

## **CAPÍTULO II**

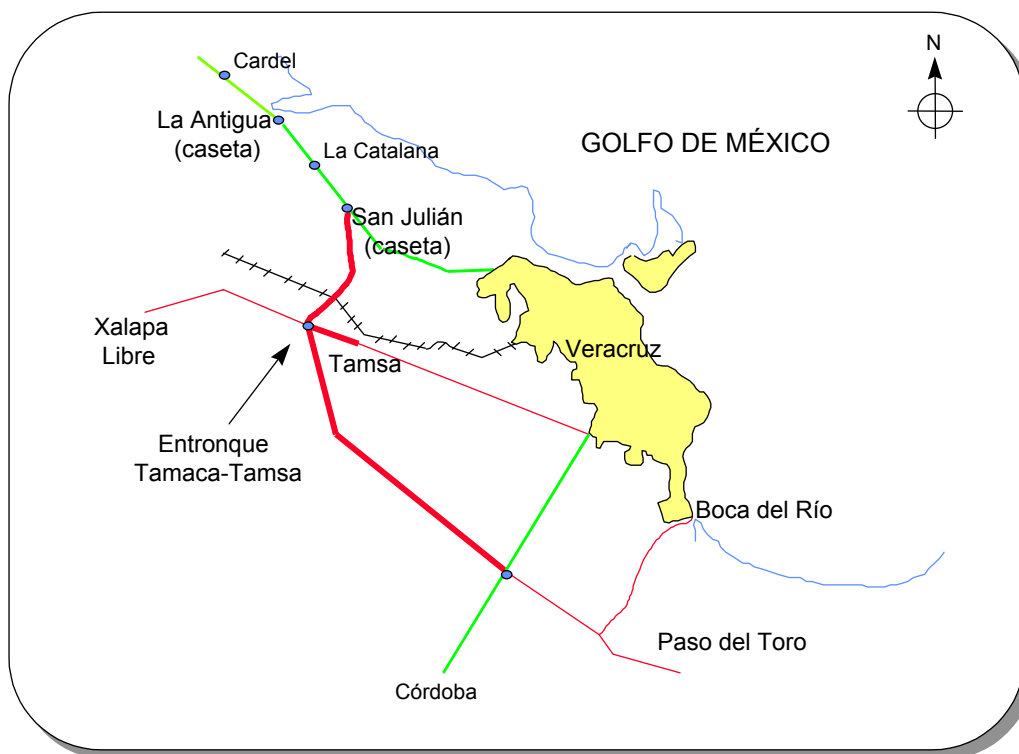
### **SITUACIÓN ACTUAL Y SITUACIÓN SIN PROYECTO**

#### **2.1 Descripción del área relevante**

El proyecto en estudio afecta directamente las vías de comunicación entre los siguientes Orígenes y Destinos:

- Cardel - Córdoba
- Cardel - Xalapa Libre
- Veracruz - Xalapa Libre
- Veracruz - Córdoba
- Xalapa Libre - Córdoba

Según se puede observar en la figura N° 2.1 las vías objeto del proyecto, constituyen las rutas más directas y con características de circulación interurbana para acceder entre los Orígenes y Destinos señalados. Si bien, en teoría, existen rutas alternativas, éstas implican el ingreso a la ciudad de Veracruz y, por tanto, circular por vías de, características urbanas, con los consiguientes mayores CGV, por lo que en la práctica no se constituyen en rutas alternativas.



**Figura 2.1** Vías de comunicación entre orígenes y destinos

## 2.2 Flujos vehiculares

Existen aforos de las vías de la red vial relevante efectuados periódicamente por la SCT, contenidos en el libro de Datos Viales. El libro correspondiente a 1995, último publicado establece los siguientes Tránsitos Diario Promedio Anual (TDPA) para el mismo año.

- *Carretera Xalapa-Veracruz (MEX-140)*: existen 13 puntos de conteo a lo largo de esta carretera; en la sección de interés para el proyecto, Tamaca-Tamsa, el TDPA varía entre 7,287 y 7,540 vehículos, con volúmenes de tránsito similares en ambos sentidos y una hora punta cuyo volumen de tránsito representa entre el 8.1% y el 9.3% del TDPA.
- *Paso del Toro - Laguna de San Julián (MEX-VER)*: existen 3 puntos de conteo a lo largo de esta carretera; el TDPA varía entre 4,529 y 4,741 vehículos, con un flujo vehicular repartido en ambos sentidos similar ( 56.7% y 43.3%) y una hora punta cuyo volumen de tránsito representa entre el 7.5% y el 8.1% del TDPA; estos dos últimos antecedentes cuantitativos corresponden a 1993.

Con el objeto de actualizar las cifras anteriores y disponer de flujos vehiculares en los puntos precisos de interés para el proyecto, se obtuvo información adicional de las siguientes fuentes:

- *Casetas de cobro:* las casetas de cobro de San Julián y La Antigua proporcionaron la información detallada de los vehículos que pagaron su cuota durante las 24 horas de la semana comprendida entre el 2 y el 9 de julio de 1996.
- *Conteo en San Julián y La Catalana:* como complemento de la anterior información, se efectuó por el grupo de trabajo un conteo vehicular el día 9 de julio del presente año, entre las 7:30 hrs. y las 22:00 hrs, con el objeto de contabilizar aquellos vehículos que no pagan cuota en San Julián, ya sea porque pagan en la Antigua o porque eluden el pago a través del viraje en La Catalana.
- *Conteo Tamaca-Tamsa:* el día 8 de julio, se efectuó un conteo vehicular entre las 7:00 hrs. y las 23:00 hrs. del tránsito que circula entre crucero Tamaca y Tamsa, ya que dicho tramo forma parte del proyecto y el flujo vehicular que por allí circula hacia (desde) Xalapa Libre y desde (hacia) Veracruz y Boca del Río no es contabilizado en las casetas de cobro por encontrarse en rutas distintas.
- *Conteo Tamaca - Paso del Toro:* el día 9 de julio se efectuó un conteo vehicular entre las 7:30 hrs. y las 20:45 hrs. del tránsito que circula entre crucero Tamaca y Paso del Toro, ya que dicho tramo forma parte del proyecto y el flujo vehicular que por allí circula hacia (desde) Paso del Toro y Córdoba no es el mismo que se captó en las casetas de cobro, dada la influencia de la vía Federal Xalapa.
- *Conteo en Crucero Tamaca:* el día 7 de julio se efectuó un conteo vehicular entre las 7:30 hrs. y las 23:00 hrs. del tránsito que pasa por el crucero Tamaca - Santa Fe, ya que parte del proyecto consiste en construir un entronque a desnivel en dicho crucero. Se contaron los flujos en cada una de las direcciones por las que circulan los vehículos.

El resultado de los conteos anteriores se resume en el cuadro 2.1.

**Cuadro 2.1** Flujos vehiculares 1996 (N° vehículos día)

	Autos	Pick up	Autobús	Torton	Trailer	Total
La Antigua	4876	841	546	324	941	7528
San Julián-Tamaca	1291	888	232	609	790	3810
Tamaca-Tamsa	2132	1350	864	1394	575	6315
Tamaca - Paso del Toro	709	600	76	532	668	2585

Fuente : Elaboración propia en base a estudio de campo e información proporcionada por las casetas. Detalle en Anexo 1.

Cabe señalar, que los conteos se efectuaron durante 14 a 16 horas diarias, expandiéndose a 24 horas a través de la relación observada en los flujos de la caseta San Julián. Se ha tomado como representativa dichos valores, dado su razonabilidad en comparación con los TPDA señalados y los tránsitos registrados en las casetas de cobro.

### 2.3 Encuesta origen-destino

La información sobre flujos vehiculares fue complementada con una encuesta Origen-Destino con el objetivo, precisamente, de establecer las zonas de Origen y Destino principales y las rutas de viaje actualmente utilizadas para trasladarse entre ellas.

Esta herramienta es fundamental para determinar a través de los CGV los beneficios del *tránsito normal*<sup>2</sup> y la posible existencia de *tránsito desviado*<sup>3</sup> hacia las vías del proyecto.

La *Encuesta Origen-Destino* fue realizada por el equipo evaluador el día miércoles 3 de julio de 7:30 hrs. a 23:00 hrs. en cada una de las casetas de cobro del área: *La Antigua y San Julián*.

Esta encuesta no permitió captar el tránsito que circula desde (hacia) Xalapa libre hacia (desde) Veracruz y otras áreas en ese entorno a través de la ruta Federal Xalapa ( Tamaca-Tamsa).

La muestra encuestada fue de 692 vehículos, lo que corresponde aproximadamente a un 9.1% de los vehículos que circularon en ambos sentidos durante el período en cuestión.

- 
2. Tránsito normal: es aquél que no cambia su ruta de viaje en la situación con proyecto.
  3. Tránsito desviado: es aquél que cambia su ruta de viaje hacia la ruta del proyecto manteniendo su O-D.

El cuadro 2.2 muestra los resultados de dicha encuesta, organizados por las zonas de origen y destino que la propia encuesta estableció como relevantes, mismas que se observan en la figura 2.2.

**Cuadro 2.2** Matriz de viajes por O-D (Vehículos encuestados)

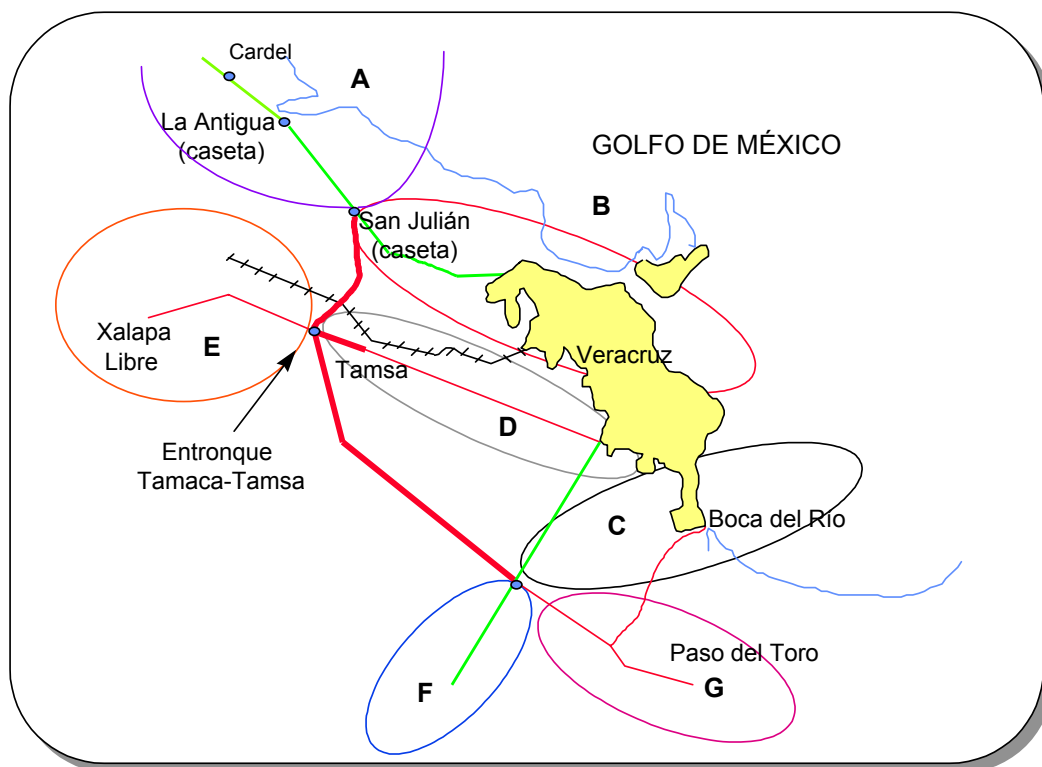
Origen\Destino	Cardel	Veracruz	Boca del río	Zona Industrial	Xalapa Libre	Córdoba	Paso del Toro
Cardel	-	279	-	-	-	49	-
Veracruz	257	-	-	14	23	6	1
Boca del Río	1	-	-	-	-	-	-
Zona Industrial	-	7	-	-	-	-	-
Xalapa libre	1	25	-	-	-	-	-
Córdoba	23	3	-	-	-	-	-
Paso del Toro	1	2	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en trabajo de campo.

Detalle en anexo 2.

La matriz de viajes obtenida de la encuesta Origen-Destino en función de los tránsitos señalados anteriormente indica que de los orígenes y destinos potenciales expresados por los ocupantes de los vehículos encuestados, sólo los viajes entre Cardel y Veracruz son significativos y en menor medida, los viajes entre Cardel y Córdoba.

El resto representa una porción muy pequeña (menos del 5%) del total de viajes entre dichos Orígenes y Destinos, ya que son realizados preferentemente por otras rutas y, por tanto, no fueron captados por la encuesta.



**Figura 2.2** Zonificación según origen y destino de viajes

En efecto, las rutas utilizadas para desplazarse entre estos orígenes y destinos fueron las siguientes, según se desprende de la encuesta Origen-Destino ( ver figura 2.2).

- *Cardel - Veracruz:*

Ruta Costera	: 245 vehículos con 87.8% del total.
Ruta Santa Fe - Tamsa	: 34 vehículos con 12.2% del total.
- *Veracruz - Cardel:*

Ruta Costera	: 243 vehículos con 94.6% del total.
Ruta Santa Fe - Tamsa	: 14 vehículos con 5.4% del total.
- *Cardel - Córdoba*

Ruta costera	: 5 vehículos con 10.2% del total.
Ruta Santa Fe –Entronque Córdoba	: 44 vehículos con 89.8% del total.
- *Veracruz - Xalapa Libre*

Ruta costera-Santa Fe	: 23 vehículos con 100.0% del total.
Ruta Tamsa-Federal Xalapa	: 0 vehículos con 0.0% del total.
- *Xalapa Libre - Veracruz*

Ruta Santa Fe-costera	: 25 vehículos con 100.0% del total.
Ruta Federal Xalapa-Tamsa	: 0 vehículos con 0.0% del total.

En el caso de los O-D Xalapa Libre - Veracruz, el cruzamiento de la información sobre las rutas utilizadas por los usuarios con el conteo vehicular Tamaca -Tamsa, confirma lo señalado en el sentido de que los O-D Veracruz-Xalapa Libre utilizan la ruta Tamsa-Federal Xalapa preferentemente, siendo una excepción los que utilizan la ruta Costera Santa Fe, ya que además de ser los CGV mayores deben pagar la cuota en San Julián. Los 23 y 25 vehículos que declararon utilizar la ruta costera Santa Fe, tienen su Origen y/o Destino en Veracruz Norte, próximo a la ruta Costera-Santa Fe.

En los restantes tres O-D, las rutas seguidas son las de menor CGV, situación que se mantendrá en la situación con proyecto, no provocándose, en consecuencia, *desviaciones de tránsito*.

## 2.4 Red vial relevante

En virtud de lo expuesto en los puntos anteriores, es posible definir la red vial relevante del proyecto, como el conjunto de vías cuyos flujos vehiculares verán modificados sus CGV con motivo de la ejecución del proyecto; en este caso, corresponde a las vías donde se ejecutarán las

obras físicas del proyecto, ya que no existirá desviación de tránsito con motivo de éste. Por tanto, la red vial relevante está compuesta por:

- *Libramiento carretera Santa Fe, en los tramos San Julián -Tamaca y Tamaca - Paso del Toro*
- *Carretera federal Xalapa, tramo Tamaca - Tamsa*

## 2.5 Características físicas y geométricas de la red vial relevante

La características actuales de las condiciones físicas y geométricas de las vías de la red vial relevante se presentan en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3** Características físicas y geométricas de la red vial relevante

Concepto	San Julián- Tamaca.	Tamaca - Tamsa.	Tamaca - Paso del Toro.
Longitud (km):	6.2	2.6	14.4
Sección :	11.0 m de corona, dos carriles de 3.5 m, acotamientos de 2.0 m	El ancho de corona varía de 7.0 a 9.0 m, dos carriles que van de 2.8 m a 3.5 m, acotamientos que varían de 0.7 m a 1 m.	11.0 m de corona, dos carriles de 3.7m, acotamientos de 1.80 m
Índice de rugosidad:	5.5	5.5	5.5
Perfil de terreno:	Plano	Plano	Plano
Pendiente Ascendente:	0.72 %	0.79 %	1.72 %
Pendiente Descendente:	1.24 %	0.41 %	1.7% 24°
Curvatura horizontal:	Existen dos curvas de 42°		
Tipo de superficie:	Pavimento Asfáltico	Pavimento Asfáltico	Pavimento Asfáltico
Altitud ( msnm)	38.0	31.0	26.0

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el Comité para la Construcción, Operación, Explotación y Mantenimiento de la Autopista Cardel - Veracruz, así como datos proporcionados por el INEGI Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras de SCT.

Del cuadro anterior se desprende que el estado de la carpeta de rodamiento no es bueno por el índice de rugosidad del terreno, pero considerando la geometría del camino, se alcanzan velocidades elevadas que se presentan más adelante.



## 2.6 Características operacionales de la red vial relevante

### a) Nivel de congestión

Los flujos vehiculares que transitan por la red vial relevante son bajos en relación a la capacidad de las vías, no observándose la presencia de congestión significativa en la situación actual ni en la proyección de flujos para el periodo de evaluación. En efecto, el cuadro 2.5 presenta los flujos vehiculares en hora punta.

**Cuadro 2.4** Flujos vehiculares hora punta (vehículos equivalentes)

Sentido :	Periodo	Tamaca - Tamsa	Tamaca - Paso del Toro	San Julián - Tamaca
N-S	Mañana	648	230	270
	Tarde	377	317	330
S-N	Mañana	415	218	306
	Tarde	420	198	238
Total	Mañana	1011	446	553
	Tarde	702	462	500

Fuente : Elaboración propia en base a datos obtenidos en el trabajo de campo. Detalle en anexo 1

Las cifras muestran para vías de dos carriles tránsitos inferiores en más de un 50% a 1,400 vehículos por hora-carril, cifra a partir de la cual empieza a ser significativa la congestión en una vía de esas dimensiones, según el Manual de Capacidad de Carreteras<sup>4</sup>.

### b) Velocidades de circulación

El grupo de trabajo efectuó mediciones de velocidad en campo para cada una de las vías de la red vial relevante, a través del *método de las placas*. Las velocidades promedio observadas ratifican la aseveración de que no existe congestión significativa en ninguna de las vías de la red vial relevante y en ninguna hora del día.

El cuadro 2.5 presenta las velocidades promedio medidas en campo por tipo de vehículo en cada vía de la red relevante.

4. Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual). Special Report 209. Washington D.C.

**Cuadro 2.5** Velocidad media por tipo de vehículo en hora punta día (km/hora)

Tipo de Vehículo	Sentido :	Tamaca-Paso del Toro	San Julián-Tamaca	Tamaca-Tamsa
Auto	N-S O-E	89.1	80.1	78.4
	S-N E-O	91.0	74.0	92.6
Pick-up	N-S O-E	87.5	77.1	72.5
	S-N E-O	85.2	71.3	90.9
Autobús	N-S O-E	80.1	72.5	64.0
	S-N E-O	80.9	66.4	71.7
Torton	N-S O-E	72.6	62.3	60.2
	S-N E-O	68.1	62.8	82.6
Trailer	N-S O-E	73.2	59.7	64.4
	S-N E-O	70.4	59.5	85.0

Fuente : Elaboración propia en base a datos obtenidos en trabajo de campo. Detalle en anexo 3

Las cifras muestran que la velocidad en horas punta es de flujo libre, pues se ubica dentro de rangos normales para cada tipo de vehículo en vías interurbanas de 2 carriles. Cabe hacer presente que la menor velocidad se registró en Tamaca-Tamsa sentido Oeste-Este, ya que dicha vía tiene algún grado de característica urbana.

c) Cruces a nivel

La red vial relevante presenta características interurbanas a lo largo de toda su extensión, salvo en el tramo Tamaca-Tamsa en que se inicia el ingreso a la ciudad de Veracruz con algún grado de característica urbana. No obstante ello, se presentan tres cruces a nivel de importancia, (ver figura 1.3), que son:

- i) *Cruce vía férrea en San Julián-Tamaca*: existe un cruce ferroviario de doble vía señalizado con letrero Alto, lo que provoca detenimiento de los vehículos o, a lo menos, disminución de velocidades. El grupo de trabajo efectuó conteos de detenciones y disminución de velocidades, los que serán presentados posteriormente. El proyecto contempla eliminar este cruce a nivel por un paso a desnivel.
- ii) *Crucero Tamaca-Tamsa*: este crucero a nivel entre Santa Fe y la carretera Federal Xalapa ofrece preferencia a esta última, ya que tiene señalizado con Alto a los vehículos de Santa Fe, junto con topes de disminución de velocidad. Ello obliga a detenerse o, al menos, a disminuir su velocidad a los vehículos que se dirigen por Santa Fe hacia San Julián o hacia Paso del Toro, haciéndoles incurrir en un mayor CGV. Los vehículos que viran tienen carriles especiales para ello en los 4 sentidos; sin embargo hay algunos

virajes en sentido opuesto, cuyos vehículos deben detenerse y esperar su turno para virar. También el proyecto incluye un entronque a desnivel para solucionar este cruce. El grupo de trabajo efectuó mediciones en campo en este cruce realizando un conteo de los vehículos que transitaban por él, estableciendo el tipo de maniobra que efectuaban, información que será presentada posteriormente.

- iii) *Cruce vía férrea Tamaca-Paso del Toro*: en la carretera Tamaca-Paso del Toro se encuentra un cruce a nivel con la vía férrea, el cual no será afectado por el proyecto dado el bajo flujo vehicular observado.

## 2.7 Periodización

Debido a que no existe congestión en la red vial relevante en ninguna hora del día, tanto en la situación actual como en su proyección futura, llevó al grupo evaluador a trabajar con valores diarios, es decir con un solo periodo; el cuadro 2.6 muestra los tránsitos en la red vial relevante para las horas de máximo y mínimo flujo vehicular entre las 8:00 y 22:00 hrs, observándose la poca significativa variación y el bajo nivel absoluto del flujo vehicular.

**Cuadro 2.6** Flujos vehiculares hora punta y no punta (N° vehículos equivalentes)

Sentido		Periodo :	Tamaca - Tamsa	Tamaca - Paso del Toro	San Julián - Tamaca
<i>Hora Punta</i>					
O-E	N-S	Mañana	648	230	270
		Tarde	377	317	330
E-O	S-N	Mañana	415	218	306
		Tarde	420	198	238
Total :		Mañana	1011	446	553
		Tarde	702	462	500
<i>Hora no Punta</i>					
O-E	N-S	Mañana	305	183	222
		Tarde	213	187	203
E-O	S-N	Mañana	152	119	187
		Tarde	291	134	164
Total :		Mañana	668	321	455
		Tarde	505	381	401

Fuente : Elaboración propia en base a datos obtenidos en el trabajo de campo.  
Detalle en anexo 1.

## 2.8 Diagnóstico situación actual

A partir de la información presentada, se puede concluir en el siguiente diagnóstico:

- i) La autopista Cardel - Veracruz de 4 carriles de circulación presenta a partir de San Julián una disminución de su estándar en cuanto se reduce a dos carriles; sin embargo, el flujo vehicular a partir de San Julián se reduce significativamente, por efecto del O-D representado por Veracruz.
- ii) Existen cruces ferroviarios y vehiculares a nivel que redundan en un incremento de los CGV, al obligar a detenerse o disminuir su velocidad a los vehículos que por allí circulan.
- iii) La carretera Federal Xalapa es de 4 carriles en su sección Veracruz Tamsa, reduciéndose a 2 carriles en los 2.5 kms. que van desde Tamaca a Tamsa, presentando así una discontinuidad en su capacidad vial, no obstante que el tránsito es similar en ambas secciones.
- iv) El estado de la carpeta de rodamiento de la carretera Santa Fe entre San Julián y Paso del Toro presenta algún grado de deterioro; en efecto, el índice de rugosidad alcanza en promedio a 5.5, lo que significa la presencia de imperfecciones en la superficie de rodamiento producto de la antigüedad del camino, con implicaciones en la base y sub-base.

## 2.9 Situación sin proyecto

La fluidez del tránsito en la red vial relevante que hoy se observa y el carácter interurbano de las vialidades, limitan las optimizaciones de la situación actual posibles de adoptar. Sin embargo, un detenido estudio del cruce Tamaca permite optimizar el mismo, aunque de hecho existen hoy en día jóvenes que cooperan a cambio de una moneda, a dar fluidez a dicho cruce a través de otorgar vía especialmente al flujo vehicular de la carretera Santa Fe. A modo de ejemplo, se sugiere eliminar los toques en la carretera federal Xalapa, dado que tiene preferencia de vía, existiendo toques y señalamiento de Alto en la carretera Santa Fe.

Es por ello, que se estimará, para fines del presente estudio, que la situación actual constituirá la situación sin proyecto o situación base optimizada, con la sola eliminación de toques indicada, proyectada para todo el horizonte de evaluación.