con la Carretera Federal No. 180.

4.4 Demanda del proyecto

Año	Horizonte	Tipo de vehículo			TOTAL
		A	B	C	TDPA
2017	0	3,576	201	913	4,690
2018	1	3,690	208	943	4,841
2019	2	3,808	214	973	4,995
2020	3	3,930	221	1,004	5,155
2021	4	4,056	228	1,036	5,320
2022	5	4,186	236	1,069	5,491
2023	6	4,320	243	1,103	5,666
2024	7	4,458	251	1,139	5,848
2025	8	4,601	259	1,175	6,035
2026	9	4,748	267	1,213	6,228
2027	10	4,900	276	1,251	6,427
2028	11	5,057	285	1,292	6,633
2029	12	5,218	294	1,333	6,845
2030	13	5,385	303	1,375	7,064
2031	14	5,558	313	1,420	7,290
2032	15	5,736	323	1,465	7,523

2033	16	5,919	333	1,512	7,764
2034	17	6,109	344	1,560	8,013
2035	18	6,304	355	1,610	8,269
2036	19	6,506	366	1,662	8,534
2037	20	6,714	378	1,715	8,807
2038	21	6,929	390	1,770	9,088
2039	22	7,150	402	1,826	9,379
2040	23	7,379	415	1,885	9,679
2041	24	7,615	429	1,945	9,989
2042	25	7,859	442	2,007	10,309
2043	26	8,111	456	2,072	10,639
2044	27	8,370	471	2,138	10,979

4.5 Infraestructuras existentes y proyectos en desarrollo

Este proyecto no afecta a otros en desarrollo, por el contrario, servirá para mejorar las condiciones de operación de los usuarios.

4.6 Descripción operativa del proyecto

4.6.1 Velocidades de circulación

Para el cálculo de las velocidades se utilizó el programa Highway Capacity Software 2000, tomando en consideración las características observadas en el anteproyecto de la carretera, es decir el ancho de carriles, acotamientos, camellones, curvatura horizontal promedio, entre otros propuesto en el diseño.

Año	TDPA 2 Sentidos	Sentido de Cd. del Carmen a Isla Aguada			TDPA 2 Sentidos	Sentido de Isla Aguada y Cd. del Carmen		
		A	B	C		A	B	C
2017	4,545	90	88	85	4,545	90	88	85
2018	4,690	89	88	85	4,690	89	88	85

2019	4,841	89	87	84	4,841	89	87	84
2020	4,995	89	87	84	4,995	89	87	84
2021	5,155	88	87	84	5,155	88	87	84
2022	5,320	88	86	83	5,320	88	86	83
2023	5,491	88	86	83	5,491	88	86	83
2024	5,666	87	86	83	5,666	87	86	83
2025	5,848	87	86	83	5,848	87	86	83
2026	6,035	87	85	82	6,035	87	85	82
2027	6,228	87	85	82	6,228	87	85	82
2028	6,427	86	84	82	6,427	86	84	82
2029	6,633	86	84	81	6,633	86	84	81
2030	6,845	85	84	81	6,845	85	84	81
2031	7,064	85	83	80	7,064	85	83	80
2032	7,290	84	83	80	7,290	84	83	80
2033	7,523	84	82	79	7,523	84	82	79
2034	7,764	83	82	79	7,764	83	82	79
2035	8,013	83	81	78	8,013	83	81	78
2036	8,269	82	80	78	8,269	82	80	78
2037	8,534	82	80	77	8,534	82	80	77
2038	8,807	81	79	76	8,807	81	79	76
2039	9,088	80	79	76	9,088	80	79	76
2040	9,379	80	78	75	9,379	80	78	75
2041	9,679	79	77	74	9,679	79	77	74
2042	9,989	78	76	74	9,989	78	76	74
2043	10,309	77	76	73	10,309	77	76	73
2044	10,639	77	75	72	10,639	77	75	72

Tabla __.

4.6.2 Costos generalizados de viaje (CGV) del proyecto

Año	Sentido de Cd. del Carmen a Isla Aguada			Sentido de Isla Aguada y Cd. del Carmen		
	A	B	C	A	B	C
2017	13.87	18.72	25.780	13.87	18.72	25.780
2018	13.84	18.72	25.780	13.84	18.72	25.780
2019	13.84	18.67	25.752	13.84	18.67	25.752
2020	13.84	18.67	25.752	13.84	18.67	25.752
2021	13.81	18.67	25.752	13.81	18.67	25.752
2022	13.81	18.61	25.728	13.81	18.61	25.728
2023	13.81	18.61	25.728	13.81	18.61	25.728
2024	13.80	18.61	25.728	13.80	18.61	25.728
2025	13.80	18.61	25.728	13.80	18.61	25.728
2026	13.80	18.56	25.704	13.80	18.56	25.704
2027	13.80	18.56	25.704	13.80	18.56	25.704
2028	13.77	18.51	25.704	13.77	18.51	25.704
2029	13.77	18.51	25.682	13.77	18.51	25.682
2030	13.75	18.51	25.682	13.75	18.51	25.682
2031	13.75	18.48	25.664	13.75	18.48	25.664
2032	13.73	18.48	25.664	13.73	18.48	25.664
2033	13.73	18.41	25.647	13.73	18.41	25.647
2034	13.72	18.41	25.647	13.72	18.41	25.647
2035	13.72	18.37	25.633	13.72	18.37	25.633
2036	13.70	18.33	25.633	13.70	18.33	25.633
2037	13.70	18.33	25.622	13.70	18.33	25.622
2038	13.69	18.28	25.613	13.69	18.28	25.613

2039	13.68	18.28	25.613	13.68	18.28	25.613
2040	13.68	18.25	25.608	13.68	18.25	25.608
2041	13.67	18.21	25.604	13.67	18.21	25.604
2042	13.67	18.18	25.604	13.67	18.18	25.604
2043	13.66	18.18	25.603	13.66	18.18	25.603
2044	13.66	18.15	25.605	13.66	18.15	25.605

5. Evaluación Socioeconómica del proyecto

5.1 Método de análisis

El método que se emplea para la evaluación socioeconómica es mediante el “Análisis Costo Beneficio”.

La evaluación socioeconómica del proyecto se basa en la determinación de las ventajas que ofrecerá al usuario, en términos de ahorros en costos de operación vehicular y tiempo de recorrido de los usuarios. De esta forma, la evaluación socioeconómica se basa en la comparación de dos escenarios: con proyecto y sin proyecto, de lo cual se obtienen los beneficios buscados.

La comparación de ambos escenarios implica el análisis entre la oferta y demanda de la infraestructura. La oferta se refiere a la infraestructura que para el caso de la situación sin proyecto, se considera el Puente existente, mientras que en la situación con proyecto considera la realización del Nuevo Puente Vehicular “La Unidad”. La demanda se refiere a la estimación del tránsito probable tanto para la situación con y sin proyecto proyectada en el horizonte de evaluación. El análisis toma en cuenta que la demanda y su evolución están condicionadas por la oferta disponible.

Otros insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes a la situación con y sin proyecto. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto.

En otros términos, los beneficios socioeconómicos derivados de la puesta en operación del proyecto, cuantificables en términos monetarios, se derivan principalmente de dos fuentes: ahorros por menores costos de operación vehicular y ahorros por menores tiempos de recorrido de los usuarios.

Finalmente, en virtud de que los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil, se generan flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de actualización que refleje las preferencias por el consumo inmediato o diferido. En este caso se utilizó como tasa de actualización la Tasa Social de Descuento del 10%,

recalculado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los indicadores: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Rentabilidad Inmediata (TRI).

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de costos

Los costos asociados al proyecto se integran en función de dos fuentes:

- a. Costos de inversión del proyecto
- b. Costos de mantenimiento y operación

5.2.1 Costos de inversión

Concepto	Unidad	Cantidad	Importe
Accesos	M2	32,076.66	16,995,240.57
Guarniciones, banquetas y parapetos	ML	6,570	54,967,600.62
Superestructura	M2	45,990.00	446,633,118.89
Subestructura	M3	10,419.20	768,681,359.20
Señalamiento	Pza.	986	3,054,269.33
Alumbrado	Pza.	101	10,958,173.39
Inversión total \$			1,301,289,762.00

5.2.2 Costos de mantenimiento y operación

La inversión en el **mantenimiento menor anual** será de **\$2, 538,000.00. (Son Dos millones, Quinientos Treinta y Ocho Mil pesos 100/00 M.N.)** y comprende obras de :

- a. Conservación en la Superficie de Rodamiento
- b. Pintura vinílica en parapetos y guarniciones de concreto
- c. Reparación de parapeto, guarniciones y banquetas de concreto hidráulico
- d. Limpieza de dispositivos, de bancos de apoyo, de elementos de concreto con chorro de agua, de elementos y tubos metálicos de acero en pilas en zona debajo del agua y

- e. Suministro y colocación de resina epóxica, entre otros trabajos.

Mientras que el **mantenimiento mayor** que se aplicara principalmente en la superestructura y la subestructura, será cada cinco años, durante los 25 años de la vida útil del Nuevo Puente de “La Unidad”, se realizará de acuerdo con la siguiente tabla de inversión:

	Año				
	5	10	15	20	25
Subestructura	4.5	9	13.5	18	22.5
Superestructura	8	16	24	32	40
Total mantenimiento mayor	12.5	25	37.5	50	62.5

Tabla Costos de Mantenimiento mayor de la Alternativa 2
(Los montos están en millones de pesos)

Fuente: Elaborado con información de la SEDUOPI

5.3 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes:

- a. Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y
- b. Ahorro en costos de operación vehicular

5.3.1 Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamentalmente las velocidades a las que se transitan los vehículos usuarios en el Nuevo Puente “La Unidad” y con ello determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto.

Las velocidades promedio en el horizonte de evaluación para ambos casos se muestran en la tabla ____. En ambos casos, sin y con proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

Comparativa de las velocidades (Kms/hr) promedio alcanzadas en la situación sin proyecto y con proyecto:

	Situación con Proyecto						Situación sin proyecto					
	Sentido de Cd. del Carmen a Isla Aguada			Sentido de Isla Aguada y Cd. del Carmen			Sentido de Cd. del Carmen a Isla Aguada			Sentido de Isla Aguada y Cd. del Carmen		
Año	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
2017	90	88	85	90	88	85	30	30	29	27	26	25
2018	89	88	85	89	88	85	30	30	29	27	26	25
2019	89	87	84	89	87	84						
2020	89	87	84	89	87	84						
2021	88	87	84	88	87	84						
2022	88	86	83	88	86	83						
2023	88	86	83	88	86	83						
2024	87	86	83	87	86	83						
2025	87	86	83	87	86	83						
2026	87	85	82	87	85	82						
2027	87	85	82	87	85	82						
2028	86	84	82	86	84	82						
2029	86	84	81	86	84	81						
2030	85	84	81	85	84	81						
2031	85	83	80	85	83	80						
2032	84	83	80	84	83	80						
2033	84	82	79	84	82	79						
2034	83	82	79	83	82	79						
2035	83	81	78	83	81	78						
2036	82	80	78	82	80	78						
2037	82	80	77	82	80	77						
2038	81	79	76	81	79	76						
2039	80	79	76	80	79	76						

2040	80	78	75	80	78	75		
2041	79	77	74	79	77	74		
2042	78	76	74	78	76	74		
2043	77	76	73	77	76	73		
2044	77	75	72	77	75	72		

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. De acuerdo con el Instituto Mexicano del Transporte en el 2017, el valor del tiempo de los pasajeros es de \$ 45.52.

Parámetros para estimar el valor del tiempo

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo	45.52	\$/hr
Número de pasajeros auto	2	Pas/veh
Número de pasajeros autobús	22	Pas/ veh
Número de pasajeros camión articulado	1	Pas/veh

5.3.2 Costo del tiempo de los pasajeros (MDP)

Año	Sentido de Cd. del Carmen a Isla Aguada			Sentido de Isla Aguada y Cd. del Carmen		
	A	B	C	A	B	C
2017	348.37	20.00	93.84	348.37	20.00	93.84
2018	361.53	20.75	97.42	361.53	20.75	97.42
2019	374.36	21.49	100.89	374.36	21.49	100.89
2020	387.65	22.26	104.49	387.65	22.26	104.49

2021	401.41	23.05	108.22	401.41	23.05	108.22
2022	415.67	23.87	112.09	415.67	23.87	112.09
2023	430.44	24.72	116.09	430.44	24.72	116.09
2024	445.73	25.60	120.24	445.73	25.60	120.24
2025	461.05	26.48	124.39	461.05	26.48	124.39
2026	477.45	27.42	128.84	477.45	27.42	128.84
2027	495.00	28.43	133.61	495.00	28.43	133.61
2028	513.21	29.48	138.56	513.21	29.48	138.56
2029	532.11	30.57	143.70	532.11	30.57	143.70
2030	551.71	31.70	149.03	551.71	31.70	149.03
2031	572.72	32.91	154.76	572.72	32.91	154.76
2032	594.55	34.17	160.71	594.55	34.17	160.71
2033	617.23	35.48	166.90	617.23	35.48	166.90
2034	641.58	36.88	173.56	641.58	36.88	173.56
2035	666.11	38.30	180.26	666.11	38.30	180.26
2036	692.44	39.82	187.47	692.44	39.82	187.47
2037	719.86	41.40	194.98	719.86	41.40	194.98
2038	749.33	43.10	203.07	749.33	43.10	203.07
2039	779.09	44.82	211.23	779.09	44.82	211.23
2040	811.09	46.67	220.02	811.09	46.67	220.02
2041	843.41	48.54	228.90	843.41	48.54	228.90
2042	879.31	50.62	238.79	879.31	50.62	238.79
2043	916.83	52.79	249.15	916.83	52.79	249.15
2044	956.06	55.06	259.98	956.06	55.06	259.98

5.3.3 Costos totales de la evaluacion

AÑO	COV	TIEMPO	MANTENIMIENTO	TOTAL
2017	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	195,763.40	362,621.65	2,538.00	560,923.05
2020	202,027.83	375,507.30	2,538.00	580,073.13
2021	208,201.37	388,855.40	2,538.00	599,594.77
2022	214,768.53	402,682.75	2,538.00	619,989.28
2023	221,641.12	417,006.75	15,038.00	653,685.88
2024	228,626.90	431,845.45	2,538.00	663,010.35
2025	235,942.96	446,698.68	2,538.00	685,179.64
2026	243,391.46	462,603.27	2,538.00	708,532.73
2027	251,179.98	479,640.40	2,538.00	733,358.38
2028	258,820.45	497,315.88	27,538.00	783,674.33
2029	267,032.49	515,654.14	2,538.00	785,224.64
2030	275,319.63	534,680.56	2,538.00	812,538.20
2031	284,046.22	555,083.22	2,538.00	841,667.44
2032	292,861.03	576,284.97	2,538.00	871,684.00
2033	302,115.21	598,318.12	40,038.00	940,471.33
2034	311,636.63	621,972.24	2,538.00	936,146.88
2035	321,521.05	645,804.42	2,538.00	969,863.48
2036	331,463.12	671,401.96	2,538.00	1,005,403.08
2037	342,024.77	698,052.38	2,538.00	1,042,615.15
2038	352,718.84	726,710.78	52,538.00	1,131,967.62
2039	363,834.63	755,648.51	2,538.00	1,122,021.14
2040	375,424.95	786,784.98	2,538.00	1,164,747.93
2041	387,196.52	818,217.70	2,538.00	1,207,952.23

2042	399,555.04	853,164.82	2,538.00	1,255,257.86
2043	412,141.64	889,700.54	65,038.00	1,366,880.18
2044	425,306.57	927,903.06	2,538.00	1,355,747.63
VAC				6,257,683.63

5.4 Ahorros

AÑO	AHORROS	INVERSIÓN Y COSTOS	BENEFICIOS TOTALES	VNP
1	1,302,225.21	-425,369.75	876,855.46	
2	1,351,780.76	-875,920.01	475,860.74	\$1,309,456.13
3	558,385.05	-2,538.00	555,847.05	\$1,768,833.86
4	577,535.13	-2,538.00	574,997.13	\$2,200,837.71
5	597,056.77	-2,538.00	594,518.77	\$2,606,902.03
6	617,451.28	-2,538.00	614,913.28	\$2,988,714.79
7	638,647.88	-15,038.00	623,609.87	\$3,340,726.31
8	660,472.35	-2,538.00	657,934.35	\$3,678,350.66
9	682,641.64	-2,538.00	680,103.64	\$3,995,624.03
10	705,994.72	-2,538.00	703,456.72	\$4,293,958.35
11	730,820.38	-2,538.00	728,282.38	\$4,574,742.73
12	756,136.33	-27,538.00	728,598.32	\$4,830,112.00
13	782,686.63	-2,538.00	780,148.63	\$5,078,691.39
14	810,000.19	-2,538.00	807,462.19	\$5,312,584.43
15	839,129.44	-2,538.00	836,591.44	\$5,532,885.10
16	869,146.00	-2,538.00	866,608.00	\$5,740,344.16
17	900,433.33	-40,038.00	860,395.33	\$5,927,591.26
18	933,608.88	-2,538.00	931,070.87	\$6,111,798.66

19	967,325.47	-2,538.00	964,787.47	\$6,285,324.17
20	1,002,865.08	-2,538.00	1,000,327.08	\$6,448,885.64
21	1,040,077.15	-2,538.00	1,037,539.15	\$6,603,109.22
22	1,079,429.62	-52,538.00	1,026,891.62	\$6,741,873.68
23	1,119,483.14	-2,538.00	1,116,945.14	\$6,879,085.89
24	1,162,209.93	-2,538.00	1,159,671.92	\$7,008,595.91
25	1,205,414.23	-2,538.00	1,202,876.22	\$7,130,718.64
26	1,252,719.86	-2,538.00	1,250,181.86	\$7,246,105.42
27	1,301,842.18	-65,038.00	1,236,804.18	\$7,349,880.04
TRI (%)				41