

Datos que mueven ciudades

MapaData



Experiencia en Estado de México y Oaxaca

Proyecto: Transición hacia un Sistema Integrado
e Inteligente de Transporte Público en México (TranSIT)

TranSIT 

Este documento fue financiado en el marco del proyecto de cooperación bilateral denominado “Transición hacia un Sistema Integrado e Inteligente de Transporte Público en México” (TranSIT) entre el Gobierno Federal Mexicano a través de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) y el Gobierno de Alemania, a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, que trabaja por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El objetivo del proyecto es mejorar la calidad y eficiencia del transporte público en México a nivel nacional y subnacional, a través de tres ejes temáticos: (1) desarrollo de instrumentos de toma de decisión, (2) diseño e implementación de proyectos demostrativos, e (3) intercambio de conocimientos y experiencias en temas relacionados con la movilidad.

Primera edición marzo 2026

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag- Hammarskjöld- Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Alemania
T +49 61 96 79 -0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemisor, PH, Av. Insurgentes Sur 826,
Col. del Valle, Juárez, 03100
Ciudad de México, México
T +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I <https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html>

Proyecto:

Transición hacia un Sistema Integrado e Inteligente de
Transporte Público en México (TranSIT) de la Cooperación
Técnica Alemana (GIZ) México

Coordinación Institucional

Trufi Association e.V.

Rodenbeker Str. 18 c 22395 Hamburg
Leonardo Gutiérrez
Project Manager

Cooperación Técnica Alemana (GIZ) en México

Isabel von Griesheim
Directora del Proyecto TranSIT
Leon Becker
Asesor técnico en Movilidad

Desarrollo de Contenidos

Luz Choque Jacinto (Trufi Association)
Leonardo Gutiérrez Uscátegui (Trufi Association)

Deslinde de responsabilidad:

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este documento están basados en la metodología y recopilación de insumos facilitadores por la GIZ México y sus consultores. No obstante, GIZ México no puede ser responsable del contenido de este documento ni garantiza la precisión o integridad de la información por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Forma de citar:

GIZ (2025). MapaData — Generación y digitalización de datos de transporte público urbano a través de comunidades de mapeo colaborativo y herramientas de software libre.

Por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Revisión Editorial Codeando México

Alma Rangel Macías
Directora Ejecutiva

Cooperación Técnica Alemana (GIZ) en México

Angélica Lara
Asesora técnica Jr. en Movilidad
José Manuel Landín
Asesor técnico en Transporte
Leon Becker
Asesor técnico en Movilidad
Marco García
Asesor en Comunicación
Neimy Girón
Asesora en Gestión de Conocimiento

Humanitarian OpenStreetMap Team

Céline Jacquin
Senior Manager

Trufi Association

Eva Asturizaga
Business Development and Grants Manager

Diseño editorial e ilustraciones:
Laguna, Trufi Association y GIZ México

Fotografía de portada:
Donobelo

Fotos al interior del documento:
Como se indica en cada fotografía

Derechos de autor:

Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educativas o sin ánimo de lucro de esta publicación, sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada.

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS

Este documento ha sido realizado gracias al apoyo de las siguientes organizaciones, dependencias y personas.

Contrapartes estatales y municipales:

Secretaría de Movilidad del Estado de México (SEMOV)

Equipo técnico de la Secretaría de Movilidad del Estado de México (SEMOV)

Secretaría de Movilidad de Oaxaca (SEMOVI)

Equipo técnico de la Secretaría de Movilidad de Oaxaca (SEMOVI)

Ayuntamiento Constitucional de Jilotepec

Equipo de Planeación y Movilidad

Organizaciones aliadas:

Codeando México A.C.

Organización sin fines de lucro de tecnología cívica; coordinación local y vinculación comunitaria.

Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT)

Organización global sin fines de lucro que impulsa el mapeo abierto y participativo

Donobelo

Equipo de Comunicaciones — Donobelo Estrategia, producción y coordinación de comunicaciones del proyecto

GEOID S. de R.L. de C.V.

Apoyo a digitalización, acompañamiento a voluntarios y comunicación de resultados

Aliados académicos nacionales e internacionales:

YouthMappers – Universidad Autónoma del Estado de México (Facultad de Geografía)

Participación voluntaria en recolección y validación de datos a través de comunidades de mapeo colaborativo y herramientas de software libre.

Universidad La Salle Oaxaca

Validación de datos, formación y levantamiento en territorio

Universidad Regional del Sureste (URSE)

Validación de datos, formación y levantamiento en territorio

Colegio Salesiano de Duitama (Colombia)

Apoyo educativo en mapeo colaborativo y revisión de datos

Referencia metodológica:

ITDP México — Atlas de Acceso al Transporte Público

Cálculo de cobertura y acceso con base en datos GTFS



PREÁMBULO

En el marco del proyecto Transición hacia un Sistema Integrado e Inteligente de Transporte Público en México (TranSIT), presentamos este manual como un esfuerzo conjunto orientado a mejorar la gestión del transporte público a partir de información confiable, abierta y útil para la ciudadanía. El documento reúne los avances de un proyecto piloto enfocado en ordenar y publicar, por primera vez, los datos de los sistemas de transporte público en formato GTFS (General Transit Feed Specification), un estándar internacional de datos abiertos que estructura información como rutas, paradas, horarios y calendarios en un formato digital interoperable. Este estándar permite integrar la información del transporte público en aplicaciones de planeación de viajes, herramientas de análisis y sistemas de gestión, lo que facilita tanto la toma de decisiones institucionales como el acceso de las personas usuarias a información confiable.

El proyecto se desarrolló en Toluca y Jilotepec, en el Estado de México, así como en Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido, en el estado de Oaxaca. En ambos contextos, donde predomina el transporte concesionado de tipo colectivo, la digitalización de la información era insuficiente: los datos existentes se encontraban dispersos entre distintas dependencias, sin una estructura estandarizada ni actualizaciones periódicas. Esta situación limitaba la capacidad de las autoridades para planificar y comunicar información a la ciudadanía, y dificultaba el acceso de las personas usuarias a datos confiables sobre rutas y horarios. Frente

a ello, el piloto permitió crear y publicar una base GTFS que integra paradas, rutas, horarios y calendarios, sentando los estándares y la gobernanza necesarios para su actualización y uso público.

Este trabajo se enmarca en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por las Naciones Unidas (ONU) en 2015. En particular, contribuye directamente al ODS 11 (Meta 11.2), al apoyar el acceso seguro, asequible y sostenible al transporte público, y refuerza el ODS 17 (Meta 17.18), al aumentar la disponibilidad de datos de calidad, oportunos y desagregados para la gestión pública. Asimismo, la base de datos generada permite aplicar metodologías internacionales para evaluar el acceso conveniente al transporte público¹, lo que fortalece la capacidad institucional para priorizar inversiones y mejorar la experiencia de viaje de las personas usuarias.

El piloto se implementó mediante un esquema de colaboración institucional y transferencia de capacidades a equipos técnicos locales, con la participación de autoridades estatales y municipales, instituciones académicas y comunidades de mapeo. La publicación abierta de los datos, acompañada de lineamientos de gobernanza y mantenimiento, permite que esta primera versión sea sostenible en el tiempo y pueda ampliarse conforme evolucionen los servicios y las necesidades del territorio. Como complemento, se desarrolló un aplicativo móvil de planificación de viajes (Rutómetro), que acerca la información a las personas usuarias y demuestra el valor práctico de los datos abiertos.

Con este manual reafirmamos el compromiso con una movilidad basada en evidencia, con la transparencia y con la colaboración entre sectores. Invitamos a las instituciones, las comunidades académicas y la ciudadanía a utilizar, mejorar y mantener esta base común de datos para que el transporte público sea más claro, cercano y útil para todas las personas.



MapaData — Generación y digitalización de datos de transporte público urbano a través de comunidades de mapeo colaborativo y herramientas de software libre.

Datos que mueven ciudades: MapaData

¹ El concepto de “acceso al transporte público” corresponde al indicador 11.2.1 de los ODS, que mide la proporción de la población que tiene acceso a transporte público a una distancia y frecuencia adecuadas. La metodología de cálculo, desarrollada por ONU-Hábitat, considera que una parada o estación es accesible cuando se encuentra a menos de 500 metros a pie en el caso de sistemas de baja capacidad (autobuses y microbuses) o a menos de 1,000 metros en caso de sistemas de alta capacidad (tren ligero, metro o BRT), y que opera con una frecuencia mínima durante el horario de referencia.

ÍNDICE

CRÉDITOS Y AGRADECIMIENTOS	3
PREÁMBULO	4
RESUMEN EJECUTIVO	8
CONTEXTO	8
DESCRIPCIÓN	9
BENEFICIOS	9
1 INTRODUCCIÓN	11
Alcances y límites de MapaData	13
2 DEFINICIÓN Y OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo general	15
2.2 Objetivos específicos	15
2.3 Ejes del proyecto	15
3 IMPLEMENTACIÓN	17
3.1 Planificación e inicio del proyecto	18
3.2 Procesamiento de datos	20
3.3 Proceso por ciudad	22
3.4 Distribución de rutas digitalizadas	27
4 LECCIONES APRENDIDAS	29
4.1 Gobernanza del dato desde el día cero	30
4.2 Digitalizar primero, estandarizar después	30
4.3 Acuerdo de Alcance de Rutas (AAR)	30
4.4 Paquete mínimo de datos antes del arranque	31
4.5 Alianzas locales que multiplican el avance	31
4.6 Trabajo de campo eficiente	31

5	PROCESOS DE REPLICABILIDAD	33
5.1	Punto de partida	34
5.2	Principio operativo	34
5.3	Ruta de implementación recomendada	34
5.4	Gestión de riesgos	35
5.5	Condiciones habilitantes mínimas	36
6	PRÓXIMOS PASOS	38
6.1	Actualización y mantenimiento continuo	39
6.2	Colaboración y control institucional	39
6.3	Ampliación de cobertura y red intermunicipal	40
6.4	Aprovechamiento y uso de datos abiertos	40
6.5	Replicabilidad, intercambio y escalamiento	40
6.6	De ciudad en ciudad: replicar con datos y código abiertos	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
	ANEXO 1. VISUALIZACIÓN DE REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO	44
	ANEXO 2. TABLA RESUMEN	49
	ANEXO 3. TALLERES Y CAPACITACIONES	50
	ANEXO 4. REPORTE DE ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN	51
	ANEXO 5. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DISPONIBLES	54

RESUMEN EJECUTIVO

INFORMACIÓN GENERAL

Lugar	Estado de México (Toluca y Jilotepec) y Oaxaca (Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido).
Duración	18 meses
Presupuesto	134,990.24 €
Contrapartes	SEMOV (Estado de México) · SE-MOVI (Oaxaca)
Objetivo	Fortalecer la gestión del transporte público mediante la generación de datos abiertos y el uso de estándares digitales, fomentando capacidades locales para su sostenibilidad.

EJES TRANSVERSALES



Digitalización



Participación ciudadana



Transporte público



Gobernanza de datos



Planificación sostenible

CONTEXTO

En Oaxaca y en el Estado de México no existen datos centralizados ni suficientemente digitalizados sobre el transporte público; la información disponible se encontraba fragmentada y carecía de comparabilidad. Frente a esta situación, el proyecto realizó por primera vez el levantamiento oficial y la estandarización de la red de transporte en formato GTFS, con

participación institucional y universitaria, así como con transferencia de capacidades a nivel local. Este proceso permitió establecer una base única e interoperable que fortalece la gobernanza de los datos, la identificación y trazabilidad de rutas y paradas, y promueve el uso público de la información para la gestión y la planeación del servicio.

DESCRIPCIÓN

El proyecto generó datos abiertos de transporte público en formato GTFS para las ciudades piloto. Para ello, se levantó y estandarizó la información de rutas, recorridos y horarios mediante el uso de herramientas de software libre, como OpenStreetMap (OSM), con la participación ciudadana y la coordinación con autoridades y universidades locales. Los datos resultantes se publican como una base única e interoperable y, adicionalmente, se integran en un aplicativo móvil de planificación de viajes (Rutómetro), que permite a la ciudadanía consultar rutas y trayectos, y a las instituciones planificar y mejorar el servicio de transporte público.

BENEFICIOS

A continuación se presentan los principales resultados, beneficios y lecciones aprendidas derivados del proyecto Datos que mueven ciudades: MapaData.

- Datos abiertos y accesibles: base GTFS única e interoperable, disponible para uso ciudadano e institucional con información publicada para Toluca, Jilotepec, Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido.
- Estructura estandarizada: organización consistente de rutas, recorridos, paradas y calendarios que facilita la comparabilidad entre ciudades y la priorización de mejoras en el servicio.
- Transparencia y trazabilidad: acceso público a información estructurada, verificable y actualizable.
- Mejora de la cartografía base: actualización y enriquecimiento de la información geoespacial de las ciudades piloto en OpenStreetMap.
- Planificación de viajes en el día a día: el aplicativo Rutómetro permite a las personas usuarias consultar rutas y planificar trayectos desde dispositivos móviles.
- Capacidades instaladas: fortalecimiento de habilidades técnicas locales en el uso de OSM y mantenimiento de datos GTFS.

La tabla 1 presenta el alcance cuantitativo del proyecto. Para facilitar la comparación entre ciudades, se aplicó un criterio único de estimación (40 %² y 2.5³), tomando como base las poblaciones de 2020 correspondientes al ámbito operativo de cada red.

² Las personas beneficiadas se estiman como el 40 % de la población del 2020 dentro del ámbito operativo de cada red.

³ Los viajes diarios estimados se calculan aplicando un factor multiplicador de 2.5x sobre la población beneficiada, con fines comparativos y de priorización entre ciudades.

Tabla 1. Beneficios cuantitativos del proyecto MapaData por ciudad

ÁREA DE REFERENCIA	RUTAS DIGITALIZADAS EN GTFS	POBLACIÓN 2020	PERSONAS BENEFICIADAS (40 %)	VIAJES DIARIOS ESTIMADOS (×2.5)
Toluca (ZMVT)	622	2,353,924	941,570	2,353,924
Jilotepec (municipio)	65	87,671	35,068	87,671
Oaxaca de Juárez (municipio)	110	270,955	108,382	270,955
Salina Cruz (municipio)	27	84,438	33,775	84,438
Puerto Escondido (localidad urbana)	32	29,903	11,961	29,903
Totales	856	2,826,891	1,130,756	2,826,891

World Success Stories

What comes NEXT

- ↑ GTFS digitization methodology was replicated in the small municipality of Jilotepec with 30 routes and 80 thousand inhabitants.
- ↑ First BRT Corridor in Toluca: route restructuring and GTFS update in 2026.
- ↑ Improve survey, data sharing, data cleansing and route digitization processes for GTFS
- ↑ Generate GTFS data for unstructured urban transportation for the entire State of Mexico (with an estimated +4,500 routes)
- ↑ First metropolitan GTFS connected with México City
- ↑ Actively promote an Open Data strategy for mobility in the State of Mexico.

Foto: GIZ México / León Becker

 MobilityData

Better
Transportation
Through Data



1

INTRODUCCIÓN

M



MapaData tuvo como propósito generar datos abiertos y utilizables del transporte público, de modo que la ciudadanía cuente con información clara y accesible para planificar sus viajes, y las autoridades dispongan de herramientas que fortalezcan la gestión del servicio.

En México, la falta de datos centralizados y comparables ha representado uno de los principales desafíos para la planificación del transporte. En la mayoría de las ciudades, los sistemas de transporte colectivo operan con base en acuerdos tradicionales y sin una base digital consolidada. Esta situación limita la capacidad institucional para planificar y comunicar información de manera transparente y, al mismo tiempo, deja a las personas usuarias sin acceso a datos actualizados sobre rutas, recorridos y horarios.

Para responder a esta necesidad, el proyecto se enfocó en la creación de información estandarizada en formato GTFS, el estándar global más utilizado para representar digitalmente los sistemas de transporte público. Desde su inicio, se garantizó que los datos fueran abiertos y verificables mediante el uso de herramientas libres como OpenStreetMap (OSM) y con un enfoque de participación ciudadana que involucró a comunidades locales, universidades y autoridades de transporte.

El trabajo se desarrolló entre septiembre de 2024 y marzo de 2026 en dos estados:

- Estado de México, en las ciudades de Toluca y Jilotepec.

- Oaxaca, en Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido.

La iniciativa fue implementada por Trufi Association e.V., en alianza con Codeando México y el Equipo Humanitario de OpenStreetMap (HOT, por sus siglas en inglés), con el apoyo de la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) México, a través del proyecto Transición hacia un Sistema Integrado e Inteligente del Transporte Público en México (TranSIT). También participaron autoridades estatales y municipales, así como comunidades internacionales, como el Colegio Salesiano de Duitama, Colombia, que aportaron su experiencia en mapeo colaborativo.

Como resultado, se generaron las bases GTFS completas y una cartografía base mejorada en OSM, así como un aplicativo móvil de planificación de viajes: Rutómetro (<https://Rutometro.app>), desarrollado con el código abierto de Trufi Association, que permite consultar rutas y trayectos de manera sencilla. Esta información constituye la primera base pública e interoperable del transporte colectivo en los territorios del proyecto.

El proyecto contribuye directamente a los ODS, en particular al ODS 11 (Meta 11.2), que promueve el acceso conveniente al transporte público, y al ODS 17 (Meta 17.18), que impulsa la disponibilidad de datos abiertos y de calidad para la toma de decisiones. Si bien los datos generados son estáticos y su actualización futura dependerá de las autoridades locales, el proyecto deja una metodología clara y replicable para su mantenimiento y ampliación hacia sistemas integrados y esquemas de movilidad como servicio (MaaS)⁴.

4 Movilidad como servicio

Alcances y límites de MapaData

El proyecto generó un conjunto de datos abiertos de transporte público en formato GTFS, con el objetivo de mejorar la planificación, el análisis y el acceso ciudadano a la información del sistema de transporte en diversas regiones de México.

Se crearon bases GTFS iniciales para la Zona Metropolitana de Toluca, incluyendo municipios aledaños, y la ciudad de Jilotepec, así como para Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido, en el estado de Oaxaca. Estos conjuntos de datos fueron publicados en los portales institucionales de los gobiernos estatales correspondientes y, adicionalmente, en un portal nacional de datos abiertos de movilidad (<https://hdtm.codeandomexico.org/>), que busca centralizar y visibilizar información de transporte público de diversas ciudades del país.

La iniciativa se ejecutó en colaboración con la Secretaría de Movilidad del Estado de México (SEMOV) y la Secretaría de Movilidad del Estado de Oaxaca (SEMOVI), así como con los gobiernos municipales participantes. El apoyo técnico estuvo a cargo de Trufi Association e.V., Codeando México y HOT.

Asimismo, se contó con la participación de universidades y comunidades locales —entre ellas la Universidad del Autónoma del Estado de México, la URSE, la Salle Oaxaca y el Colegio Salesiano de Duitama, Colombia—, lo que permitió desarrollar una metodología abierta, participativa y basada en herramientas libres como OpenStreetMap y JOSM.

Los datos GTFS generados son de carácter estático y no incorporan componentes en tiempo real; no obstante, la base se diseñó para permitir futuras integraciones, tales como el seguimiento vehicular o la provisión de información en vivo. La ciudadanía puede consultar esta información mediante el aplicativo móvil Rutómetro, desarrollado con tecnología de Trufi Association, que permite planificar viajes y conocer las opciones de transporte público disponible en las ciudades sobre las que trabajó el proyecto.

La actualización y ampliación futura de los datos dependerá de las capacidades locales fortalecidas durante el proyecto, así como del compromiso institucional de las autoridades. Este esfuerzo sienta las bases para avanzar hacia una cobertura estatal completa, la incorporación de nuevos servicios en Toluca y otras regiones, y la consolidación de un ecosistema digital interoperable que contribuya a los ODS, en particular las Metas 11.2 y 17.18.



Foto: Donobelo

2

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Contribuir a la mejora de la gestión del transporte público urbano mediante la generación de datos abiertos, así como al fortalecimiento de las capacidades locales en el uso de herramientas digitales para la planificación y comunicación de la información del sistema de transporte.

Ilustración 1. Ciudades participantes en el proyecto



2.2 Objetivos específicos

Generar y publicar datos abiertos del transporte público en formato GTFS para las ciudades del Estado de México (Toluca y Jilotepec) y del estado de Oaxaca (Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido), asegurando su interoperabilidad y conformidad con los estándares internacionales.

Fortalecer la capacidad técnica local mediante la formación de equipos comunitarios, técnicos y

universitarios en el uso de herramientas libres como OSM, el Editor Java de OpenStreetMap (JOSM, por sus siglas en inglés) y otras plataformas de edición y validación de datos de transporte.

Desarrollar y poner en marcha un aplicativo móvil de planificación de viajes, basado en la tecnología abierta de Trufi Association (Rutómetro), que permita a la ciudadanía acceder de manera sencilla a información sobre rutas y horarios del transporte público.

Consolidar un modelo participativo y sostenible de gestión de datos que integre la colaboración entre gobiernos estatales, municipales, universidades y la sociedad civil organizada, con el fin de asegurar la actualización y el mantenimiento continuo de la información.

Contribuir a la mejora de la planificación y la transparencia en la gestión del transporte mediante la provisión de datos comparables, verificables y accesibles, que sirvan como base para el diseño de políticas públicas y el desarrollo de sistemas de movilidad inteligente.

2.3 Ejes del proyecto

Los ejes transversales del proyecto se alinean con los ODS, en particular con la Meta 11.2, relativa al acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles y sostenibles, y la Meta 17.18, enfocada en el fortalecimiento de la disponibilidad de datos de calidad.

Cada eje representa un componente esencial del enfoque de transformación digital aplicado a la movilidad urbana:

Tabla 2. Ejes transversales

	EJE	DESCRIPCIÓN
	Digitalización	Creación y estandarización de datos de transporte en formato GTFS mediante herramientas abiertas y mejora de la cartografía base.
	Participación ciudadana	Incorporación de comunidades locales, universidades y voluntariado de OSM en el levantamiento de información.
	Transporte público	Mejora de la accesibilidad del transporte público en las ciudades.
	Gobernanza de los datos	Coordinación institucional para la publicación, el mantenimiento y la actualización de los conjuntos de datos.
	Planificación sostenible	Uso de los datos para mejorar la toma de decisiones y ofrecer servicios de planificación de rutas (Rutómetro).



3

IMPLEMENTACIÓN

3.1 Planificación e inicio del proyecto

3.1.1 Enfoque metodológico para la fase inicial

La fase inicial se estructuró en tres componentes secuenciales y complementarios:

- 1. Diagnóstico del mapa base.** Se realizó una comparación sistemática entre OSM y fuentes oficiales, particularmente el Marco Geostadístico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), con el objetivo de identificar brechas de cobertura, conectividad y atributos. Este proceso incluyó la extracción y validación de información mediante herramientas como Overpass, JOSM y el Sistema de Información Geográfica (QGIS, por sus siglas en inglés).
- 2. Formación y fortalecimiento de capacidades.** Se desarrollaron actividades de capacitación dirigidas a personal técnico, universidades y personas voluntarias, enfocadas en la edición y validación de datos mediante herramientas como iD Editor, JOSM, MapRoulette, Mapillary y StreetComplete, bajo los estándares de HOT, a fin de garantizar la calidad y la trazabilidad de la información generada.
- 3. Priorización y planificación de la intervención.** Se seleccionaron zonas y tareas con indicadores de mejora, tales como limpieza, normalización y consistencia topológica de los datos, así como de completitud de puntos de interés (POI) y de la red vial, con el objetivo de asegurar impacto y medibilidad desde el inicio del proyecto.

- 4. Edición sistemática de la cartografía en OpenStreetMap** para todas las ciudades del proyecto. Este trabajo consistió en complementar y corregir la red vial en las áreas cercanas a las rutas de transporte existentes e integrar puntos de interés asociados a atractores de movilidad de carácter comercial y equipamiento público. El proceso incorporó, además, bases de datos del INEGI, particularmente del DENUE, al mapa colaborativo.

3.1.2 Evaluación inicial de datos de transporte por ciudad

- En **Toluca (Estado de México)** existían insumos iniciales en formatos KML y KMZ, que posteriormente se actualizaron hasta integrar 622 rutas correspondientes a la Zona 1. Sobre esta base se llevó a cabo un proceso intensivo de limpieza y estandarización de la información.
- En **Oaxaca de Juárez**, los datos urbanos oficiales se encontraban listos para su integración; sin embargo, fue necesario completar el componente suburbano mediante levantamiento y validación en campo.
- En **Salina Cruz** se identificaron datos antiguos y desactualizados, por lo que se sustituyeron mediante un nuevo levantamiento de campo realizado con equipos locales, seguido de un proceso de validación.
- En **Puerto Escondido** no existía digitalización previa de las rutas de transporte, lo que requirió depurar y normalizar los insumos institucionales disponibles, así como complementar la información mediante verificación focalizada.
- **Jilotepec** se incorporó al proyecto debido a que contaba con una base previa de buena calidad, lo

que permitió una integración ágil bajo la misma metodología aplicada a las demás ciudades.

3.1.3 Supuestos iniciales y condiciones encontradas

En la fase de planificación se partió del supuesto de que todas las ciudades contaban con una base digitalizada de rutas; sin embargo, en la práctica esta condición resultó heterogénea:

- Puerto Escondido y Salina Cruz no contaban con una base previa, por lo que fue necesario construirla de manera conjunta con las autoridades.
- Oaxaca de Juárez y Toluca disponían de insumos iniciales, aunque estos se encontraban incompletos y presentaban inconsistencias, como geometrías fragmentadas, trazos en contravía y datos desactualizados, lo que exigió trabajo adicional, particularmente en el caso de Toluca debido a la magnitud de su red.

3.1.4 Medidas de mitigación

Ante estas condiciones, se implementaron las siguientes medidas:

- Construcción guiada de la base de datos en las ciudades donde no existía información previa, a partir de insumos en formato KML y GeoJSON. El trabajo priorizó la geometría de las rutas y la definición de atributos clave (nombre de origen–destino, operador y código de ruta), en varios casos establecidos en coordinación con las autoridades correspondientes, como ocurrió en Toluca.
- Verificación técnica por ruta mediante contraste con la red vial de OpenStreetMap, considerando sentidos de circulación y tipología de vía, con apoyo de Mapillary para la obtención de evidencia a nivel de calle.
- Validación del feed GTFS resultante mediante el validador oficial de MobilityData (<https://gtfs-validator.mobilitydata.org/>), lo que permitió verificar la conformidad del conjunto de datos con el estándar antes de su publicación.

Esta combinación de procedimientos permitió controlar la calidad e interoperabilidad de los datos desde el inicio del proyecto, sin ampliar alcances ni introducir riesgos operativos adicionales.

Ilustración 2. Fases de procesamiento de datos



3.2 Procesamiento de datos

3.2.1 Fases de tratamiento de datos

El proceso técnico de construcción de datos de transporte público se desarrolló en seis fases sucesivas, diseñadas para garantizar la calidad, coherencia y reutilización de la información generada. Estas fases abarcan el ciclo completo de tratamiento de datos, desde la recolección inicial hasta su publicación y uso en aplicaciones digitales.

1. Recepción de datos

Se recopilaron las fuentes primarias y secundarias disponibles, incluida información oficial proporcionada por las autoridades de transporte, registros municipales y trazas GPS recolectadas en campo.

2. Preprocesamiento

Los datos brutos se limpiaron y reorganizaron con el fin de eliminar duplicidades y asegurar su coherencia espacial. Asimismo, se corrigieron errores de geometría y continuidad, y se estandarizaron nombres y atributos.

Esta fase contó con el apoyo del aliado local Codeando México, que coordinó el trabajo con los equipos de campo y las comunidades, facilitando la recolección y validación de información en conjunto con las autoridades estatales y municipales responsables de proporcionar los insumos iniciales.

Gracias a este trabajo colaborativo, se consolidó una red de transporte base coherente, verificada en terreno y lista para su representación en OSM.

3. Mapeo en OSM

De manera transversal a las fases descritas en la sección 3.2.1, y con base en la proyección de cobertura de la red de transporte por digitalizar, se desarrolló una fase de mejora del mapa base en OSM, indispensable para garantizar la calidad de los datos de transporte.

Antes y durante el procesamiento de rutas, el equipo técnico y los aliados locales trabajaron en la actualización y la completitud de elementos del entorno urbano en OSM: puntos de interés —comercios, empresas principales, equipamientos públicos y sociales—, vías secundarias y coberturas recientes asociadas al crecimiento urbano. Si bien estos elementos no forman parte directa del estándar GTFS, resultan esenciales para el correcto funcionamiento de las rutas y de los servicios de planificación en el aplicativo. Esta labor de fortalecimiento cartográfico contó con el apoyo de HOT, que facilitó la capacitación en mapeo colaborativo a un amplio grupo de personas voluntarias, así como la organización y validación de tareas comunitarias.

Una vez depurados los datos, se realizó el mapeo específico de transporte público en la plataforma OSM siguiendo el esquema Transporte Público Versión 2 (PTv2, por sus siglas en inglés)⁵, estándar internacional para la representación de sistemas de transporte público en plataformas cartográficas colaborativas. Esta metodología define rutas, secuencias de paradas, relaciones y conexiones entre líneas, lo que asegura la compatibilidad con otros sistemas a nivel global, así como la trazabilidad comunitaria de la información.

El mapeo fue ejecutado por el equipo técnico de Trufi Association, **en colaboración con personas voluntarias, universidades locales y aliados internacionales.**

Como resultado, se consolidó una red digital coherente, abierta y verificable, que fortalece la calidad y la interoperabilidad de los datos de transporte en OSM.

4. Generación del GTFS

La información mapeada en OSM se transformó al formato **GTFS**, un estándar abierto que estructura paradas, rutas, horarios y calendarios del transporte público. Este formato, reconocido y utilizado internacionalmente, permite integrar los datos en sistemas de planificación de transporte, portales de datos abiertos y aplicaciones móviles de consulta de viajes.

El GTFS constituye, además, la **base interoperable** sobre la cual pueden desarrollarse servicios de análisis, planificación y esquemas MaaS.

Los conjuntos de datos generados se validaron mediante **el validador oficial de MobilityData** (<https://gtfs-validator.mobilitydata.org/>), herramienta internacional de referencia para verificar el cumplimiento del estándar **GTFS**.

Esta validación permitió confirmar la consistencia de horarios, rutas y paradas, y asegurar que la información pueda ser utilizada sin restricciones en aplicaciones y plataformas de planificación de transporte a nivel global.

5. Validación y pruebas de planificación

Los conjuntos de datos GTFS fueron verificados mediante simulaciones de planificación de

⁵ Public Transport Version 2 (PTv2) es el esquema adoptado por la comunidad de OpenStreetMap para representar redes de transporte público. Define cómo se registran las rutas, las paradas y las conexiones entre líneas en el mapa, de modo que la información sea consistente y pueda ser utilizada por distintas aplicaciones.

viajes en servidores de OpenTripPlanner (OTP) (<https://www.opentripplanner.org/>).⁶ Durante este proceso, las autoridades y los equipos locales probaron recorridos reales y ajustaron las rutas cuando los resultados obtenidos no coincidían con la operación en campo. Este ejercicio iterativo permitió asegurar que la información publicada reflejara con precisión la red de transporte existente.

6. Implementación en aplicativo móvil

Los datos validados se integraron en el aplicativo móvil Rutómetro, disponible para Android e iOS (<https://Rutometro.app>), que permite planificar viajes en las ciudades del proyecto. Desarrollada con código abierto de Trufi Association, esta herramienta ofrece a la ciudadanía acceso directo y gratuito a la información del servicio de transporte público, consolidando el vínculo entre la digitalización de datos y la mejora de la experiencia de movilidad cotidiana.

3.3 Proceso por ciudad

3.3.1 Procesamiento de datos en Toluca (Área Metropolitana)

En la Zona Metropolitana de Toluca, el proyecto se desarrolló en estrecha colaboración con la SEMOV, cuyo equipo técnico proporcionó la información inicial en formato KML. Desde el inicio de las actividades, HOT coordinó un mapeo extensivo de POI en OSM. Esta labor fue ejecutada por personas voluntarias estudiantes de la Universidad Autóno-

ma del Estado de México (UAEMex), previamente capacitadas y acompañadas de forma continua por HOT, tanto en la edición remota en OSM como en el levantamiento en campo mediante aplicaciones móviles. Los resultados consolidados se muestran en la tabla 4.

Tabla 3. Resumen de los POI mapeados en Toluca

CATEGORÍA DE POIS	CANTIDAD
Servicios educativos	5,024
Salud y asistencia social	7,648
Transportes / correos / almacenamiento	811
Esparcimiento / cultural / deportivo	2,487
Comercio al por mayor	5,315
Total	21,285

De manera complementaria, Codeando México facilitó la coordinación con los equipos de campo y las comunidades para la digitalización en territorio de las unidades de transporte, fortaleciendo el vínculo entre autoridades, ciudadanía y datos abiertos.

En total, se digitalizaron 622 rutas de transporte público, volumen que representó el principal desafío técnico del proyecto. A este se sumaron la ausencia de una codificación oficial de rutas y la necesidad de corregir inconsistencias geométricas y de continuidad —como recorridos en contravía o trazos sobre vías no habilitadas, incluidas las peatonales—, lo que requirió un trabajo minucioso de revisión y depuración de datos.

⁶ OpenTripPlanner (OTP) es un motor de código abierto para la planificación de viajes multimodales. Utiliza datos GTFS y cartografía de OpenStreetMap para calcular rutas óptimas entre un origen y un destino, y es ampliamente utilizado por autoridades de transporte y desarrolladores de aplicaciones en todo el mundo.

El mapeo de rutas de transporte en OSM fue liderado por Trufi Association, con el apoyo de personas voluntarias del Colegio Salesiano de Duitama, Colombia, en un ejercicio de cooperación internacional sur-sur.

Tabla 4. Resumen de la recolección de datos en Toluca⁷

CONCEPTO	VALOR
Rutas totales digitalizadas	622
Fecha de capacitación	Enero 2025
Participantes directos	SEMOV (Estado de México); Youthmappers UAEMex (Universidad Autónoma del Estado de México).

El resultado fue conjunto de datos GTFS completo, validado y publicado, disponible tanto en el portal institucional correspondiente como en el aplicativo móvil Rutómetro, lo que permite a la ciudadanía planificar sus viajes con información confiable y actualizada.

3.3.2 Procesamiento de datos en Jilotepec de Molina Enríquez

En el municipio de Jilotepec de Molina Enríquez, se replicó la metodología desarrollada en Toluca, bajo la coordinación de la SEMOV y con la colaboración de Codeando México.

La red de transporte de Jilotepec presentó una escala más acotada, compuesta por 65 rutas de transporte público, lo que permitió realizar un trabajo de mayor precisión en la verificación de recorridos y paradas. La información fue mapeada en OSM y convertida al formato GTFS, siguiendo los mismos estándares técnicos y de validación establecidos para el proyecto.

La colaboración con los equipos técnicos municipales permitió afinar detalles de cobertura y nomenclatura, asegurando la coherencia de los datos con las rutas efectivamente operadas. Para fortalecer la utilidad del mapa, se incorporaron 694 POI de carácter comercial mediante un proceso de importación controlada.

El conjunto final de datos fue validado, publicado y puesto a disposición del público a través del aplicativo Rutómetro, integrándose al ecosistema estatal de planificación de transporte público.

Como resultado adicional, la experiencia en Jilotepec fortaleció las capacidades locales para la gestión y actualización continua de datos abiertos de movilidad, sentando las bases para futuras expansiones hacia otros municipios del Estado de México.

3.3.3 Procesamiento de datos en Oaxaca de Juárez

En la ciudad de Oaxaca de Juárez, el trabajo se desarrolló en colaboración con la SEMOVI y con las universidades locales La Salle Oaxaca y Universidad Regional del Sureste (URSE), que participaron activamente en la validación, capacitación y levantamiento de datos, con el acompañamiento de HOT.

⁷ YouthMappers es una red internacional de capítulos universitarios dedicados al mapeo colaborativo con fines humanitarios y de desarrollo. El capítulo UAEMex, vinculado a la Universidad Autónoma del Estado de México, participó en el levantamiento y validación de datos cartográficos del proyecto.

La SEMOVI proporcionó información en formato KML, previamente elaborada y de buena calidad técnica, lo que facilitó el proceso de estandarización y conversión. Si bien esta cartografía no se encontraba en formato GTFS, constituyó una base sólida que permitió acelerar el trabajo y funcionó como línea base.

La generación de datos se estructuró en dos fases complementarias. En primer lugar, se procesó la cartografía urbana proporcionada por la SEMOVI. Posteriormente, para las rutas suburbanas se realizó un levantamiento de campo específico que documentó 27 rutas adicionales, a cargo de seis equipos de campo (aproximadamente 12 personas), con el procesamiento de datos realizado por Codeando México bajo la supervisión técnica de Trufi Association y con el apoyo de personas voluntarias internacionales del Colegio Salesiano de Duitama, Colombia. Ambos insumos fueron consolidados, estandarizados al formato GTFS y verificados en OSM, asegurando la coherencia entre la información institucional y lo observado en territorio.

Tabla 5. Resumen de la recolección de datos en Oaxaca de Juárez

CONCEPTO	VALOR
Rutas mapeadas en campo	27
Rutas totales digitalizadas	110
Equipos de campo	6 (≈12 personas)
Fecha de capacitación	Enero 2025
Participantes directos	SEMOVI + Universidad La Salle Oaxaca + Universidad Regional del Sureste (URSE) + HOT + Codeando México

Durante el proceso se realizaron capacitaciones presenciales lideradas por HOT, enfocadas en el mapeo colaborativo y el uso de herramientas libres como OSM y JOSM.

Las y los estudiantes de la Universidad La Salle Oaxaca y de la URSE participaron activamente en la digitalización y revisión de las rutas y revisión de los POI, consolidando una transferencia efectiva de capacidades técnicas que permitió a los equipos universitarios asumir la fase final de procesamiento y validación de los datos en OSM.

Los resultados de su trabajo constituyen los datos actualmente vigentes, integrados en la base GTFS publicada oficialmente en el portal del estado de Oaxaca, y en el aplicativo móvil Rutómetro.

Tabla 6. Resumen numérico de POI en Oaxaca de Juárez

CATEGORÍA DE POIS	CANTIDAD
Servicios educativos	1,426
Salud y asistencia social	3,031
Transportes / correos / almacenamiento	432
Esparcimiento / cultural / deportivo	683
Comercio al por mayor	1,386
Total	6,958

La digitalización previa realizada por la SEMOVI, aunque originalmente se encontraba fuera del estándar GTFS, constituyó una base sólida que permitió acelerar el proceso y garantizar la calidad final de los datos.

El caso de Oaxaca evidencia que la combinación de información institucional organizada con la colabo-

ración académica y comunitaria permite obtener resultados de alta calidad y promueve la sostenibilidad local en el mantenimiento y la actualización de los datos de transporte público.

Gracias a que desde etapas tempranas del proyecto se contó con un GTFS operativo para Oaxaca, fue posible dedicar un esfuerzo extensivo a la fase 5 (pruebas de planificación). Con el apoyo de personas voluntarias de las universidades participantes, se ejecutaron pruebas en OTP para contrastar los resultados de enrutamiento con la realidad en territorio y con la información institucional disponible. Este inicio temprano del GTFS permitió desarrollar iteraciones de verificación más amplias y profundas, elevando la consistencia y la calidad final del conjunto de datos.

3.3.4 Procesamiento de datos en Salina Cruz

En la región costera del estado de Oaxaca, el proyecto se desarrolló en la ciudad de Salina Cruz, en coordinación con la SEMOVI, instancia que facilitó el acceso a la información existente y la articulación institucional a nivel local. Participaron universidades de la región, entre ellas la Universidad del Mar (UMAR) y la URSE, que colaboraron en procesos de capacitación y levantamiento de datos. Con el acompañamiento de HOT, estas instituciones llevaron a cabo actividades de capacitación, levantamiento y verificación de datos como parte del proceso formativo de mapeo colaborativo, es decir, la construcción colectiva de mapas digitales con la participación de diversos actores.

El levantamiento de datos fue liderado por Codeando México, organización responsable de la recolección y el procesamiento de la información, y por Trufi Association, encargada de la coordinación técnica y la conversión de los datos al formato GTFS.

El trabajo de campo permitió digitalizar y validar las rutas de transporte público urbano y suburbano, integrando información geoespacial precisa y coherente con las características del territorio de la ciudad. Los datos resultantes fueron incorporados a OSM y publicados en el aplicativo Rutómetro.

Como buena práctica, se destaca el fortalecimiento de capacidades locales impulsado por HOT y las universidades participantes. Esta estrategia garantiza la sostenibilidad del proceso y demuestra que el trabajo conjunto entre comunidades académicas, organizaciones tecnológicas y autoridades locales puede generar una base de datos interoperable y de calidad para la gestión del transporte público.

3.3.4.1 Participación comunitaria en Salina Cruz

En una fase inicial, 14 personas voluntarias del Colegio Salesiano de Duitama, Colombia, colaboraron en el procesamiento de algunas de las rutas antiguas de Salina Cruz. Sin embargo, tras comprobarse que dichos datos se encontraban desactualizados, estos fueron retirados y sustituidos por un nuevo levantamiento de información en campo.

Tabla 7. Resumen de POI en Salina Cruz

CATEGORÍA DE POIS	CANTIDAD
Servicios educativos	161
Salud y asistencia social	258
Transportes / correos / almacenamiento	51
Esparcimiento / cultural / deportivo	57
Comercio al por mayor	136
Total	663

El procesamiento final de las rutas válidas fue realizado por estudiantes de la Universidad La Salle Oaxaca, quienes recibieron capacitación directa en OSM y herramientas de edición de datos de transporte público por parte de Trufi Association y HOT. Esta transferencia de conocimientos y habilidades técnicas constituyó uno de los logros más relevantes del proyecto, al permitir que jóvenes universitarios de la región asumieran la responsabilidad del procesamiento y la validación de los datos. Con ello se fortaleció tanto la sostenibilidad del proceso como la apropiación local de la información, siempre con el acompañamiento de la SEMOVI Oaxaca.

Los datos actualmente vigentes del sistema de transporte público de Salina Cruz fueron elaborados por estos equipos universitarios y conforman una base en formato GTFS abierta, actualizada y compatible con otras plataformas. Esta información se encuentra disponible para su consulta en el aplicativo Rutómetro.

Tabla 8. Resumen de la recolección de datos en Salina Cruz

CONCEPTO	VALOR
Rutas totales digitalizadas	43
Equipos de campo	9 (≈18 personas)
Fecha de capacitación	Mayo 2025
Participantes directos	Voluntarios “Mi Primera Chamba” + personal SEMOVI + equipo Codeando México + HOT

Digitalizar primero, estandarizar después: cuando se cuenta con registros claros —independientemente de su formato inicial—, la generación de un archivo

GTFS se vuelve más rápida y confiable. El caso de Oaxaca de Juárez lo demuestra, ya que la existencia previa de datos organizados permitió acelerar la estandarización. En consecuencia, cualquier ciudad puede empezar hoy mismo, sin esperar un programa especial, y construir una base sólida y organizada que posteriormente servirá para acelerar el proceso de estandarización.

3.3.5 Procesamiento de datos en Puerto Escondido

Puerto Escondido, con una población de 29,903 habitantes y una extensión territorial superior a los 400 km², recibió la información de rutas directamente de la SEMOVI. Gracias a ello, no fue necesario realizar levantamiento de datos en campo.

Tabla 9. Resumen de POI en Puerto Escondido

CATEGORÍA DE POIS	#
Servicios educativos	138
Salud y asistencia social	202
Transportes / correos / almacenamiento	60
Esparcimiento / cultural / deportivo	45
Comercio al por mayor	118
Total	563

El equipo del proyecto —Codeando México, con supervisión técnica de Trufi Association— se encargó de depurar, organizar y convertir la información institucional al formato GTFS. Además, realizó validaciones de escritorio que incluyeron:

La revisión de la consistencia de trazados y paradas, es decir, que tanto las rutas como sus puntos de detención coincidan correctamente.

La verificación topológica, en la que se comprueba que las rutas sigan recorridos lógicos y conectados sobre la red vial.

Pruebas de planificación de viajes sobre el conjunto de datos consolidado, es decir, simulaciones para comprobar que una persona usuaria pueda calcular trayectos reales.

HOT brindó acompañamiento metodológico y fortalecimiento de conocimientos técnicos a nivel de proyecto. En esta ciudad no se registró participación de universidades.

La información proporcionada por la SEMOVI para Puerto Escondido quedó consolidada en el archivo GTFS del proyecto, verificada en su coherencia interna y lista para su uso en procesos de planificación, sin requerir campañas de campo adicionales. La disponibilidad de datos institucionales actualizados —aunque originalmente no se encuentren en formato GTFS— acelera la estandarización, reduce los costos de verificación en terreno y favorece la calidad final del conjunto de datos.

Tabla 10. Resumen de la recolección de datos en Puerto Escondido.

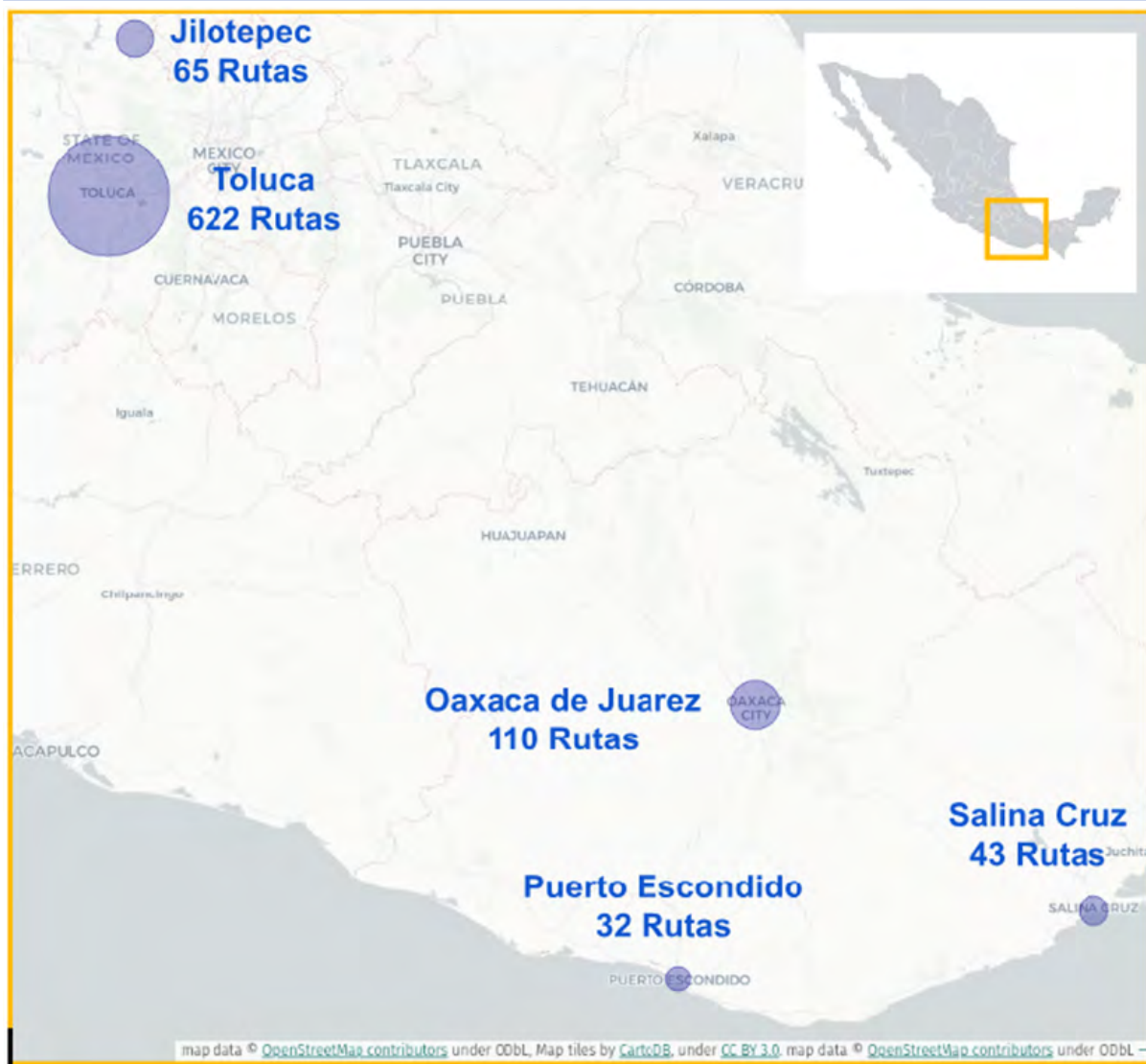
CONCEPTO	VALOR
Rutas totales digitalizadas	32
Fecha de capacitación	Mayo 2025
Participantes directos	Personal SEMOVI + equipo Codeando México

3.4 Distribución de rutas digitalizadas

El siguiente gráfico muestra la cantidad total de rutas de transporte público identificadas y digitalizadas en cada una de las ciudades participantes del proyecto. El tamaño de cada círculo es proporcional al número de rutas registradas en cada ciudad.

Las ubicaciones representadas corresponden a los principales núcleos urbanos incluidos en el proyecto: Jilotepec (Estado de México), Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido (estos tres últimos en el estado de Oaxaca), abarcando desde la zona centro del país hasta la costa del Pacífico.

Ilustración 3. Número de rutas digitalizadas por ciudad



La experiencia en el Estado de México y en Oaxaca demostró que la sostenibilidad de los proyectos de datos de transporte depende, en gran medida, de la forma en que se gestionan los datos desde el inicio. Definir responsables, acordar reglas claras, documen-

tar los cambios y trabajar con aliados locales garantiza que la información siga viva y útil. Estas lecciones sintetizan los elementos que hacen sostenible un proyecto: gobernanza, colaboración y continuidad.

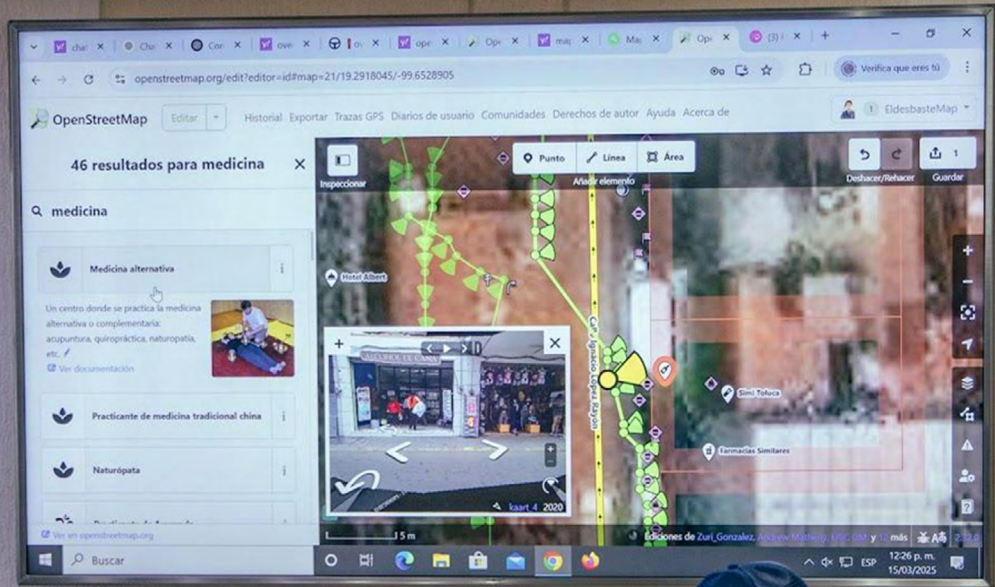


Foto: Donobelo

4

LECCIONES APRENDIDAS

4.1 Gobernanza del dato desde el día cero

Un proyecto de datos públicos avanza al ritmo de la toma de decisiones. Por eso, el primer paso consiste en definir quién decide sobre el dato y quién asume la responsabilidad de mantenerlo. En la práctica, esto implica que la autoridad —municipal o estatal— designe a una persona responsable y a una suplente, establezca el tiempo que podrán dedicar al proceso y habilite un canal ágil para resolver dudas y validar cambios.

Cuando estas condiciones existen desde el inicio, los equipos pueden resolver consultas en días —no en semanas— y el proyecto mantiene su continuidad aun cuando haya rotación de personal. La gobernanza del dato no es una formalidad administrativa, sino un mecanismo de protección que evita que trámites o limitaciones de agenda detengan el avance.

4.2 Digitalizar primero, estandarizar después

Una de las principales enseñanzas del proyecto puede resumirse en una regla sencilla: digitalizar primero, estandarizar después. Lo fundamental es comenzar sin esperar a contar con información perfecta. Aunque muchas ciudades aún no disponen de un archivo GTFS, sí cuentan con listados de rutas, nombres públicos, orígenes y destinos, o incluso archivos KML.⁸ Ese punto de partida resulta sumamente valioso.

Cada ciudad puede iniciar de inmediato la organización de la información disponible —listados, mapas o datos geográficos— y estructurarla de manera ordenada. Esa primera organización facilita y acelera el siguiente paso: la conversión a un formato estándar como GTFS, con mayor calidad y consistencia. La estandarización llegará a una etapa posterior, sin embargo, cuando desde el inicio existe claridad sobre qué información se gestiona y quién es responsable de ella, se reducen retrabajos, se optimiza el trabajo de campo y se gana tiempo tanto en el desarrollo de aplicaciones como en la consolidación de una base de datos pública sostenible.

4.3 Acuerdo de Alcance de Rutas (AAR)

Una de las lecciones más relevantes del proyecto es la importancia de contar con un Acuerdo de Alcance de Rutas (AAR). Aunque el término puede parecer técnico, su lógica es sencilla: consiste en establecer y publicar una “foto oficial” del listado de rutas que servirá como base para la generación del archivo GTFS y el desarrollo de la aplicación.

A partir de esa foto, o referencia inicial, cualquier modificación posterior —altas (nuevas rutas), bajas (rutas eliminadas) o ajustes (cambios en recorridos existentes)— se registra y se incorpora en el siguiente corte programado de actualización. Este mecanismo evita tener que rehacer entregas de manera reiterada ante cada cambio operativo y permite que el proyecto funcione con estabilidad, al tiempo que mantiene la información actualizada.

⁸ Archivos de datos geográficos que pueden ser utilizados en plataformas como Google Earth.

4.4 Paquete mínimo de datos antes del arranque

Otra lección relevante es la conveniencia de iniciar el proceso únicamente cuando se dispone de un mínimo de información organizada. No se trata de solicitar todos los datos posibles, sino de contar con lo esencial. Como referencia, la siguiente tabla resume los elementos que conforman este paquete mínimo:

Tabla 11.

DATO REQUERIDO	DESCRIPCIÓN
Listado de rutas	Relación completa de las rutas de transporte público existentes
Operador	Empresa o persona concesionaria responsable de cada ruta
Nombre de uso público	Denominación con la que los usuarios conocen la ruta (nombre, número o ambos)
Origen y destino	Puntos de inicio y fin del recorrido
Fecha de última actualización	Momento en que la información fue verificada o modificada por última vez
Contacto del responsable	Persona designada por la autoridad para resolver dudas sobre los datos

Con esta base, el equipo técnico puede avanzar de manera continua y sin bloqueos. Los archivos geográficos (como trazados de rutas en formato KML o similares) constituyen un apoyo valioso y, cuando están disponibles, se incorporan al proceso; sin embargo, no representan un requisito indispensable para comenzar. Esta condición de entrada, sencilla

pero clara, evita semanas de intercambios dispersos y proporciona al proyecto un punto de partida sólido desde el primer día.

4.5 Alianzas locales que multiplican el avance

Las experiencias más sólidas se presentaron cuando la autoridad se apoyó en aliados locales, como universidades, comunidades de OpenStreetMap y colectivos cívicos. Estos actores aportan conocimiento del territorio, validan detalles operativos y, sobre todo, contribuyen a dejar capacidades instaladas: personas formadas y herramientas apropiadas que permiten dar continuidad al trabajo una vez concluido el proyecto.

Cuando una ciudad involucra a sus universidades en la revisión de tramos ambiguos o en la documentación de paradas, no solo acelera el proceso técnico, sino que también forma talento local capaz de mantener y actualizar los datos a lo largo del tiempo. De igual forma, la participación de la comunidad OSM traduce el conocimiento local en una cartografía más precisa, con beneficios directos para toda la población.

4.6 Trabajo de campo eficiente

El trabajo de campo es indispensable; sin embargo, no todo el tiempo invertido en territorio genera el mismo valor. La experiencia demostró que su uso más eficiente consiste en verificar únicamente aquello que no puede resolverse desde el escritorio, como

dudas específicas, contradicciones en la información, o tramos sin evidencia suficiente.

Antes de realizar visitas en campo, resulta ideal llevar a cabo las siguientes acciones:

- Depurar los listados disponibles de rutas y paradas.
- Revisar la cartografía existente para identificar posibles inconsistencias.
- Contrastar trazados entre distintas fuentes de información.
- Formular con claridad las preguntas clave que solo pueden resolverse en campo.

De esta manera, las salidas se realizan con objetivos concretos y acotados, lo que se traduce en un proceso más ágil, menos costoso y de mayor utilidad para la calidad final de los datos.

La sostenibilidad de los procesos de digitalización del transporte público se fundamenta en la existencia de instituciones con capacidades técnicas, el uso de herramientas abiertas y la disponibilidad de datos publicables. La replicabilidad se alcanza mediante la combinación de método, gobernanza del dato y alianzas locales. Con un equipo focalizado y un espacio público para la gestión de datos, cualquier ciudad puede iniciar el proceso y escalarlo de manera progresiva.



5

PROCESOS DE REPLICABILIDAD

5.1 Punto de partida

Para comenzar en una nueva ciudad, la autoridad debe asumir una decisión explícita: digitalizar y publicar los datos de transporte. Desde el primer momento es necesario definir tres elementos clave:

Responsable del proceso: designar a una persona encargada y a una suplente para garantizar la continuidad ante posibles cambios de personal.

Mecanismo de actualización: establecer cómo se van a actualizar los datos, incluyendo los pasos a seguir y los plazos de cada etapa.

Canal oficial de aprobación y publicación: determinar por qué medio se aprobarán y se harán públicos los resultados dentro de la entidad.

5.2 Principio operativo

El proceso se rige por una regla sencilla: digitalizar primero, estandarizar después. Lo más importante es iniciar sin esperar a contar con información perfecta. Cada ciudad puede comenzar de inmediato organizando la información disponible —listados de rutas, archivos, mapas o datos geográficos— en un formato ordenado.

Esta primera organización facilita de manera significativa el paso siguiente: la conversión a un estándar GTFS, que permite asegurar la calidad, consistencia y compatibilidad de los datos con otras plataformas y aplicaciones.

5.3 Ruta de implementación recomendada

La implementación del proceso de digitalización y publicación de datos de transporte puede organizarse en una secuencia de seis etapas complementarias, como se ilustra a continuación:

Preparación institucional: el primer paso consiste en definir quién será la persona responsable del proceso y cuánto tiempo podrán dedicar los equipos locales a su desarrollo. Asimismo, es necesario acordar plazos, identificar los recursos disponibles y establecer un espacio de trabajo —físico y digital— donde se organice la información y se publiquen los resultados.

Ordenamiento de la información existente: cada ciudad debe identificar y revisar la información con la que ya cuenta: listados de rutas, mapas, nombres de operadores y recorridos. En esta fase se organizan y corrigen denominaciones, se verifican los puntos de origen y destino, y se acuerda con las autoridades un listado oficial de rutas que servirá como referencia para todo el proceso.

Validación colaborativa: Esta etapa se desarrolla de manera conjunta con autoridades y aliados técnicos, y consiste en revisar y corregir dos tipos de información:

- La cartografía base en OpenStreetMap: verificar que las calles estén completas y conectadas, que los sentidos de circulación sean correctos, que los nombres de las vías estén actualizados y que las paradas de transporte se encuentren registradas.
- Los archivos de rutas proporcionados por las autoridades: revisar la información entregada en cualquier formato disponible (archivos geográficos KML o KMZ, hojas de cálculo en formato

CSV, listados administrativos, o archivos GTFS preliminares), verificando que los recorridos sean coherentes y estén completos.

Dado que los datos de transporte son susceptibles de mejora continua, esta fase requiere dedicación y comunicación constante entre todos los participantes para resolver inconsistencias y asegurar la calidad del conjunto final.

Estandarización a formato GTFS: una vez que la información se encuentra completa y verificada, se procede a su conversión al formato GTFS. Este proceso incluye:

- La validación rigurosa del cumplimiento estándar mediante herramientas especializadas.
- La documentación de los supuestos y las decisiones adoptadas durante la conversión.
- Integración y publicación: con los datos estandarizados, se procede a integrarlos en herramientas públicas —como el aplicativo móvil Rutómetro— y a publicarlos oficialmente en el portal o página institucional correspondiente. La publicación debe incluir: número de la versión del conjunto de datos, fecha de publicación, y licencia de uso abierta, que permita su consulta y reutilización libre.
- Transferencia y cierre: finalmente, se realiza la transferencia de conocimiento a los equipos locales. Esto implica capacitar al personal en los procedimientos necesarios para: mantener actualizados los datos, corregir errores detectados y publicar nuevas versiones periódicamente. El objetivo es que la ciudad pueda continuar con el proceso de forma autónoma y sostenible, sin depender permanentemente de equipos externos.

5.4 Gestión de riesgos

Todo proceso de digitalización de datos de transporte está expuesto a riesgos que pueden afectar su avance o continuidad. A continuación se describen los principales riesgos identificados durante el proyecto y las estrategias propuestas para mitigarlos.

Rotación de personal en la administración pública: los cambios en la administración pública son parte natural de la gestión institucional y pueden implicar la renovación de equipos o de responsables. Para asegurar la continuidad del proceso, es fundamental contar con procedimientos documentados que cualquier persona pueda consultar y seguir; establecer accesos institucionales formales (cuentas de correo, repositorios y plataformas a nombre de la institución, no de personas individuales); designar personas suplentes desde el inicio, de modo que la gestión de los datos no dependa de cargos específicos.

Información inicial limitada o incompleta: no todas las ciudades cuentan con datos organizados al momento de iniciar. En estos casos es posible comenzar con una versión básica del conjunto e ir perfeccionando de manera progresiva, conforme se obtenga y valide nueva información.

Dependencia tecnológica de proveedores específicos: el uso de software o plataformas privadas puede generar dependencia de un proveedor particular, lo que compromete la continuidad del proyecto si cambian las condiciones comerciales o económicas. Para evitarlo, se recomienda priorizar el uso de herramientas y estándares abiertos (como OSM y GTFS), que garantizan que cualquier equipo técnico pueda retomar y continuar el trabajo sin restricciones de licenciamiento.

Demoras en la publicación de los datos: en ocasiones, la publicación de resultados se retrasa porque no se cuenta con un medio institucional listo para ello. Para evitar esta situación, se recomienda preparar desde el inicio el portal o la página donde se alojarán

los datos, y poner a disposición una primera versión funcional que pueda mejorarse con el tiempo.

Disponibilidad limitada de voluntarios: una parte importante de este trabajo se apoya en el voluntariado, lo que permite reducir costos y acelerar la implementación para los gobiernos locales. Sin embargo, esta modalidad suele estar vinculada a calendarios académicos, lo que significa que la disponibilidad de personas voluntarias no es permanente. Por ello, es esencial planificar con suficiente anticipación — idealmente con un horizonte mayor a un semestre— la activación de mecanismos como: servicio social universitario, prácticas profesionales u otras formas de participación estudiantil (vinculación de materias o proyectos de titulación).

No contar con esta previsión incrementa el riesgo en términos de retrasos en la ejecución, menor cobertura territorial o presión adicional sobre los costos del proyecto.

5.5 Condiciones habilitantes mínimas

Para que una ciudad pueda iniciar y mantener con éxito el proceso de digitalización del transporte, es necesario cumplir con un conjunto de condiciones básicas. Estas condiciones sintetizan, en forma de requisitos verificables, las lecciones aprendidas y los

principios descritos a lo largo de este manual (véanse capítulos 4 y 5).

- **Interés institucional explícito:** La autoridad local ha tomado la decisión formal de digitalizar y abrir los datos de transporte, ha incorporado este objetivo en su agenda de trabajo y ha destinado tiempo del personal para participar activamente en el proceso.
- **Responsables y tiempos definidos:** desde el inicio, mediante la designación de personas responsables y sus suplentes, junto con un canal claro para la revisión y validación de la información. Esto permite que el trabajo no dependa de una sola persona y continúe aun frente a cambios administrativos.
- **Continuidad organizacional:** dado que los proyectos de transporte suelen atravesar transiciones de gestión, se recomienda disponer de procedimientos documentados, accesos institucionales formales y registros que aseguren la continuidad del trabajo cuando cambien la administración o los equipos técnicos.
- **Capacidades técnicas en sistemas de información geográfica (SIG):** al menos una persona debe contar con conocimientos en manejo de datos geográficos, cartografía, coordenadas y trazas. Si bien puede recurrirse a apoyo externo, siempre debe existir un técnico interno que dé seguimiento al proceso.

Ilustración 4. Smart City Expo LATAM Congress 2025 Puebla.



Foto: Donobelo

Mantenimiento y responsabilidad continua: el trabajo de mantener actualizados los datos debe recaer en funcionarios o equipos permanentes dentro de la autoridad, evitando que la actualización dependa exclusivamente de la duración de proyectos o convenios específicos.

Información base organizada: cada ciudad debe disponer de un paquete mínimo de entrada, que incluya el listado de rutas con su operador, nombre

público, origen, destino, fecha de última actualización y contacto responsable. Esta base permite acelerar la estandarización y reducir retrabajos.

Trabajo con aliados locales: el éxito del proceso depende de construir alianzas con universidades, comunidades de OSM y organizaciones locales, que puedan que pueden colaborar de forma sostenida en el levantamiento, validación y mejora continua de los datos.



6

PRÓXIMOS PASOS

Una vez concluidas las etapas de digitalización, estandarización y publicación de los datos, el proceso no termina ahí: comienza una fase igualmente importante, la del mantenimiento continuo. Los datos de transporte público son dinámicos —las rutas cambian, las paradas se reubican, los operadores se renuevan— y su utilidad depende de que se mantengan actualizados. Las siguientes secciones describen las acciones necesarias para garantizar la vigencia y la calidad de la información a lo largo del tiempo.

6.1 Actualización y mantenimiento continuo

Cada autoridad debe designar a una persona responsable del mantenimiento del archivo GTFS, junto con una suplente, y establecer canales de validación claramente definidos. Las actualizaciones deben reflejar oportunamente cualquier modificación en:

- Rutas: cambios de recorrido, creación de nuevas rutas o eliminación de existentes.
- Paradas: reubicación, creación, supresión de puntos de ascenso y descenso.
- Horarios: ajustes en frecuencias o periodos de operación.
- Operadores: cambios en las empresas o concesionarias responsables del servicio.

En todos los casos, es importante preservar la trazabilidad del dato, es decir, llevar un registro claro de qué cambió, cuándo y por decisión de quién. Esto

garantiza que cualquier versión del archivo pueda ser verificada y que el historial de modificaciones esté disponible para ser consultado.

Para alimentar este proceso de actualización, se recomienda combinar dos fuentes de información:

Comunicación directa con los transportistas, quienes conocen de primera mano los cambios operativos de las rutas.

Retroalimentación ciudadana y datos de uso, obtenidos a través del aplicativo Rutómetro, que permitan identificar quejas, incidencias o cambios operativos no reportados oficialmente por los operadores.

6.2 Colaboración y control institucional

El mantenimiento de la información no es responsabilidad exclusiva de la autoridad: debe realizarse en coordinación con las personas operadoras y concesionarios del sistema de transporte. Esto implica fomentar una cultura de reporte sistemático, en la que notifiquen oportunamente cualquier cambio en sus recorridos, paradas o condiciones de servicio.

De forma complementaria, la autoridad debe llevar a cabo una verificación periódica del cumplimiento de los trazos y recorridos autorizados, utilizando los datos digitales como referencia oficial para la supervisión del servicio. Dicho de otra forma, el archivo GTFS publicado no es solo una herramienta para la ciudadanía, sino también un instrumento de gestión y control para las autoridades correspondientes.

6.3 Ampliación de cobertura y red intermunicipal

Una vez consolidada la base inicial de datos, el siguiente paso consiste en extender la cobertura hacia nuevos municipios y zonas suburbanas, integrando progresivamente las rutas que conectan distintas jurisdicciones. Esta ampliación es esencial porque los desplazamientos de las personas no se limitan a los confines de un solo municipio: muchas rutas de transporte público cruzan límites administrativos, y los datos deben reflejar esa realidad.

En el caso del Estado de México, la proximidad con la Zona Metropolitana del Valle de México abre la posibilidad de integrar los datos con la Ciudad de México, lo que permitiría avanzar hacia una red metropolitana cuyos datos sean compatibles entre sí y consultables desde una misma plataforma.

En Oaxaca, la meta debe orientarse a la conformación de un sistema intermunicipal coordinado, capaz de articular los corredores urbanos y suburbanos dentro de una red estatal completa y coherente.

6.4 Aprovechamiento y uso de datos abiertos

El fortalecimiento de la base de datos no depende únicamente de su actualización continua, sino también de la promoción de su uso activo. Los datos abiertos de transporte solo cumplen con su función cuando son efectivamente consultados, analizados y reutilizados por diversos actores. Los gobiernos estatales y municipales pueden impulsar el aprovechamiento de estos datos en múltiples ámbitos, como lo son la planificación urbana y de transporte, análisis de cobertura, estudios de accesibilidad y equidad,

en donde se desarrolla la evaluación del acceso a servicios de salud, educación y empleo desde distintos puntos de una ciudad, el desarrollo de aplicaciones y la investigación académica.

El uso activo de esta información por parte de la academia, la sociedad civil y la ciudadanía contribuye a su validación, mejora continua y sostenibilidad. Cada consulta, cada análisis y cada reporte de error fortalecen la calidad de los datos y contribuyen a consolidar un ecosistema de información abierta al servicio de la movilidad pública. Para fomentar este aprovechamiento, resulta recomendable difundir de manera activa la existencia y ubicación de los datos abiertos entre universidades, organizaciones de la sociedad civil y medios de comunicación; asimismo, organizar eventos y espacios de colaboración —como hackatones o jornadas de datos abiertos— que inviten a distintos actores a explorar y utilizar la información; y, finalmente, publicar reportes periódicos basados en los propios datos, con el fin de demostrar su utilidad práctica y generar interés en su reutilización.

6.5 Replicabilidad, intercambio y escalamiento

La metodología implementada en Toluca, Jilotepec, Oaxaca de Juárez, Salina Cruz y Puerto Escondido demuestra que el proceso de digitalización de datos de transporte público es replicable en otras ciudades del país. El fortalecimiento de capacidades locales, la cooperación con comunidades de mapeo y la adopción de herramientas libres facilitan su implementación y sostenibilidad.

El siguiente paso a nivel nacional consiste en avanzar hacia redes regionales y nacionales de datos GTFS interoperables, lo que permitiría consolidar

un ecosistema digital robusto para la movilidad, el cual, a largo plazo, podría sentar los cimientos para modelos de movilidad como servicio (MaaS), un enfoque en el que distintos medios de transporte (autobús, metro, bicicleta, taxis, entre otros) se integran en una sola plataforma de planificación y pago para el usuario.

En 2025, Eric Cisneros presentó el caso de Toluca en el workshop de MobilityData, destacándola como una de las pocas ciudades de Latinoamérica con datos de transporte público completos y operativos, además de un aplicativo en producción.

A partir de este aprendizaje, el objetivo es compartir la experiencia y acompañar a otras ciudades en su proceso de adopción, combinando formación local, mapeo colaborativo y software abierto para generar bases GTFS interoperables que impulsen decisiones informadas y mejores servicios de movilidad.

6.6 De ciudad en ciudad: replicar con datos y código abiertos

Uno de los principios fundamentales del proyecto es que todo el proceso fue diseñado con herramientas

de código abierto y libre acceso. Esto significa que cualquier persona o institución puede utilizar, modificar y redistribuir estas herramientas sin costo de licenciamiento ni restricciones legales.

En concreto, el proyecto utilizó la plataforma abierta OSM para la cartografía base hasta los editores, validadores y el aplicativo Rutómetro, cuyo código fuente es público. Esta arquitectura tecnológica permite que las municipalidades adopten la metodología de forma inmediata, sin costos de licenciamiento ni barreras propietarias, y mantengan sus propios ciclos de actualización mediante equipos locales.

Asimismo, las ciudades pueden reutilizar tanto los datos como el código para desarrollar implementaciones propias, adaptadas a sus necesidades y contextos específicos, garantizando transparencia, sostenibilidad y autonomía tecnológica.

El listado completo de herramientas utilizadas en el proyecto, junto con sus enlaces de descarga y documentación, se presenta en el Anexo 5.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CityPopulation.de.** (s. f.). Jilotepec — Municipality (Estado de México): Population (Census 2020). [https://www.citypopulation.de/en/mexico/admin/m%C3%A9xico/15045_jilotepec/City Population](https://www.citypopulation.de/en/mexico/admin/m%C3%A9xico/15045_jilotepec/City%20Population)
- CityPopulation.de.** (s. f.). Oaxaca — Municipalities & localities: Population (Census 2020). (Incluye Oaxaca de Juárez y Salina Cruz). [https://www.citypopulation.de/en/mexico/admin/20_oaxaca/City Population](https://www.citypopulation.de/en/mexico/admin/20_oaxaca/City%20Population)
- CityPopulation.de.** (s. f.). Puerto Escondido (San Pedro Mixtepec, Oaxaca) — Urban locality: Population (Census 2020). [https://www.citypopulation.de/en/mexico/oaxaca/san_pedro_mixtepec_dto/203180009_puerto_escondido/City Population](https://www.citypopulation.de/en/mexico/oaxaca/san_pedro_mixtepec_dto/203180009_puerto_escondido/City%20Population)
- Durand, A.** (2023). Mechanisms behind digital inequality in public transport. *Transport Policy*, 132, 68–80. Elsevier, Ámsterdam, Países Bajos. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.04.008>
- Klinkhardt, C.** (2021). Using OpenStreetMap as a data source for attractiveness in travel-demand models. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2675(5), 505–515. SAGE Publications, Londres. <https://doi.org/10.1177/03611981211001013>
- Makarova, I.** (2021). Digitalization and new opportunities of urban mobility. En I. Makarova (Ed.), *Smart Mobility & Digital Transformation in Urban Transport* (pp. 13–34). Springer, Cham, Suiza. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-69984-1_2
- Mondejar, M. E., Avtar, R., Diaz, H. L. B., Dubey, R. K., Esteban, J., Ghaffar, S., & Zambrano-Monserrate, M. A.** (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals. *Science of the Total Environment*, 795, 148707. Elsevier, Ámsterdam, Países Bajos. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148707>
- Palacín, R.** (2021). Public transport technology for the future. En R. Palacín (Ed.), *Public Transport Technology for the Future* (pp. 47–66). Routledge, Londres y Nueva York. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780367816698-47/public-transport-technology-future-roberto-palacin>
- Routledge.** (2023). *Digital Transport Platforms and Urban Mobility*. Routledge, Londres y Nueva York.
- Secretaría de Desarrollo Urbano e Infraestructura del Estado de México.** (2024). *Numeralia básica de las zonas metropolitanas del Estado de México (Censo 2020)*. Gobierno del Estado de México. [https://sedui.edomex.gob.mx/ ... sedui.edomex.gob.mx](https://sedui.edomex.gob.mx/.../sedui.edomex.gob.mx)

Topf, J. (2022). Evolution of the OSM data model. OpenStreetMap Foundation, Birmingham, Reino Unido. https://osmfoundation.org/w/images/e6/2022-08-15-study-evolution-of-the-osm-data-model-by-Jochen-Topf_CC-BY-SA_4.0.pdf

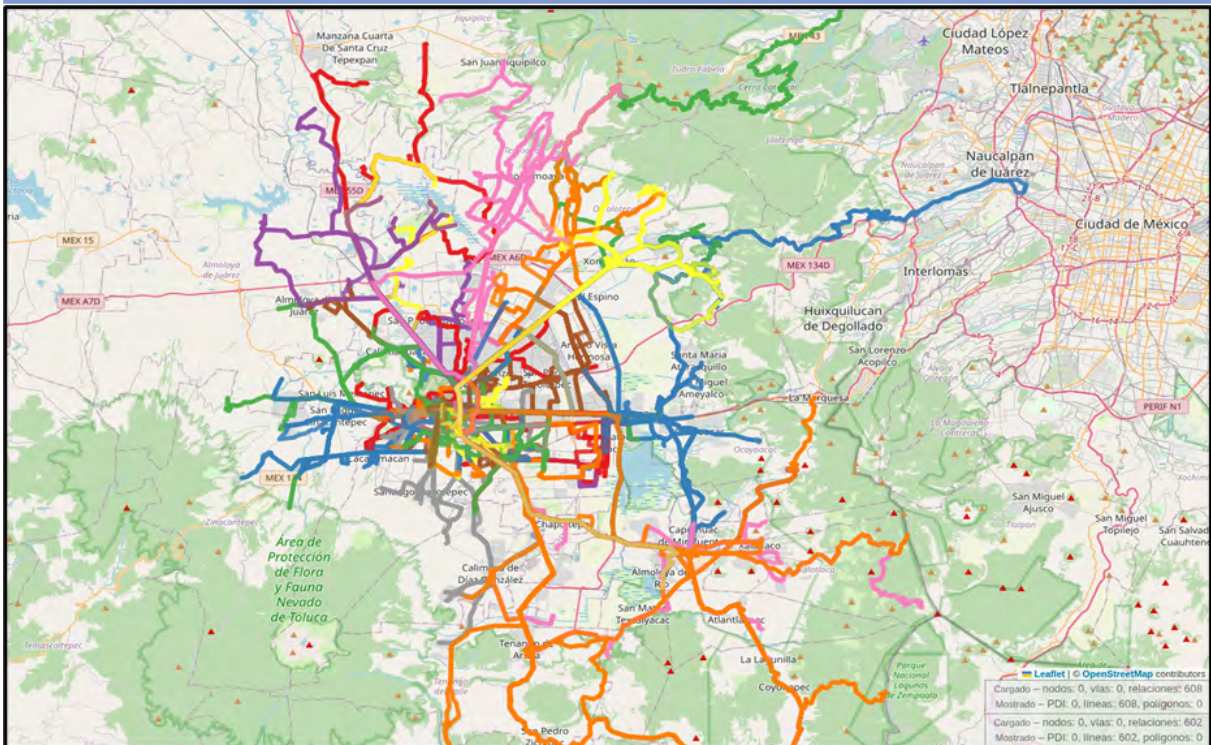
United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2025). Handbook on digitalization and automation in intermodal freight transport (Rev. Ed.). United Nations, Ginebra, Suiza. <https://unece.org/sites/default/files/2025-01/Handbook%20on%20Digitalization%20and%20Automation%20in%20Intermodal%20Freight%20Transport%20EN.pdf>

Van der Putten, M. W. A. (2017). Spatial data quality of public transport data in OpenStreetMap [Tesis de maestría, Universiteit Utrecht]. Universidad de Utrecht, Países Bajos. https://studenttheses.uu.nl/bitstream/handle/20.500.12932/30593/Thesis_MartijnVanDerPutten_Final.pdf

Varela, A. (2007). Urban and Suburban Transport in Mexico City. International Transport Forum / OECD. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/varela_0.pdf [itf-oecd.org](https://www.itf-oecd.org)

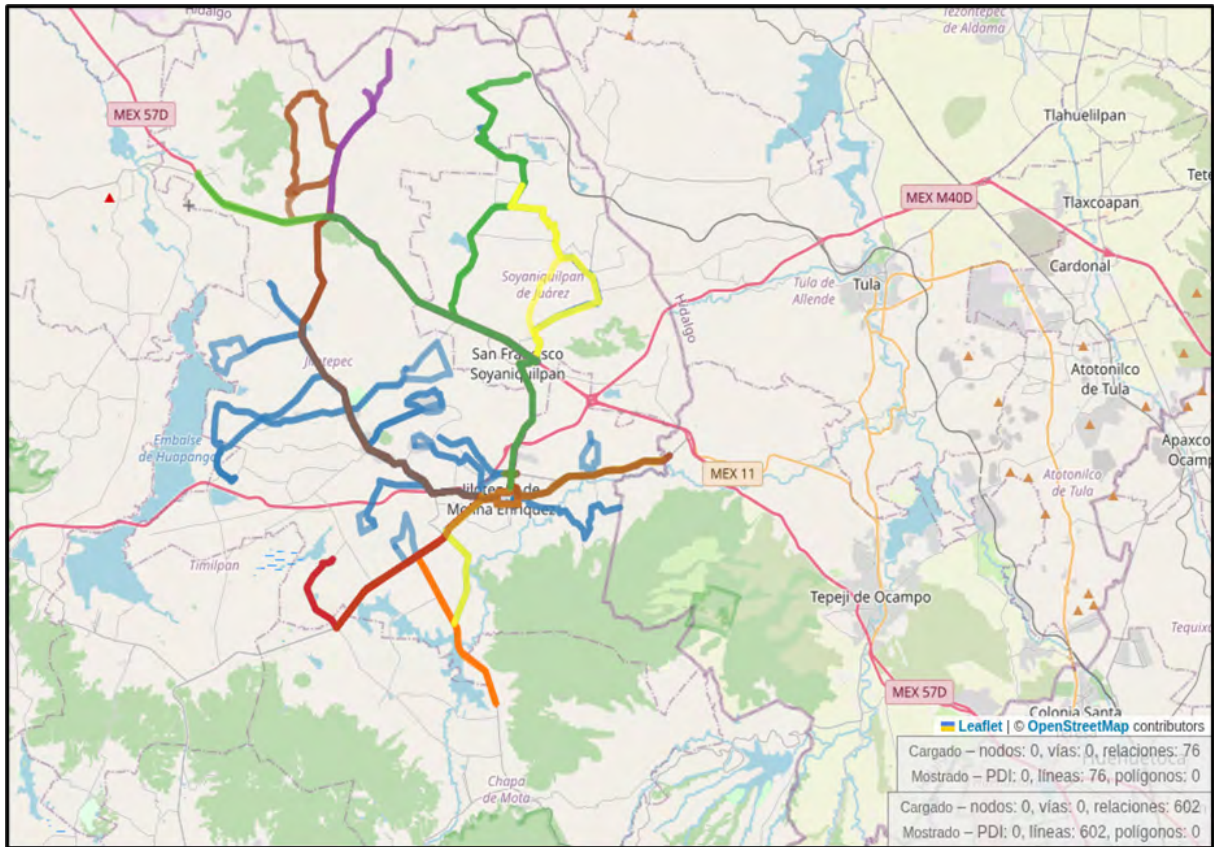
ANEXO 1. VISUALIZACIÓN DE REDES DE TRANSPORTE PÚBLICO

Ilustración 5. Visualización de las rutas de transporte público del área metropolitana de Toluca



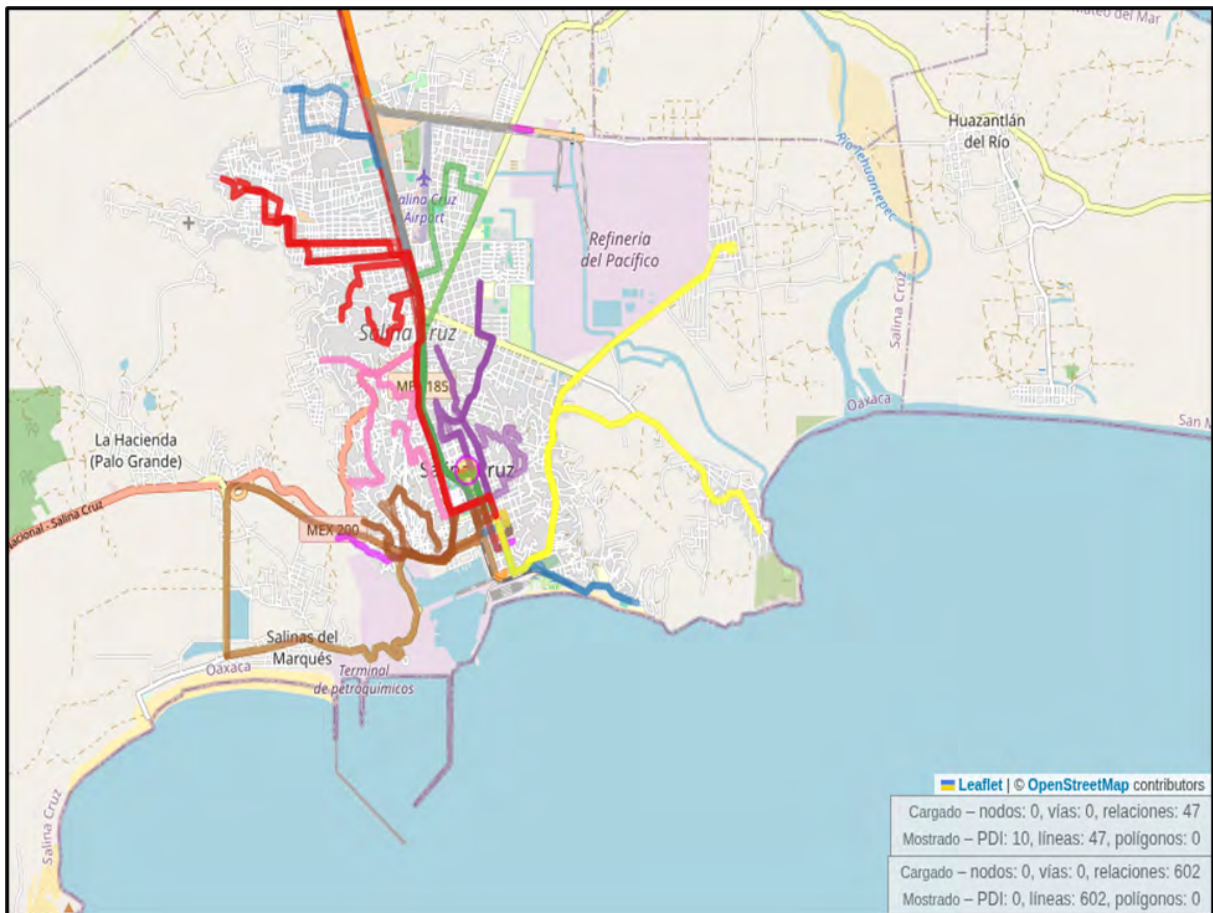
<https://overpass-turbo.eu/s/2e3u>

Ilustración 7. Visualización de las rutas de transporte público de Jilotepec



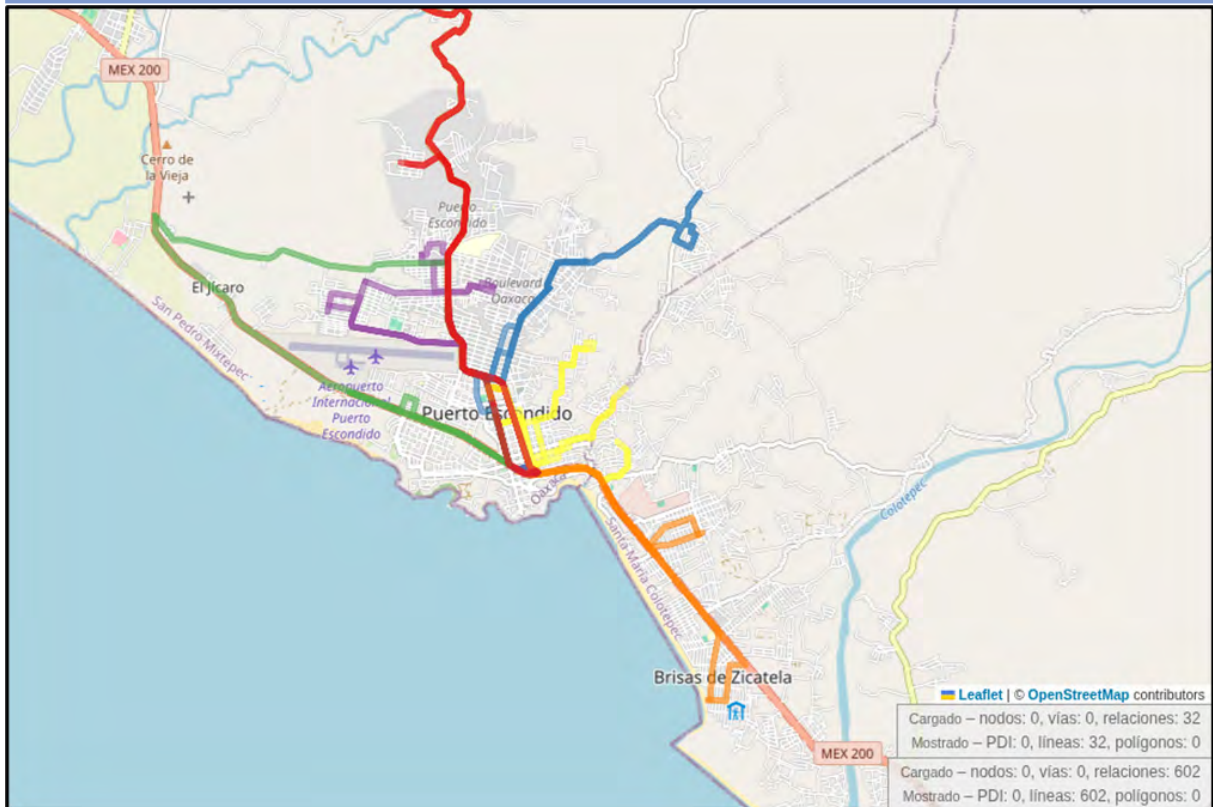
<https://overpass-turbo.eu/s/2e3B>

Ilustración 8. Visualización de las rutas de transporte público de Salina Cruz



<https://overpass-turbo.eu/s/2e3C>

Ilustración 9. Visualización de las rutas de transporte público de Puerto Escondido



<https://overpass-turbo.eu/s/2e3D>

ANEXO 2. TABLA RESUMEN

Tabla 12. Resumen de rutas digitalizadas

CIUDAD	RUTAS MAPEADAS	UNIVERSIDADES ALIADAS	VALIDADO POR
Toluca	622	UAEMex	SEMOV Estado de México
Jilotepec	65	–	SEMOV Estado de México Dirección de Desarrollo Urbano y Movilidad Jilotepec
Oaxaca de Juárez	110	La Salle – URSE	SEMOVI Estado de Oaxaca
Salina Cruz	27	La Salle – URSE	SEMOVI Estado de Oaxaca
Puerto Escondido	32	–	SEMOVI Estado de Oaxaca

ANEXO 3. TALLERES Y CAPACITACIONES

Tabla 13. Resumen de capacitaciones

CIUDAD / ESTADO	FECHA	PARTICIPANTES	TEMAS PRINCIPALES	ORGANIZACIONES INVOLUCRADAS
Oaxaca de Juárez, Oaxaca	Enero 2025	8 personas provenientes de la SEMOVI, URSE, La Salle Oaxaca y HOT	Los temas principales incluyeron la introducción al mapeo colaborativo, el uso de OSMTracker, la validación con QGIS y la aplicación del estándar Public Transport v2 en OpenStreetMap	SEMOVI Oaxaca, Trufi Association, HOT, Codeando México
Salina Cruz, Oaxaca	Mayo 2025	9 personas del programa “Mi Primera Chamba” y de la SEMOVI	La capacitación abordó la recolección de trazas GPS, la revisión de rutas suburbanas y el uso de herramientas como JOSM y QField	SEMOVI Oaxaca, Trufi Association, Codeando México
Puerto Escondido, Oaxaca	Mayo 2025	7 personas de la SEMOVI y voluntariado local	Los contenidos se enfocaron en el mapeo colaborativo en campo, la identificación de rutas activas y la validación en QGIS	SEMOVI Oaxaca, Trufi Association, HOT, Codeando México
Toluca de Lerdo, Estado de México	Noviembre 2024	15 personas de la UAEMex, la Zona 1 de la SEMOV y la comunidad OSM	La jornada se desarrolló en el marco de GIS Day / Data Day e incluyó actividades de mapeo colaborativo, uso de StreetComplete y validación de rutas en formato GTFS	SEMOV Edomex, UAEMex, Codeando México, Trufi Association

ANEXO 4. REPORTE DE ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN

La agencia Donobelo desarrolló una estrategia integral de comunicación para el proyecto MapaData: Creando Rutas Juntos, que abarcó diagnóstico, planificación, ejecución en redes sociales y documentación audiovisual en Oaxaca y Toluca. Este trabajo

fortaleció la visibilidad del proyecto, posicionó los resultados de digitalización del transporte público y promovió la participación ciudadana mediante una narrativa clara y visualmente coherente.

Tabla 14. Actividades de comunicación

ETAPA / ENTREGABLE	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	PRODUCTOS Y RESULTADOS	PERIODO
Diagnóstico de comunicación y percepción	Levantamiento de información sobre percepciones, públicos meta y canales adecuados para la difusión del proyecto. Incluyó entrevistas con Trufi Association, HOT y Codeando México; encuestas a mapeadores; y análisis comparativo de campañas análogas.	<ul style="list-style-type: none"> - Informe “Diagnóstico de Comunicación y Percepción” - Definición de pilares de comunicación (usuario, cartografía digital, participación comunitaria y datos abiertos) - Segmentación de audiencias (mapeadores activos, nuevos voluntarios, ciudadanía general) - Diseño de estrategia multicanal (Instagram, TikTok, Facebook, LinkedIn) 	Octubre–Noviembre 2024

<p>Plan de comunicación y contenidos</p>	<p>Desarrollo de la narrativa visual y verbal de la campaña “MapaData: Creando Rutas Juntos”, con definición de tono, identidad gráfica y mensajes clave adaptados a cada plataforma digital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de identidad y narrativa de la campaña - Calendario editorial con piezas modelo - Lineamientos de uso de hashtags y etiquetado a aliados (Trufi Association, HOT, Codeando México y GIZ) - Plan de producción de contenidos audiovisuales y testimoniales 	<p>Diciembre 2024 – Enero 2025</p>
<p>Reporte de Social Media I (Cobertura en Oaxaca y Toluca)</p>	<p>Ejecución de la primera fase de difusión en redes sociales, con cobertura de los hitos del proyecto: capacitaciones, jornadas de mapeo y entrevistas con actores clave).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Publicaciones en Instagram y Facebook con enfoque territorial (“Portales de Toluca”, “Iglesia del ex Marquesado”, “Teatro Macedonio Alcalá”) - Cobertura audiovisual de campo - Piezas gráficas y clips de video difundidos en las redes sociales del proyecto y de sus aliados 	<p>Marzo – Abril 2025</p>
<p>Podcast “Ciudades y Transporte Sustentable”</p>	<p>Producción de un episodio conversacional sobre el papel de los datos abiertos en las políticas de movilidad, la experiencia de GIZ en entidades de México y la contribución de HOT y Trufi Association a la digitalización de rutas de transporte público.</p>	<p>Episodio de podcast con una duración de 15 minutos 10 segundos, publicado en Spotify.</p> <p>URL:</p> <p>https://open.spotify.com/episode/7yKRsb0LyoxKBhdUcyOhSp</p>	<p>Abril 2025</p>

<p>Reporte de Social Media II (Difusión extendida y cierre)</p>	<p>Ejecución de la segunda fase de la campaña, enfocada en la presentación de resultados y testimonios, con el objetivo de ampliar la visibilidad del proyecto y consolidar el contenido de cierre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Reporte de métricas y engagement en redes sociales - Material fotográfico y audiovisual producido en Toluca y Oaxaca (Centro Cultural Mexiquense, Puerto Escondido, etc.) - Publicaciones en Instagram, LinkedIn y Facebook - Enlaces a contenidos destacados: <ul style="list-style-type: none"> • Instagram Post 1 • LinkedIn Post • Facebook Post - Consolidación de la narrativa audiovisual final para difusión institucional 	<p>Junio – Agosto 2025</p>
--	---	--	----------------------------

ANEXO 5. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DISPONIBLES

Tabla 15. Herramientas tecnológicas

HERRAMIENTA	PARA QUÉ SIRVE	CÓMO SE USA	URL
OpenStreetMap (OSM)	Mapa base abierto para mantener calles, paradas y puntos de interés.	Mediante cuentas gratuitas, permite la edición colaborativa del mapa; la autoridad puede mantener actualizada su red vial y paraderos.	https://www.openstreetmap.org
iD Editor (web)	Editor simple de OSM accesible desde cualquier navegador, sin necesidad de instalación.	Se emplea para ediciones rápidas, mapeo guiado y validaciones puntuales directamente en el navegador.	https://www.openstreetmap.org/edit
JOSM (escritorio)	Editor avanzado de OSM orientado a cargas masivas y control de calidad.	Permite realizar validaciones, gestionar múltiples capas, importar y exportar datos y utilizar complementos especializados (plugins).	https://josm.openstreetmap.de
OSMTracker (Android)	Aplicación móvil para la recolección de trazas GPS, fotografías y notas de campo.	Se utiliza para levantar recorridos y puntos georreferenciados en territorio, que posteriormente se integran en OSM o JOSM.	https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:OSMTracker_(Android)
Mapillary	Plataforma colaborativa de imágenes a nivel de calle para verificación remota.	Permite capturar, subir y consultar imágenes tipo “street-level” para revisar señalización, paraderos y sentidos de circulación.	https://www.mapillary.com
KartaView	Plataforma abierta de imágenes a nivel de calle (antes OpenStreetCam).	Funciona de manera similar a Mapillary; resulta útil como fuente de evidencia visual complementaria para la verificación en campo.	https://kartaview.org

QGIS	Sistema de información geográfica de escritorio para visualizar y preparar datos (Shapefile, GeoPackage, GeoJSON, CSV, KML/KMZ).	Permite limpiar y organizar capas, realizar cruces con cartografía institucional y datos de OSM y generar productos cartográficos.	https://qgis.org
Overpass Turbo	Herramienta web de consultas dinámicas a la base de datos OSM para filtrar y descargar elementos específicos (paradas, vías, rutas, entre otros)	Facilita la construcción de consultas personalizadas (queries) y la exportación de resultados en distintos formatos (GeoJSON, KML, CSV).	https://overpass-turbo.eu
Plantillas GTFS (CSV/Sheets)	Estructuras base de los archivos del estándar GTFS: routes, trips, stops, stop_times, calendar, etc.	Se utilizan como referencia para el llenado y mantenimiento de las tablas necesarias para construir y validar el feed GTFS.	—
Scripts de generación de GTFS (GitHub)	Scripts desarrollados en el marco del proyecto para transformar insumos (KML/GeoJSON/CSV) en tablas GTFS y automatizar controles básicos de calidad.	Son empleados por los equipos técnicos para producir o actualizar el feed a partir de datos oficiales y de OSM.	https://github.com/trufi-association/mexico-app