

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

DATOS DEL PROYECTO:

NOMBRE:

ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRIL DE DESACELERACIÓN Y ACELERACIÓN EN EL KM 2+865, CD INDUSTRIAL XICOHTÉNCATL I, ACCESO AL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN "EL RANCHERO".

PERIODO PROYECTADO: 24 DE FEBRERO DE 2025 AL 24 DE JUNIO DE 2025

DATOS DEL RESIDENTE:

PRESENTA: CASTILLO PLASCENCIA REBECA

NO. DE CONTROL: 20370245

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO: CIENCIAS DE LA TIERRA

ASESOR INTERNO: M.I. NÉSTOR MANUEL REZZA DÍAZ

DATOS DE LA EMPRESA:

NOMBRE: METALS RENOVACION Y CONSTRUCCION S.A DE C.V

R.F.C: MRC 101203 R44

ASESOR EXTERNO: ING. AMADO CARMONA RODRIGUEZ

JUNIO, 2025

Contenido

Abstract	IV
Introducción.....	V
Justificación.....	VI
Objetivo general	VI
Objetivos específicos	VI
Marco teórico	1
Metodología	1
Capítulo I – Antecedentes y planteamiento del problema.....	2
Antecedentes	2
Planteamiento del problema	2
Ubicación	2
Capítulo II - Proceso resolutivo del proyecto.....	3
Conclusión	56
Bibliografía	72

Relación de figuras

Figura 1. Localización del Centro de distribución “El Ranchero”	3
Figura 2. Espesores propuestos por TECNO - INGENIERÍA geotecnia y diseño estructural.....	14
Figura 3. Propiedades índice de la carpeta P.C.A. N°1	30
Figura 4. Propiedades índice de la carpeta P.C.A. N°2	31
Figura 5. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Transito	33
Figura 6. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Espectros	33
Figura 7. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Análisis espectral	34
Figura 8. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Análisis final	34
Figura 9. Reporte final de espesores para la carpeta	35
Figura 10. Espesores finales de la carpeta	36
Figura 11. Fórmula para cálculo de la curva	50

Relación de imágenes

Imagen 1. Inicio de trabajos topográficos para carril de aceleración y desaceleración para el acceso al centro de distribución “El Ranchero”	4
Imagen 2. Estación total Topcon modelo GPT-2003	5
Imagen 3. Levantamiento topográfico	5
Imagen 4. Visibilidad del terreno	6
Imagen 5. Obtención de muestras en pozo a cielo abierto	10
Imagen 6. P.C.A N°2	32
Imagen 7. Reunión con personal de la SICT	53
Imagen 8. Observaciones finales para inicio de obra	53

Relación de tablas

Tabla 1. Aforo cuerpo “A” – Fuente SICT	16
Tabla 2. Aforo sentido 1 – Fuente SICT	17
Tabla 3. Aforo cuerpo “B” – Fuente SICT	17
Tabla 4. Aforo sentido 2 – Fuente SICT	18
Tabla 5. Aforo ambos sentidos – Fuente SICT	18
Tabla 6. Aforo ambos sentidos detallados – Fuente SICT	19
Tabla 7. Volúmenes de tránsito 2023 – Fuente SICT	20
Tabla 8. Movilidad registrada en 2023 – Fuente SICT	22
Tabla 9. Movilidad registrada en 2022 – Fuente SICT	22
Tabla 10. Movilidad registrada en 2021 – Fuente SICT	22
Tabla 11. Movilidad registrada en 2020 – Fuente SICT	23
Tabla 12. Movilidad registrada en 2019 – Fuente SICT	23
Tabla 13. Movilidad registrada en 2018- Fuente SICT	23
Tabla 14. Movilidad registrada en 2018 – Fuente SICT	24
Tabla 15. Datos viales KM 12+150 – Fuente SICT	26
Tabla 16. Clasificación TPDA – Fuente SICT	27
Tabla 17. Clasificación TPDA del volumen esperado – Fuente SICT	27
Tabla 18. Parámetros de diseño en base al estudio de ingeniería en tránsito	28
Tabla 19. Especificaciones para carpeta de concreto asfáltico	38
Tabla 20. Especificaciones para base hidráulica	38
Tabla 21. Especificaciones para capa subrasante	38
Tabla 22. Especificaciones para capas de terraplén	39
Tabla 23. Especificaciones para riego de impregnación	39



Tabla 24. Especificaciones para pruebas al residuo de la destilación	39
Tabla 25. Especificaciones para riego de liga	40
Tabla 26. Especificaciones para pruebas de residuo de la destilación	40
Tabla 27. Distancia de señalamientos	44
Tabla 28. Total de dispositivos	45
Tabla 29. Parámetros del proyecto	47
Tabla 30. Determinación del ancho del carril	47
Tabla 31. Ancho propuesto para el carril	48
Tabla 32. Parámetros de diseño	49
Tabla 33. Dimensiones finales de la curva de acceso	51

Relación de graficas

Grafica 1. Velocidad de punto cuerpo A	20
Grafica 2. Velocidad de punto cuerpo B	21
Grafica 3. Crecimiento anual	24
Grafica 4. Transito futuro – Fuente SICT	25
Grafica 5. Transito futuro estimado en aforos	25
Grafica 6. Proyección de tránsito en el acceso al centro de distribución “El Ranchero”	26

Relación de anexos

Anexo 1 – Plano topográfico	57
Anexo 2 – Perfil y secciones	58
Anexo 3 – Perfil y secciones	59
Anexo 4 – Proyección con alcantarilla	60
Anexo 6 – Señalamiento	62
Anexo 7 – Señalamiento de prevención	63
Anexo 8 – Informe de ensaye 1	64
Anexo 9 – Informe de ensaye 2	65
Anexo 10 – Informe de ensaye 3	66
Anexo 11 - solicitud para construcción de acceso	67
Anexo 12 – Solicitud de no afectación	69

Abstract

This professional residency project focuses on the analysis and projection of technical, topographic, and geotechnical data for the design of a deceleration and acceleration lane at kilometer 2+865 of the Apizaco-Tejocotal highway, providing access to the Centro de Distribución "El Ranchero" in Ciudad Industrial Xicohténcatl I, Tlaxcala. The absence of auxiliary lanes currently poses safety risks and reduces logistic efficiency. Through topographic and geotechnical surveys, data processing, geometric road design, and environmental considerations, a comprehensive and sustainable technical solution was developed in accordance with national road standards. The geotechnical study provided essential information on soil composition and bearing capacity, guiding the structural pavement design. The project contributes to regional development by improving vehicle access, enhancing road safety, and supporting industrial logistics. The process also enabled the application of civil engineering competencies in a real-world context, generating a complete technical dossier that can be used for future construction and official approvals.

Introducción

En el contexto actual del crecimiento industrial y urbano en el estado de Tlaxcala, la necesidad de infraestructura vial eficiente y segura se vuelve esencial para garantizar el flujo adecuado de vehículos, el desarrollo económico regional y la reducción de riesgos viales. Dentro de este panorama, el presente proyecto de residencia profesional tiene como objetivo principal el análisis y proyección de datos para la construcción de un carril de desaceleración y aceleración en el kilómetro 2+865 del Cuerpo B, correspondiente a la carretera Apizaco-Tejocotal, en la entrada al Centro de Distribución de semillas y frutos secos "El Ranchero", ubicado en el Corredor Industrial Xicohténcatl I.

La selección de este proyecto se fundamenta en la necesidad detectada de mejorar las condiciones de acceso vehicular a dicha instalación, ya que actualmente representa un riesgo para el transporte pesado y ligero debido a la ausencia de infraestructura vial complementaria. Además, el acceso directo desde una vía rápida sin la existencia de carriles auxiliares compromete la seguridad vial y puede afectar la eficiencia logística del centro de distribución.

Durante el desarrollo de este proyecto se realizaron diversas actividades técnicas y administrativas, como levantamientos topográficos, análisis de riesgos, consideraciones ambientales, y diseño geométrico, todo ello alineado a la normativa vigente y con un enfoque de sostenibilidad. Se busca con ello no solo cumplir con los requisitos de seguridad y funcionalidad, sino también contribuir al bienestar social, al desarrollo económico local y al respeto por el entorno ecológico.

Este informe detalla el proceso técnico realizado, las decisiones de diseño adoptadas y las aportaciones obtenidas a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en Ingeniería Civil.

Además, este proyecto promueve un enfoque interdisciplinario que considera variables económicas, sociales, ecológicas y técnicas, con el fin de alcanzar una propuesta que no solo sea funcional y segura, sino también sostenible y alineada con los objetivos del desarrollo urbano responsable. La inclusión de un estudio de mecánica de suelos, por ejemplo, permite garantizar que la estructura proyectada cuente con la resistencia adecuada del terreno, optimizando así el diseño del pavimento y reduciendo costos y riesgos de fallas estructurales.

Este informe, por tanto, constituye una evidencia documental del trabajo desarrollado durante el periodo de residencia profesional, integrando todas las etapas que conforman un proyecto ejecutivo: desde el reconocimiento del sitio, la recolección de datos y la elaboración de propuestas de diseño, hasta la generación de documentación técnica que puede ser utilizada en trámites constructivos y licitaciones.

Justificación

Económica: La construcción del carril mejorará el acceso al centro de distribución, permitiendo una mayor eficiencia logística, reducción de tiempos y costos de transporte, y fomentando la competitividad de la empresa y la actividad económica regional.

Social: La mejora en la infraestructura vial disminuye riesgos de accidentes, mejora la calidad de vida de trabajadores y transportistas, y fortalece la conexión entre zonas industriales y urbanas.

Ecológica: Se tomaron en cuenta criterios de impacto ambiental para minimizar alteraciones al entorno natural, mediante diseños adaptados a las condiciones existentes y recomendaciones sustentables.

Técnica: El proyecto permite aplicar conocimientos de ingeniería civil en topografía, diseño vial, análisis de datos y planeación de obra, integrando metodologías actuales y normas vigentes.

Objetivo general

Diseñar la solución geométrica vial más adecuada para el acceso al Centro de Distribución "El Ranchero" en el km 2+865, mediante la recopilación y análisis de datos técnicos y topográficos, con base en la normativa vigente.

Objetivos específicos

- Realizar levantamientos topográficos para conocer las condiciones reales del terreno.
- Formular y analizar datos técnicos para el diseño geométrico del carril.
- Identificar riesgos y proponer medidas de mitigación.
- Elaborar la carpeta técnica de planeación, programación y ejecución.
- Considerar aspectos ambientales para un diseño sustentable.

Marco teórico

El presente proyecto se sustenta en diversos fundamentos teóricos relacionados con la ingeniería vial, la topografía, la mecánica de suelos, y la planeación de infraestructura. El diseño geométrico de carreteras se rige principalmente por el "Manual de Diseño Geométrico de Carreteras" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el cual establece criterios técnicos para la seguridad, funcionalidad y confort del usuario.

Entre los elementos fundamentales considerados se encuentran los radios de curvatura, pendientes, peraltes, anchos de carril, visibilidad, y distancias de frenado. Además, se aplican conceptos de tránsito vehicular, como el nivel de servicio (LOS), el cual mide la eficiencia del flujo vehicular en una vía, y la clasificación de caminos según su función y jerarquía.

En cuanto a la topografía, se emplean técnicas de levantamiento con estación total para obtener modelos digitales del terreno, facilitando la proyección precisa del trazo y el cálculo de volúmenes de obra. En el ámbito de la mecánica de suelos, se utilizó la clasificación SUCS, fundamentales para determinar el tipo y espesor de la estructura del pavimento.

También se consideran normativas de impacto ambiental y seguridad, incluyendo principios de las normas ISO 9001, 14001 y 45001, que promueven la calidad del diseño, la protección ambiental y la prevención de riesgos laborales.

Metodología

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto se basó en un enfoque técnico y sistemático, dividido en etapas sucesivas que garantizan una solución efectiva y viable para la problemática detectada. A continuación, se detallan los pasos realizados:

- Reconocimiento del sitio: Se realizó una inspección física del área de estudio para identificar condiciones actuales, puntos críticos, y características relevantes del terreno.
- Levantamiento topográfico: Se empleó equipo de estación total para recolectar información altimétrica y planimétrica, generando así el modelo digital del terreno necesario para el diseño.
- Estudio de mecánica de suelos: Se realizaron muestreos in situ, los cuales fueron enviados a laboratorio para determinar: granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, contracción lineal triaxial U.U. no drenada, no consolidada, así como peso volumétrico húmedo, peso volumétrico seco, densidad de sólidos, índice de compresibilidad e índice de liquidez.
- Diseño geométrico: Utilizando los datos topográficos y los criterios técnicos del manual de carreteras, se proyectó el trazo óptimo para el carril de aceleración y desaceleración, considerando funcionalidad y seguridad.
- Evaluación ambiental y de riesgos: Se identificaron impactos ambientales potenciales y riesgos operativos, proponiendo medidas de mitigación.
- Elaboración de planos y documentación técnica: Se generaron planos ejecutivos, perfiles longitudinales, secciones transversales, detalles constructivos y la carpeta de planeación, programación y costos.
- Supervisión y validación: Los avances del proyecto fueron revisados periódicamente por los asesores internos y externos para asegurar su calidad técnica y pertinencia profesional.

Capítulo I – Antecedentes y planteamiento del problema

Antecedentes

El acceso al Centro de Distribución "El Ranchero" presenta una problemática derivada del crecimiento industrial en la región, el aumento del tráfico vehicular y la falta de infraestructura complementaria en la carretera Apizaco-Tejocotal. Este tipo de centros requieren de accesos funcionales para carga y descarga, por lo que la inexistencia de carriles auxiliares genera condiciones inseguras y poco eficientes. El estudio busca solucionar esta necesidad mediante un proyecto vial que permita el flujo ordenado de vehículos, alineado con las políticas de desarrollo urbano e industrial del estado.

El Parque Industrial Xicohténcatl I, donde se ubica el centro de distribución, es una de las zonas económicas más importantes del estado de Tlaxcala, ya que concentra una gran cantidad de empresas dedicadas a la manufactura, distribución y comercio de bienes. Esta concentración de actividad ha generado una demanda significativa de infraestructura vial secundaria que complemente las vías principales. Sin embargo, los accesos a estas instalaciones, en muchos casos, no han sido diseñados para soportar el volumen actual de vehículos pesados que circulan diariamente.

Además, la carretera Apizaco-Tejocotal funge como un eje logístico clave para la conexión entre diversas regiones del estado y entidades vecinas. Por ello, cualquier obstáculo o condición que interfiera con la circulación fluida no solo afecta a los usuarios del centro de distribución, sino también al resto del tráfico regional. Este proyecto surge entonces como respuesta a una necesidad colectiva de seguridad vial, eficiencia operativa y continuidad en el crecimiento económico e industrial de la región.

Planteamiento del problema

El Centro de Distribución "El Ranchero" se ubica en una zona de alta actividad industrial sobre una vía de comunicación rápida. La inexistencia de carriles de aceleración y desaceleración genera condiciones inseguras para el ingreso y salida de vehículos, particularmente de transporte pesado, provocando congestionamientos, riesgos de accidentes y retrasos logísticos. Esta situación requiere una solución técnica que permita un acceso seguro y eficiente, sin comprometer la operación de la carretera ni la seguridad de sus usuarios.

Ubicación

El centro de distribución se ubica en el kilómetro 2+865 del cuerpo "B" de la carretera Apizaco – Tejocotal, Ruta-119; tramo Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; ramal Ciudad Industrial Xicohténcatl I, en el sentido Huamantla – Tlaxco, entre las poblaciones de Plan de Ayala y José María Morelos y Pavón, Municipio de Tetla de la Solidaridad.

Tetla de la Solidaridad es un municipio situado en el estado de Tlaxcala. Colinda con varios municipios vecinos, los cuales son:

Al norte: Terrenate



Al noreste: Lázaro Cárdenas

Al este: Tzompantepec

Al sureste: Apizaco

Al sur: Yauhquemehcan

Al suroeste: Tlaxco

Al oeste: Xaltocan

Las coordenadas del punto en estudio son: Latitud 19.503275° , Longitud -98.089833° y 2,536 metros sobre el nivel del mar.

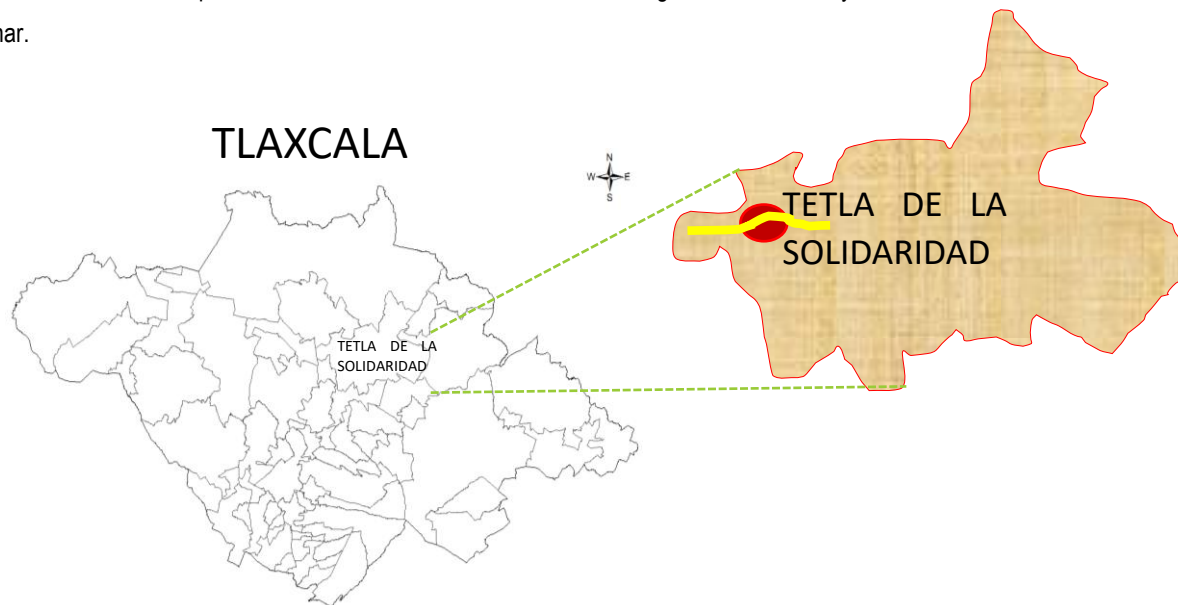


Figura 1. Localización del Centro de distribución “El Ranchero”.

Capítulo II - Proceso resolutivo del proyecto

El desarrollo del proyecto inició con una visita de inspección al sitio, donde se evaluaron las condiciones físicas actuales del acceso al centro de distribución, así como los flujos vehiculares existentes. Posteriormente, se procedió a realizar los levantamientos topográficos necesarios mediante el uso de estación total, con los que se generó una base cartográfica precisa que sirvió para establecer los límites del proyecto y definir las pendientes, curvas y cotas del terreno.

Con los datos recolectados se elaboró un modelo digital del terreno (MDT) que permitió representar con fidelidad las condiciones reales del sitio. Este modelo fue utilizado para realizar simulaciones de trazo geométrico, cumpliendo con los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). Las alternativas de diseño se evaluaron en función de su factibilidad técnica, su impacto ambiental y su capacidad para mejorar la seguridad vial.

A la par, se llevó a cabo el estudio de mecánica de suelos mediante la extracción de muestras in situ, análisis de laboratorio y determinación de parámetros de resistencia, lo cual permitió definir una estructura de pavimento adecuada para soportar el tipo de carga vehicular esperada. Se integraron también criterios de señalización, drenaje y conservación del entorno, buscando que el diseño resultara integral y sostenible.

La siguiente fase fue la elaboración de planos ejecutivos del proyecto, incluyendo planta general, perfiles longitudinales, secciones transversales, detalles constructivos y especificaciones técnicas. Asimismo, se elaboró una bitácora de actividades técnicas y una carpeta de planeación que contempla la programación de obra, costos estimados y medidas de mitigación ambiental.

1. Estudio Topográfico

El objetivo principal del levantamiento topográfico fue obtener información precisa de las condiciones físicas del terreno ubicado en el kilómetro 2+865 del Cuerpo B de la carretera Apizaco - Tejocotal, en el acceso al Parque Industrial Xicohténcatl I, con la finalidad de facilitar el análisis, diseño y proyección del carril de desaceleración y aceleración para el futuro Centro de Distribución “El Ranchero”. Este estudio permitió conocer las cotas del terreno natural, sus pendientes, las condiciones del derecho de vía y delimitar las áreas de trabajo para su integración al proyecto geométrico.



Imagen 1. Inicio de trabajos topográficos para carril de aceleración y desaceleración para el acceso al centro de distribución “El Ranchero”.



El levantamiento fue realizado con una estación total marca Topcon modelo GPT-2003, como se observa en la Imagen 2. Esta estación total de tipo electrónica con medición con y sin prisma, permite lecturas angulares y distancias con alta precisión, ideal para trabajos topográficos en campo abierto. El equipo se posicionó sobre un trípode nivelado y se utilizó un prisma reflectante sobre jalón como blanco móvil en los puntos lejanos.



Imagen 2. Estación total Topcon modelo GPT-2003

Las actividades de campo se desarrollaron en dos jornadas, correspondiente al tramo de acceso, derecho de vía y zona de conexión vial. Se establecieron puntos de control referenciados físicamente para mantener consistencia en las lecturas. Se levantaron detalles relevantes como aristas de cambio de pendiente, límites de terreno, elementos de infraestructura existente (malla ciclónica, postes, árboles), y características superficiales del terreno, como se observa en la imagen 3.



Imagen 3. Levantamiento topográfico

El sitio presentó vegetación de tipo herbácea y arbustiva dispersa, con árboles medianos en los bordes, sin mayores obstáculos que impidieran la visibilidad para las lecturas topográficas como se muestra en la imagen 4, a excepción de una pequeña elevación que se desmontará al momento de la limpieza del terreno, dicha elevación se puede apreciar en la imagen 2.



Imagen 4. Visibilidad del terreno

A partir del levantamiento se generó un plano topográfico con curvas de nivel. Se identificó una pendiente predominante de entre 2.0% y 2.5%, descendente en dirección noreste. El terreno presenta una topografía relativamente regular, con ligeras depresiones y montículos que deberán regularizarse mediante cortes y rellenos para garantizar el correcto desarrollo del acceso vehicular.

Se detectaron elementos a considerar durante la construcción, como la cercanía de árboles y el cercado perimetral, los cuales pueden afectar la maniobrabilidad durante las obras preliminares.

La información topográfica permitió realizar el trazo del perfil longitudinal del carril, definir la sección transversal adecuada, y calcular los volúmenes de obra necesarios. Asimismo, el modelo del terreno obtenido ayudó a proyectar adecuadamente la transición entre la carretera existente y el acceso, respetando criterios de diseño vial y seguridad para maniobras de desaceleración y aceleración. El resultado de los trabajos realizados en el levantamiento topográfico se muestra en el anexo 1 “Plano topográfico”.



2. Mecánica de suelos

2.1 Reconocimiento del sitio

Se realizó una inspección preliminar del terreno, revisando planos del proyecto y observando las condiciones actuales del lugar. Esto permitió conocer el uso del suelo, su relieve, accesibilidad y la posible existencia de rellenos u obstáculos.

2.1.1 Revisión del proyecto ejecutivo

Se analizaron los planos y especificaciones técnicas del proyecto para determinar los requerimientos del estudio geotécnico y su relación con el diseño del carril de desaceleración.

2.1.2 Localización geográfica y condiciones topográficas

Se documentó la ubicación exacta del terreno y sus características físicas, como pendiente, acceso, y nivelación del sitio, que influyen en la mecánica del suelo.

2.1.3 Observaciones preliminares del terreno

Se identificaron visualmente las condiciones superficiales del suelo, presencia de vegetación, signos de humedad, y si existían rellenos o modificaciones previas.

2.2 Planeación de la exploración geotécnica

Se diseñó una estrategia para estudiar el subsuelo, definiendo el tipo y ubicación de los sondeos, la profundidad de excavación, y la logística para toma de muestras representativas.

2.2.1 Definición de puntos de sondeo

Se establecieron las ubicaciones óptimas para abrir pozos que representaran las condiciones del terreno en la zona donde se construirá el carril.

2.2.2 Selección del método de exploración (Pozo a cielo abierto)

Se optó por pozos a cielo abierto (PCA) por ser apropiados para la profundidad requerida y permitir la toma de muestras tanto alteradas como inalteradas.

2.2.3 Coordinación logística de campo

Se organizaron los recursos materiales y humanos necesarios para ejecutar los trabajos de campo en tiempo y forma, considerando herramientas, personal, y seguridad.

2.3 Ejecución de trabajos de campo

Se llevaron a cabo los sondeos y el muestreo del terreno. La información obtenida sirvió para conocer directamente la estratigrafía del suelo.

2.3.1 Realización de sondeos PCA-1 y PCA-2

Se excavaron manualmente los pozos a una profundidad de 1.90 m, documentando los diferentes estratos y condiciones encontradas.

2.3.2 Registro estratigráfico in situ

Se identificaron los tipos de suelo presentes, sus espesores y características físicas, generando un perfil visual detallado de cada sondeo.

2.3.3 Muestreo (alteradas e inalteradas)

Se recolectaron muestras representativas para su análisis en laboratorio: alteradas (para propiedades generales) e inalteradas (para resistencia).

2.3.4 Observaciones del nivel freático

Se verificó si existía presencia de agua subterránea hasta la profundidad explorada. En este caso, no se detectó nivel freático en los sondeos.

2.4 Ensayes de laboratorio

Se analizaron las muestras en laboratorio para obtener propiedades físicas, mecánicas e índices de comportamiento del suelo.

2.4.1 Pruebas de identificación y clasificación

Se realizaron pruebas como granulometría, contenido de agua, límites de Atterberg y densidad para identificar y clasificar los suelos según SUCS.

2.4.2 Ensayes de resistencia al corte (triaxial UU)

Se aplicó una prueba triaxial no consolidada no drenada para conocer la resistencia del suelo mediante la cohesión y el ángulo de fricción interna.

2.4.3 Determinación de propiedades físicas e índice de plasticidad

Se obtuvieron parámetros como peso volumétrico seco, índice de liquidez y plasticidad, esenciales para evaluar el comportamiento del suelo en obra.

2.5 Análisis e interpretación de resultados

Se procesaron los resultados de campo y laboratorio para generar conclusiones sobre la capacidad del suelo y su idoneidad como soporte de la estructura.



2.5.1 Clasificación SUCS del suelo

Con base en los ensayos, los suelos fueron clasificados como arenas limosas (SM) y arenas arcillosas (SM-SC), lo cual orienta su comportamiento estructural.

2.5.2 Determinación de parámetros geotécnicos (C , ϕ , γ , E , etc.)

Se calcularon valores como cohesión, ángulo de fricción, peso volumétrico y módulo de elasticidad, fundamentales para el diseño de cimentaciones.

2.5.3 Evaluación de la estratigrafía para cimentación

Se determinó qué capas del suelo pueden soportar la carga estructural, y se sugirió retirar rellenos no controlados por su baja estabilidad.

2.6 Cálculo geotécnico

Con los parámetros obtenidos, se realizaron cálculos para garantizar la estabilidad de la cimentación bajo condiciones de carga reales.

2.6.1 Capacidad de carga admisible

Se calculó la carga máxima que puede resistir el suelo sin fallar, usando métodos clásicos como Terzaghi.

2.6.2 Estimación de asentamientos inmediatos

Se evaluó cuánto se hundirá la cimentación bajo carga, asegurando que los valores estén dentro de límites aceptables.

2.6.3 Análisis de estabilidad y colapsabilidad del suelo

Se identificó que el suelo tiene tendencia a colapsar, por lo cual se recomendaron tratamientos especiales como la estabilización con cal.

2.7 Recomendaciones técnicas

Se emitieron sugerencias de construcción para garantizar un buen desempeño estructural del pavimento y evitar problemas por las condiciones del suelo.

2.7.1 Profundidad de desplante

Se estableció una profundidad mínima de cimentación (1.60 m) por debajo del relleno no controlado, para lograr buena estabilidad.

2.7.2 Tratamiento del terreno (estabilización con cal)

Se recomendó escarificar y mezclar cal con el suelo para mejorar su resistencia y reducir su colapsabilidad, seguido de una compactación al 100%.

2.7.3 Consideraciones para terracerías y pavimentos

Se definieron capas de subrasante, subbase, base y carpeta asfáltica, con espesores y compactaciones conforme a normas SCT.

2.8 Integración del informe geotécnico

Se compiló toda la información obtenida en un informe técnico para entregarlo al proyectista estructural, cumpliendo con los requisitos normativos.

2.8.1 Estructura y contenido del documento final

El informe incluye antecedentes, metodología, resultados, interpretación, recomendaciones y anexos gráficos y fotográficos.

2.8.2 Aportaciones del estudio al diseño del carril de desaceleración

Los resultados permitieron adecuar el diseño estructural del pavimento y definir un proceso constructivo seguro y eficiente para la obra.

Exploración de campo:

- Fecha de campo: 18 de abril de 2025.
- Profundidad: 1.90 m en ambos pozos.
- Ubicaciones georreferenciadas.
- Obtención de muestras alteradas e inalteradas.



Imagen 5. Obtención de muestras en pozo a cielo abierto



Pruebas realizadas:

Granulometría:

- Objetivo: Determinar la distribución de tamaños de partículas que conforman el suelo.
- Método:
 1. Por tamizado: Se utiliza para suelos gruesos (gravas y arenas). Se hace pasar el suelo seco por una serie de tamices de diferentes aberturas, desde más grande a más pequeño, y se pesa el material retenido en cada tamiz.
 2. Por hidrómetro: Para suelos finos (limos y arcillas), se analiza el comportamiento de las partículas en suspensión en agua, midiendo su velocidad de sedimentación.
- Resultado: Una curva granulométrica que clasifica el suelo (bien gradado, pobremente gradado, uniforme, etc.) y ayuda a determinar propiedades como su permeabilidad y comportamiento mecánico.

Contenido de humedad:

- Objetivo: Determinar la cantidad de agua presente en el suelo, expresada como porcentaje respecto a su peso seco.
- Método:
 1. Se toma una muestra de suelo húmeda y se pesa.
 2. Se seca en horno a 105–110 °C hasta peso constante.
 3. Se vuelve a pesar para calcular la pérdida de agua.
- Resultado: Indica el estado del suelo (seco, húmedo, saturado) y es fundamental para análisis de compactación y resistencia.

Límites de Atterberg (líquido y plástico):

Se realizan para suelos finos (limos y arcillas) y definen su consistencia en distintos estados:

a) Límite líquido (LL)

- Objetivo: Determinar el contenido de humedad en el cual el suelo pasa de estado plástico a estado líquido.
- Método:
 1. Se coloca el suelo en un dispositivo de Casanegra.
 2. Se hace una ranura en la muestra.
 3. Se golpea el dispositivo hasta que la ranura se cierre en 25 golpes.
 4. El contenido de humedad en ese punto es el límite líquido.
- Resultado: Sirve para calcular el Índice de plasticidad y clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).



b) Límite plástico (LP)

- Objetivo: Determinar el contenido de humedad en el que el suelo pasa de estado semisólido a estado plástico.
- Método:
 1. Se amasa el suelo hasta formar cilindros de 3 mm de diámetro.
 2. Si el cilindro se desmorona en ese punto, el contenido de humedad corresponde al límite plástico.
- Resultado: Ayuda a definir la trabajabilidad y compresibilidad del suelo.

Prueba triaxial UU (no consolidada no drenada) para determinar:

- Objetivo: Determinar la resistencia al corte no drenada de suelos cohesivos y obtener la cohesión (c).
- Método:
 1. Se prepara una muestra cilíndrica de suelo y se coloca en una celda triaxial.
 2. Se aplica presión confinante sin permitir la consolidación (el suelo no drena).
 3. Se carga axialmente la muestra hasta la falla.
- Mediciones: Se registran esfuerzos desviadores y presiones para construir el círculo de Mohr.
- Resultado: Se utiliza en análisis de estabilidad de taludes y capacidad portante de suelos cohesivos en condiciones de carga rápida.

Peso volumétrico húmedo:

- Objetivo: Conocer el peso total del suelo en su estado natural (incluyendo el agua), por cada unidad de volumen.
- Procedimiento: Se obtiene pesando una muestra de suelo húmedo y midiendo su volumen.
- Resultado: Sirve para evaluar la condición del suelo tal como se encuentra en campo y es útil en estudios de compactación o estabilidad.

Peso volumétrico seco:

- Objetivo: Determinar el peso del suelo seco (sin agua) por unidad de volumen.
- Procedimiento: Se seca completamente la muestra y se divide su peso seco entre su volumen.
- Resultado: Es un parámetro clave para verificar la calidad de la compactación en obras de ingeniería civil.

Densidad de sólidos:

- Objetivo: Saber qué tan pesadas son las partículas sólidas del suelo en comparación con el agua.
- Procedimiento: Se mide en laboratorio utilizando un frasco especial llamado picnómetro.
- Resultado: Ayuda a calcular otras propiedades del suelo, como el grado de saturación o el índice de vacíos.

Índice de compresibilidad:

- Objetivo: Medir cuánto se deforma o comprime un suelo fino cuando se le aplica una carga vertical.
- Procedimiento: Se usa un aparato llamado consolidómetro, donde se comprime una muestra de suelo de manera controlada.
- Resultado: Es útil para estimar asentamientos de estructuras que descansan sobre suelos blandos o arcillosos.

Índice de liquidez:

- Objetivo: Indicar qué tan plástico o blando está un suelo fino en su condición natural.
- Procedimiento: Se compara la humedad natural del suelo con los límites líquido y plástico obtenidos en laboratorio.
- Resultado: Permite saber si un suelo está seco y duro, o muy húmedo y blando, lo cual afecta su comportamiento estructural.

Análisis e interpretación de resultados:

- Determinación de la estratigrafía local:
 1. PCA-1: Arena limosa (SM) y limo (ML).
 2. PCA-2: Arena arcillosa (SM-SC) y arcilla (CL).
- Determinación de parámetros de diseño geotécnico:
 1. Cohesión: 0.19 kg/cm² en ambos pozos.
 2. Ángulo de fricción: 15° y 16°.
 3. Módulos de elasticidad y características volumétricas.
 4. Suelo considerado colapsable.

Propuesta de estructura del pavimento flexible con espesores:

Se plantea estabilizar el terreno natural mediante la aplicación de cal en una proporción aproximada del 2.5% respecto al peso del suelo. Para ello, se recomienda escarificar la superficie hasta una profundidad de 0.40 m, distribuir la cal indicada y mezclarla con el material existente, asegurando que la humedad sea adecuada para lograr una mezcla trabajable y apta para compactación. Posteriormente, se sugiere compactar en capas de 0.20 m utilizando placas vibratorias y, de ser posible, verificar que el grado de compactación alcance el 100% conforme al ensayo Proctor estándar.

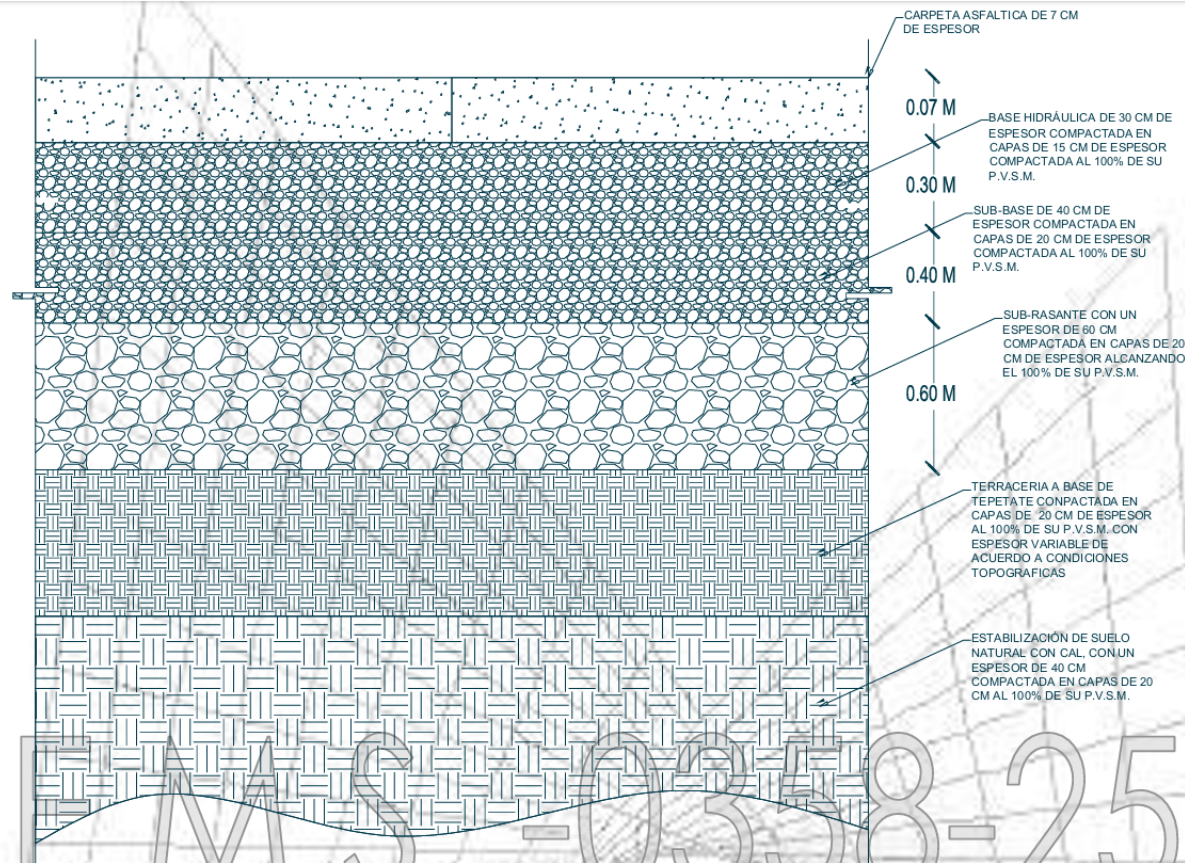


Figura 2. Espesores propuestos por TECNO - INGENIERÍA geotecnia y diseño estructural

3. Estudio de ingeniería de tránsito

La ingeniería de tránsito es una rama esencial de la ingeniería civil aplicada en este proyecto, ya que permite garantizar que la incorporación y salida de vehículos desde el centro de distribución hacia la carretera Apizaco–Tejocotal se realice de forma segura, fluida y eficiente, considerando la operación de vehículos de carga pesada. A continuación, se describen los elementos que fueron abordados en el desarrollo del estudio de tránsito y diseño geométrico:

- Estudio de tráfico:

Se llevó a cabo un aforo vehicular en la zona del proyecto, obteniendo datos del flujo vehicular en distintos horarios, tipos de vehículos y frecuencias de paso. Estos datos permitieron estimar el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y el porcentaje de vehículos pesados que requerirán el uso del acceso. Esta información fue fundamental para proyectar la demanda futura y justificar la necesidad de carriles especiales.

- Diseño geométrico del acceso:

Con base en la información del tránsito y el levantamiento topográfico del sitio, se diseñaron los carriles de desaceleración y aceleración necesarios para el acceso al centro de distribución. Se tomaron en cuenta radios de giro, longitudes de



transición, velocidades de operación y el tipo de vehículo de diseño (T3-R3). El objetivo fue lograr maniobras seguras sin interferir con el flujo principal de la carretera.

- Señalización y dispositivos de control:

Aunque en esta fase no se implementaron dispositivos específicos, se previó la necesidad de incluir señalización preventiva y restrictiva que informe a los conductores sobre la presencia del acceso, zonas de incorporación y posibles cruces, mejorando así la seguridad vial en el entorno del proyecto.

- Gestión del tránsito local:

Se consideró el efecto que tendría la nueva conexión en el flujo vehicular de la zona. Aunque el volumen de tránsito general no es alto, la naturaleza industrial del centro de distribución implica un tránsito constante de vehículos pesados, por lo que el diseño propuesto busca reducir interferencias y tiempos de espera mediante una incorporación ordenada al sistema vial.

- Seguridad vial:

La propuesta del carril de desaceleración tiene como fin minimizar el riesgo de accidentes al permitir que los vehículos reduzcan su velocidad de forma controlada antes de ingresar al centro de distribución. Asimismo, se plantea una transición adecuada para evitar frenados bruscos y maniobras riesgosas en el cuerpo principal de la carretera.

- Análisis de capacidad y operación:

Se evaluó la capacidad del acceso y los carriles proyectados para soportar la demanda estimada a lo largo de su vida útil. A pesar de no tratarse de una vía de alto volumen, el diseño se ejecutó considerando el nivel de servicio requerido para accesos industriales, donde los vehículos pesados exigen mayor espacio y tiempo de maniobra.

- Consideración del transporte de carga:

Debido a que el centro de distribución operará principalmente con transporte de mercancías, se priorizó un diseño que permitiera la entrada y salida cómoda de camiones. Esto incluyó análisis de trayectorias de giro, tiempos de aceleración y desaceleración, y dimensiones especiales adaptadas al tipo de vehículo que usará la vía regularmente.

Los tres elementos de la Ingeniería de tránsito que se analizan en el proyecto son:

- El usuario:

Es fundamental considerar las necesidades y comportamientos de los usuarios al diseñar, planificar y gestionar los sistemas de transporte.

- El vehículo:

Al diseñar carreteras y puentes, así como el planificar rutas de transporte y horarios de servicio, es esencial tener en cuenta una serie de factores, como el tamaño, peso, velocidad, maniobrabilidad y capacidad de los vehículos.

- La vía, vialidad o camino:

Entre las principales características a analizar se encuentran la velocidad, la densidad o concentración, el flujo, el volumen de tránsito absoluto o total, el promedio diario y el horario.

En pocas palabras, los estudios de tránsito se llevan a cabo con el fin de obtener información sobre la cantidad de vehículos que transitan por diferentes puntos de una red vial, ya sea en áreas rurales o urbanas. Estos estudios permiten detectar el nivel operativo de la red y son fundamentales para la toma de decisiones en su gestión. Los métodos utilizados en estos estudios incluyen aforos de tránsito, que van desde recuentos más generales hasta mediciones más detalladas en lugares específicos. Estos aforos proporcionan datos clave sobre los patrones de tráfico y ayudan a comprender la demanda y la capacidad de la infraestructura vial.

Los datos de aforo se obtuvieron para los siguientes días:

AFORO SEMANAL CUERPO "A"	
FECHA	NUMERO DE VEHÍCULOS
17 de febrero de 2025	4,054
18 de febrero de 2025	4,387
19 de febrero de 2025	4,077
20 de febrero de 2025	4,608
21 de febrero de 2025	4,268
22 de febrero de 2025	4,161
23 de febrero de 2025	2,657
Total, semanal	28,211
TDPS	4,030
TDPA	4,798

Tabla 1. Aforo cuerpo "A" – Fuente SICT

TABLA DE AFOROS CPO. "A" CIX I SENTIDO 1							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	17/02/2025	18/02/2025	19/02/2025	20/02/2025	21/02/2025	22/02/2025	23/02/2025
01:00	36	31	32	36	33	38	18
02:00	18	25	26	28	24	26	17
03:00	13	29	25	24	26	23	13
04:00	25	32	32	22	32	28	10
05:00	51	40	46	53	46	47	45
06:00	95	89	82	108	81	77	86
07:00	140	145	144	150	146	137	95
08:00	286	274	269	283	292	279	184
09:00	263	262	269	296	271	266	170



10:00	214	242	204	266	244	238	144
11:00	233	237	233	253	232	228	144
12:00	228	242	200	250	229	224	141
13:00	228	253	229	269	247	242	153
14:00	246	281	266	288	265	258	153
15:00	259	273	285	279	256	251	169
16:00	242	274	267	290	267	260	169
17:00	230	271	252	271	250	244	150
18:00	227	236	221	270	248	243	145
19:00	252	273	220	291	267	261	166
20:00	236	279	217	277	254	248	155
21:00	212	238	178	245	225	220	135
22:00	159	170	163	179	164	161	99
23:00	97	110	127	113	104	101	59
24:00:00	66	83	90	69	63	62	37
TOTAL	4054	4387	4077	4608	4268	4161	2657

Tabla 2. Aforo sentido 1 – Fuente SICT

AFORO SEMANAL CUERPO "B"	
FECHA	NUMERO DE VEHÍCULOS
17 de febrero de 2025	6,806
18 de febrero de 2025	6,832
19 de febrero de 2025	6,849
20 de febrero de 2025	6,862
21 de febrero de 2025	7,159
22 de febrero de 2025	6,929
23 de febrero de 2025	4,554
Total, semanal	45,991
TDPS	6,570
TDPA	7,821

Tabla 3. Aforo cuerpo "B" – Fuente SICT

TABLA DE AFOROS CPO. "B" CIX I SENTIDO 2							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	17/02/2025	18/02/2025	19/02/2025	20/02/2025	21/02/2025	22/02/2025	23/02/2025
01:00	51	52	49	45	58	59	29
02:00	35	45	53	40	60	32	22
03:00	45	40	47	39	54	40	26
04:00	37	41	52	53	60	47	25



05:00	70	72	74	74	108	70	48
06:00	185	168	193	190	199	198	99
07:00	219	197	214	224	220	230	151
08:00	432	360	421	483	432	445	290
09:00	489	366	485	483	498	478	314
10:00	377	371	399	394	447	436	266
11:00	351	350	381	367	384	375	248
12:00	357	370	413	392	388	377	228
13:00	368	403	408	389	393	383	259
14:00	434	480	419	419	422	412	293
15:00	446	444	436	439	451	439	306
16:00	475	475	436	438	458	445	296
17:00	419	419	376	400	451	439	302
18:00	401	455	397	408	420	409	276
19:00	442	468	366	399	450	438	282
20:00	389	414	334	367	421	411	275
21:00	313	353	331	315	331	322	223
22:00	217	252	251	229	237	230	153
23:00	153	145	197	171	130	127	92
24:00:00	104	93	120	104	89	86	52
TOTAL	6806	6832	6849	6862	7159	6929	4554

Tabla 4. Aforo sentido 2 – Fuente SICT

AFORO SEMANAL AMBOS SENTIDOS	
FECHA	NUMERO DE VEHÍCULOS
17 de febrero de 2025	10,859
18 de febrero de 2025	11,219
19 de febrero de 2025	10,926
20 de febrero de 2025	11,470
21 de febrero de 2025	11,426
22 de febrero de 2025	11,089
23 de febrero de 2025	7,211
Total, semanal	74,201
TDPS	10,600
TDPA	12,619

Tabla 5. Aforo ambos sentidos – Fuente SICT

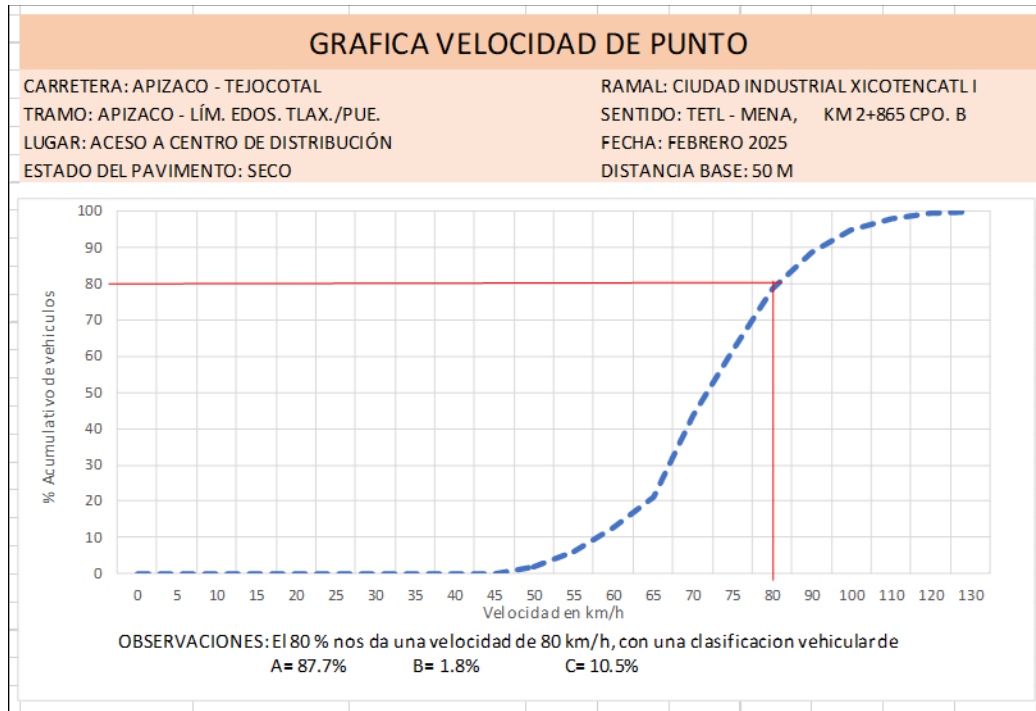


TABLA DE AFOROS AMBOS SENTIDOS							
HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
	17/02/2025	18/02/2025	19/02/2025	20/02/2025	21/02/2025	22/02/2025	23/02/2025
01:00	86	83	82	81	91	97	47
02:00	53	70	79	68	84	59	39
03:00	58	69	72	63	81	63	39
04:00	62	74	84	75	92	75	36
05:00	121	113	120	127	154	117	93
06:00	281	256	275	298	279	275	185
07:00	359	342	358	374	366	367	246
08:00	719	634	690	766	725	725	474
09:00	752	628	754	779	769	744	484
10:00	591	613	603	660	691	674	409
11:00	584	587	614	620	616	603	392
12:00	584	612	613	642	616	601	369
13:00	596	656	637	658	641	624	412
14:00	680	760	684	706	687	669	446
15:00	705	716	721	719	707	690	475
16:00	716	749	703	728	725	705	465
17:00	649	690	628	672	700	683	452
18:00	628	691	618	679	668	652	421
19:00	693	741	585	690	716	699	447
20:00	624	693	551	644	675	659	430
21:00	524	591	509	560	557	542	358
22:00	376	422	414	408	401	391	252
23:00	250	255	323	284	233	228	151
24:00:00	169	176	209	173	152	148	89
TOTAL	10859	11219	10926	11470	11426	11089	7211

Tabla 6. Aforo ambos sentidos detallados – Fuente SICT

Para conocer la variación horaria a lo largo del día se realizó un estudio de aforo vehicular entre los kilómetros 0+000 y 6+500 de la Carretera Federal Apizaco – Tejocotal, Ruta-119; tramo Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; ramal Ciudad Industrial Xicohténcatl I de las 00:00 a las 24:00 horas, durante siete días para conocer sus fluctuaciones diarias. Este aforo se realizó del día 17 al 23 de febrero del año en curso, localizado en un lugar estratégico para captar la mayor parte de la movilidad que afecta directamente a la Zona de estudio, determinando así las fluctuaciones al transcurso del día, se escogió un día normal a las actividades de la población, para el análisis de la situación actual, además se correlacionaron con los datos Viales que publica la Dirección General de Servicios Técnicos.

Al analizar el patrón de los volúmenes registrados, se puede observar un aumento notable en todos los puntos a partir de las 08:00 y las 16:00 horas, lo cual indica un incremento acelerado en la afluencia vehicular. Después de esos momentos, se producen fluctuaciones que definen las horas de menor afluencia (horas valle) y las horas de mayor afluencia (horas pico).



Grafica 2. Velocidad de punto cuerpo B

Para conocer la movilidad presente y el comportamiento histórico del tránsito se utilizaron los libros de datos Viales, ediciones 2018-2024, los cuales corresponden a los datos registrados en el año 2017 al 2023, registrados, analizados y publicados por la Dirección General de Servicios Técnicos, de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Para identificar los patrones de movilidad, es necesario una serie de estudios que nos ayuden a cuantificar los elementos que lo constituye, para definir la calidad de flujo en lugares que presenten o no problemas de tránsito calculando así la capacidad y los niveles de servicio que presenta la infraestructura carretera con la presencia de la movilidad en condiciones prevalecientes del tránsito y transporte.

Estación de conteo:

Derivado de la ubicación del tramo en estudio, no se encuentra cercana una estación de conteo permanente, por lo que se considera la "T izq. Atlangatepec" de la Carretera Apizaco - Tejocotal, la cual nos permitirán conocer el comportamiento de la movilidad registrada en dicha Zona es estudio:

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal					CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119					AÑO: 2023				
L U G A R	E S T A C I O N				C L A S I F I C A C I O N V E H I C U L A R E N P O R C I E N T O										C O O R D E N A D A S									
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K	D	LATITUD	LONGITUD				
Apizaco	0.00	3	1	11205	4.2	85.2	2.3	4.6	1.1	1.7	0.3	0.5	0.1	89.4	2.3	8.3	0.085	0.519	19.437510	-98.131322				
Apizaco	0.00	3	2	10394	4.2	84.9	2.3	4.6	1.1	1.7	0.4	0.6	0.2	89.1	2.3	8.6	0.101	0.519	19.437603	-98.131348				
T. Der. Tetla	6.60	3	0	23950	0.7	86.5	1.7	5.3	1.5	2.2	1.2	0.5	0.4	87.2	1.7	11.1	0.078	0.528	19.473336	-98.112506				
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	16405	1.4	86.3	1.8	4.6	1.6	2.4	1.0	0.6	0.3	87.7	1.8	10.5	0.088	0.503	19.505625	-98.117019				
Tlaxco	23.91	1	1	5039	4.0	87.9	1.1	3.6	0.8	1.8	0.6	0.1	0.1	91.9	1.1	7.0	0.094	0.507	19.598670	-98.125476				
Tlaxco	23.91	1	2	5180	4.2	87.2	1.3	3.3	0.9	2.0	0.8	0.2	0.1	91.4	1.3	7.3	0.094	0.507	19.598700	-98.125579				
Tlaxco	23.91	3	0	6059	3.4	83.6	1.8	5.2	1.6	2.4	1.2	0.4	0.4	87.0	1.8	11.2	0.107	0.504	19.626266	-98.124862				
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																							
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	8109	6.8	83.7	1.0	5.2	1.1	0.9	1.1	0.1	0.1	90.5	1.0	8.5	0.101	0.515	19.800863	-98.026546				
Zacatlán	71.25	1	0	13536	7.3	85.3	1.4	3.5	1.0	0.8	0.3	0.3	0.1	92.6	1.4	6.0	0.098	0.511	19.918601	-97.959281				
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																							
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	10381	3.2	81.4	1.9	8.8	1.7	1.2	0.8	0.7	0.3	84.6	1.9	13.5	0.080	0.500	20.123369	-98.128803				

Tabla 8. Movilidad registrada en 2023 – Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal					CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119					AÑO: 2022				
LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO														COORDENADAS					
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K	D	LATITUD	LONGITUD				
Apizaco	0.00	3	1	11432	1.6	87.1	1.3	4.9	1.1	2.1	1.3	0.4	0.2	88.7	1.3	10.0	0.079	0.501	19.437682	-98.131243				
Apizaco	0.00	3	2	11371	1.9	85.6	1.5	5.7	1.1	2.2	1.4	0.4	0.2	87.5	1.5	11.0	0.085	0.501	19.437558	-98.131369				
T. Der. Tetla	6.60	3	0	22494	0.5	87.1	1.6	4.9	1.6	2.1	1.2	0.7	0.3	87.6	1.6	10.8	0.076	0.506	19.473536	-98.112537				
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	14726	1.1	86.2	1.8	4.5	1.9	2.1	1.3	0.5	0.6	87.3	1.8	10.9	0.083	0.504	19.504963	-98.116887				
Tlaxco	23.91	1	1	5101	3.6	83.8	1.9	5.1	1.8	2.3	1.0	0.2	0.3	87.4	1.9	10.7	0.088	0.519	19.598720	-98.125462				
Tlaxco	23.91	1	2	5510	3.7	83.1	1.9	5.3	2.0	2.4	1.1	0.2	0.3	86.8	1.9	11.3	0.085	0.519	19.598741	-98.125562				
Tlaxco	23.91	3	0	6643	3.5	83.5	1.8	5.2	1.6	2.4	1.2	0.4	0.4	87.0	1.8	11.2	0.096	0.504	19.626288	-98.124841				
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45	0	0																					
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	8891	6.8	83.6	1.0	5.4	1.1	0.9	1.0	0.1	0.1	90.4	1.0	8.6	0.094	0.515	19.800578	-98.026691				
Zacatlán	71.25	1	0	11572	7.2	84.3	2.1	4.9	0.9	0.1	0.1	0.1	0.3	91.5	2.1	6.4	0.095	0.506	19.918588	-97.959284				
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45	0	0																					
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	8507	3.3	81.9	1.9	8.3	1.4	1.2	0.8	1.0	0.2	85.2	1.9	12.9	0.091	0.506	20.123851	-98.128640				

Tabla 9. Movilidad registrada en 2022 – Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal					CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119					AÑO: 2021	
L U G A R	E S T A C I O N				C L A S I F I C A C I O N V E H I C U L A R E N P O R C I E N T O										C O O R D E N A D A S						
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K	D	LATITUD	LONGITUD	
Apizaco	0.00	3	1	11200	1.5	86.9	1.3	7.1	0.9	1.4	0.4	0.4	0.1	88.4	1.3	10.3	0.083	0.501	19.437569	-98.131282	
Apizaco	0.00	3	2	11138	1.9	84.1	1.3	8.9	1.2	1.5	0.6	0.4	0.1	86.0	1.3	14.7	0.087	0.501	19.437362	-98.131464	
T. Der. Tetla	6.60	3	0	18370	0.4	83.9	1.5	9.0	1.5	2.2	0.7	0.5	0.3	84.3	1.5	14.2	0.070	0.503	19.471984	-98.112328	
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	14092	1.1	85.1	2.3	6.8	1.2	2.0	0.5	0.5	0.5	86.2	2.3	11.5	0.086	0.503	19.505750	-98.117002	
Tlaxco	23.91	1	1	4559	0.8	90.8	0.4	2.9	0.5	3.3	1.0	0.1	0.2	91.6	0.4	8.0	0.110	0.501	19.598046	-98.125688	
Tlaxco	23.91	1	2	4570	1.2	90.0	0.5	2.9	0.7	3.3	1.0	0.2	0.2	91.2	0.5	8.3	0.102	0.501	19.598064	-98.125762	
Tlaxco	23.91	3	0	6368	4.4	85.2	0.7	6.9	1.0	0.8	0.7	0.2	0.1	89.6	0.7	9.7	0.094	0.513	19.626480	-98.124621	
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																				
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	6609	6.0	82.5	1.1	8.8	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	88.5	1.1	10.4	0.101	0.507	19.800589	-98.026692	
Zacatlán	71.25	1	0	10636	6.8	84.8	0.6	4.7	0.7	1.6	0.5	0.1	0.2	91.6	0.6	7.8	0.086	0.531	19.918560	-97.959350	
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																				
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	7333	2.1	82.5	1.6	9.8	1.2	1.1	0.8	0.7	0.2	84.6	1.6	13.8	0.090	0.509	20.118541	-98.130535	

Tabla 10. Movilidad registrada en 2021 – Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal				CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119				AÑO: 2020				
L U G A R	E S T A C I O N				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO														C O O R D E N A D A S			
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD		
Apizaco	0.00	3	1	9921	1.1	86.8	1.1	5.0	1.2	2.2	1.4	0.6	0.6	87.9	1.1	11.0	0.106	0.512	19.418299	-98.145428		
Apizaco	0.00	3	2	9451	1.1	86.8	1.1	5.0	1.2	2.2	1.4	0.6	0.6	87.9	1.1	11.0	0.096	0.512	19.418299	-98.145428		
T. Der. Tetla	6.60	3	0	17579	1.0	83.3	2.4	7.3	1.3	2.6	1.0	0.7	0.4	84.3	2.4	13.3	0.091	0.515	19.464976	-98.112991		
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	11806	1.1	84.7	2.3	6.6	1.2	1.9	1.4	0.4	0.4	85.8	2.3	11.9	0.108	0.511	19.514052	-98.118125		
Tlaxco	23.91	1	1	3849	1.9	82.5	1.0	8.5	0.9	3.4	0.9	0.4	0.5	84.4	1.0	14.6	0.096	0.500	19.614139	-98.119084		
Tlaxco	23.91	1	2	3857	1.8	82.9	1.0	8.3	0.9	3.4	0.9	0.3	0.5	84.7	1.0	14.3	0.092	0.500	19.614139	-98.119084		
Tlaxco	23.91	3	0	6004	2.4	81.4	1.1	8.5	1.1	3.5	1.2	0.4	0.4	83.8	1.1	15.1	0.113	0.505	19.614142	-98.119087		
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																					
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	6117	2.5	79.8	0.9	7.9	1.2	5.0	1.3	0.6	0.8	82.3	0.9	16.8	0.107	0.514	19.803995	-98.024779		
Zacatlán	71.25	1	0	10830	7.0	83.0	1.0	4.1	0.5	2.7	1.2	0.1	0.4	90.0	1.0	9.0	0.113	0.507	19.931507	-97.961484		
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																					
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	6649	1.8	83.2	1.5	9.8	1.0	1.1	0.8	0.6	0.2	85.0	1.5	13.5	0.100	0.502	20.126931	-98.127367		

Tabla 11. Movilidad registrada en 2020 – Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal					CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119										AÑO: 2019	
LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO														COORDENADAS							
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD						
Apizaco	0.00	3	1	11622	1.1	87.7	1.0	4.6	1.1	2.1	1.2	0.6	0.6	88.8	1.0	10.2	0.082	0.509	19.429297	-98.135237						
Apizaco	0.00	3	2	12044	1.1	86.1	1.2	5.3	1.2	2.3	1.6	0.6	0.6	87.2	1.2	11.6	0.079	0.509	19.429363	-98.135293						
T. Der. Tetla	6.60	3	0	18470	1.1	84.6	1.9	7.2	1.2	2.0	1.1	0.6	0.3	85.7	1.9	12.4	0.087	0.510	19.473249	-98.112538						
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	13925	1.1	85.0	2.3	6.6	1.2	1.8	1.4	0.3	0.3	86.1	2.3	11.6	0.091	0.527	19.506030	-98.116984						
Tlaxco	23.91	1	0	8775	1.7	82.5	0.9	8.7	1.0	3.6	0.9	0.2	0.5	84.2	0.9	14.9	0.084	0.511	19.589904	-98.128337						
Tlaxco	23.91	3	0	6582	2.0	82.4	1.0	8.5	0.9	3.3	1.1	0.3	0.5	84.4	1.0	14.6	0.093	0.513	19.626616	-98.124465						
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																									
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	6489	2.5	80.0	0.8	7.8	1.2	5.1	1.3	0.5	0.8	82.5	0.8	16.7	0.090	0.507	19.800699	-98.026679						
Zacatlán	71.25	1	0	11999	6.8	83.4	1.0	4.1	0.4	2.7	1.2	0.1	0.3	90.2	1.0	8.8	0.105	0.506	19.918263	-97.959129						
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																									
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	8408	1.9	82.8	1.6	10.2	0.9	1.1	0.8	0.5	0.2	84.7	1.6	13.7	0.079	0.504	20.122719	-98.128942						

Tabla 12. Movilidad registrada en 2019 – Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR: Apizaco - Tejocotal				CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119										AÑO: 2018	
L U G A R	E S T A C I O N				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO														C O O R D E N A D A S						
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K'	D	LATITUD	LONGITUD					
Apizaco	0.00	3	1	12098	1.1	87.4	1.1	5.1	1.1	1.9	1.3	0.5	0.5	88.5	1.1	10.4	0.076	0.508	19.428410	-98.135818					
Apizaco	0.00	3	2	12494	1.3	86.1	1.2	5.5	1.1	2.2	1.5	0.5	0.6	87.4	1.2	11.4	0.076	0.508	19.428438	-98.135874					
T. Der. Tetla	6.60	3	0	19478	0.9	83.8	2.3	6.9	1.3	2.6	1.1	0.7	0.4	84.7	2.3	13.0	0.074	0.501	19.473381	-98.112579					
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	14806	0.9	83.7	2.5	7.0	1.3	2.5	1.0	0.7	0.4	84.6	2.5	12.9	0.097	0.501	19.506436	-98.117082					
Tlaxco	23.91	1	0	9099	1.1	78.9	2.1	9.2	1.7	4.2	1.4	0.6	0.8	80.0	2.1	17.9	0.090	0.606	19.582725	-98.130630					
Tlaxco	23.91	3	0	5304	1.7	79.8	1.1	8.7	1.7	4.2	1.8	0.4	0.6	81.5	1.1	17.4	0.088	0.509	19.626435	-98.124693					
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																								
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	6970	2.6	80.2	0.6	7.8	1.2	5.1	1.4	0.4	0.7	82.8	0.6	16.6	0.081	0.506	19.800385	-98.026804					
Zacatlán	71.25	1	0	10013	3.0	82.1	1.0	5.6	0.5	4.8	1.4	0.5	1.1	85.1	1.0	13.9	0.072	0.515	19.918496	-97.959144					
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																								
T. C. Pachuca - Tuxpam	113.15	1	0	8887	1.8	82.1	1.9	10.4	1.1	1.1	0.9	0.5	0.2	83.9	1.9	14.2	0.072	0.513	20.123284	-98.128825					

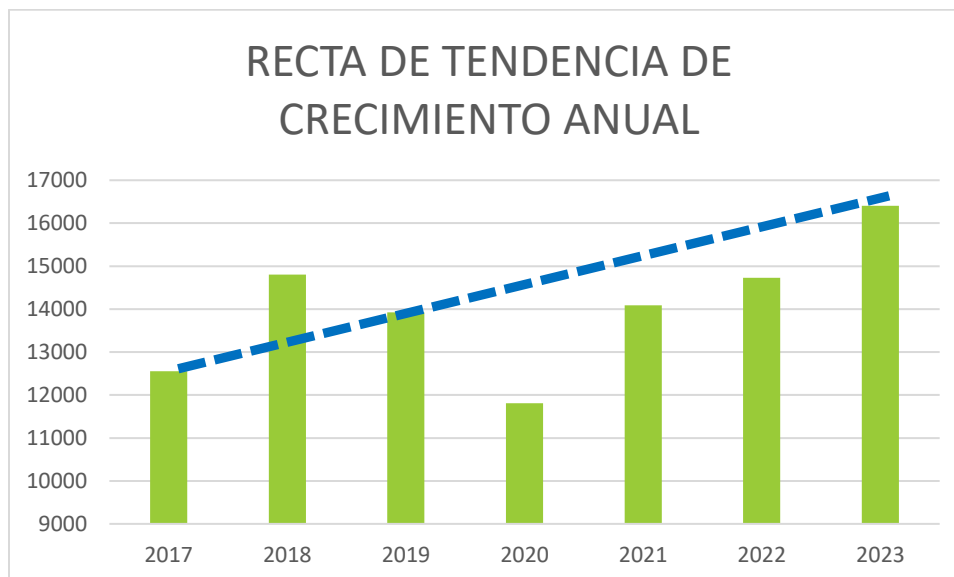
Tabla 13. Movilidad registrada en 2018- Fuente SICT

TLAXCALA

3 CARR :Apizaco - Tejocotal				CLAVE: 00430										RUTA: MEX-119					AÑO: 2017	
LUGAR	ESTACION				CLASIFICACION VEHICULAR EN PORCIENTO														COORDENADAS	
	KM	TE	SC	TDPA	M	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	A	B	C	K	D	LATITUD	LONGITUD
Apizaco	0.00	3	1	11916	1.2	87.2	1.1	5.0	1.0	1.9	1.5	0.5	0.6	88.4	1.1	10.5	0.080	0.508	19.427544	-98.136298
Apizaco	0.00	3	2	13079	1.3	85.6	1.1	5.8	1.2	2.3	1.6	0.5	0.6	86.9	1.1	12.0	0.078	0.508	19.427526	-98.136303
T. Der. Tetela	6.60	3	0	19136	1.0	81.3	2.4	9.5	1.2	2.5	1.0	0.7	0.4	82.3	2.4	15.3	0.078	0.501	19.469346	-98.111916
T. Izq. Atlangatepec	12.15	1	0	12551	0.6	78.9	2.3	9.4	1.6	4.4	1.6	0.5	0.7	79.5	2.3	18.2	0.076	0.506	19.505833	-98.117015
Tlaxco	23.91	1	0	7824	1.3	84.7	0.5	6.6	0.8	4.1	1.0	0.2	0.8	86.0	0.5	13.5	0.067	0.506	19.582731	-98.130705
Tlaxco	23.91	3	0	5387	1.7	78.6	1.3	9.2	1.7	4.8	1.7	0.5	0.5	80.3	1.3	18.4	0.082	0.508	19.626413	-98.124663
Lim. Edos. Term. Tlax. Ppia. Pue.	34.45																			
T. Der. Tetela de Ocampo	52.20	1	0	6952	2.2	80.8	0.7	8.0	1.2	4.7	1.5	0.3	0.6	83.0	0.7	16.3	0.085	0.507	19.801089	-98.026394
Zacatlán	71.25	1	0	10298	3.3	81.2	1.3	5.9	0.5	4.6	1.6	0.5	1.1	84.5	1.3	14.2	0.069	0.502	19.918535	-97.959240
Lim. Edos. Term. Pue. Ppia. Hgo.	110.45																			
T. C. Pachuca - Tlaxpam	113.15	1	0	7928	2.0	81.8	1.9	10.5	1.1	1.1	0.9	0.5	0.2	83.8	1.9	14.3	0.084	0.514	20.123862	-98.128687

Tabla 14. Movilidad registrada en 2018 – Fuente SICT

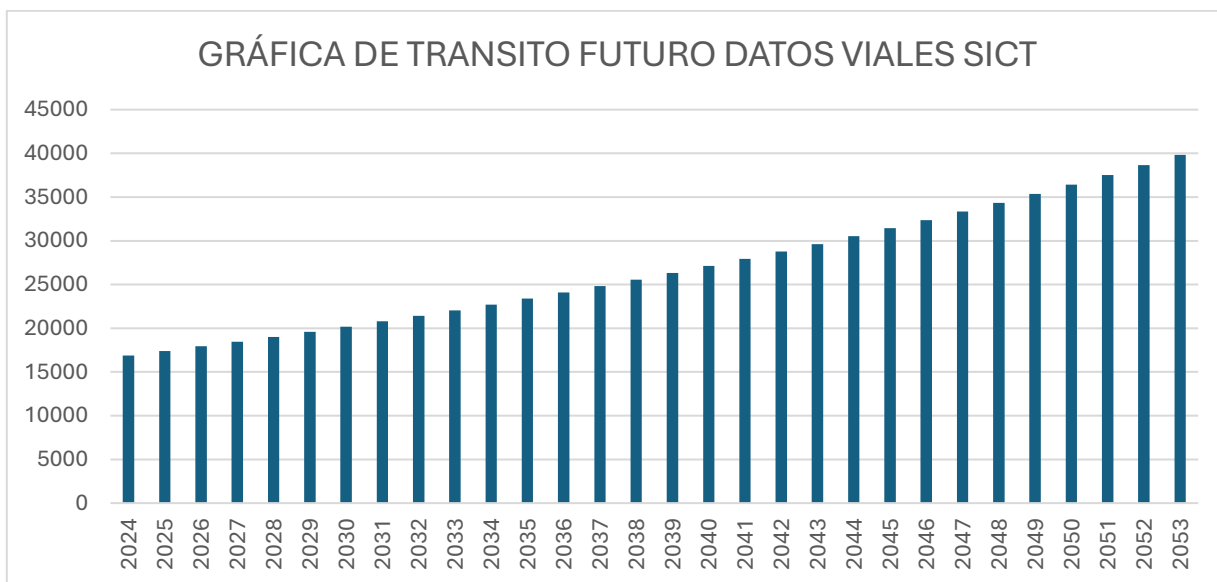
Recta de la tasa de crecimiento anual



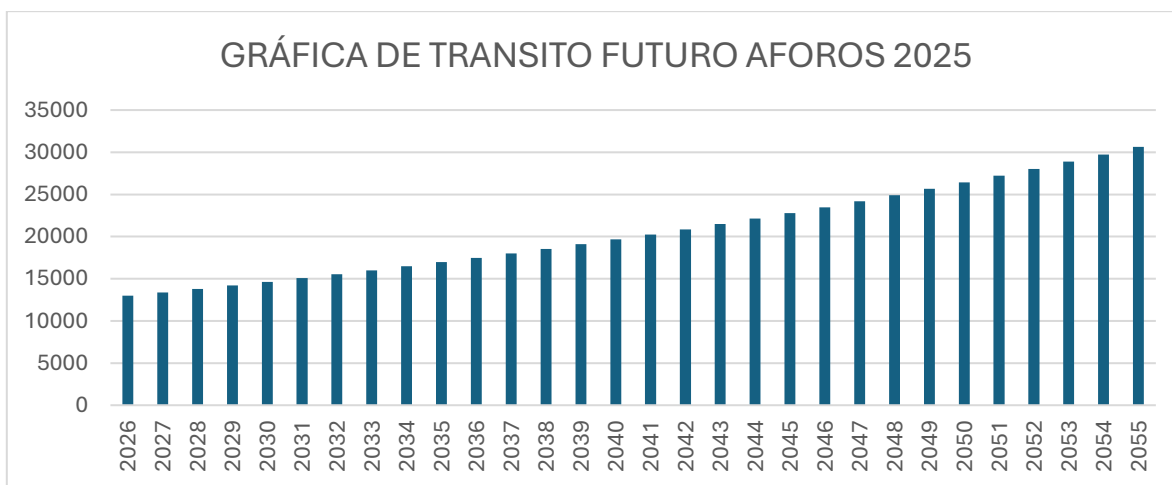
Grafica 3. Crecimiento anual

La gráfica muestra el comportamiento histórico del TDPA, en el tramo en estudio, así como la línea de tendencia calculada por el método de mínimos cuadrados, con una tasa de crecimiento de: **2.62%**, para la estación **“T IZQ. ATLANGATEPEC” DE LA CARRETERA APIZACO – TEJOCOTAL**. Libre de peaje.

La TASA DE CRECIMIENTO nos arroja un valor de 2.62%, sin embargo, siguiendo la recomendación de la SICT, se tomará una TASA DE CRECIMIENTO DEL 3.0% anual de acuerdo con la información de los promedios nacionales.

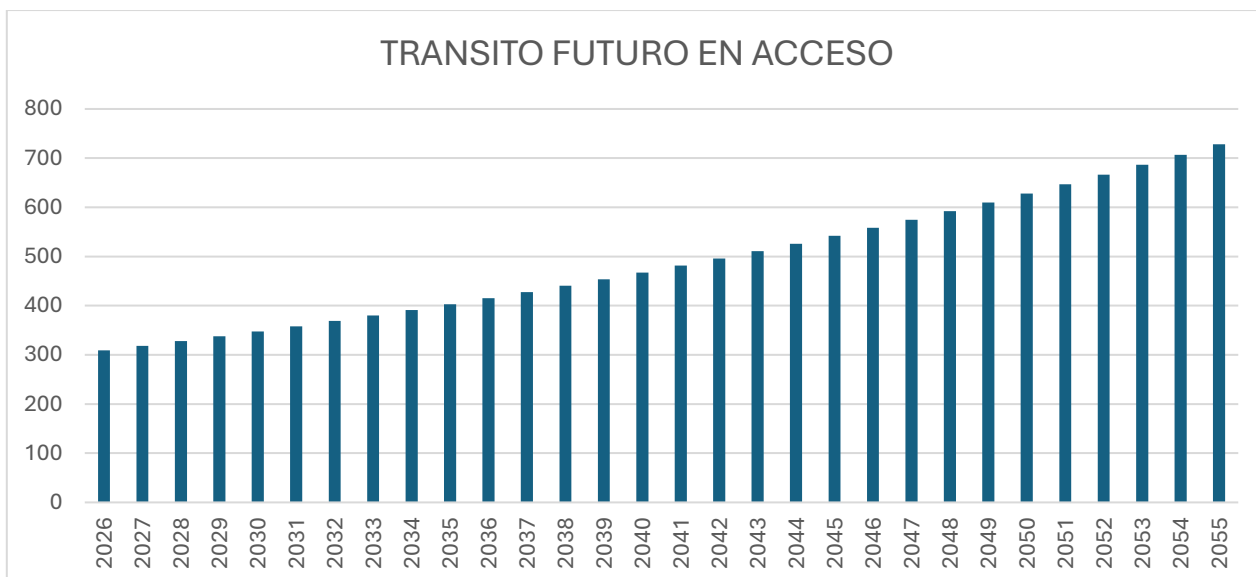


Grafica 4. Transito futuro – Fuente SICT



Grafica 5. Transito futuro estimado en aforos

Con base a los Datos Aforados en el mes de febrero del presente año y considerando que en el acceso se tiene un TDPA de 300 vehículos se procedió a realizar el análisis estadístico para determinar la ecuación de la recta de los datos obtenidos y su tasa de crecimiento.



Grafica 6. Proyección de tránsito en el acceso al centro de distribución "El Ranchero"

De los datos viales publicados por la dirección general de servicios técnicos, para el año **2023** se tiene la siguiente clasificación vehicular:

"t izq. Atlangatepec" de la carretera Apizaco - Tejocotal

APIZACO - TEJOCOTAL	CLASIFICACIÓN TDPA							TOTAL
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	
KM 12+150	87.70%	1.80%	4.60%	1.60%	2.40%	1.00%	0.90%	100.00%
	14387	295	755	262	394	164	148	16405

Tabla 15. Datos viales KM 12+150 – Fuente SICT

La información anterior es semejante a la obtenida mediante los aforos para el año 2023, como se aprecia en las siguientes tablas:

Ramal ciudad industrial Xicohtécatl cuerpos a y b, carr: Apizaco - Tejocotal

MENA - HUAMANTLA	CLASIFICACIÓN TDPA							TOTAL
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	
2+865	87.70%	1.80%	4.60%	1.60%	2.40%	1.00%	0.90%	100.00%
	11067	227	580	202	303	126	114	12,619

RAMAL CIUDAD INDUSTRIAL XICOHTENCATL CUERPO A CARR: APIZACO - TEJOCOTAL

MENA - HUAMANTLA	CLASIFICACIÓN TDPA							TOTAL
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	
2+865	87.70%	1.80%	4.60%	1.60%	2.40%	1.00%	0.90%	100.00%
	4207	86	221	77	115	48	43	4,798

RAMAL CIUDAD INDUSTRIAL XICOHTENCATL CUERPO B, CARR: APIZACO - TEJOCOTAL

MENA - HUAMANTLA	CLASIFICACIÓN TDPA							TOTAL
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	
2+865	87.70%	1.80%	4.60%	1.60%	2.40%	1.00%	0.90%	100.00%
	6859	141	360	125	188	78	70	7,821

Tabla 16. Clasificación TPDA – Fuente SICT

Volumen esperado en el Centro de Distribución y clasificación vehicular

RAMAL CIUDAD INDUSTRIAL XICOHTENCATL CUERPOS A Y B, CARR: APIZACO - TEJOCOTAL

ACCESO	CLASIFICACIÓN TDPA							TOTAL
	A	B	C2	C3	T3-S2	T3-S3	T3-S2-R4	
2+865	87.70%	1.80%	4.60%	1.60%	2.40%	1.00%	0.90%	100.00%
	263	5	14	5	7	3	3	300

Tabla 17. Clasificación TPDA del volumen esperado – Fuente SICT

Estudio de tránsito futuro

Al igual que otros sistemas dinámicos, los elementos físicos y estáticos del transporte, como carreteras, calles, intersecciones y terminales, están expuestos a la demanda de volúmenes de tráfico que ocupan un espacio y un tiempo. Estos volúmenes de tráfico se caracterizan por su distribución espacial, que surge de la necesidad de las personas de realizar viajes entre diferentes orígenes y destinos, aprovechando las oportunidades y comodidades que ofrece el entorno circundante. Además, la distribución temporal de los volúmenes de tráfico es el resultado de los estilos de vida y hábitos que llevan a las personas a seguir patrones de viaje basados en el tiempo, realizando desplazamientos en ciertas épocas del año, días específicos de la semana o en horas particulares del día.

Cuando se lleva a cabo la planificación de una carretera o calle, la elección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios se basa principalmente en el volumen de tráfico o demanda que circula en un determinado periodo de tiempo, así como en su variabilidad, tasa de crecimiento y composición.

Los métodos más usados de asignación proporcional son los de asignación "todo o nada" y asignación probabilística. En la asignación "todo o nada", se supone que todo el flujo entre un par origen-destino dado, sigue el camino que en conjunto presenta el costo mínimo. En este escenario, la repartición de los flujos entre ambas redes será función de diversas

variables tales como el congestionamiento el nivel de servicio en ambas redes y las cuotas a aplicarse en la nueva red. Lo anterior debería de ser objeto de estudios tendientes a tratar de comprender cómo podría ser la asignación de tránsito en estas circunstancias.

El pronóstico del volumen del tránsito futuro, el TPDA, del año de proyecto, en el mejoramiento de una carretera existente o en la construcción de una nueva carretera, deberá basarse no solamente en los volúmenes normales actuales, sino también en los incrementos del tránsito que se espera utilicen la nueva carretera.

Los volúmenes de tránsito futuro, TF, para efectos de proyecto se derivan a partir del tránsito actual, TA, y del incremento del tránsito, IT, esperado al final del periodo o año meta seleccionado.

Parámetros de diseño

En conclusión, se tiene que la superficie de rodamiento de la Carretera Federal R-136 Los Reyes – Zacatepec, en el KM 139+500, se encuentra en BUENAS condiciones, se encuentran definidos los sentidos de circulación, teniendo una barrera central para dividir dos carriles por sentido.

Sin embargo, debido al crecimiento del tránsito en esta zona, es necesario modificar la infraestructura vial para proporcionar los servicios que la población requiere actualmente.

PARAMETROS DE DISEÑO	
TDPA AFORADO	12,619
TDPA AFORADO SENTIDO 2 (CUERPO B)	7,821
TDPA EN ACCESO	300
VELOCIDAD DE PUNTO SENTIDO 2 (CPO. B)	80 KM/HR

Tabla 18. Parámetros de diseño en base al estudio de ingeniería en tránsito

Es importante informar que, en el diseño geométrico, se proponen marcas en el pavimento denominadas rayas logarítmicas con botones reflejantes, **para lo cual se espera tener una velocidad en el acceso de 70 km /hr** las cuales permiten regular la velocidad de los vehículos de largo itinerario para proporcionar condiciones más seguras a los usuarios del centro de distribución, cuyas dimensiones y especificaciones estarán plasmadas en el plano de diseño geométrico.

4. Diseño del pavimento

Estratigrafía:

P.C.A. No. 1

- De 0.00 a 0.10 m:

Se cuenta con la capa de carpeta asfáltica de granulometría densa en caliente.

- De 0.10 a 0.30 m:

Prosigue la capa de base hidráulica, que presenta en su composición granulométrica simplificada, 100% pasa la malla de 2", 47% que pasa la malla No. 4, y el 7% de material pasa la malla No. 200, límite líquido 18.4%, índice plástico N.P., por lo tanto, de acuerdo con la clasificación S.U.C.S. es una grava limosa (GP-GM).

- De 0.30 a 0.60 m:

Le continúa la capa de Subrasante con un espesor promedio de 0.30 m, que presenta en su composición granulométrica simplificada 93% pasa la malla No. 4, y el 70% se retiene en la malla No. 200, el 32% de material pasa la malla No. 200, límite líquido 35.72%, índice plástico 11.3%, por lo tanto, su clasificación S.U.C.S. son arena arcillosa, (SC).

- De 0.60 a 1.00 m:

Por último, se encontró la capa de terreno natural, que presenta en su composición granulométrica simplificada 95% pasa la malla No. 4, y el 80% se retiene en la malla No. 200, el 35% de material pasa la malla No. 200, límite líquido 41%, índice plástico 13.4%.

En base a los análisis se determinó que su clasificación S.U.C.S es arena arcillosa.

P.C.A. N° 1

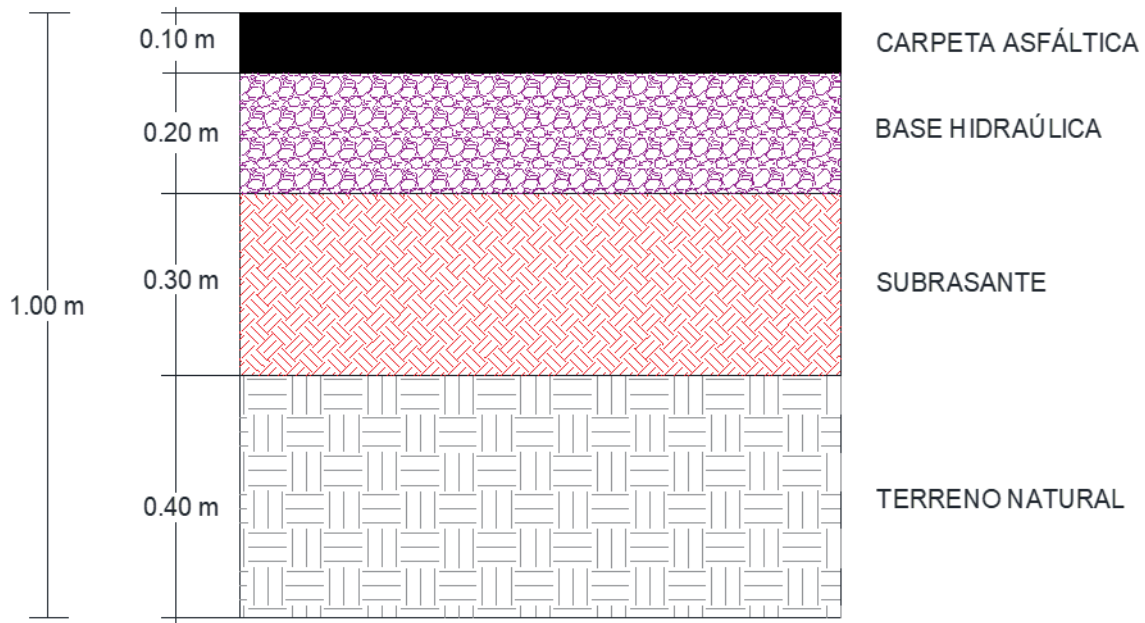


Figura 3. Propiedades índice de la carpeta P.C.A. N°1

P.C.A. No. 2

- De 0.0 a 0.80 m

El primer estrato de terreno natural, que presenta en su composición granulométrica simplificada 94% pasa la malla No. 4, y el 81% se retiene en la malla No. 200, el 43% de material pasa la malla No. 200, límite líquido 39.3%, índice plástico 13.2%, por lo tanto, su clasificación S.U.C.S. es arena arcillosa (SC).

P.C.A. No. 2

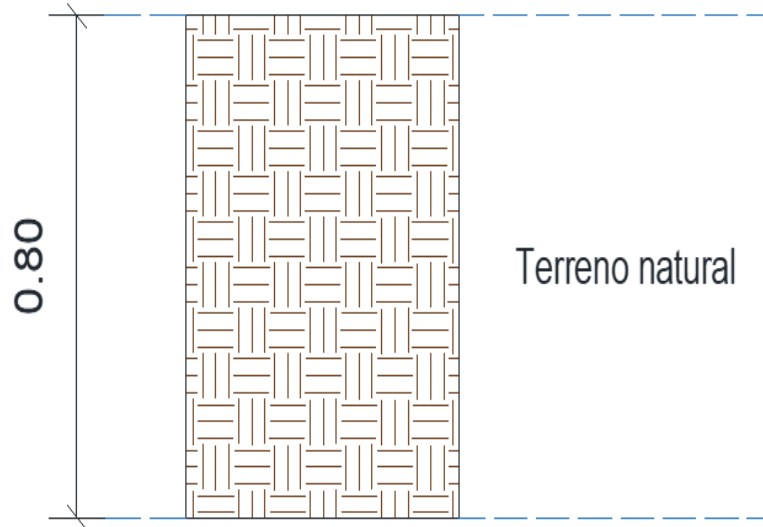


Figura 4. Propiedades índice de la carpeta P.C.A. N°2

El estudio se realizó en condiciones actuales de exploración del sitio con resultados obtenidos en pruebas de laboratorio. En base al análisis del subsuelo explorado, se define su estratigrafía como apropiado para una vialidad, así como también cabe mencionar que no se detectó la presencia del nivel de aguas freáticas (N. A. F.).

Se sugiere que para el desplante al acceso a la gasolinera se realice una adecuación de niveles para designar la estructura del pavimento a utilizar.

Todos los materiales emplearse deben cumplir con las características de calidad en las normas S.I.C.T. vigentes. Cabe mencionar que es importante que durante el proceso constructivo se cuente con los servicios del laboratorio de control de calidad, que garantice la terminación de cada una de las etapas constructivas con el estricto apego a las especificaciones del proyecto.



Imagen 6. P.C.A N°2

Método de diseño

Para obtener un diseño adecuado en la modernización del acceso se ha propuesto la construcción de pavimento flexible con periodo de diseño a 20 años, para conocer el estado actual del pavimento flexible existente utilizando la herramienta IMT-PAVE.

El método del IMT-PAVE es una alternativa de diseño exclusiva para pavimentos flexibles. En este software se consideran factores de diseño del tipo “Mecánico-empirista”. Para poder utilizar este método de diseño, se necesita de datos de entrada: TDPA, tasa de crecimiento y periodo de diseño. Para la estimación de daño de la sección considera espectros de carga. Además, el IMT-PAVE contiene una sección de “valores típicos” para los módulos resilientes de cada capa. Las características de espectros de carga y propuesta de valores de módulo de resiliencia hacen que el método brinde resultados de mayor aproximación.

Cálculo de la estructura

MÉTODO DEL IMT-PAVE 3.0

Solución pavimento flexible

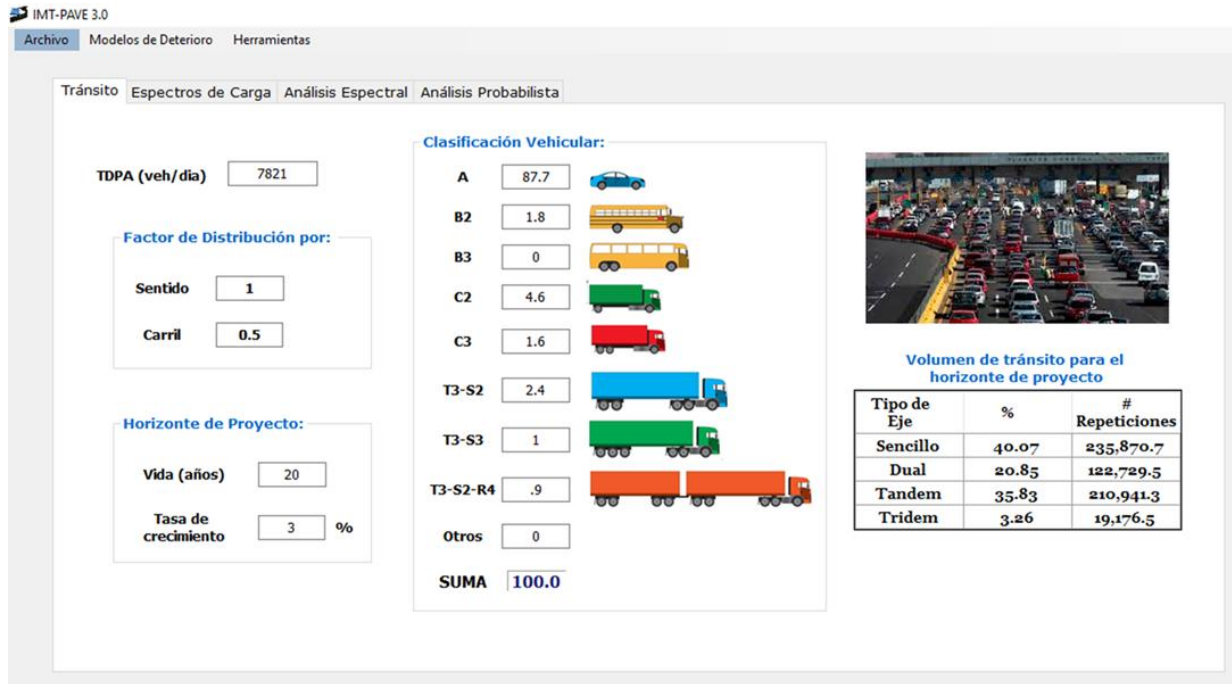


Figura 5. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Tránsito

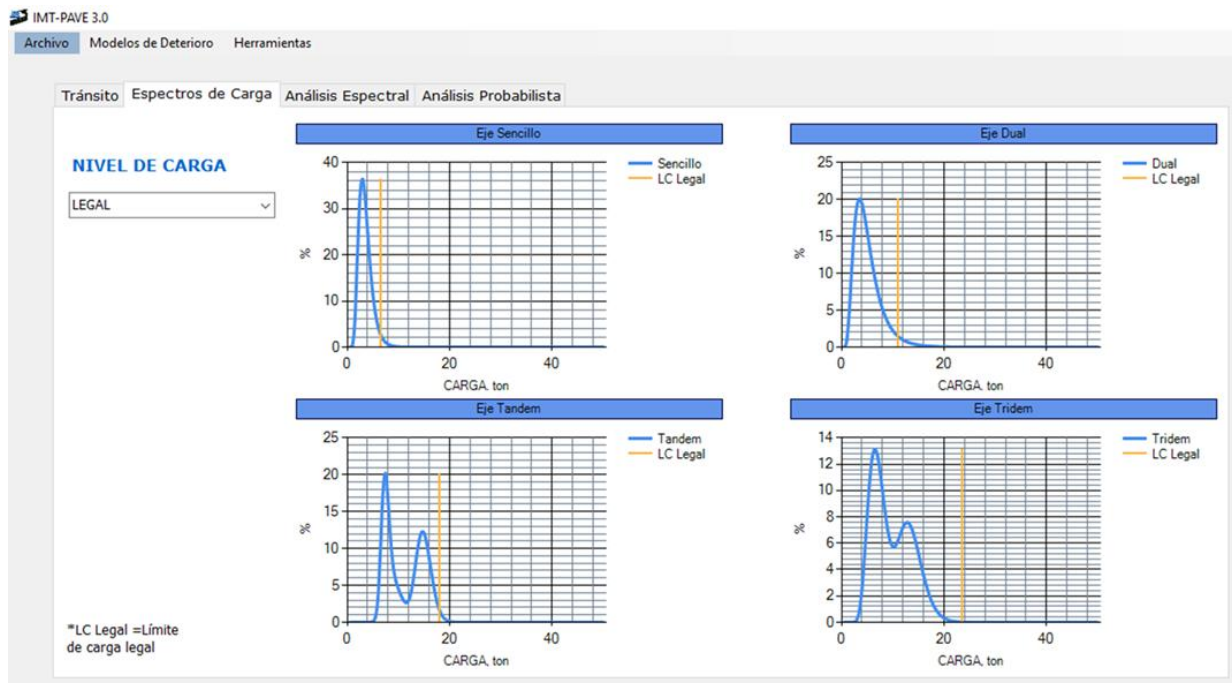


Figura 6. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Espectros



IMT-PAVE 3.0

Archivo Modelos de Deterioro Herramientas

Tránsito Espectros de Carga **Análisis Espectral** Análisis Probabilista

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

No. de Capa	Nombre Capa	Espesor (cm)	Módulo (MPa)
1	Carpeta Asfáltica	6	3500
2	Base granular	20	2500
3	Sub rasante	30	600
4	Capa semi-infinita		50

Ejecuta Análisis Espectral

RESULTADOS

Vida por fatiga (años) > 20

Vida por deformación (años) > 20

Figura 7. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Análisis espectral

IMT-PAVE 3.0

Archivo Modelos de Deterioro Herramientas

Tránsito Espectros de Carga **Análisis Espectral** Análisis Probabilista

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

No. de Capa	Nombre Capa	Espesor (cm)	Módulo (MPa)	Coefficiente de Variación, %
1	Carpeta Asfáltica	6	3500	10
2	Base granular	20	2500	10
3	Sub rasante	30	600	10
4	Capa semi-infinita		50	10

CONFIABILIDAD

95% v

Análisis Probabilista

Reporte

RESULTADOS

Vida por fatiga (años) > 20

Vida por deformación (años) > 20

Figura 8. Uso de software IMT – PAVE 3.0 – Análisis final



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

IMT - PAVE Ver. 3.0

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

DATOS DE TRÁNSITO

TDPA : 7821

Factor de distribución por carril : 0.5

Factor de distribución por sentido : 1

Proyecto:

Fecha : 27/02/2025

Horizonte del proyecto : 20 Años :

Tasa de crecimiento : 3 %

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

A : 87.7 C2 : 4.6 T3-S3 : 1

B2 : 1.8 C3 : 1.6 T3-S2-R4 : .9

B3 : 0 T3-S2 : 2.4 Otros : 0

VOLUMEN DE TRÁNSITO PARA EL HORIZONTE DEL PROYECTO

TIPO DE EJE	%	# DE REPETICIONES POR AÑO
Sencillo	40.07	235,870.7
Dual	20.85	122,729.5
Tandem	35.83	210,941.3
Tridem	3.26	19,176.5

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

No. CAPA	NOMBRE CAPA	ESPESOR (cm)	MÓDULO (MPa)	COEF. VARIACIÓN (%)
1	Carpeta Asfáltica	6	3500	10
2	Base granular	20	2500	10
3	Sub rasante	30	600	10
4	Capa semi-infinita		50	10

NIVEL DE CARGA USADO : LEGAL

CONFIABILIDAD : 95%%

RESULTADOS

VIDA A LA FATIGA : > 20 Años

A LA DEFORMACIÓN : > 20 Años

Nota: El proyecto constructivo deberá contemplar los espesores indicados y verificar que los materiales seleccionados para cada una de las capas del pavimento cumple con los valores de módulo de resiliencia definidos en el diseño y para las condiciones de compactación especificadas.

Figura 9. Reporte final de espesores para la carpeta



Sección de diseño

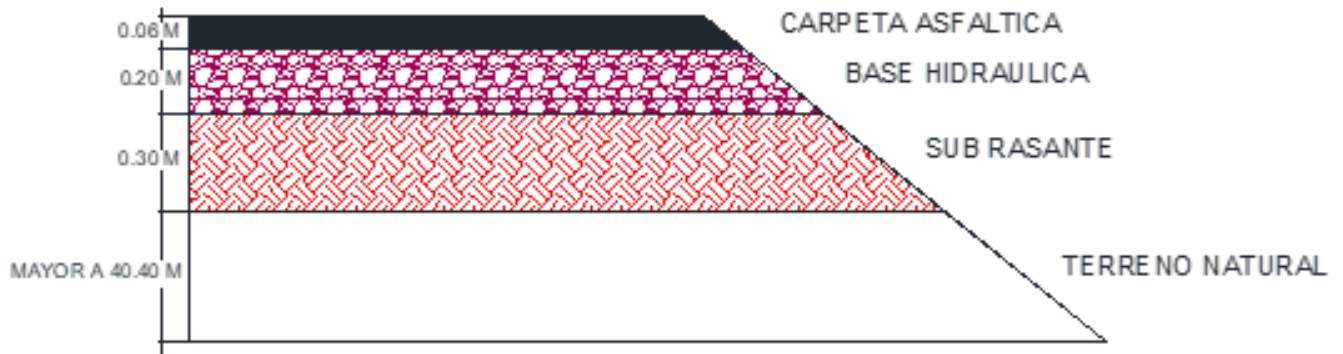


Figura 10. Espesores finales de la carpeta

Procedimiento constructivo

La construcción del carril de los carriles de cambio de velocidad se hará en el hombro del cuerpo B

Zona de ampliación

Realizar el corte del material existente al lado derecho en el Cuerpo B, a partir del hombro, de un espesor mínimo de 50 cm, para alojar la capa, subrasante, base hidráulica y del pavimento nuevo llegando 50 cm abajo del nivel del hombro actual; o en el caso de zonas de terraplén, se realizarán escalones de liga y despalme del terreno natural, para alojar por lo menos las mismas capas.

Sobre la superficie descubierta por el corte, o bien el terreno natural despalmado, se aplicará la compactación necesaria hasta alcanzar el 90% como mínimo de su P.V.S.M., calculado con la prueba AASHTO estándar, en 20.0 cm de espesor.

En los casos del terraplén, se construirán las capas necesarias hasta alcanzar el nivel inferior de la subrasante de proyecto; el espesor de cada capa de terraplén será no mayor de 30.0 cm y compactación del 90% como mínimo de su P.V.S.M., calculado con la prueba AASHTO estándar. (N-CMT 1-01/02).

Sobre las capas de terraplén terminadas y o la superficie de corte compactada, se construirá la capa subrasante de 30.0 cm de espesor, con compactación del 100% mínimo de su P.V. S. M., calculado con la prueba AASHTO estándar. (N-CMT 1-03/21).

Sobre la capa terminada, se construirá la capa de base hidráulica de 20.0 cm de espesor y compactación del 100% como mínimo de su P.V. S. M., calculado con la prueba AASHTO modificada. La base hidráulica estará formada con material procedente de algún banco comercial con valor de soporte tipo California mínimo de 80%, y que cumpla con las especificaciones de la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, para menos de 1 millón de ejes equivalentes (SL<106), incrementándole humedad hasta alcanzar la óptima. (N-CMT 4-02-002/22).



Sobre la base hidráulica terminada, se aplicará un barrido enérgico con equipo mecánico, un riego ligero de agua para mantener la humedad superficial de la capa, y un riego de impregnación con emulsión asfáltica tipo ECI-60 a razón de 1.5 a 1.7 lt/m². (N-CMT 4-05-005/22).

Aplicar riego de liga para carpeta asfáltica con emulsión asfáltica de rompimiento rápido del tipo ECR-65 a razón de 0.5 a 0.7 lt/m².

(N-CMT 4-05-005/22).

Construir Carpeta de 6.0 cm de concreto asfáltico (en caliente), utilizando pétreo extraído de banco, triturado y cribado, con cemento asfáltico PG 64H-16. Que cumpla con lo mencionado en el párrafo de control de calidad de este mismo trabajo, compactada al 95% de su MVSM, tipo Marshall. N-CMT 4-04/17 y N-CMT 4-05-003/16.

Control de calidad y especificaciones

Cabe resaltar que para que el proceso se lleve a cabo en los tiempos proyectados y dentro de los parámetros de calidad especificados, será necesario que se cuente en todo momento con un laboratorio de control de calidad, que garantice la terminación de cada una de las etapas constructivas con el estricto apego a las especificaciones del proyecto.

Para carpeta de concreto asfáltico

Espesor (cm)	6.0 cm
Compactación (%)	95 (mínimo) Marshall.
Tamaño Máximo (pulg.)	3/4"
Estabilidad kg	700 (mínimo)
Flujo (mm)	2 – 4
Vacíos (%)	3 - 5
V.A.M. (%)	14 (mínimo)
Tamaño máximo (agreg.)	3/4"
Contraccion lineal	20% (máximo)
Equivalente de Arena	55%(mínimo)

Desgaste Los Ángeles	40% (máximo)
Partículas alargadas y/o	35% (máximo)
En forma de laja	

Tabla 19. Especificaciones para carpeta de concreto asfáltico

Para base hidráulica	
Espesor (cm.)	20.0 cm
Compactación (%)	100 (mínimo) AASHTO modif.
Tamaño máximo (pulg.)	1 ½"
VRS. (%)	100.0 (mínimo)
Equivalente de Arena (%)	50 (mínimo)

Tabla 20. Especificaciones para base hidráulica

Capa subrasante:	
Espesor (cm.)	30.0
Compactación (%)	100 (mínimo) AASHTO std.
Tamaño máximo (pulg.)	3
VRS. (%)	20.0 (mínimo)
Expansión (%)	3.0 (máximo)

Tabla 21. Especificaciones para capa subrasante

Capas de terraplén:

Espesor (cm.)	30.0
Compactación (%)	90 (mínimo) AASHTO std.
Tamaño máximo (pulg.)	3
VRS. (%)	5.0 (mínimo)
Expansión (%)	5.0 (máximo)

Tabla 22. Especificaciones para capas de terraplén

Para riego de impregnación (Emulsión Asfáltica)

Contenido de C. A. en masa	60% (mínimo)
Viscosidad Saybol-Furol a 25°C	5.0 s (mínimo)
Asentamiento en 5 días (dif. en %)	10% (máximo)
Retenido en malla 20	0.1% (máximo)
Pasa malla 20 y retiene en 60	0.25% (máximo)
Carga eléctrica de las partículas	+
Disolvente en volumen	15% (máximo)

Tabla 23. Especificaciones para riego de impregnación

Pruebas al residuo de la destilación

Viscosidad dinámica a 60°C	500 +- 100 poises
Penetración a 25°C en 100 g y 5.0s	100 – 400 (0.1 mm)
Solubilidad	97.5% (mínimo)
Ductilidad a 25°C	40 cm (mínimo)

Tabla 24. Especificaciones para pruebas al residuo de la destilación

Para riego de liga (Emulsión Asfáltica)	
Contenido de C. A. en masa	65% (mínimo)
Viscosidad Saybol-Furol a 50°C	40 s (mínimo)
Asentamiento en 5 días (dif. en %)	5% (máximo)
Retenido en malla 20	0.1% (máximo)
Pasa malla 20 y retiene en 60	0.25% (máximo)
Carga eléctrica de las partículas	+
Disolvente en volumen	3.0% (máximo)
Indice de ruptura	< 100 (%)

Tabla 25. Especificaciones para riego de liga

Pruebas al residuo de la destilación

Viscosidad dinámica a 60°C	500 +- 100 poises
Penetración a 25°C en 100 g y 5.0s	110 – 250 (0.1 mm)
Solubilidad	97.5% (mínimo)
Ductilidad a 25°C	40 cm (mínimo)

Tabla 26. Especificaciones para pruebas de residuo de la destilación

La calidad de los materiales a utilizar, y de las mezclas debe cumplir con lo establecido en las siguientes normas editadas por S.I.C.T. edición más reciente que este publicada, utilizando las especificaciones para un tránsito para cualquier valor de ejes equivalentes.

La empresa contratista deberá atender las siguientes normas para asegurar la calidad de la construcción (con la versión vigente):

M-MMP-1-02/03, Clasificación de fragmentos de roca y suelos.

N-CMT-01-01/21, Materiales para terraplén.



N-CMT-01-03/21, Materiales de subrasante.

N-CMT-4-02-002/22, Materiales de base hidráulica

N CMT 4 05 001/22, Materiales Asfálticos.

N CMT 4 04/17 y N CMT 4 05 003/16, Carpeta Asfáltica

N-CTR.CAR-1-01-002/11, Despalme

N-CTR.CAR-1-01-003/11, Cortes

N-CTR.CAR-1-01-005/11, Excavación para Canales

N-CTR.CAR-1-01-006/00, Afinamiento

N-CTR.CAR-1-01-007/11, Excavaciones para Estructuras

N-CTR.CAR-1-01-008/00, Bancos

N-CTR.CAR-1-01-009/16, Terraplenes

N-CTR.CAR-1-01-011/20, Rellenos

N-CTR.CAR-1-01-013/00, Acarreo

N-CTR-CAR-1-04-002/11, Sub Base y Bases Hidráulicas

N-CTR-CAR-1-04-004/15, Riego de Impregnación.

N-CTR-CAR-1-04-005/15, Riego de Liga

N-CTR-CAR-1-04-006/20, Carpeta Asfáltica con Mezcla en Caliente

4.1 Delimitación y descripción de la zona de estudio

Se identificó el emplazamiento exacto del acceso vehicular al centro de distribución, especificando coordenadas, altitud y características generales del entorno. Esta información fue esencial para contextualizar los estudios técnicos y definir las condiciones topográficas del proyecto.

4.2 Objetivo y alcance del estudio técnico

Se definió como objetivo general el diseño estructural del pavimento con un horizonte de 15 a 20 años. Los alcances incluyeron la evaluación del tránsito, la caracterización del suelo, la selección del tipo de pavimento y el planteamiento del procedimiento constructivo.



4.3 Recopilación y análisis de datos base

4.3.1 Estudio de tránsito vehicular

Se realizaron aforos vehiculares en campo y se consultaron estaciones maestras de datos de la SCT. Con ello se determinó el TDPA, la distribución vehicular y la tasa de crecimiento, fundamentales para el diseño del pavimento.

4.3.2 Estudio geotécnico del sitio

Se llevaron a cabo dos pozos de exploración (PCA-1 y PCA-2), análisis de laboratorio y clasificación SUCS. El estudio permitió conocer la estratigrafía del terreno, detectar la ausencia de nivel freático y evaluar la capacidad del suelo para soportar la estructura vial.

4.4 Caracterización del sitio y del tránsito

Se consolidaron los datos de tránsito proyectado y real, asignando un TDPA de 300 vehículos con una tasa de crecimiento del 3%. Esta información fue la base para dimensionar la estructura del pavimento.

4.5 Selección del método de diseño

Se eligió el método IMT-PAVE 3.0, un sistema mecánico-empírico especializado para pavimentos flexibles. Se introdujeron variables como espectros de carga, módulos de resiliencia y confiabilidad estadística para obtener una propuesta robusta de diseño.

4.6 Cálculo de la estructura del pavimento

Con base en los datos geotécnicos y de tránsito, se definió una sección estructural compuesta por:

6 cm de carpeta asfáltica

12 cm de base

20 cm de base hidráulica

30 cm de subrasante

Cada espesor fue definido según esfuerzos proyectados y soporte del terreno.

4.7 Procedimiento constructivo propuesto**

Se estableció el proceso secuencial para construir el carril de desaceleración sobre el hombro del cuerpo B. Incluye corte, formación de terraplén, compactaciones por capas, construcción de subrasante, base hidráulica y carpeta asfáltica, todo bajo normas SCT.

4.8 Control de calidad y cumplimiento normativo

Se detallaron las especificaciones que deberán cumplir los materiales y procesos constructivos, conforme a normas oficiales (SCT y SICT). Se remarcó la necesidad de un laboratorio de control de calidad para validar cada etapa de obra.



4.9 Fuentes de materiales (bancos)

Se identificaron los bancos de materiales para terraplén, subrasante, base hidráulica y carpeta asfáltica, indicando ubicación y tipo de material que ofrecen, asegurando que cumplen con las normas y especificaciones del proyecto.

Señalamiento de precaución

Durante la ejecución de obras viales, es fundamental garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y del personal que labora en la zona de construcción. Esto se logra mediante la correcta implementación de un dispositivo de control temporal del tránsito, también conocido como señalamiento preventivo temporal, el cual regula la circulación, advierte de posibles riesgos y delimita la zona de trabajo.

Este informe detalla el procedimiento técnico para calcular la cantidad de dispositivos de señalamiento (conos, tambos, señales verticales, entre otros), su distribución espacial, su función, y la normativa que lo regula, específicamente para el caso de la obra en el km 2+865 Cuerpo B de la carretera Apizaco – Tejocotal.

Fundamento normativo

Los criterios establecidos en este informe se basan en:

- Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras (SCT/SICT)
- Manual del SEÑALAMIENTO VIAL TEMPORAL EN ZONAS DE OBRAS (SCT)
- Guía de seguridad en zonas de trabajo de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2020)

Estas normas definen las dimensiones mínimas de señalamiento, distancias de colocación y tipos de dispositivos según el tipo de vía, velocidad de operación, número de carriles y duración de la obra.

Clasificación de la zona de trabajo

Para efectos de este proyecto, la zona de trabajo se clasifica como:

- Tipo de vía: Carretera federal primaria (Apizaco–Tejocotal)
- Velocidad de operación: 70 – 90 km/h
- Número de carriles: 2 (uno por sentido, cuerpo B)
- Tipo de intervención: Carril de incorporación y desaceleración (obra lateral)
- Condición de operación durante obra: Circulación continua, sin desvíos permanentes



Elementos del señalamiento preventivo

Zonas de trabajo según el manual SCT

La señalización se divide en las siguientes zonas:

- Zona de Advertencia: Informa con anticipación sobre la existencia de obra.
- Zona de Transición: Donde los vehículos comienzan a reducir velocidad o cambiar trayectoria.
- Zona de Amortiguamiento: Área de seguridad entre los vehículos y la zona de trabajo.
- Zona de Trabajo: Espacio físico donde se ejecuta la obra.
- Zona de Terminación: Señala el fin de la obra.

Cálculo de la distancia y distribución de señalamiento

5.1 Longitud de las zonas según velocidad

Velocidad (km/h)	Zona de Advertencia	Zona de Transición	Amortiguamiento
70 – 90	180 – 250 m	80 – 100 m	30 – 50 m

Tabla 27. Distancia de señalamientos

Para este proyecto se adoptan los siguientes valores:

- Zona de advertencia: 250 m
- Zona de transición: 100 m
- Zona de amortiguamiento: 50 m
- Total del señalamiento previo a la obra: 400 m

Espaciamiento y cantidad de conos/tambos

De acuerdo con la NOM-086 y el manual de señalamiento SCT:

Espaciamiento entre conos/tambos:

- En zona de advertencia: cada 20 m
- En zona de transición: cada 10 m
- En zona de amortiguamiento: cada 5 m
- En zona de trabajo (contención lateral): cada 2 m



Zona de Advertencia (250 m / 20 m):

- 13 conos o tambos

Zona de Transición (100 m / 10 m):

- 10 conos o tambos

Zona de Amortiguamiento (50 m / 5 m):

- 10 conos o tambos

Zona de Trabajo (supongamos 100 m de longitud lineal):

- 50 conos laterales (1 cada 2 m)

6. Total estimado de dispositivos

Tipo de dispositivo	Cantidad estimada
Conos o tambos (advertencia + transición + amortiguamiento)	33
Conos para zona de trabajo	50
Total	83 conos o tambos

Tabla 28. Total de dispositivos

Señalización vertical complementaria

Además de conos y tambos, se deben colocar señales verticales temporales:

- "Obras a 250 m"
- "Disminuya la velocidad"
- "Hombres trabajando"
- "Desvío temporal" o "Camino en construcción" (si aplica)

Estas señales deben colocarse a una altura de 1.50 m del borde inferior, con lámina reflectante tipo III para visibilidad nocturna.

Consideraciones de seguridad adicionales

- Iluminación nocturna si la obra trabaja en horarios de poca luz.
- Chalecos reflejantes obligatorios para el personal.
- Supervisión diaria del señalamiento para mantenerlo visible y en posición correcta.
- Vehículo escolta o bandereros si hay transporte de maquinaria pesada que se incorpore o cruce la vía.

Plan de mantenimiento del señalamiento

- Revisión y reposición de dispositivos dañados o movidos por el viento, tránsito o actos vandálicos.
- Registro fotográfico semanal del estado del señalamiento.
- Bitácora de inspección del señalamiento.

El señalamiento preventivo temporal es un elemento fundamental para la seguridad en la construcción del acceso al centro de distribución. Su correcta implementación, basada en normativas vigentes, permite reducir riesgos de accidentes, proteger al personal y facilitar la circulación vial durante la ejecución del proyecto. La cantidad de conos y tambos, así como su distribución, se calculó cuidadosamente en función de la velocidad de la vía, el tipo de intervención y la duración estimada de los trabajos.

Ancho del carril

El diseño del carril de acceso al Centro de Distribución “El Ranchero” requiere un análisis geométrico específico que garantice la seguridad y eficiencia del ingreso y salida de vehículos, considerando que se trata de un desarrollo de tipo industrial, donde circularán camiones de carga con dimensiones superiores a los vehículos ligeros comunes.

Este documento explica el procedimiento técnico para calcular y justificar el ancho necesario del carril de acceso, tomando como base las características del tránsito proyectado, el vehículo de diseño, el tipo de vialidad existente y las normas aplicables.

Fundamento normativo

- El cálculo del ancho del carril se sustenta en los siguientes documentos técnicos:
- Norma de Proyectos Geométricos de Carreteras (SICT, 2022)
- Manual de Diseño Geométrico de Vialidades Urbanas (IMEPLAN/SCT)
- Manual de Carreteras SCT – Diseño Geométrico
- Lineamientos técnicos para accesos a instalaciones industriales (SICT)



Parámetro	Valor
Ubicación del acceso	Km 2+865, Cuerpo B, carretera Apizaco-Tejocotal
Tipo de acceso	Entrada y salida industrial con carriles de cambio de velocidad
Vehículo de diseño	T3-R3 (camión de tracto con 3 ejes)
Velocidad de operación	70 – 90 km/h
Radio de giro mínimo adoptado	20 m
Tránsito estimado de acceso	2.4% del TDPA (vehículos pesados mayoritariamente)

Tabla 29. Parámetros del proyecto

Selección del vehículo de diseño

Se seleccionó como vehículo de proyecto el T3-R3 con base en la naturaleza del centro de distribución. Las dimensiones generales de este vehículo son:

- Ancho: 2.60 m
- Longitud: 23.00 m
- Radio mínimo de giro externo: 15 – 20 m
- Ancho requerido para maniobra cómoda: 3.50 a 4.20 m

5.1 Valores recomendados según norma

Tipo de acceso	Ancho mínimo recomendado
Acceso ligero a zonas rurales	3.00 – 3.50 m
Acceso industrial con tránsito pesado	4.00 – 4.50 m
Acceso con radios cerrados o maniobras de giro	Hasta 5.00 m

Tabla 30. Determinación del ancho del carril



Consideraciones funcionales adicionales

- Sobreampio lateral (clearance): Se requiere espacio adicional para vehículos largos al girar.
- Bordillos y cunetas: Si se colocan cunetas u obras de drenaje, se recomienda considerar 0.30 – 0.50 m adicionales por lado.
- Seguridad en maniobras de ingreso/salida: Se evita invasión del carril contrario o necesidad de reversa.
- Esta elección garantiza que el diseño del acceso permitirá el paso sin maniobras forzadas o riesgosas.

Elemento	Ancho propuesto
Carril de acceso (único sentido)	4.00 m
Carril de salida (si se separa)	4.00 m
Total de acceso bidireccional	8.00 m (con división central opcional)
Acotamiento o franja de seguridad	0.50 m por lado (opcional)

Tabla 31. Ancho propuesto para el carril

Si se prevé que los camiones deban girar en un solo sentido desde un cuerpo de la carretera (por ejemplo, giro hacia la izquierda desde cuerpo B), el carril puede ampliarse hasta 4.50 m en la zona de giro.

Consideraciones constructivas

- El ancho de desplante del terraplén o base hidráulica debe ser mayor que el carril, incluyendo márgenes de compactación (mínimo 0.50 m por lado).
- Se recomienda el uso de cordón o guarnición trapezoidal para delimitar el acceso y evitar erosión lateral.
- Las curvas del acceso deben permitir el paso del vehículo de diseño sin que las ruedas traseras invadan bordes ni acotamientos.

Para garantizar el acceso eficiente y seguro de vehículos pesados al Centro de Distribución “El Ranchero”, el ancho del carril de entrada y salida debe ser de mínimo 4.00 m por sentido, lo que permite maniobras sin restricciones, considerando el vehículo de diseño T3-R3 y las normas mexicanas vigentes. Este dimensionamiento considera condiciones de operación realistas y brinda flexibilidad para futuras ampliaciones.

Cálculo Geométrico de la Curva para el Acceso Vehicular – Centro de Distribución “El Ranchero”

El diseño geométrico del acceso contempla una curva horizontal de entrada y salida desde la carretera hacia el terreno del centro de distribución. Esta curva debe permitir un giro seguro, cómodo y fluido para vehículos pesados, sin interferencias con el tránsito principal. El cálculo se basa en el vehículo de diseño tipo T3-R3, la velocidad de operación de la vía, y los criterios normativos establecidos por la SICT.

Fundamento normativo

- El diseño geométrico de curvas se rige por:
- Norma de Proyectos Geométricos de Carreteras (SICT, 2022)
- Manual de Carreteras SCT – Diseño Geométrico
- Normas Técnicas Complementarias de Diseño Vial
- Guía para diseño de accesos industriales (SICT, 2018)

Estas referencias establecen los valores mínimos de radios horizontales y sobreanchos necesarios según velocidad, tipo de vehículo y funcionalidad del acceso.

Parámetro	Valor
Vehículo de diseño	T3-R3 (camión articulado 3 ejes)
Ancho del vehículo	2.60 m
Velocidad de diseño en acceso	20 – 30 km/h (giro controlado)
Velocidad de carretera principal	70 – 90 km/h
Radio mínimo externo sugerido	15 – 25 m
Radio interno adoptado	12.0 m
Sobreancho requerido	1.0 – 1.5 m

Tabla 32. Parámetros de diseño

Criterios de diseño para el radio de curva

Según el Manual SCT, para vehículos de carga que ingresan desde una carretera con giro moderado, y una velocidad de acceso baja (20–30 km/h), se recomienda:

- Radio mínimo externo: 15.0 m
- Radio cómodo recomendado: 20.0 – 25.0 m
- Sobreancho por fricción y arrastre del eje trasero: hasta 1.5 m adicionales
- Para camiones largos, el radio externo permite que el eje trasero no invada acotamientos ni bordes interiores.

Cálculo de radio de la curva

Ecuación básica para curvas horizontales (sin peralte)

Para baja velocidad y acceso industrial, no es necesario calcular peralte o fuerzas centrífugas, pero como referencia:

$$R = \frac{V^2}{g(e + f)}$$

Donde:

- V : velocidad de operación en m/s (20 km/h = 5.55 m/s)
- g : gravedad = 9.81 m/s²
- e : peralte (en este caso = 0)
- f : coeficiente de fricción lateral (≈ 0.30 para baja velocidad)

$$R = \frac{(5.55)^2}{9.81(0.30)} \approx 10.5 \text{ m}$$

Figura 11. Fórmula para cálculo de la curva

Se adopta un radio de diseño de 20.0 m por mayor seguridad y comodidad para tractocamiones.

Diseño del sobreancho

Para curvas con radio menor a 30 m y vehículos largos, el manual SCT recomienda agregar un sobreancho adicional de:

- – 1.5 m por carril en la curva
- Si el ancho normal del carril es 4.00 m → el ancho en la curva debe ser de 5.00 – 5.50 m

Elemento	Valor adoptado
Radio de curva (eje del carril)	20.0 m
Ancho del carril en curva	5.00 m
Longitud de transición curva recta	15.0 – 20.0 m (enlace con carril de desaceleración)
Bermas laterales (zona de seguridad)	0.50 – 1.00 m

Tabla 33. Dimensiones finales de la curva de acceso

Estas dimensiones permiten que un vehículo T3-R3 pueda girar sin necesidad de detenerse ni invadir áreas laterales, asegurando una maniobra fluida.

Validación con trayectoria de giro

El diseño geométrico fue validado mediante plantillas de giro y simulación (AutoTURN o guía de maniobra SCT). Se comprobó que:

- El vehículo T3-R3 mantiene sus ejes dentro del ancho del carril.
- No existe arrastre en bordes exteriores.
- La maniobra se realiza con un solo movimiento (sin corrección de giro).

El cálculo del radio y dimensiones de la curva de acceso permite asegurar la maniobrabilidad segura de vehículos pesados hacia el centro de distribución. El uso de un radio de 20 m y ancho de carril de 5 m en curva, junto con transiciones adecuadas, cumple con las normas vigentes y garantiza que la infraestructura vial se adapte a la operación industrial del sitio.

Reporte de reunión con personal de la SICT – autorización de inicio de obra

- Datos Generales de la Reunión:
- Fecha: 15 de junio de 2025
- Hora: 11:00 a.m.
- Lugar: Terreno de interés
- Proyecto: Construcción de carril de aceleración y desaceleración en el km 2+865 Cuerpo B, carretera Apizaco – Tejocotal.

Objetivo de la reunión

Validar y autorizar formalmente el inicio de la obra correspondiente al carril de desaceleración y aceleración, tras la revisión de planos, especificaciones técnicas, estudios complementarios (tránsito, pavimento, suelos, geometría) y documentación administrativa.

Temas tratados

Presentación del proyecto

Se expusieron los antecedentes, justificación del proyecto y documentos técnicos desarrollados, incluyendo:

- Estudio de mecánica de suelos
- Estudio de tránsito y proyección de TDPA
- Diseño geométrico de acceso
- Diseño estructural del pavimento
- Planos de señalamiento preventivo y zona de obra

Revisión documental por parte de SICT

- Plano topográfico del sitio
- Plantilla de curva de acceso
- Justificación de ancho de carril y radios de giro
- Cronograma de ejecución de obra
- Se realizaron observaciones menores sobre el señalamiento temporal, las cuales serán corregidas en el plano antes de entrega final.

Seguridad vial y lineamientos de señalamiento

- Se enfatizó la importancia del cumplimiento estricto de la NOM-086-SCT2-2015 durante la obra.
- Se solicitó incluir registro fotográfico semanal y bitácora de señalamiento.
- Se autorizó el uso de conos y tambos reflectantes y se recomendó reforzar la señalización nocturna.

Recomendaciones para el inicio de obra

- Solicitar notificación de arranque con al menos 48 horas de anticipación.
- Colocar manta informativa con datos de la obra, empresa responsable y duración estimada.
- Iniciar con limpieza y trazo en la zona de acceso.
- Verificar presencia del supervisor técnico en la primera semana de ejecución.

El personal de la SICT expresó su aprobación general del proyecto y reconoció la organización y respaldo técnico presentado. Se autorizó de forma verbal y condicional el inicio de obra, sujeto al cumplimiento de los acuerdos enlistados.



Imagen 7. Reunión con personal de la SICT

[illegible]

Imagen 8. Observaciones finales para inicio de obra



1. Análisis preliminar del sitio

RESUMEN

Se integraron los resultados del estudio de tránsito y el levantamiento topográfico para evaluar el entorno físico y operativo del acceso. Esto permitió comprender la geometría actual, las condiciones del terreno, y establecer las necesidades para un diseño seguro y eficiente.

2. Parámetros de diseño

RESUMEN

Con base en los estudios de tránsito, se establecieron valores clave como el TDPA, velocidades de operación, y sentidos de circulación. Estos parámetros guiaron el dimensionamiento geométrico del acceso y los radios de giro.

3. Clasificación del tránsito vehicular

RESUMEN

Se analizó la distribución vehicular en el sitio, determinando que un 2.4% del TDPA utilizaría el acceso. Se clasificaron los vehículos en tipos (A, B, C2, C3, T3-S2, etc.), lo que ayudó a seleccionar el vehículo de diseño para calcular radios de giro y dimensiones de carriles.

4. Selección del vehículo de diseño

RESUMEN

Se eligió vehículo de proyecto un T3-R3 (DE-1594), por ser representativo de los camiones pesados que ingresarán al centro de distribución. Este vehículo guió los cálculos de radios de giro, anchos y longitudes mínimas requeridas.

5. Aceleración y deceleración vehicular

RESUMEN

Se analizaron los conceptos de aceleración y deceleración en función de las fuerzas de resistencia, tracción y condiciones de frenado. Estos fundamentos permitieron dimensionar correctamente los carriles de cambio de velocidad para garantizar la seguridad en la incorporación y salida del flujo vehicular.



6. Diseño de carriles de cambio de velocidad

6.1 Carriles de deceleración

RESUMEN

Se diseñó un carril de deceleración con una **longitud total de 110 m**, compuesto por 49 m de carril y 61 m de transición. Esta dimensión garantiza una maniobra segura para vehículos que abandonan la carretera principal a 70 km/h.

6.2 Carriles de aceleración

RESUMEN

Se proyectó un carril de aceleración con **160 m totales**, dividido en 99 m de carril y 61 m de transición, considerando una velocidad del enlace de 50 km/h y la carretera de 90 km/h. Se aplicó una relación de transición de 50:1 para caminos de alta velocidad.

7. Diseño de radios de giro

RESUMEN

Se adoptó un radio de control de 20.0 m como mínimo para las maniobras de giro, adecuado al vehículo T3-R3 y a las velocidades proyectadas. Este radio permite la incorporación y salida sin maniobras forzadas o inseguras.

8. Factores de ajuste para longitud de carriles

RESUMEN

Se analizaron factores como pendiente, sobreelevación y volumen vehicular. Para el caso del proyecto, no fue necesario aplicar ajustes, ya que las pendientes son moderadas (3–4%) y el volumen de tránsito no genera interferencia significativa con el flujo principal.

Conclusión

El desarrollo del presente proyecto de construcción de un carril de desaceleración y aceleración en el km 2+865 Cuerpo B de la carretera Apizaco–Tejocotal representa una aplicación integral y multidisciplinaria de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil, reflejando la importancia de una planeación técnica, segura y sustentada en normas vigentes para el acceso vehicular eficiente a instalaciones industriales.

Desde la fase inicial, se ejecutaron estudios clave que permitieron conocer a fondo las condiciones del entorno y garantizar un diseño coherente con la realidad del sitio. La ingeniería de tránsito facilitó el análisis del flujo vehicular existente y proyectado, justificando la necesidad de los carriles de cambio de velocidad para evitar interferencias con la vialidad principal y garantizar la seguridad vial, especialmente por el constante paso de vehículos de carga pesada.

El diseño geométrico incorporó parámetros técnicos basados en el vehículo de diseño T3-R3, con la finalidad de permitir maniobras de ingreso y salida sin riesgos ni maniobras forzadas. Se adoptaron radios de giro adecuados, longitudes de transición funcionales, y se establecieron anchos de carril superiores a los mínimos requeridos, previendo la operatividad del centro de distribución a largo plazo.

De manera complementaria, el estudio de mecánica de suelos aportó datos determinantes sobre la resistencia del terreno natural y la necesidad de acondicionamiento de capas estructurales, lo que permitió definir una solución de pavimento racional y duradera, adaptada a las condiciones del subsuelo.

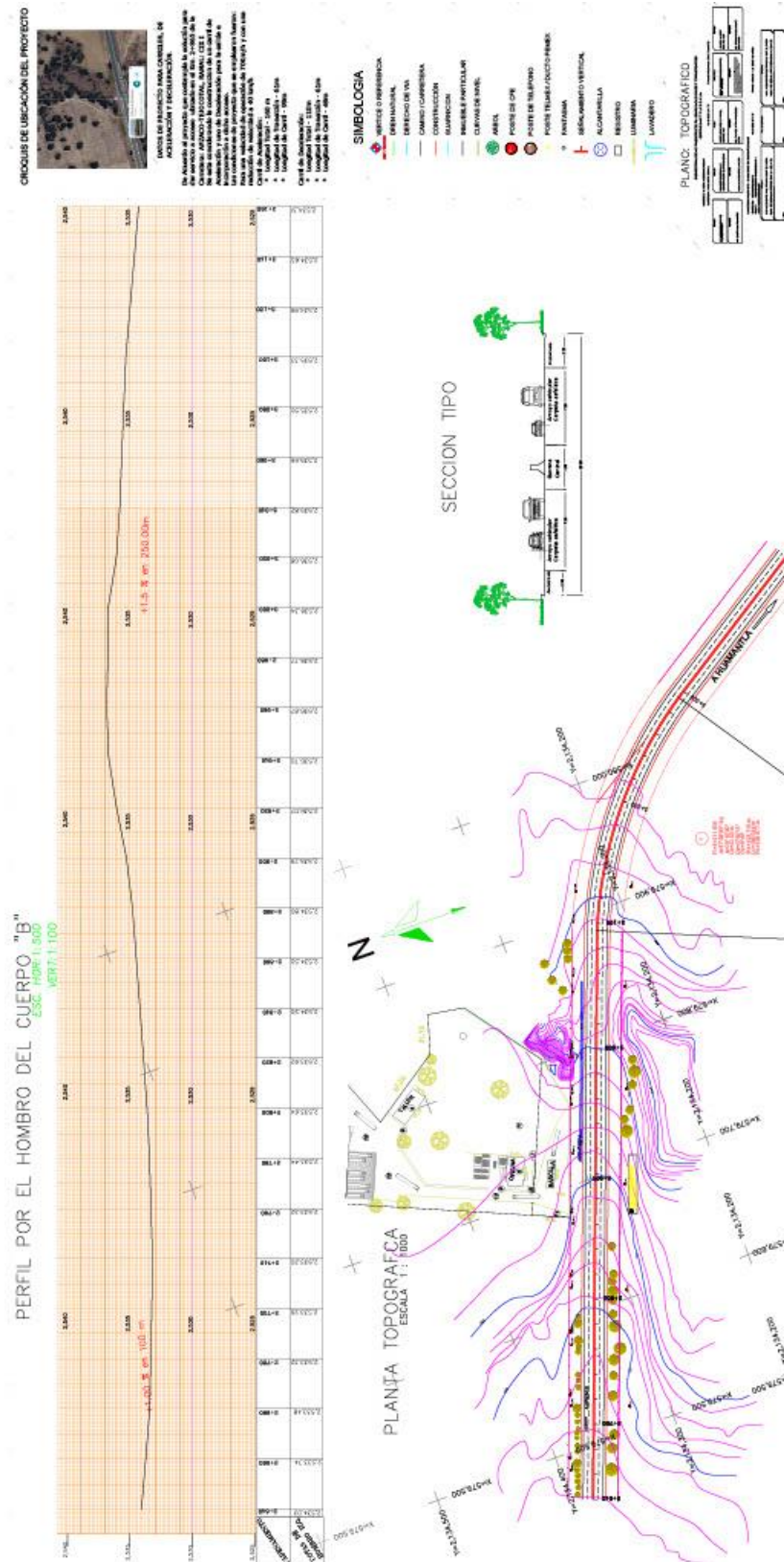
Asimismo, se elaboró un plan de señalamiento preventivo temporal, orientado a proteger tanto al personal de obra como a los usuarios de la carretera durante la fase constructiva. Dicho plan incluye conos, tambos, señalización vertical, zona de amortiguamiento, y distancias específicas de advertencia, cumpliendo con los lineamientos de la NOM-086-SCT2-2015.

En coordinación con personal técnico de la SICT, se realizaron reuniones para validar los documentos técnicos y obtener la autorización oficial para el inicio de obra. Se atendieron observaciones menores, se presentaron los planos requeridos, y se estructuró un plan de trabajo con fechas y responsables.

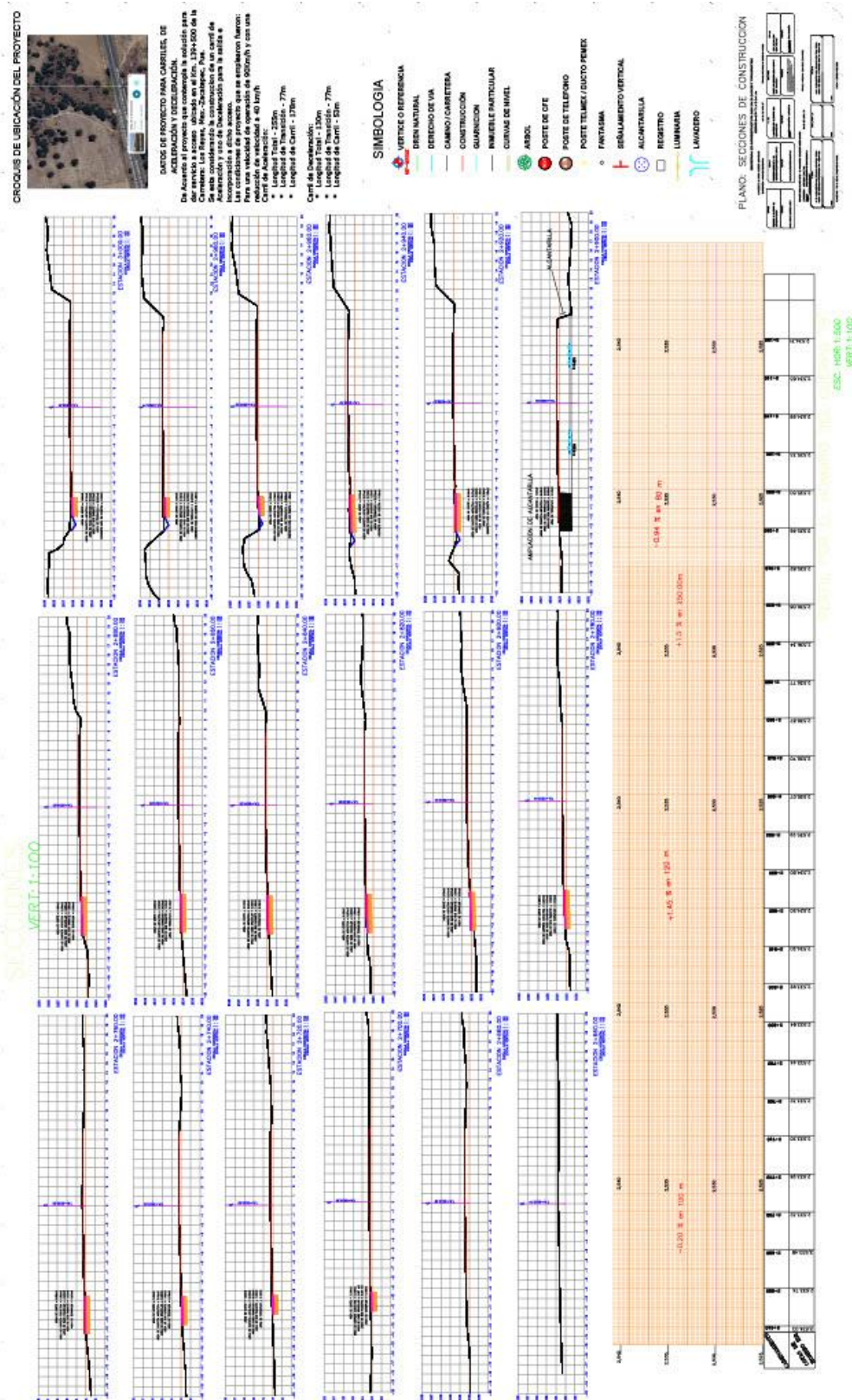
Este proyecto pone en evidencia la importancia de diseñar accesos viales con criterios técnicos sólidos, pues no se trata únicamente de conectar un predio a una carretera, sino de garantizar que dicha conexión no represente riesgos ni interrupciones al tránsito existente, y que sea funcional para la operación diaria del inmueble.

Finalmente, la experiencia obtenida a lo largo de este proceso ha fortalecido mi formación profesional, permitiéndome participar activamente en la toma de decisiones técnicas, interpretación normativa, y coordinación con autoridades. Este proyecto representa no solo un aporte a la infraestructura logística de la región, sino también un paso firme hacia el ejercicio profesional responsable, eficiente y ético en la ingeniería civil, cabe resaltar que la llegada de proyectos de esta magnitud además de generar empleos, da como resultado el crecimiento de Tlaxcala, y parte importante es que generan oportunidades para adquirir y proveer conocimiento así como experiencia, es enriquecedor que poco a poco los jóvenes tengamos más oportunidades y pongamos en práctica lo que nos apasiona, lo que soñamos, lo que anhelamos.

Anexo 1 – Plano topográfico

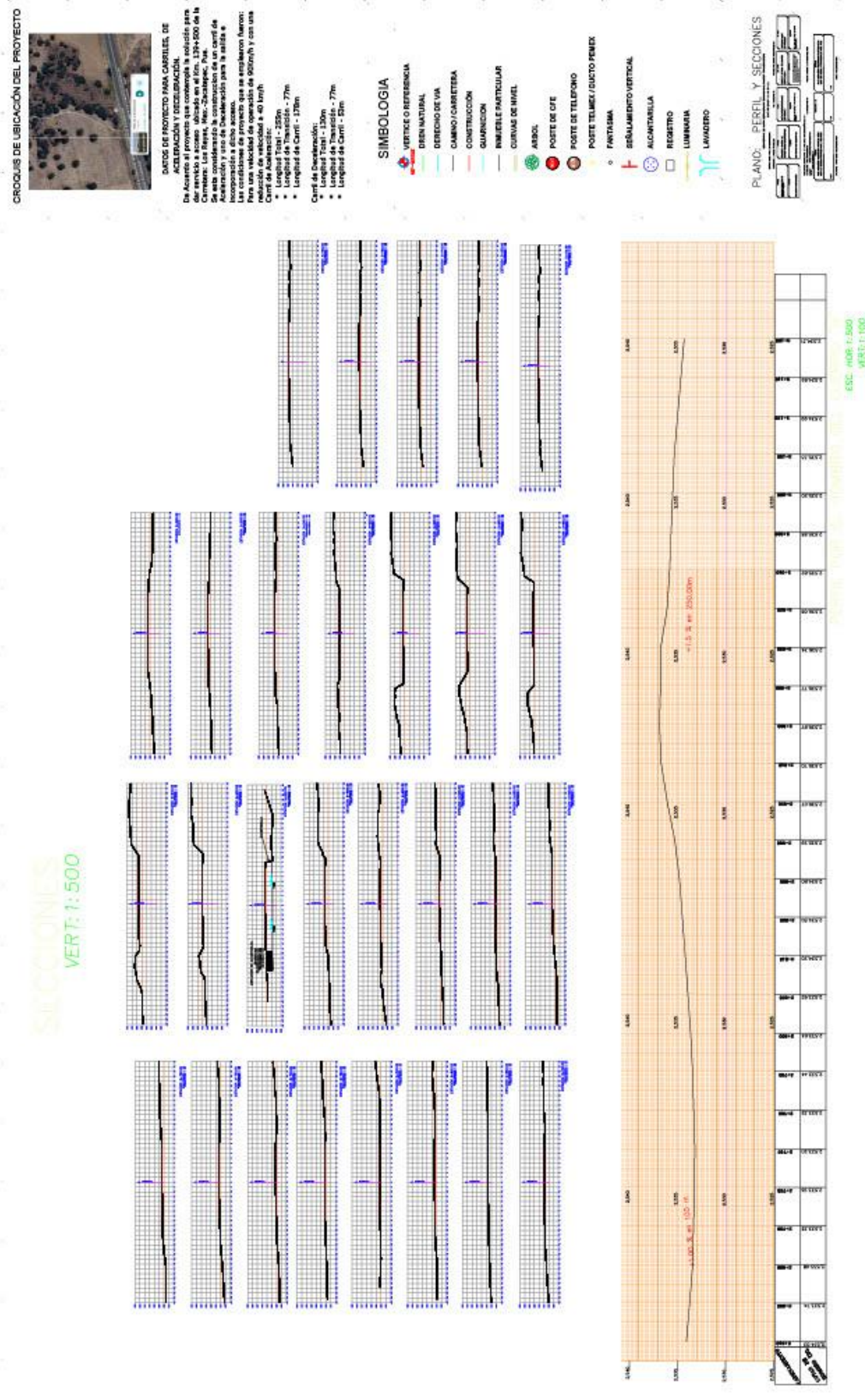


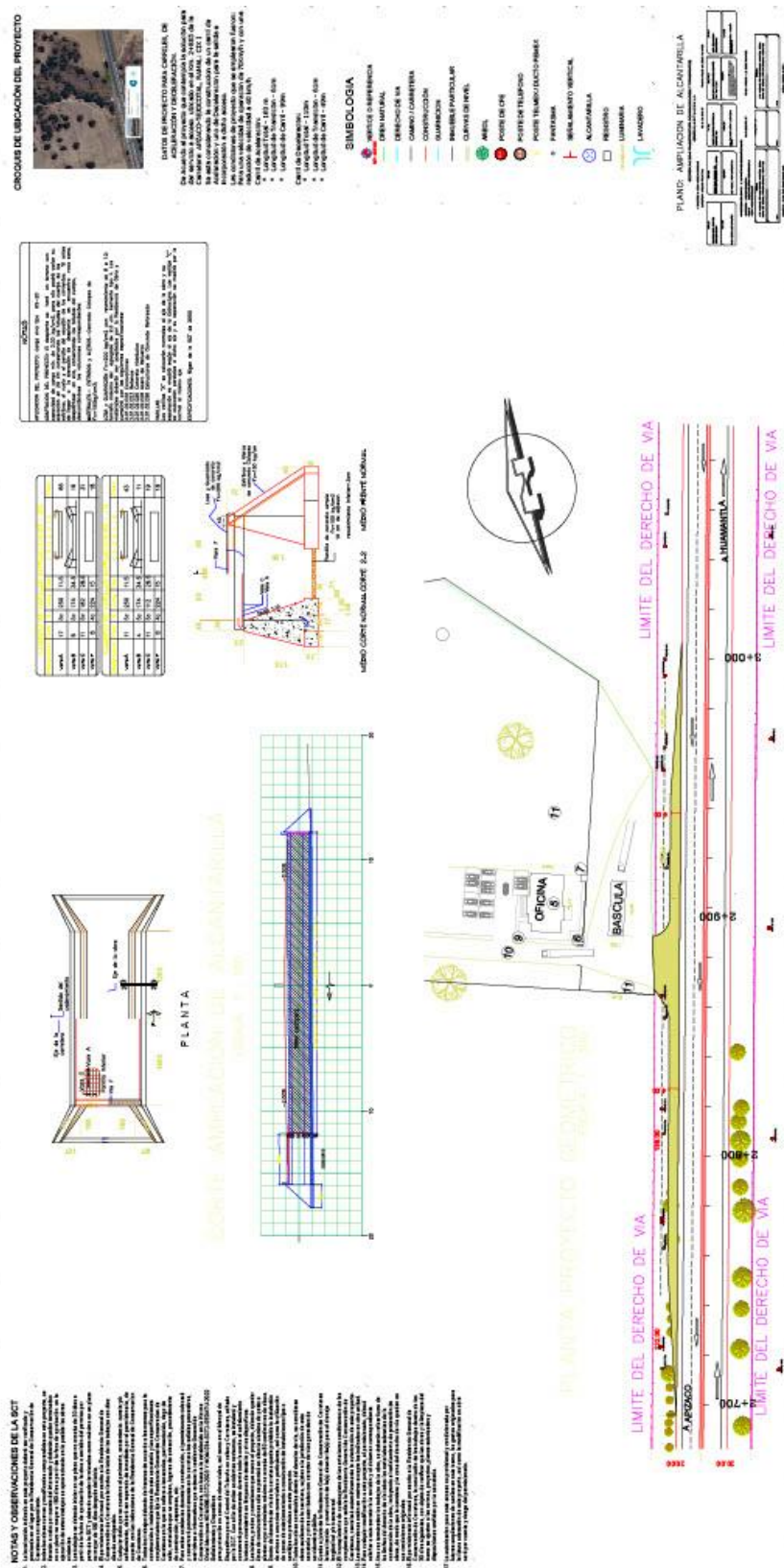
Anexo 2 – Perfil y secciones



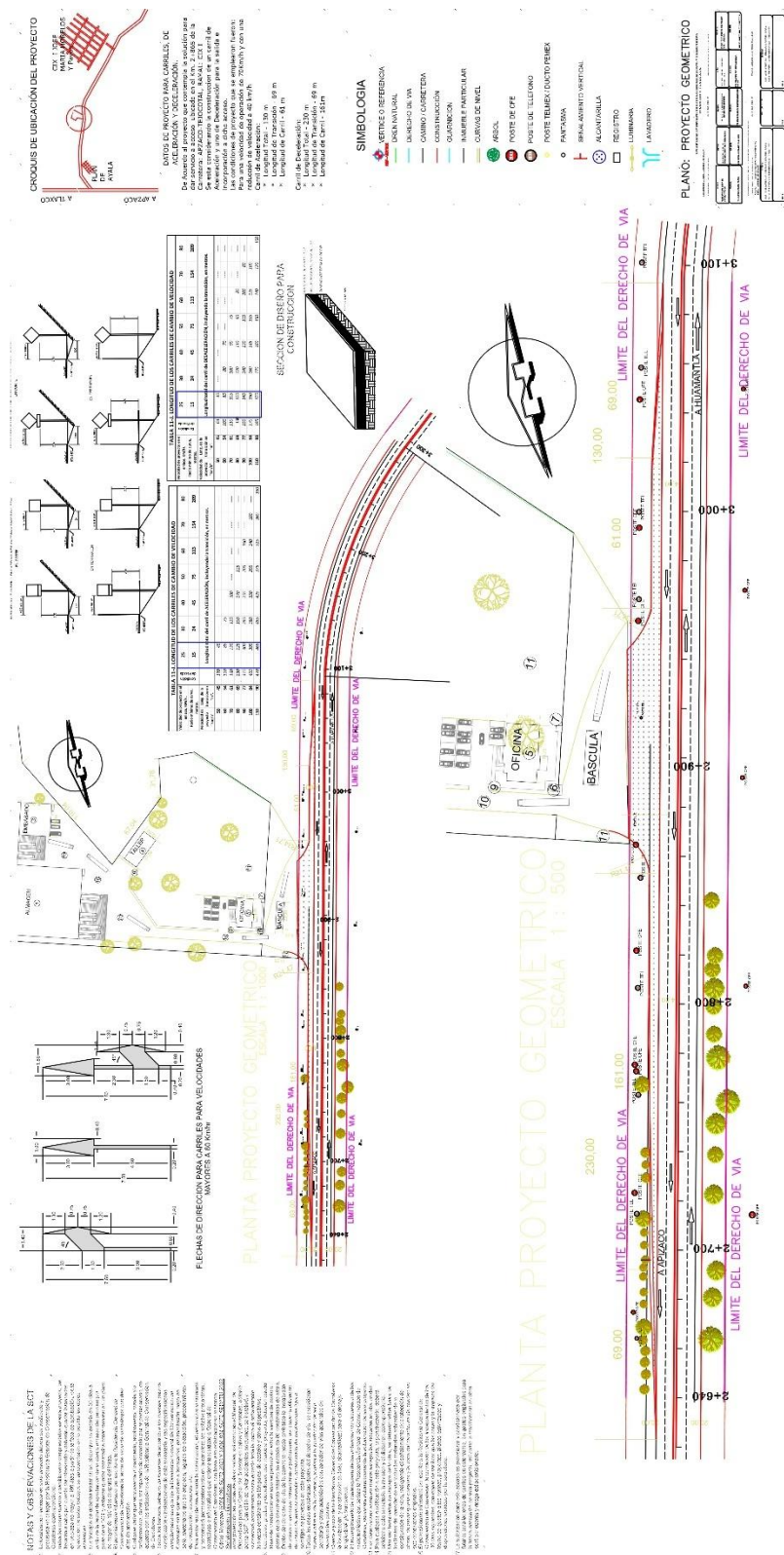


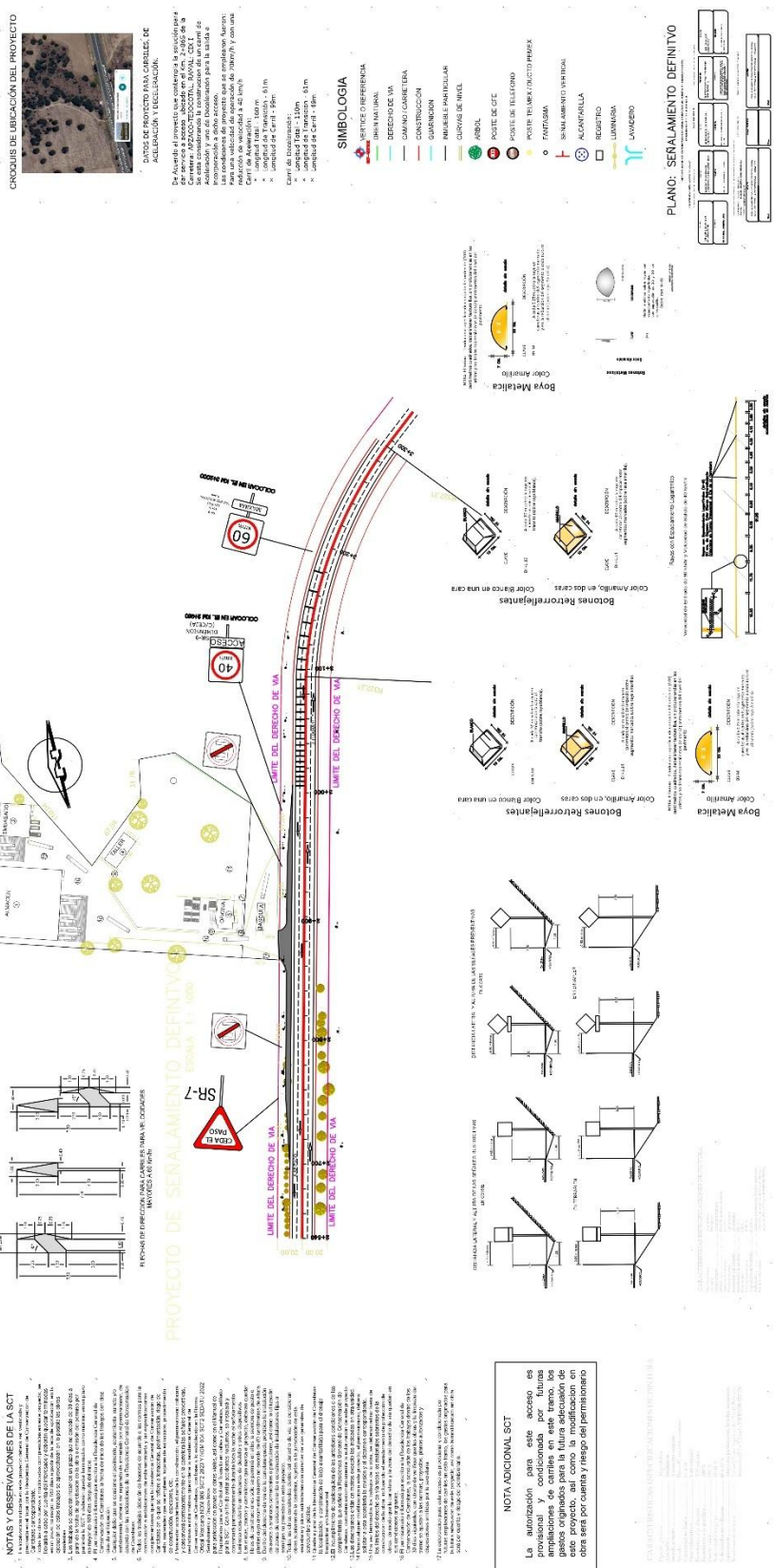
Anexo 3 – Perfil y secciones



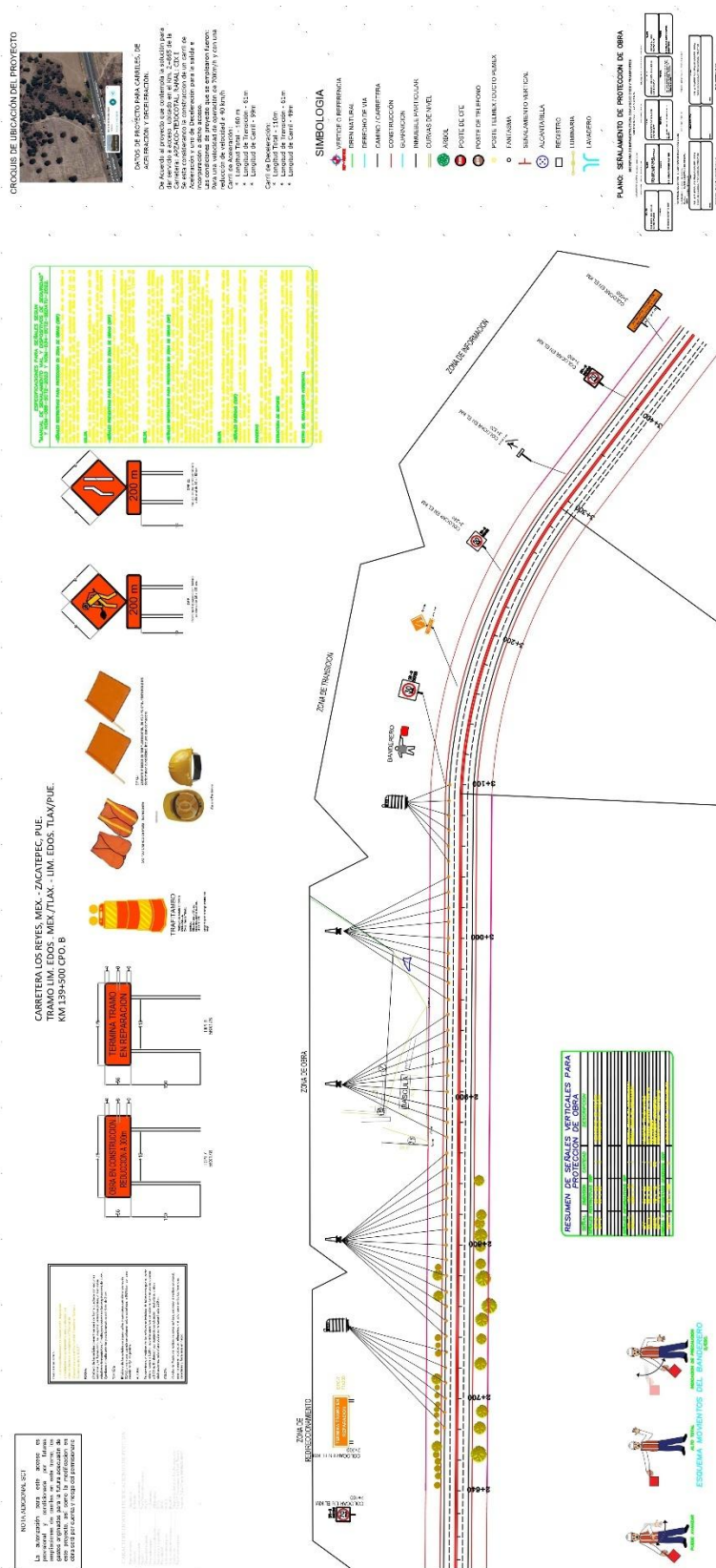


Anexo 5 – Proyección geométrica





Anexo 7 – Señalamiento de prevención





Anexo 8 – Informe de ensaye 1

INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE HIDRÁULICA

SOLICITANTE:	ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑIZ	ENSAYE No.:	114 - S
OBRA:	ACCESO A CENTRO DE DISTRIBUCIÓN		
UBICACIÓN:	CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIUDAD INDUSTRIAL XICHTENCATLA I (CIX I) KM 2+865 CUERPO "B"	FECHA RECBO:	04/02/2025
		FECHA INFORME:	09/02/2025

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPADE:	BASE HIDRAULICA	BASE	X	SUB BASE
	DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL	GRAVA – ARENA			
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREO:	TOMADA POR P.C.A. N° 1, EN CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIX I KM 2+865 CUERPO			
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO:	CUARTEO			
	UBICACIÓN DEL BANCO:	BANCO DE LA ZONA			

P.E SECO SUELTO kg/m³	1526
P.E.S. MÁXIMO kg/m³	1995
HUMEDAD ÓPTIMA %	7.8
P.E. DEL LUGAR kg/m³	
HUMEDAD DEL LUGAR %	

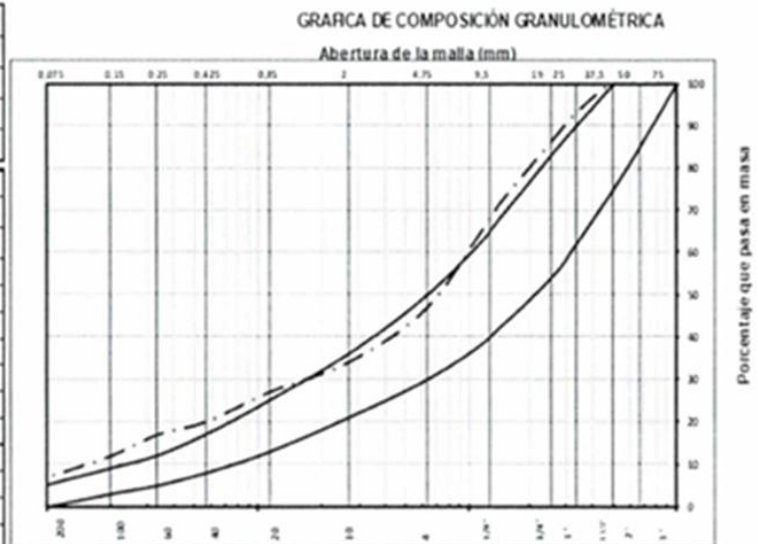
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	MALLA % RETENIDO			
	MALLAS		QUE PASA	
			%	
			%	
	75.00	3"	100	100
	50.00	2"	100	85.100
	37.50	1 1/2"	100	75.100
	25.00	1"	93	62.90
	19.00	3/4"	86	54.83
	9.50	3/8"	68	40.65
	4.75	4	47	30.50
	2.00	10	34	21.36
	0.85	20	27	13.25
	0.425	40	20	8.17
	0.25	60	17	5.12
	0.15	100	12	3.9
	0.075	200	7	0.5

V.R.S. (ESTÁNDAR) %	100.7	100 % mínimo S.C.T.
EXPANSIÓN %	0.30	0% S.C.T.
EQUIVALENTE DE ARENA %	53.0	50 mín. S.C.T.

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N° 0.425			
LÍMITE LÍQUIDO %	18.4	25 máx. S.C.T.	
LÍMITE PLÁSTICO %	N.P.		
ÍNDICE PLÁSTICO %	N.P.	6 máx. S.C.T.	
PARTÍCULAS ALARGADAS Y LAJADAS %	36.8	40 máx. S.C.T.	
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.		GP - GM	

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ÁREA	SUPERVISOR DE LABORATORIO
	
ING. RODOLFO ISRAEL SOTTHIERAN GARCÍA	ING. CAYETANO MARTÍNEZ FELIPE



Pruebas en Mat. Mayor que la Malla N° 9.5	
ABSORCIÓN %	4.20
DENSIDAD	2.28
DESGASTE LOS ÁNGELES %	30.0 30 máx. S.C.T.



Anexo 9 – Informe de ensaye 2

INFORME DE TERRACERÍAS

SOLICITANTE:	ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑOZ	ENSAYE No.	115 - S
OBRA:	ACCESO A CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	FECHA DE RECIBO:	17/02/2025
UBICACIÓN:	CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIUDAD INDUSTRIAL XICOHTENCATLA I (CIX I) KM 2+865 CUERPO "B"	FECHA DE INFORME:	21/02/2025

IDENTIFICACIÓN	No. DE ENSAYE	115 - S
	ESTACIÓN	TOMADA POR P.C.A. N° 1, EN CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIX I KM 2+865
	CUERPO	CUERPO B
	CAPA	SUBRASANTE

		ESPECIFICACIONES S.C.T.	
TAMANO MÁXIMO (mm)		12.50	76 MÁXIMO
% RETENIDO EN LA MALLA DE 75 mm		-	
% QUE PASA LA MALLA DE 4.75 mm		93	
% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm		70	
% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm		32	
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL	EQUIVALENTE DE ARENA EN %	-	
	LÍMITE LIQUIDACIÓN	35.7	40% MÁXIMO
	LÍMITE PLÁSTICO	24.4	
	ÍNDICE PLÁSTICO	11.3	12% MÁXIMO
	CONTRACCIÓN LINEAL %	-	
	PES SUELTO (kg/m³)	1034	
	PES MÁXIMO (kg/m³)	1690	
	HUMEDAD ÓPTIMA %	25.0	
	HUMEDAD NATURAL %	-	
	COMPACTACIÓN DEL LUGAR %	-	100±2 %
	C.B.R. VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA	18.0	20% MÍNIMO
	EXPANSIÓN %	0.75	2% MÁXIMO
	CLASIFICACIÓN UCS	SC	
TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA VARIANTE I	
CURVA DE PROYECTO			
HUMEDAD DE PRUEBA			
VALOR RELATIVO DE SOPORTE			
ESTUDIO DE ESPESORES	ESPELOR REQUERIDO (mm)		
	HUMEDAD DE PRUEBA		
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
	ESPELOR REQUERIDO (mm)		
	HUMEDAD DE PRUEBA		
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
	ESPELOR REQUERIDO (mm)		
	HUMEDAD DE PRUEBA		
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE		
	ESPELOR REQUERIDO (mm)		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DE ÁREA	SUPERVISOR DE LABORATORIO
 ING. RODOLFO ISRAEL SORTABRÁN GARCÍA	 ING. CAYETANO MARTÍNEZ FELIPE

Anexo 10 – Informe de ensaye 3

INFORME DE TERRACERÍAS

SOLICITANTE:	ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑOZ	ENSAYE No.	116 - 5
OBRA:	ACCESO A CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	ECHA DE RECIBO:	17/02/2025
UBICACIÓN:	CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIUDAD INDUSTRIAL XICHTENCATLA I (CIX I)	FECHA DE INFORME:	21/02/2025
	KM 2+865 CUERPO "B"		

IDENTIFICACIÓN	Nº DE ENSAYE	116 - S
	ESTACIÓN	TOMADA POR P.C.A. N° 1, EN CARRETERA: APIZACO – TEJOCOTAL, TRAMO: CIX I KM 2+865 CUERPO B
	LADO	CUERPO B
	CAPA	TERRENO O NATURAL

				ESPECIFICACIONES S.C.T.
CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO MÁXIMO (mm)	19.0		75 MÁXIMO
	% RETENIDO EN LA MALLA DE 75 mm	-		
	% QUE PASA LA MALLA DE 4.75 mm	95		
	% QUE PASA MALLA DE 0.425 mm	80		
	% QUE PASA MALLA DE 0.075 mm	41		
	EQUIVALENTE DE ARENA EN %	-		
	LÍMITE LÍQUIDO %	34.6		50% MÁXIMO
	LÍMITE PLÁSTICO %	21.2		
	ÍNDICE PLÁSTICO %	13.4		
	CONTRACCIÓN LINEAL %	-		
	PES SUELTO (kg/m³)	1030		
	PES MÁXIMO (kg/m³)	1610		
	HUMEDAD ÓPTIMA %	19.4		
	HUMEDAD NATURAL %	-		
COMPACTACIÓN DEL LUGAR %	-		90% ± 2	
CBR VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA	6.8		5% MÍNIMO	
EXPANSIÓN %	0.67		5% MÁXIMO	
CLASIFICACIÓN SUCS	SC			

		TIPO DE PRUEBA	PORTER MODIFICADA VARIANTE II		
		CURVA DE PROYECTO			
		HUMEDAD DE PRUEBA N			
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE N			
		ESPESOR REQUERIDO cm			
		HUMEDAD DE PRUEBA N			
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE N			
		ESPESOR REQUERIDO cm			
		HUMEDAD DE PRUEBA N			
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE N			
		ESPESOR REQUERIDO cm			
		HUMEDAD DE PRUEBA N			
		VALOR RELATIVO DE SOPORTE N			
		ESPESOR REQUERIDO cm			

OBSERVACIONES:	EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE CARACTERISTICAS CONFORME A NORMATIVA VIGENTE.
----------------	--

RESPONSABLE DE ÁREA <i>[Signature]</i> ING. RODOLFO ISRAEL SORTIBRAN GARCIA	SUPERVISOR DE LABORATORIO P.A. <i>[Signature]</i> ING. CAYETANO MARTINEZ FELIPE
--	---



SOLICITUD PARA CONSTRUCCION DE ACCESO

At'n: Unidad de Asuntos Jurídicos

DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO S.I.C.T. TLAXCALA
PRESENTE.

El que suscribe ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑIZ GALVEZ, propietario del predio ubicado en el km 2+865, cuerpo "B" de la Carretera Apizaco – Tejocotal; Tramo: Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; Ramal: Ciudad Industrial Xicihtencatl I., con número telefónico 5522721325

Por este conducto solicito PERMISO PARA LA CONSTRUCCION DE ACCESO VEHICULAR, con las siguientes características:

- Carriles de cambio de velocidad
- Radios de giro de entrada y salida

El acceso se ubica en la Carretera Apizaco – Tejocotal; Tramo: Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; Ramal: Ciudad Industrial Xicihtencatl I, en el km 2+865 Cpo. B, así como el desarrollo longitudinal de la obra.

En el predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del acceso existe una obra inducida de línea de CFE y TELMEX, la cual se ubica dentro de la franja de 2.5 metros del derecho de vía.

El objeto de la obra es proporcionar seguridad y confort a los usuarios tanto de la carretera como los que harán uso de la estación de servicio, construyendo en el acceso carriles de cambio de velocidad.

Descripción de la obra (Calendarizando las diferentes etapas, con planos y memorias descriptivas de la obra); croquis o proyecto correspondiente con medidas y colindancias en el que se delimite, ubicación exacta del lugar donde se pretende realizar la obra, señalando si es zona urbana, suburbana o rural:

- 1.- TDPA
- 2.- Memoria descriptiva
- 3.- Presupuesto y programa de obra
- 4.- Proyecto geométrico



- 5.- Señalamiento de protección de obra.
- 6.- La zona se considera suburbana.

Se acompaña para los efectos legales correspondientes:

ALINEAMIENTO FEDERAL	[X]
TITULO DE PROPIEDAD	[X]
AUTORIZACION DEL PROPIETARIO	[]
CERTIFICADO DE DERECHOS AGRARIOS	[]
ACTA CONSTITUTIVA DE SOCIEDAD	[X]
PODER NOTARIAL EN CASO DE MANDATO	[]

El solicitante manifiesta su conformidad en cubrir el importe por concepto de estudios técnicos de planos, proyectos y memorias de obra y expedición en su caso, de la AUTORIZACION PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ACCESO.

Señalado en la Ley Federal de Derechos vigente en su Artículo 172 Fracción IV, cubrir el 14% del importe total de la construcción del acceso, en caso de ser otorgado el permiso y realizarlo, al momento de la notificación del mismo y se haga el pago, a favor del Centro S.I.C.T. Tlaxcala.

Tlaxcala, Tlax., a 26 de marzo de 2025

ATENTAMENTE

ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑIZ GALVEZ



DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO SICT TLAXCALA

P R E S E N T E.

Por medio del presente le solicito su autorización para llevar a cabo la construcción de acceso vehicular en el derecho de vía en el kilómetro 2+865, cuerpo “B” de la Carretera Apizaco – Tejocotal; Tramo: Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; Ramal: Ciudad Industrial Xicohtencatl I., para un Centro de Distribución, ubicado en el Municipio de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, en la comunidad de CIX I, así mismo le informo que el domicilio para recibir notificaciones es el ubicado en Soltepec 212 C.P. 90434 Ciudad Industrial Xicohtencatl I, Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala y que la persona autorizada para recibirla es Marco Antonio Muñoz Galvez, cuyo correo electrónico es dlugofacturas@gmail.com y teléfono celular 8712698026.

Anexando al presente la siguiente documentación:

- Formato de Solicitud de acceso vehicular debidamente requisitado
- Escrito de no afectación a terceros
- Proyecto ejecutivo del acceso
- Documento de ser propietario de la maquinaria y equipo que se utilizará para la construcción del acceso.

Sin más por el momento, quedo de usted para cualquier aclaración.

Tlaxcala, Tlax., a 26 de marzo de 2025

ATENTAMENTE

ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑOZ GALVEZ

ASUNTO: CONSTANCIA DE NO AFECTACIÓN A TERCEROS

ING. CARLOS LUIS RAMÍREZ GARCIA
DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO SCT TLAXCALA
P R E S E N T E.

Por medio del presente le informo que se está llevando a cabo el proyecto para la construcción de un acceso vehicular ubicado en el derecho de vía en el kilómetro km 2+865, cuerpo “B” de la Carretera Apizaco – Tejocotal; Tramo: Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; Ramal: Ciudad Industrial Xicihtencatl I., para a un Centro de Distribución, ubicada en el Municipio de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, en la comunidad de CIX I, y que se cuenta con los predios libres de gravamen, permisos correspondientes para su desarrollo y derivado de que dicha obra es para un fin comercial, bajo protesta de decir verdad hago mención que no se afectan a terceros por dicha obra, lo anterior para los fines que correspondan.

Sin más por el momento, quedo de usted para cualquier aclaración.

Tlaxcala, Tlax., a 26 de marzo de 2025

ATENTAMENTE

ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑOZ GALVEZ

ASUNTO: ROPIEDAD DE EQUIPO DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCION

DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO SCT TLAXCALA
P R E S E N T E.

Por medio del presente le informo que se está llevando a cabo el proyecto para la construcción de un acceso vehicular ubicado en el derecho de vía en el kilómetro km 2+865, cuerpo “B” de la Carretera Apizaco – Tejocotal; Tramo: Apizaco – Lim. Edos. Tlax./Pue; Ramal: Ciudad Industrial Xicihtencatl I., para a un Centro de Distribución, ubicada en el Municipio de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, en la comunidad de CIX I., y que se cuenta con los equipos de construcción como son motoconformadora, retroexcavadora, camiones de volteo, pavimentadora, compactador neumático, bivrocompactador, compactador de rodillo liso tipo tandem, petrolizadora, camión pipa de 10,000 litros y herramienta menor, los cuales se utilizaran para la construcción del acceso vehicular.

Sin más por el momento, quedo de usted para cualquier aclaración.

Tlaxcala, Tlax., a 26 de marzo de 2025

ATENTAMENTE

ING. ALEJANDRO DE JESUS MUÑOZ GALVEZ

Bibliografía

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2022). Norma de Proyectos Geométricos de Carreteras. SICT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2015). NOM-086-SCT2-2015: Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2014). Manual de proyectos de estructuras para carreteras. SICT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2013). Manual de diseño de pavimentos para carreteras federales de México. SICT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020). Manual de señalamiento vial y dispositivos de seguridad. SICT.
- Instituto Mexicano del Transporte. (2018). Guía para el diseño de accesos vehiculares en zonas industriales. IMT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000). Normas técnicas complementarias para diseño de pavimentos. SICT.
- Khisty, C. J., & Lall, K. (2012). Transportation Engineering: An Introduction (4th ed.). Pearson.
- Wright, P. H., & Dixon, K. K. (2003). Highway Engineering (7th ed.). John Wiley & Sons
- Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design (2nd ed.). Pearson Education.
- López, A. (2010). Geotecnia y Cementaciones. Limusa Noriega.
- Coduto, D. P. (2002). Fundamentals of Geotechnical Engineering. Prentice Hall.
- Braja M. Das. (2015). Principles of Geotechnical Engineering (8th ed.). Cengage Learning.
- Ortiz Berrocal, L. (2001). Resistencia de materiales. McGraw-Hill.
- Mamlouk, M. S., & Zaniewski, J. P. (2017). Materials for Civil and Construction Engineers (4th ed.). Pearson.
- Instituto Mexicano del Transporte. (s.f.). Estudios de tránsito vehicular. Recuperado de <https://www.imt.mx>
- Gobierno de México. (2024). SICT - Obras públicas en carreteras federales. Recuperado de <https://www.gob.mx/sict>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (2020). AASHTO Green Book: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. AASHTO.
- Dirección General de Servicios Técnicos. (2022). Diseño geométrico de intersecciones. SICT. Recuperado de <https://dgsct.sct.gob.mx>
- Manual del Ingeniero Civil. (2020). Diseño de accesos y carriles de aceleración. Recuperado de <https://www.manualingenierocivil.com>
- World Road Association (PIARC). (2022). Road Safety in Work Zones. Recuperado de <https://www.piarc.org>
- CENAPRED. (2020). Guía para la elaboración de bitácoras de obra. Recuperado de <https://www.cenapred.unam.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Estadísticas de transporte y tránsito vehicular en México. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>



- Martínez, J. (2019). Diseño geométrico y pavimentación de acceso a parque industrial. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gómez, R. (2020). Análisis de accesos industriales y su impacto en el tránsito regional. Tesis de maestría. IPN.
- Herrera, M. (2021). Señalización preventiva en zonas de obra en carreteras federales. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana.
- AutoDesk. (2022). AutoCAD Civil 3D – Manual de usuario. Autodesk Knowledge Network. Recuperado de <https://knowledge.autodesk.com>
- Transoft Solutions. (2021). AutoTURN Pro – Simulación de maniobras de vehículos pesados. Manual técnico. Recuperado de <https://www.transoftsolutions.com>
- INVIAS. (2019). Software de diseño de pavimentos flexibles y rígidos. Instituto Nacional de Vías de Colombia.
- Bentley Systems. (2022). OpenRoads Designer: Geometric Design Tools Manual. Recuperado de <https://www.bentley.com>