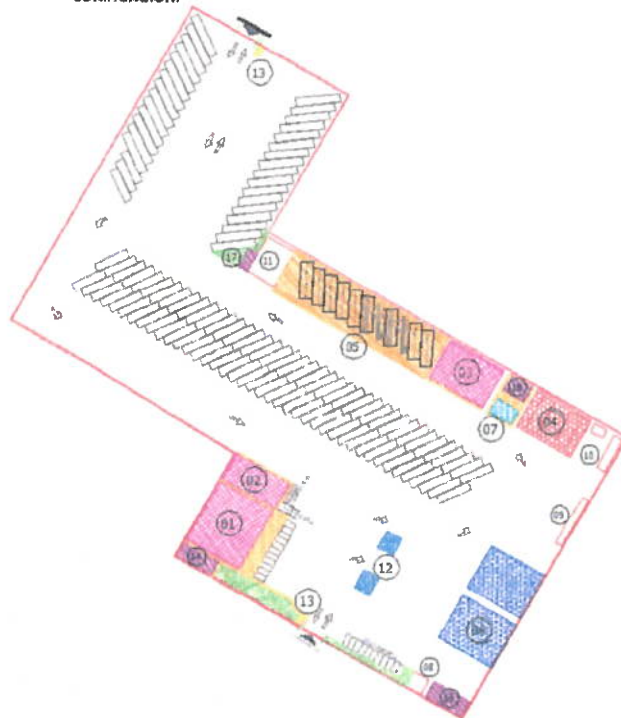


ANÁLISIS COSTO-EFICIENCIA

“PROYECTO INTEGRAL PARA LA REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PATIO DE MANIOBRAS, RESGUARDO, SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA BRT RUTA LÍNEA 2, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, MUNICIPIO DE PUEBLA, ESTADO DE PUEBLA”

ÁREA DE INTERVENCIÓN

IONIFICACIÓN:



ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	738.80 m ²
ÁREA PARA OPERARIOS	600.00 m ²
OPCIONES DE MANTENIMIENTO	425.95 m ²
ÁREA DE INSPECCIÓN	438.28 m ²
TALLERES	1,240.48 m ²
ÁREA DE LAVADO	1,889.88 m ²
SANITARIOS PÚBLICOS	85.18 m ²
ALMACÉN DE ACCESOS PELOTEJOS	49.88 m ²
ALMACÉN DE CHATARRA	88.14 m ²
ALMACÉN GENERAL Y TIENDA	75.23 m ²
ALMACÉN DE REPUESTOS Y ACCESORIOS	349.15 m ²
ESTACIÓN DE BUSES	115.98 m ²
CALLEJÓN	21.81 m ²
CUARTO DE MÁQUINAS HIDRÁULICAS	113.58 m ²
CUARTO DE MÁQUINAS HIDRÁULICAS	89.92 m ²
CUARTO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	113.58 m ²
COMPRAS DE LUBRICANTES	30.71 m ²
SANITARIOS PARA OPERARIOS	477.24 m ²
ÁREA VERDES	429.74 m ²
ÁREA DE MANIOBRAS Y PATIO DE MANIOBRAS	75.433.15 m ²
SUMATORIA DE SUPERFICIES	51,993.84 m²

Secretaría de Infraestructura
Dirección de Planeación
Departamento de Análisis Socioeconómico

Índice General

I. RESUMEN EJECUTIVO	3
II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	8
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL/PROBLEMÁTICA	8
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	10
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	12
D) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	13
III. SITUACIÓN SIN EL PPI	14
A) OPTIMIZACIONES	14
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA SIN PROYECTO	14
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA SIN PROYECTO	17
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA SIN PROYECTO	18
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	18
IV. SITUACIÓN CON EL PPI	22
A) DESCRIPCIÓN GENERAL	22
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	23
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	26
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	27
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	28
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO	28
G) CAPACIDAD INSTALADA	29
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	29
I) VIDA ÚTIL	30
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	30
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	31
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO	32
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA CON PROYECTO	34
V. EVALUACIÓN DEL PPI	34
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI	34
B) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	37
C) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	37
D) ANÁLISIS DE RIESGOS	38
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
VII. ANEXOS	39
VIII. BIBLIOGRAFÍA	41



Índice de Tablas

Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.....	4
Tabla 2. Principales costos del Proyecto.....	5
Tabla 3. Costos de operación y mantenimiento.....	5
Tabla 4. Características de las 3 líneas de la Red Urbana de Transporte Articulada	8
Tabla 5. Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada	12
Tabla 6. Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad	13
Tabla 7. Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad	14
Tabla 8 Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada	17
Tabla 9 Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad	18
Tabla 10 Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad	18
Tabla 11. Coordenadas decimales de ubicación de la alternativa B.....	19
Tabla 12 Costos de Inversión de la Alternativa B	19
Tabla 13 Costos de Inversión de la Alternativa A	20
Tabla 14 Comparación económica a través del VAC y CAE.	21
Tabla 15 Principales Componentes del Proyecto.....	22
Tabla 16 Coordenadas Geográficas del Proyecto.....	27
Tabla 17 Monto total de inversión por concepto.....	28
Tabla 18 Capacidad instalada con proyecto.....	29
Tabla 19 Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada	32
Tabla 20 Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad	33
Tabla 21 Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad	34
Tabla 22 Monto total de Inversión del Proyecto.....	34
Tabla 23 Costos de operación y mantenimiento con Proyecto.....	35
Tabla 24 Monto total de Inversión del Proyecto.....	36
Tabla 25 Costos de operación y mantenimiento con Proyecto.....	36

Índice de Ilustración

Ilustración 1 Área de Intervención.....	4
Ilustración 2 Recorrido de la línea troncal 2	11
Ilustración 3 Actual Patio de maniobras de la línea 2	12
Ilustración 4 Recorrido de la línea troncal 2	16
Ilustración 5 Actual Patio de maniobras de la línea 2	16
Ilustración 6 Alternativa B Construcción del patio de encierro en la localidad de La Cantera	19
Ilustración 7 Área de Intervención.....	23
Ilustración 8 Mapa de la macro localización	26
Ilustración 9 Mapa de la micro localización y ubicación del proyecto.....	27
Ilustración 10 Metas físicas de producción del proyecto.....	30
Ilustración 11 Área de Intervención del Patio de Maniobras del Sistema BRT Ruta Línea 2	32

Análisis Costo-Eficiencia¹

PROYECTO INTEGRAL PARA LA REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PATIO DE MANIOBRAS, RESGUARDO, SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA BRT RUTA LÍNEA 2, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, MUNICIPIO DE PUEBLA, ESTADO DE PUEBLA

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El Proyecto "Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla" como bien lo menciona, se centra en la reubicación del patio de maniobras con el objetivo de optimizar los tiempos de traslado de las unidades que se mueven a través del troncal.

Problemática Identificada

El patio de maniobras de transporte colectivo masivo del sistema BRT RUTA Línea 2, no cuenta con la capacidad suficiente para tener una distribución eficiente para realizar todas las actividades de manera fluida y sin obstáculos, en adición a ello, la cantidad total de vehículos exceden los metros cuadrados necesarios para realizar los movimientos adecuados de cada actividad.

A su vez, los tiempos de traslado para las unidades de la línea 2 son demasiado extensos, es decir, el patio de maniobras actual tiene una distancia de 2.5 km desde la terminal Margaritas, por lo que, en cuestiones de traspasos de vehículos al patio de maniobras, resguardo, servicio, y mantenimiento, se vuelve muy costoso en gastos de gasolina y operativos.

Por último, la actual sede no está estratégicamente ubicada debido a que como mencionamos anteriormente posee una distancia de 2.5 km, lo que no permite un tránsito fluido de los vehículos y no minimiza de manera efectiva la interferencia de las operaciones en el sistema BRT de la línea 2.

¹Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio y costo-beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones (UI) de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Disponibles en: <https://www.gob.mx/shcp/documentos/formatos-para-facilitar-la-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costoy-beneficio-de-los-ppl>.

El proyecto tiene el propósito de realizar el trabajo del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, por medio de los siguientes componentes del proyecto:

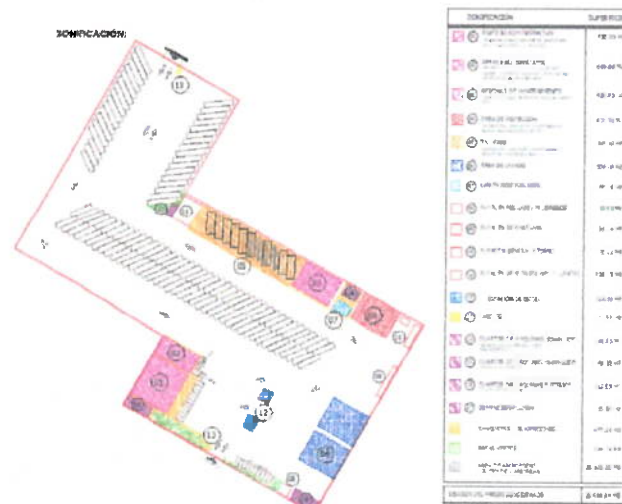
Tabla 1. Principales Componentes del Proyecto.

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$3,078,525.31
2	Preliminares	\$28,386,446.10
3	Pavimentación	\$43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$826,757.01
9	Casetas	\$257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$606,464.34
14	Almacenes	\$3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$515,708.37
	Subtotal	\$157,004,790.81
	Iva (16%)	\$25,120,766.53
	Total:	\$182,125,557.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2023.

Breve descripción del PPI

Ilustración 1 Área de Intervención
ÁREA DE INTERVENCIÓN



Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2023.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

31 años

Descripción de los principales costos del PPI

Los principales efectos negativos (costos) que genera el proyecto son:

- Costo de inversión.
- Costos de operación y mantenimiento (COM).

Tabla 2. Principales costos del Proyecto.

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$3,078,525.31
2	Preliminares	\$28,386,446.10
3	Pavimentación	\$43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$826,757.01
9	Casetas	\$257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$606,464.34
14	Almacenes	\$3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$515,708.37
	Subtotal	\$157,004,790.81
	Iva (16%)	\$25,120,766.53
	Total:	\$182,125,557.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2023

Tabla 3. Costos de operación y mantenimiento²

Total, Mantenimiento Preventivo (cada año):	\$ 7,850,240
Total, Mantenimiento Predictivo (a partir del año 11):	\$ 15,700,479
Total, Mantenimiento Correctivo (a partir del año 16):	\$ 23,550,719
Total, anual Costos Operación	\$ 47,353,679.79

*Nota: Las montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2024.*

Descripción de los principales beneficios del PPI

Debido a que el "Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema BRT Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla" posee beneficios de difícil cuantificación, sin

² Carreteras de Cuota Puebla, tabulado de sueldos y salarios, primer Trimestre(s) concluido(s) del año 2024. Disponible en (<https://consultapublicamx.plataformadetransparencia.org.mx/vut-web/faces/view/consultaPublica.xhtml?idEntidad=MjE=&idSujetoObligado=NDIwMw==#tarjetaInformativa>)

**Monto total de inversión
(con IVA)**

\$182,125,557.34

Riesgos asociados al PPI

embargo, será preciso recalcar que, en este proyecto, los principales efectos positivos serán:

- Favorecer los tiempos de traslados para el traspaso de unidades vehiculares
- Ampliación de los metros cuadrados necesarios, para las unidades troncales y alimentadoras.

Existen algunos riesgos que podrían ocurrir durante la construcción del proyecto integral, como:

- Retraso en los procesos de licitaciones consolidadas.
- Incremento de precios.
- Retraso en la ejecución de las acciones de construcción planeadas y contratadas.

Para mitigar estos riesgos, se considera:

- Apego a los tiempos que marca la normatividad y difusión de tiempos.
- Cláusulas dentro del contrato que protejan sobre el incremento de precios, con el fin de minimizar el impacto y calidad de los trabajos.
- Seguimiento mensual del gasto ejercido en el desarrollo de la obra, con el fin de identificar posibles retrasos en la ejecución y redireccionamiento de las acciones para prevenirlo.

Estas variaciones se producen principalmente por el incremento de variables macroeconómicas, como la inflación o bien por la poca disposición de materiales, lo que puede provocar un incremento en el costo de los insumos o servicios que se contratan.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

**Costo Anual Equivalente,
Primera alternativa**

72,951,763.60



Costo Anual Equivalente,
Segunda alternativa

97,280,950.94

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Se concluye que la Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla, que considera una inversión de \$182,125,557.34 y para ser realizado en 1 año (2024), teniendo una vida útil de treinta años (2025 al 2054) es rentable y de mayores beneficios para la Línea 2.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual/Problemática

Antecedentes

En el 2010, el gobierno del estado de Puebla realizó el estudio bajo el nombre de “Programa Sectorial de Movilidad del área Metropolitana de la Ciudad de Puebla” este tuvo por objetivo el desarrollar un sistema integrado de transporte para la población del área Metropolitana.

En enero del 2013 se inauguró la primera línea troncal cuyo tramo va desde Chachapa a Tlaxcalancingo atravesando la ciudad de Puebla. Para abril del 2015 dio inicio la línea 2 denominada como “Transporte Masivo de la Cuenca Norte – Sur de la ZM de Puebla”, cuyo recorrido abarca de la estación Diagonal Ote/pte recorriendo la 11 nte/sur hasta la estación Margaritas. Consecuentemente se realizó el “Proyecto de Transporte Masivo de la Cuenca Norte Sur de la Zona Metropolitana de Puebla, Corredor 2 Valsequillo CAPU, o conocido como la línea 3 amplió el sistema de transporte hacia el sur de la ciudad, uniendo la Central de Autobuses de Puebla con el transporte suburbano. La Red Urbana de Transporte Articulado cuenta con el programa “La RUTA es vivir sin violencia”, donde se incluyeron vehículos y vagones exclusivos para mujeres e infantes. El objetivo de este es reducir el acoso al interior de las unidades.

La composición de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA), usa principalmente vehículos troncales de alta capacidad, con capacidad nominal de 100 pasajeros y 160 en unidades articuladas, cada unidad cuenta con espacios exclusivos para personas discapacitadas., así como estas están monitoreadas por un sistema de cámaras y equipos de geolocalización en tiempo real.

A continuación, se presenta las características que posee cada una de las líneas de la RUTA:

Tabla 4. Características de las 3 líneas de la Red Urbana de Transporte Articulado

Características	Línea 1	Línea 2	Línea 3
Longitud de corredor	18.5 km	13.9 km	15.3 km
Estaciones	36	33	28
Terminales	2	1	1
Rutas Alimentadoras	10 rutas	16 rutas	6 rutas
Unidades troncales	26 vehículos	67 vehículos	37 vehículos
Unidades alimentadoras	93 vehículos	72 vehículos	35 vehículos
Patios de encierro	2	1	1
Unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad	2 zafiros 2 articulados	2 padrones 2 articulados	4 padrones 3 articulados

Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>



Problemática

Los patios de maniobras son áreas importantes en las instalaciones de índole industrial, transporte, y almacenes, son diseñadas para operar de manera eficiente la nave. Esto facilita el tránsito de las unidades vehiculares que poseen y efficientiza las maniobras esenciales para estas. Este espacio genera un punto de conexión estratégico entre el exterior y el interior de la nave, de manera que optimiza la fluidez de las operaciones y garantiza la eficiencia en los procesos de movimiento.

Asimismo, estas áreas están diseñadas para proporcionar mayor flexibilidad y sencillez a los movimientos que realicen los vehículos dentro del predio, esta debe garantizar un espacio distribuido de manera eficiente sin obstrucciones para permitir un buen flujo de trabajo. De igual manera, un patio de maniobras debe estar adecuadamente situado, es decir, su ubicación tiene que ser estratégica para minimizar la interferencia con las operaciones de la nave, así como permitir un rápido y sencillo acceso a las principales vías de transporte.

Según los *Lineamientos Para La Construcción y/o Equipamiento Del Patio De Maniobras Para Resguardo, Servicio y Mantenimiento De La Maquinaria y Equipo*³, la construcción de un patio de maniobras debe realizarse si se cuenta con al menos, de 5 unidades, así como debe ofrecer los siguientes servicios:

- Servicio diario:
- Mantenimiento preventivo: todas las operaciones de ajuste, comprobación reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza
- Mantenimiento predictivo: Consiste en detectar una falla antes de que ocurra y evitar que cause problemas mayores
- Mantenimiento correctivo: Es el que se realiza después de ocurrida una descompostura, ya sea por síntomas claros de disfunción o por falla total.

En cuanto a distribución, estos establecen una repartición eficiente con las áreas necesarios, cito:

*"En el terreno se ubicarán áreas de trabajo (incluyendo fosa), de maniobras, de suministro de refacciones, de suministro de combustible, aceites y lubricantes, de lavado, de trabajos de torno, corte y soldadura, de desechos, de carga y descarga, reservando espacio para acomodar ó estacionar las unidades en espera de mantenimiento ó sin programa de trabajo, así como la caseta de vigilancia. Deberán considerarse los espacios de maniobras, tomando en cuenta las recomendaciones de dimensiones y distancias para manejo de productos inflamables."*⁴

En el caso del patio de maniobras de Transporte Colectivo Masivo del sistema BRT RUTA Línea 2, no cuenta con la capacidad suficiente, para tener una distribución eficiente, para realizar todas las

³ (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2024)

⁴ Ibidem.



actividades de manera fluida y sin obstáculos, en adición a ello, la cantidad total de vehículos exceden los metros cuadrados necesarios⁵ para realizar los movimientos adecuados de cada actividad.

A su vez, los tiempos de traslado para las unidades de la línea 2 son demasiado extensos, es decir, el patio de maniobras actual tiene una distancia de 2.5 km desde la terminal Margaritas, por lo que, en cuestiones de trasposos de vehículos al patio de maniobras, resguardo, servicio, y mantenimiento, se vuelve muy costoso en gastos de gasolina y operativos.

Por último, la actual sede no está estratégicamente ubicada debido a que como mencionamos anteriormente posee una distancia de 2.5 km, lo cual no le permite un tránsito fluido de los vehículos y no minimiza de manera efectiva la interferencia de las operaciones en el sistema BRT de la línea 2.

b) Análisis de la Oferta Existente

De acuerdo al sitio oficial de la Red Urbana de Transporte Articulada, la línea 2 cuenta con 33 paraderos en la línea troncal con una sola terminal la cual es Margaritas, esta cuenta con dos diferentes tipos de vehículos: padrones y articulados, estos a su vez, ofrecen el servicio exclusivo para mujeres y menores de edad.

La línea 2 posee 16 rutas alimentadoras las cuales son:

1. A21 Margaritas- San Ramón 4ta sección
2. A22 Margaritas- Colosio
3. A23 Margaritas- San Ramón 3ra sección
4. A24 Tabachines- Hacienda Santa Clara
5. A24b Tabachines-Valle Paraíso
6. A25 Pino Suarez- Santa Lucía
7. A26 Independencia- Balcones del Sur
8. A26b Independencia-Minerales del Sur
9. A28 CC Centro Sur- Castillotla
10. A29 Yucatán- Balcones del Sur (16 de septiembre)
11. A30 Yucatán- Hacienda del cobre
12. A31 Yucatán- Balcones del sur (3 sur)
13. A32 Torrecillas- Los héroes
14. A33 Diagonal Defensor- CAPU
15. A35 Diagonal Defensor- Central de Abastos
16. A36 Torrecillas- Angelópolis

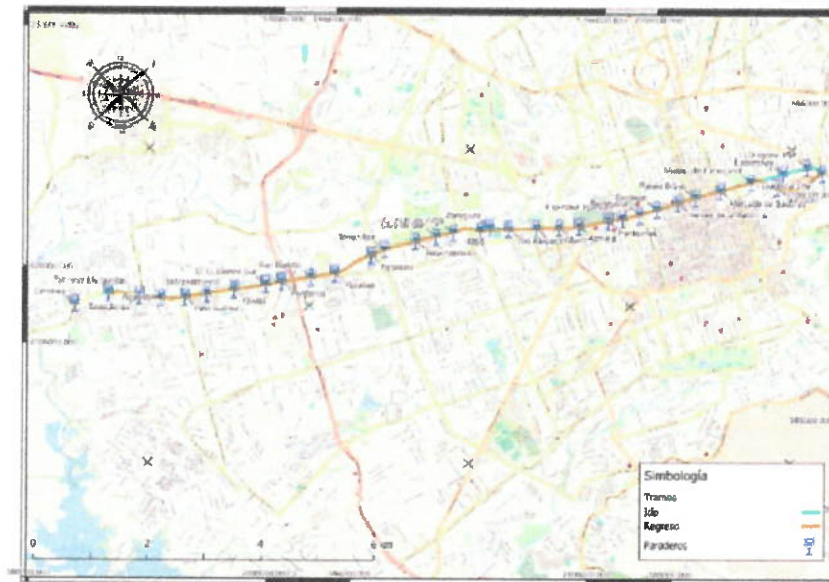
Asimismo, la línea troncal cuenta con una longitud de corredor de 13.9 km teniendo el siguiente trayecto:

⁵ Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (2010) <https://archivomexico.itdp.org/>



Iniciando en la Terminal Margaritas, hasta la Diagonal Oriente o Poniente según, la unidad vehicular, este pasa por la calle Constitución de 1917 y la Prolongación 11 sur. Esta línea es con la que cuenta con mayor afluencia, pues esta conecta áreas del Centro Histórico, con unidades Habitaciones que se encuentran al Sur del Estado.

Ilustración 2 Recorrido de la línea troncal 2



Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

La línea 2 cuenta únicamente con un patio de encierro que tiene la función de resguardo, maniobras, servicio y mantenimiento, se ubica en la Av. Casuarinas, Lomas de Castillota, 72490 en la localidad de la Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, esta cuenta con una **superficie de 29,439 m²**.



Ilustración 3 Actual Patio de maniobras de la línea 2



Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

c) Análisis de la Demanda Actual

En cuanto a la demanda del proyecto, esta se considera en base al número de unidades que posee la línea 2, es decir, la cantidad de vehículos tipo troncal o alimentadoras con las que cuenta por lo que la siguiente tabla ofrece las características de los servicios ofrecidos por dicha línea:

Tabla 5. Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada

Características	Línea 2
Longitud de corredor	13.9 km
Estaciones	33
Terminales	1
Rutas Alimentadoras	16 rutas
Unidades troncales	67 vehículos
Unidades alimentadoras	72 vehículos
Patios de encierro	1
Unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad	2 padrones 2 articulados

Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>



En virtud de lo anterior, las unidades troncales y las unidades alimentadoras dan un total de 139 vehículos que demandan un espacio óptimo. De acuerdo a la Guía de Planificación de Sistemas BRT⁶, cada unidad articulada debe tener de 150 a 200 m², asimismo, dos ejemplos prácticos de lo anterior son el servicio Transmilenio de Bogotá, Colombia y el Metrobús de la Ciudad de México, ambos estiman un aproximado de 150-200 m². De igual manera, el artículo “Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations”⁷ sugiere que un patio de encierro que tiene 100 buses deberá tener entre 15,000 y 20,000 m², es decir, un aproximado de 150 o 200 metros cuadrados; por lo que para la estimación de cuantos metros cuadrados, necesitará cada autobús se tomarán en cuenta 220 m², utilizando 20 metros cuadrados más, como medida para un diagnóstico de gestión operativa más efectivo.

Por lo tanto:

Tabla 6. Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad

Unidades troncales	Unidades Alimentadoras	Total, de unidades	Metros cuadrados necesarios por unidad	Metros cuadrados por unidad
67	72	139	220	30,580

Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

Como resultado del análisis realizado en la tabla anterior de acuerdo con los metros cuadrados necesarios para los vehículos en un patio de encierro, se determina que la cantidad necesaria por unidad vehicular de la línea 2 son 30,580 metros cuadrados.

d) Interacción de la Oferta-Demanda

Según lo antes mencionado, el análisis en cuanto a la interacción de la oferta y demanda procede de la siguiente manera en base a los metros cuadrados necesarios para manipular de manera eficiente las unidades de transporte público, por consiguiente, el análisis se presenta del siguiente modo:

⁶ Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (2010) <https://archivomexico.itdp.org/>

⁷ Ishaq, R., & Cats, O. (2020). Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations. Case Studies on Transport Policy, 8(3), 946–953. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.05.001>

Tabla 7. Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad

Metros cuadrados por unidad (Demanda)	Metros cuadrados del patio de encierro actual de la línea 2 (Oferta)	Déficit (Interacción oferta-demanda)
30,580	29,439	-1,141

Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

La tabla 7, denota que el déficit que existe en el predio actual es de -1,141 m². Lo anterior, nos permite observar que existe el espacio insuficiente para ejercer los trabajos que se realizan con continuidad en la actual sede, obstaculizando las maniobras a realizar por choferes de los vehículos, ralentizando las actividades del patio de encierro.

III. Situación sin el PPI

Para no atribuirle beneficios que no le corresponden al proyecto, se requiere determinar si existen acciones de menor costo que permitan mejorar la situación actual.

Sin embargo, es necesario recordar que según el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) indica que:

*"(...) antes de realizar un proyecto hay que analizar la posible mejora de la situación actual con pequeñas inversiones. De esta forma se evita que se le asignen al proyecto beneficios y costos que legítimamente no le corresponden"*⁸

Por lo antes mencionado, no existe superficie perteneciente al organismo del cual, se pueda construir, por lo tanto, no es posible una medida de optimización del actual Patio de Maniobras.

a) Optimizaciones

No existen medidas de optimización debido a que optar por pequeñas inversiones no solucionaría el problema en cuanto a los metros cuadrados necesarios para el eficiente manejo de las unidades, en adición a ello, externalizar ciertas funciones de este a otras entidades haría al patio de encierro ineficiente en cuanto a distancias. Por lo que realizarlas no solucionaría el problema central.

b) Análisis de la Oferta sin Proyecto

Por lo antes mencionado, la situación con proyecto procede de la misma manera que la situación actual.

⁸ CEPEP | Materiales



De acuerdo al sitio oficial de la Red Urbana de Transporte Articulada, la línea 2 cuenta con 33 paraderos en la línea troncal con una sola terminal la cual es Margaritas. Esta cuenta con 2 padrones y 2 articulados de unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad.

La línea 2 posee 16 rutas alimentadoras las cuales son:

1. A21 Margaritas- San Ramón 4ta sección
2. A22 Margaritas- Colosio
3. A23 Margaritas- San Ramón 3ra sección
4. A24 Tabachines- Hacienda Santa Clara
5. A24b Tabachines-Valle Paraíso
6. A25 Pino Suarez- Santa Lucía
7. A26 Independencia- Balcones del Sur
8. A26b Independencia-Minerales del Sur
9. A28 CC Centro Sur- Castillotla
10. A29 Yucatán- Balcones del Sur (16 de septiembre)
11. A30 Yucatán- Hacienda del cobre
12. A31 Yucatán- Balcones del sur (3 sur)
13. A32 Torrecillas- Los héroes
14. A33 Diagonal Defensor- CAPU
15. A35 Diagonal Defensor- Central de Abastos
16. A36 Torrecillas- Angelópolis

Asimismo, la línea troncal cuenta con una longitud de corredor de 13.9 km teniendo el siguiente trayecto:

Ilustración 4 Recorrido de la línea troncal 2



Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

La línea 2 cuenta únicamente con un patio de encierro que tiene la función de resguardo, maniobras, servicio y mantenimiento, se ubica en la Av Causarinas, Lomas de Castillotla, 72490 en la localidad de la Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, esta cuenta con una **superficie de 29,439 m²**.

Ilustración 5 Actual Patio de maniobras de la línea 2



Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

c) Análisis de la Demanda sin Proyecto

En cuanto a la demanda del proyecto, esta se considera en base al número de unidades que posee la línea 2, es decir, la cantidad de vehículos tipo troncal o alimentadoras con las que cuenta por lo que la siguiente tabla ofrece las características de los servicios ofrecidos por dicha línea:

Tabla 8 Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada

Características	Línea 2
Longitud de corredor	13.9 km
Estaciones	33
Terminales	1
Rutas Alimentadoras	16 rutas
Unidades troncales	67 vehículos
Unidades alimentadoras	72 vehículos
Patios de encierro	1
Unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad	2 padrones 2 articulados

Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

En virtud de lo anterior, las unidades troncales y las unidades alimentadoras dan un total de 139 vehículos que demandan un espacio óptimo. De acuerdo a la Guía de Planificación de Sistemas BRT⁹, cada unidad articulada debe tener de 150 a 200 m², asimismo, dos ejemplos prácticos de lo anterior son el servicio Transmilenio de Bogotá, Colombia y el Metrobús de la Ciudad de México, ambos estiman un aproximado de 150-200 m². De igual manera, el artículo "Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations"¹⁰ sugiere que un patio de encierro que tiene 100 buses deberá tener entre 15,000 y 20,000 m², es decir, un aproximado de 150 o 200 metros cuadrados; por lo que para la estimación de cuantos metros cuadrados, necesitará cada autobús se tomarán en cuenta 220 m², utilizando 20 metros cuadrados más, como medida para un diagnóstico de gestión operativa más efectivo.

Por lo tanto:

⁹ Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (2010) <https://archivomexico.itdp.org/>

¹⁰ Ishaq, R., & Cats, O. (2020). Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations. Case Studies on Transport Policy, 8(3), 946–953. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.05.001>

Tabla 9 Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad

Unidades troncales	Unidades Alimentadoras	Total de unidades	Metros cuadrados necesarios por unidad	Metros cuadrados por unidad
67	72	139	220	30,580

Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

Como resultado del análisis realizado en la tabla anterior de acuerdo con los metros cuadrados necesarios para los vehículos en un patio de encierro, se determina que la cantidad necesaria por unidad vehicular de la línea 2 son 30,580 metros cuadrados.:

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda sin Proyecto

En virtud de lo antes mencionado, el análisis en cuanto a la interacción de la oferta y demanda procede de la siguiente manera en base a los metros cuadrados necesarios para manipular de manera eficiente las unidades de transporte público, por consiguiente:

Tabla 10 Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad

Metros cuadrados por unidad (Demanda)	Metros cuadrados del patio de encierro actual de la línea 2 (Oferta)	Déficit (Interacción Oferta-demanda)
30,580	29,439	-1,141

Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

La tabla 10, denota que el déficit que existe en el predio actual es de -1,141 m². Lo anterior, nos permite observar que existe el espacio insuficiente para ejercer los trabajos que se realizan con continuidad en la actual sede, obstaculizando las maniobras a realizar por choferes de los vehículos, ralentizando las actividades del patio de encierro.

Es pertinente observar que una proyección en cuanto a unidades vehiculares no es posible realizarla debido a que cada línea tiene un número fijo de unidades troncales y alimentadoras.

Asimismo, es preciso recalcar que en el análisis costo beneficio de la línea 2 se menciona un horizonte de 30 años con el número actual de unidades, estas prevalecerán hasta después de él, sino hasta que se ejecute un PPI para valorar la capacidad de las unidades en base del crecimiento poblacional.

e) Alternativas de solución

Para el presente análisis se consideran dos alternativas de Construcción del patio de maniobras del Sistema BRT RUTA Línea 2, por lo que se plantea la alternativa B que es la “Construcción de la sede en la zona de La Cantera”, con una superficie de 43,951 metros cuadrados, la cual en base a la zonificación catastral 2024, da como referencia un precio de \$ 534 pesos por metro cuadrado en la zona mencionada. La construcción en el predio considera costos más altos debido a que está situada en un predio en la localidad de La Cantera, cuya zona necesita de servicios básicos como electrificación, pavimentación, etc. La ubicación del predio tiene las siguientes coordenadas:

Tabla 11. Coordenadas decimales de ubicación de la alternativa B

Coordenadas decimales de ubicación	
Proyecto	Punto
Alternativa B: Construcción del patio de maniobras en un predio diferente	-98.27893504568812, 18.951138417743497

Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

Por lo que la ejecución de este proyecto en la localidad de la Cantera se observaría de la siguiente manera:

Ilustración 6 Alternativa B Construcción del patio de encierro en la localidad de La Cantera



Fuente: Elaboración Propia con Información de ITDP, 2010.

Sus costos serían los siguientes, denotando que los costos de mantenimiento tendrán un incremento de manera anual bajo una tasa del 0.05%:

Tabla 12 Costos de Inversión de la Alternativa B

Alternativa 2: Construcción del patio de encierro en otro lugar	
Estimación del Costo de Arrendamiento por Metro²	
DATOS	COSTO
Superficie de Construcción (en base al trazado en un mapa)	43,951
Costo metro cuadrado (Referencia)¹	534
Costo total del predio	23,469,834
Alternativa 2: Construcción del patio de encierro en otro lugar	
TOTAL DE LA INVERSIÓN	
	\$ 211,875,582.97
Costo de Mantenimiento	
Mantenimiento (SIN IVA)	42,375,117
Mantenimiento (CON IVA)	49,155,135

CLAVE	CONCEPTO	IMPORTE
1	PROYECTO EJECUTIVO	\$ 3,694,230.37
2	PRELIMINARES	\$ 34,063,735.32
3	PAVIMENTACIÓN	\$ 52,136,728.08
4	MUROS DE CONTENCIÓN	\$ 8,440,364.18
5	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	\$ 10,777,895.81
6	ÁREAS PARA OPERARIOS	\$ 4,626,712.19
7	OFICINAS DE MANTENIMIENTO	\$ 6,649,955.70
8	SANITARIOS PÚBLICOS	\$ 992,108.42
9	CASSETAS	\$ 308,508.69
10	CUARTOS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	\$ 5,098,401.07
11	CUBIERTAS METÁLICAS	\$ 29,225,074.28
12	ESTACIÓN DE DIESEL	\$ 2,661,898.44
13	CUBIERTA ESTACIONAMIENTO	\$ 727,757.21
14	ALMACENES	\$ 4,003,052.46
15	OBRA EXTERIOR	\$ 20,528,628.41
16	OBRA INDUCIDA	\$ 3,851,848.29
17	OBRA COMPLEMENTARIA	\$ 618,850.05
SUBTOTAL		\$ 211,875,582.97
IVA(16%)		\$ 33,900,093.28
TOTAL:		\$ 245,775,676.25

Fuente: Elaboración propia con precios índice de anteproyectos similares, SINPRA. Precios de mercado a 2024.

Por otro lado, la alternativa A es el "Proyecto Integral Para La Reubicación Y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio Y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla", consiguientemente estos son los principales costos de inversión de la alternativa A:

Tabla 13 Costos de Inversión de la Alternativa A

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$ 3,078,525.31
2	Preliminares	\$ 28,386,446.10
3	Pavimentación	\$ 43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$ 7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$ 8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$ 3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$ 5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$ 826,757.01
9	Casetas	\$ 257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$ 4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$ 24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$ 2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$ 606,464.34
14	Almacenes	\$ 3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$ 17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$ 3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$ 515,708.37
Subtotal		\$ 157,004,790.81
Iva (16%)		\$ 25,120,766.53
Total:		\$ 182,125,557.34

Fuente(s): Elaboración propia con precios índice de anteproyectos similares, SINPRA. Precios de mercado a 2024.

De acuerdo a los Lineamientos, se presenta esta alternativa de solución (alternativa B) a la problemática, por lo cual, se compara con el proyecto propuesto, y se concluyó que el proyecto de

“Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla”, es menos costoso que la alternativa B. “Construcción de la sede en la zona de La Canteras”, en otro lugar al presentar un menor Valor Actual de los Costos (VAC)¹¹ como a continuación se demuestra:

Tabla 14 Comparación económica a través del VAC y CAE.

Alternativa A		Alternativa B	
Concepto	Cantidad	Concepto	Cantidad
Inversión sin IVA (mdp)	157.00	Inversión sin IVA (mdp) Anual por 30 años	211.88 ¹²
Costos (oper)	47.35	Costos (oper)	62.74
Costos (mtto preventivo)	7.85	Costos (mtto preventivo)	10.59
Costos (mtto Predictivo)	15.70	Costos (mtto Predictivo)	21.19
Costos (mtto Correctivo)	23.55	Costos (mtto Correctivo0)	31.78
Vida útil (años)	30	Vida útil (años)	30
Tasa Social de Descuento	10%	Tasa Social de Descuento	10%
VAC (mdp)	687.71	VAC (mdp)	917.06
CAE (mdp)	72.95	CAE (mdp)	97.28

Fuente(s): Elaboración propia. Precios de mercado a 2024.

Nota 1/: Costos de operación y mantenimiento (COM).

¹¹ Conforme a los criterios establecidos en los Lineamientos de la SHCP, la alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas, como ocurre en la evaluación del presente estudio.

IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

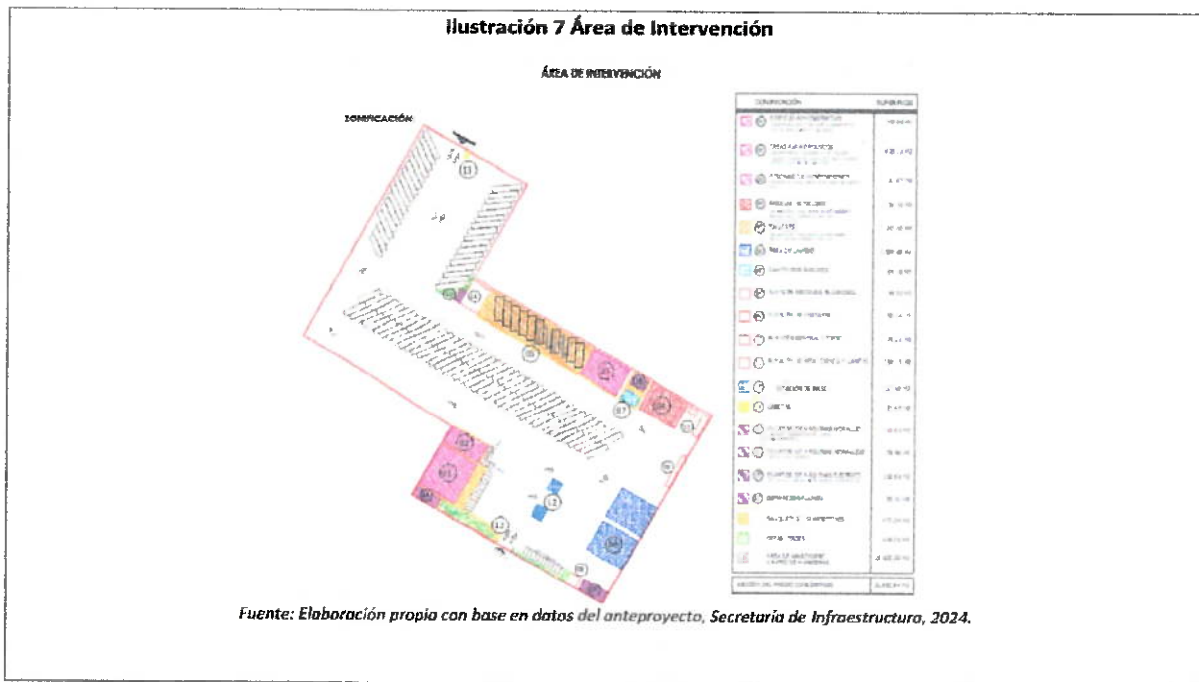
Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

La "Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla.", comprende los siguientes componentes del proyecto:

Tabla 15 Principales Componentes del Proyecto.

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$ 3,078,525.31
2	Preliminares	\$ 28,386,446.10
3	Pavimentación	\$ 43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$ 7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$ 8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$ 3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$ 5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$ 826,757.01
9	Casetas	\$ 257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$ 4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$ 24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$ 2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$ 606,464.34
14	Almacenes	\$ 3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$ 17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$ 3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$ 515,708.37
Subtotal		\$ 157,004,790.81
Iva (16%)		\$ 25,120,766.53
Total:		\$ 182,125,557.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.



b) Alineación estratégica

Programas Relacionados	Directriz	Líneas de Acción
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	III. Economía	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo <p>Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados. Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y perniciosa para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.</p> <p>El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.</p> <p>El gobierno federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.</p>

<p>Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024</p>	<p>Enfoque Transversal Infraestructura</p>	<p>Mejorar los sistemas de transporte e infraestructura carretera y productiva que fomenten el desarrollo económico con un enfoque sostenible.</p> <p>Líneas de acción</p> <p>2. Ampliar la red carretera para incrementar la conectividad y el acceso a rutas comerciales y de servicios en y entre las regiones.</p> <p>2. Impulsar sistemas de transporte eficientes, accesibles, intermodales e interconectados para el traslado de personas, productos y servicios, que incrementen la productividad de las regiones.</p> <p>3. Aumentar y mejorar la infraestructura productiva y el equipamiento para el impulso de los sectores económicos.</p> <p>4. Impulsar la ejecución de infraestructura enfocada a la generación de energías alternativas, que permitan el desarrollo productivo sostenible</p>
<p>Plan Municipal de Desarrollo de Puebla, Puebla 2021-2024</p>	<p>Programa 12. Infraestructura Integral Y Movilidad</p>	<p>Dependencia Secretaría de Movilidad e Infraestructura.</p> <p>Objetivo Mejorar la funcionalidad urbana del municipio mediante obras públicas y acciones de movilidad para la reducción de la marginación urbana y el incremento de la productividad de la ciudad.</p> <p>Meta Implementar un programa de inversión en infraestructura pública que dignifique las condiciones de vida de los habitantes, llevando a cabo acciones de construcción y/o rehabilitación en vialidades, movilidad urbana, espacios públicos y espacios educativos.</p> <p>Estrategia 1 Construir infraestructura eficiente con un enfoque social accesible y productivo.</p> <p>Líneas de acción</p> <p>2. Realizar acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la imagen urbana en el municipio.</p> <p>2. Mejorar la infraestructura y equipamiento de los mercados públicos y sus alrededores para incentivar el consumo local y disminuir la inseguridad.</p> <p>3. Impulsar la construcción y adecuación de la infraestructura urbana con criterios de accesibilidad universal. (ODS 9.1)</p> <p>4. Construir nuevos equipamientos urbanos en juntas auxiliares, zonas de atención prioritaria, colonias periféricas y localidades rurales en las que exista un déficit con criterios de la normativa vigente.</p> <p>5. Realizar, en coordinación con otros órdenes de gobierno acciones en materia de construcción, mantenimiento, rehabilitación y equipamiento de espacios educativos. (ODS 4.a)</p> <p>6. Implementar un sistema de atención de daños de la infraestructura municipal.</p> <p>7. Ejecutar proyectos de pavimentación, rehabilitación, ampliación y mejoramiento de vialidades y banquetas, con criterios de accesibilidad universal en juntas auxiliares, zonas de atención prioritaria, colonias periféricas, localidades rurales y localidades rurales aisladas. (ODS 11.7)</p> <p>8. Mejorar y construir nuevos espacios públicos recreativos implementando criterios de multifuncionalidad, calidad y</p>

accesibilidad universal. (ODS 11.7)

9. Ampliar, mejorar y dar mantenimiento a la infraestructura ciclista y peatonal.

10. Ampliar la red de infraestructura eléctrica en jutas auxiliares, zonas de atención prioritaria, colonias periféricas y localidades rurales. (ODS 1.4)

11. Ampliar la infraestructura de agua potable, drenaje, alcantarillado y alumbrado público a las zonas con carencia. (ODS 6.1)

12. Gestionar la reactivación las plantas de tratamiento de aguas residuales en desuso en el municipio. (ODS 6.3)

13. Gestionar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales en el municipio. (ODS 6.3)

14. Gestionar fondos para el desarrollo y mantenimiento de infraestructura social y equipamientos urbanos en el municipio.

Estrategia 2

Implementar un esquema de planeación y gestión de proyectos de infraestructura municipal.

Líneas de acción

15. Formular y evaluar el Programa Anual de Obra Pública Municipal en congruencia con los planes y programas vigentes.

2. Elaborar un plan estratégico de inversión en infraestructura y equipamientos urbanos.

2. Elaborar planes de infraestructura y equipamientos urbanos para la atención de zonas con alta marginación y rezago social.

2. Realizar estudios y diagnósticos que ayuden a focalizar las acciones para el mejoramiento de la red vial municipal.

19. Implementar un sistema integral de planeación y desarrollo de infraestructura con el Gobierno Federal y Estatal.

20. Elaborar y gestionar proyectos de infraestructura, equipamientos urbanos y movilidad.

21. Operar un sistema de gestión, control, seguimiento y evaluación de solicitudes de obra pública de las unidades administrativas.

22. Realizar análisis de información en materia de movilidad para la identificación y diseño de programas y proyectos.

23. Elaborar un programa que dignifique las calles, avenidas y camellones del municipio.

24. Elaborar un estudio de viabilidad para la operación de una terminal de autobuses foráneos en la zona sur de la ciudad.

Estrategia 3

Incentivar la elección de opciones de movilidad diferentes al vehículo particular en condiciones de seguridad vial.

Líneas de acción

25. Fomentar la cultura de movilidad sustentable considerando los criterios de la pirámide de jerarquía de la movilidad.

26. Implementar un programa de peatonalización temporal de las calles del Centro Histórico.

27. Realizar campañas de difusión para promover el uso racional del automóvil.

28. Implementar proyectos de intervención para la atención de nodos conflictivos viales.

29. Desarrollar acciones para reducir incidentes viales.

30. Optimizar el funcionamiento del sistema semafórico del municipio.

	<p>31. Impulsar proyectos que permitan una movilidad segura de la población.</p> <p>32. Implementar estrategias viales para la reducción de emisiones contaminantes.</p> <p>33. Sensibilizar a la ciudadanía a favor de una movilidad sustentable en el municipio a través de diferentes mecanismos y canales de comunicación.</p> <p>34. Promover la implementación de sistemas de transporte intermodal. (ODS 11.2)</p> <p>35. Proponer un programa de ordenamiento y mejora del transporte público en el municipio en coordinación con el Gobierno del Estado con criterios de sustentabilidad. (ODS 11.2)</p> <p>Estrategia 4 Implementar un mecanismo interno de control, seguimiento y evaluación técnica y administrativa.</p> <p>Líneas de acción</p> <p>36. Operar un sistema de gestión, control, seguimiento y evaluación de solicitudes de las unidades administrativas.</p> <p>37. Dar cumplimiento a las tareas administrativas y del staff.</p>
--	--

c) Localización geográfica

Puebla es uno de los doscientos diecisiete municipios en los que se divide el estado mexicano de Puebla. Su cabecera municipal es Heroica Puebla de Zaragoza, capital y ciudad más poblada de su estado homónimo y principal integrante de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala.

El municipio de Puebla se encuentra localizado en el valle de Puebla-Tlaxcala en la zona central del estado e inmediatamente al sur del límite con el estado de Tlaxcala, sus coordenadas extremas son 18° 50' – 19° 14' de latitud norte y 98° 01' – 98° 18' de longitud oeste y su extensión territorial es de 534,33 kilómetros cuadrados que lo convierten en el quinto municipio más extenso del estado de Puebla.

Ilustración 8 Mapa de la macro localización



Fuente(s): Elaboración propia de acuerdo a INEGI, GAIA, 2024.

Ilustración 9 Mapa de la micro localización y ubicación del proyecto.



Fuente(s): Elaboración propia con base en datos contenidos en INEGI, CEIGEP y Google Earth (marca registrada de Google Inc.), 2024.

Tabla 16 Coordenadas Geográficas del Proyecto.

Coordenadas decimales de ubicación	
Proyecto	Punto
PROYECTO INTEGRAL PARA LA REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PATIO DE MANIOBRAS, RESGUARDO, SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA BRT RUTA LÍNEA 2, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, MUNICIPIO DE PUEBLA, ESTADO DE PUEBLA	-98.2644039899722, 18.9612374176138

Fuente(s): Elaboración propia con datos e información de Mapa INEGI y datos de seguimiento por GPS montados en Google Earth (marca registrada de Google Inc.), 2024.

d) Calendario de actividades

El programa de trabajo, tiene por objeto precisar las actividades a realizar y los periodos de tiempo en que se llevaran a cabo cada una de estas; con lo cual se pretende optimizar recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorar actividades, previendo de esta manera, necesidades de materiales, equipos y recursos económicos. El tiempo estimado para la construcción de las obras contará con un plazo de ejecución de 4 meses a partir de la licitación correspondiente.

El calendario de actividades programadas para la ejecución del proyecto se presenta a continuación

PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS					
NOMBRE DEL PROYECTO:	PROYECTO INTEGRAL PARA LA REUBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PATIO DE MANIOBRAS, RESGUARDO, SERVICIO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA BRT RUTA LÍNEA 2, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA, MUNICIPIO DE PUEBLA, ESTADO DE PUEBLA				
AVANCE	PERIODO DE EJECUCIÓN				
	AÑO 2024				
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	TOTAL
FINANCIERO (%)	1.96%	34.72%	33.67%	29.65%	100.00%
FINANCIERO (\$)	\$ 3,571,089.36	\$ 63,226,973.32	\$ 61,328,717.17	\$ 53,998,777.49	\$182,125,557.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

e) Monto total de inversión

El proyecto “Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema BRT Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla” contempla una inversión de \$ **182,125,557.34** (Ciento ochenta y dos millones ciento veinticinco mil quinientos cincuenta y siete pesos 34/100 M.N) con el Impuesto al Valor Agregado incluido, el cual incluye los siguientes rubros:

Tabla 17 Monto total de inversión por concepto

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$ 3,078,525.31
2	Preliminares	\$ 28,386,446.10
3	Pavimentación	\$ 43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$ 7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$ 8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$ 3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$ 5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$ 826,757.01
9	Casetas	\$ 257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$ 4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$ 24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$ 2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$ 606,464.34
14	Almacenes	\$ 3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$ 17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$ 3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$ 515,708.37
Subtotal		\$ 157,004,790.81
Iva (16%)		\$ 25,120,766.53
Total:		\$ 182,125,557.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

f)

g) Fuentes de financiamiento

Los recursos necesarios para la ejecución del proyecto serán de origen Estatal en su totalidad como se muestra en la siguiente tabla:

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales	Estatal	\$ 182,125,557.34	100%
3. Municipales			
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total		\$ 182,125,557.34	

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2024.

h) Capacidad instalada

Dicha capacidad está relacionada en base al número de unidades vehiculares con las que cuenta la Línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada, a las que puede beneficiar directamente la construcción de la estación

Tabla 18 Capacidad instalada con proyecto.

Tipo de unidad vehicular	No de unidades vehiculares
Unidades troncales	67 vehículos
Unidades alimentadoras	72 vehículos

Enfoque de proyectos genéricos que impulsará el desarrollo regional en Puebla
Extraída del sitio web de la Red Urbana de Transporte Articulado, <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

i) Metas anuales y totales de producción

Las metas se dividen en los 2 ejes de acciones de inversión que abarca el proyecto. A continuación, se muestran las metas físicas que generará el proyecto:

Ilustración 10 Metas físicas de producción del proyecto.



Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

j) Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	30 años

k) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Los procedimientos de diseño, especificación e instalación de equipo y accesorios, involucrados en el desarrollo del proyecto cumplen con los respectivos códigos, estándares, especificaciones y normas últimas ediciones. Es decir que se realizaron memorias de cálculo de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica y protección contra incendio.

Con respecto a cuestiones de eléctrica, el proyecto toma como base la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) y como norma complementaria se usará la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS, los materiales y equipos suministrados cumplirán con las especificaciones y normas adicionales que apliquen.

El diseño y las especificaciones de las instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Industriales y Pluviales deberán de cumplir con las leyes, regulaciones y normas aplicables nacionales e internacionales.

Es relevante destacar que el proyecto debe contar con el anteproyecto arquitectónico y el proyecto ejecutivo que está considerado realizarse durante el primer año de ejecución.

Estudios legales

Para la realización de este proyecto, se cuenta con el Instrumento número 33,869 de la Notaría 45 en el que el Licenciado Jorge Morales Obregón, consigno en este instrumento: el Contrato de DONACIÓN A TÍTULO GRATUITO, que en cumplimiento de la Ley celebra de una parte el HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA como parte DONANTE celebrado en su representación por el Licenciado Rafael Camedo Benítez y la Licenciada María Laura Rojano Merino. En sus caracteres de Presidente Municipal Constitucional y secretaria General de dicho Ayuntamiento, respectivamente: y por otra parte como DONATARIO el "Gobierno del Estado de Puebla" representando en este acto por los señores licenciado Mario Plutarco Marín Torres, Secretario de Gobernación, Licenciado José Luis Flores Hernández, Secretario de Finanzas, Licenciado Charbel Jorge Estefan Chidiad, Secretario de la Contraloría General del Estado y el Profesor Juan Antonio Badillo Torre, Secretario de Educación Pública.
Se adjunta copia simple compuesta por 4 fojas útiles de fecha 22 de noviembre del 2023.

Estudios ambientales

A esta fecha, se encuentra en proceso de elaboración el Informe Preventivo ante las autoridades competentes.

Estudios de mercado

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

Estudios Específicos

No se cuenta con otro estudio u otros estudios.

1) Análisis de la Oferta con Proyecto

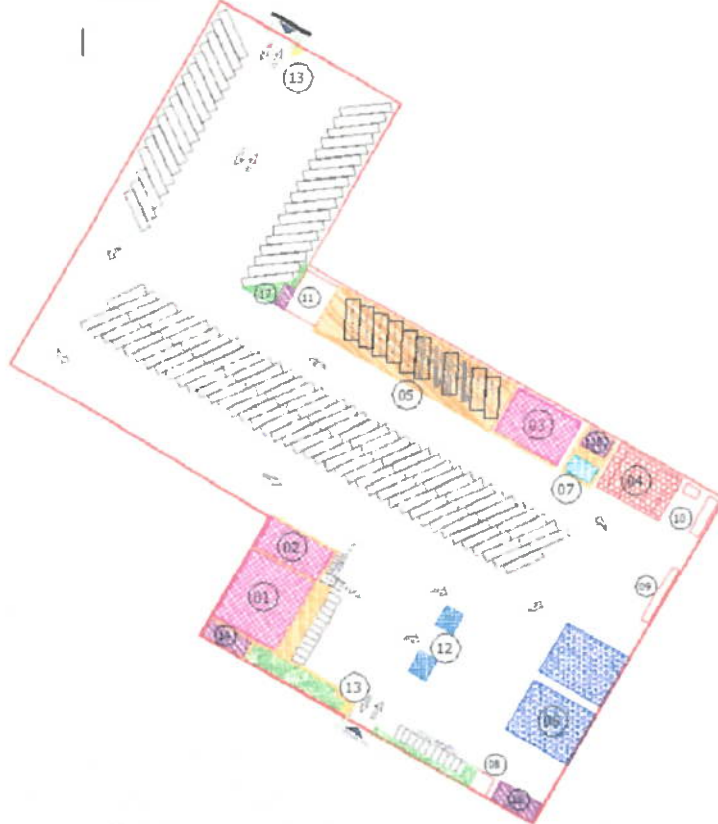
En el presente análisis de la oferta con el proyecto, se muestran los principales conceptos con los cuales contará la nueva sede del patio de encierro del sistema BRT de la Línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulado. El proyecto presente contará con las siguientes áreas:

- Edificio Administrativo
- Áreas para operarios
- Oficinas de mantenimiento
- Área de inspección
- Talleres
- Casetas
- Sanitarios
- Cuartos de máquinas y equipos
- Estación Diesel
- Almacenes
- Área de aparcadero y patio de maniobras

Ilustración 11 Área de Intervención del Patio de Maniobras del Sistema BRT Ruta Línea 2

ÁREA DE INTERVENCIÓN

ZONIFICACIÓN:



ZONIFICACIÓN	SUPERFICIE
01 EDIFICIO ADMINISTRATIVO	740.68 M ²
02 ÁREAS PARA OPERACIONES	472.28 M ²
03 OPERATIVOS DE MANTENIMIENTO	472.58 M ²
04 ÁREA DE ALMACENAMIENTO	476.26 M ²
05 TALLERES	1,340.40 M ²
06 ÁREA DE LAVADO	1,363.36 M ²
07 CANTINERAS PARA DIESEL	85.18 M ²
08 ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS	49.08 M ²
09 ALMACEN DE CATASTRAL	58.34 M ²
10 ALMACEN GENERAL Y TIENDAS	75.37 M ²
11 ALMACEN DE RESERVOIRES Y ALANTARÍAS	228.14 M ²
12 ESTACIÓN DE DIESEL	117.30 M ²
13 GASETAS	75.92 M ²
14 CUARTOS DE MÁQUINAS HIDRÁULICAS	115.58 M ²
15 CUARTOS DE MÁQUINAS HIDRÁULICAS	88.80 M ²
16 CUARTOS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	115.58 M ²
17 COMPRESOR PULSACION	30.11 M ²
18 SANITARIOS Y GUARNICIONES	477.24 M ²
19 AREA DE VENTOS	428.74 M ²
20 AREA DE APARCAMIENTO Y PATIO DE MANIOBRAS	25,022.22 M ²
TOTAL DEL PATIO CONSIDERADO	31,963.84 M²

Fuente(s): Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

El predio del proyecto se ubicará en San Ramón entre la avenida Atlixco y la avenida Limones, este cuenta con una superficie de **31,963.84 metros cuadrados**.

m)Análisis de la Demanda con Proyecto

En cuanto a la demanda del proyecto, está se considera en base al número de unidades que posee la línea 2, es decir:

Tabla 19 Características de la línea 2 de la Red Urbana de Transporte Articulada

Características	Línea 2
Longitud de corredor	13.9 km
Estaciones	33

Terminales	1
Rutas Alimentadoras	16 rutas
Unidades troncales	67 vehículos
Unidades alimentadoras	72 vehículos
Patios de encierro	1
Unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad	2 padrones 2 articulados

Fuente de información: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

Por lo que las unidades troncales y las unidades alimentadoras dan un total de 139 vehículos que demandan un espacio optimo.

De acuerdo a la Guía de Planificación de Sistemas BRT¹³, cada unidad articulada debe tener de 150 a 200 m², asimismo, dos ejemplos prácticos de lo anterior son el servicio Transmilenio de Bogotá, Colombia y el Metrobús de la Ciudad de México, ambos estiman un aproximado de 150-200 m². De igual manera, el artículo "Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations"¹⁴ sugiere que un patio de encierro que tiene 100 buses deberá tener entre 15,000 y 20,000 m², es decir, un aproximado de 150 o 200 metros cuadrados; por lo que para la estimación de cuantos metro cuadrados necesitará cada autobús se tomarán en cuenta 220 m², utilizando 20 metros cuadrados más como medida para un diagnóstico de gestión operativa más efectivo.

Por lo tanto:

Tabla 20 Demanda en base a los metros cuadrados que necesita cada unidad

Unidades troncales	Unidades Alimentadoras	Total de unidades	Metros cuadrados necesarios por unidad	Metros cuadrados por unidad
67	72	139	220	30,580

Fuente(s): Elaboración propia de acuerdo a INEGI, GAIA, 2024.

Como resultado del análisis realizado en la tabla anterior de acuerdo con los metros cuadrados necesarios para los vehículos en un patio de encierro, se determina que la cantidad necesaria por unidad vehicular de la línea 2 son 30,580 metros cuadrados.

¹³ Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (2010) <https://archivomexico.itdp.org/>

¹⁴ Ishaq, R., & Cats, O. (2020). Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations. Case Studies on Transport Policy, 8(3), 946–953. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.05.00>

n) Interacción Oferta-Demanda con Proyecto

Ante lo expuesto, el análisis en cuanto a la interacción de la oferta y demanda procede de la siguiente manera en base a los metros cuadrados necesarios para manipular de manera eficiente las unidades de transporte público, por lo tanto:

Tabla 21 Interacción Oferta-Demanda en base a los metros cuadrados necesarios por unidad

Metros cuadrados por unidad (Oferta)	Proyecto Integral Para La Reubicación Y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio Y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2 (Demanda)	Déficit (Interacción Oferta-Demanda)
30,580	31,963.84	1,383.84

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

La construcción del “Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla” brindará el espacio adecuado para toda la unidad disponible pues este cuenta con un superávit de 1,383.84 metros cuadrados.

V. Evaluación del PPI

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Los principales efectos directos negativos (costos) que presenta la alternativa A son los siguientes:

- ✎ Costos de inversión (una sola vez):

Tabla 22 Monto total de Inversión del Proyecto.

Clave	Concepto	Importe
1	Proyecto Ejecutivo	\$ 3,078,525.31
2	Preliminares	\$ 28,386,446.10
3	Pavimentación	\$ 43,447,273.40
4	Muros De Contención	\$ 7,033,636.82
5	Edificio Administrativo	\$ 8,981,579.85
6	Áreas Para Operarios	\$ 3,855,593.49
7	Oficinas De Mantenimiento	\$ 5,541,629.75
8	Sanitarios Públicos	\$ 826,757.01
9	Casetas	\$ 257,090.57
10	Cuartos De Máquinas Y Equipos	\$ 4,248,667.56
11	Cubiertas Metálicas	\$ 24,354,228.57
12	Estación De Diesel	\$ 2,218,248.70
13	Cubierta Estacionamiento	\$ 606,464.34

14	Almacenes	\$ 3,335,877.05
15	Obra Exterior	\$ 17,107,190.34
16	Obra Inducida	\$ 3,209,873.57
17	Obra Complementaria	\$ 515,708.37
Subtotal		\$ 157,004,790.81
Iva (16%)		\$ 25,120,766.53
Total:		\$ 182,125,557.34

F Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.

Precios de mercado a 2024.

- Costos de mantenimiento y operación (COM), que tendrán una variación en el horizonte de evaluación:

Tabla 23 Costos de operación y mantenimiento con Proyecto.

Mantenimiento		Total
Cargo	Montos Mensual	
Mantenimiento preventivo	Todas las operaciones de ajuste, comprobación reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza que, como rutina y a intervalos definidos, son necesarios para asegurar que la maquinaria y el equipo estén en condiciones apropiadas para su utilización. Además, el mantenimiento preventivo incluye una serie de actividades que buscan evitar el desgaste excesivo o prematuro, mismo que hacen necesarias reparaciones costosas y originan pérdidas de tiempo.	7,850,239.54
Mantenimiento Predictivo	Consiste en detectar una falla antes de que ocurra y evitar que cause problemas mayores. Para su detección, se apoya en análisis estadísticos, conocimiento de la vida útil de piezas conjuntos, inspección física en desgaste de piezas, análisis de laboratorio y diagnósticos de campo. Se utilizan instrumentos de diagnóstico y pruebas que no afecten el elemento en cuestión. Una forma de mantenimiento predictivo consiste en hacer muestreo periódico de los lubricantes y la inspección mecánica. El mantenimiento predictivo es norma para el mantenimiento preventivo y el pronóstico de cambios y reposiciones de piezas en forma económica. De aplicarse adecuadamente, se terminarán los siguientes problemas: sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo por seguridad, analizar tiempo de vida útil remanente a partes; baleros, engranes, motores transmisiones, etc	15,700,479.08
Mantenimiento Correctivo	Es el que se realiza después de ocurrida una descompostura, ya sea por síntomas claros de disfunción o por falla total. Como se hace fuera de programa, origina cargas incontrolables de trabajo y que las máquinas queden paradas. Su ejecución inmediata es imprevista con lo que se interrumpen el servicio y la producción. Esta forma de aplicar el mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan la falla, que puede deberse al mal trato, abandono, mala operación, o por depender de una persona para proceder su reparación, o por desgaste natural, etc. Este sistema se aplica solo cuando hay urgencias.	23,550,718.62

Desglose	
Rubro	Cantidad
Servicios Públicos	35,238,204.00
Equipos y tecnología	2,364,264.00
Limpieza y manejo de desechos	1,570,047.91
Seguridad	2,594,604.00
Administración y Almacén	1,177,535.93
Taller	3,624,000.00
Gasto de material Taller	785,023.95

Fuente de la información: Carreteras de Cuota Puebla, tabulado de sueldos y salarios, primer Trimestre(s) concluido(s) del año 2024. Disponible en https://consultapublica.mx/plataformadetransparencia.org.mx/vut-web/faces/view/consultaPublica.xhtml?_afIdEntidad=MJE=&idSujetoObligado=NDIwMw==#tarjetaInformativa

De acuerdo a declaraciones hechas por las autoridades Estatales, no existirán costos por molestias durante la fase de ejecución (inversión) del proyecto.

En cambio, para la alternativa B los principales costos identificados son los siguientes

Costos de inversión (una sola vez):

Tabla 24 Monto total de Inversión del Proyecto

Alternativa 2: Construcción del patio de encierro en otro lugar	
Estimación del Costo de Arrendamiento por Metro ²	
DATOS	COSTO
Superficie de Construcción (en base al trazado en un mapa)	43,951
Costo metro cuadrado (Referencia) ¹	534
Costo total del predio	23,469,834
Alternativa 2: Construcción del patio de encierro en otro lugar	
TOTAL DE LA INVERSIÓN	\$ 211,875,582.97
Costo de Mantenimiento	
Mantenimiento (SIN IVA)	42,375,117
Mantenimiento (CON IVA)	49,155,135

CLAVE	CONCEPTO	IMPORTE
1	PROYECTO EJECUTIVO	\$ 3,694,230.37
2	PRELIMINARES	\$ 34,063,735.32
3	PAVIMENTACIÓN	\$ 52,136,728.08
4	MUROS DE CONTENCIÓN	\$ 8,440,364.18
5	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	\$ 10,777,895.81
6	ÁREAS PARA OPERARIOS	\$ 4,626,712.19
7	OFICINAS DE MANTENIMIENTO	\$ 6,649,955.70
8	SANITARIOS PÚBLICOS	\$ 992,108.42
9	CASETAS	\$ 308,508.69
10	CUARTOS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS	\$ 5,098,401.07
11	CUBIERTAS METÁLICAS	\$ 29,225,074.28
12	ESTACIÓN DE DIESEL	\$ 2,661,898.44
13	CUBIERTA ESTACIONAMIENTO	\$ 727,757.21
14	ALMACENES	\$ 4,003,052.46
15	OBRA EXTERIOR	\$ 20,528,628.41
16	OBRA INDUCIDA	\$ 3,851,848.29
17	OBRA COMPLEMENTARIA	\$ 618,850.05
	SUBTOTAL	\$ 211,875,582.97
	IVA(16%)	\$ 33,900,093.28
	TOTAL:	\$ 245,775,676.25

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.

Costos de mantenimiento y operación (COM), que tendrán una variación en el horizonte de evaluación:

Tabla 25 Costos de operación y mantenimiento con Proyecto.

Desglose	
Rubro	Cantidad
Servicios Públicos	40,170,720.00
Equipos y tecnología	3,546,396.00
Limpieza y manejo de desechos	4,237,511.66
Seguridad	3,521,208.00
Administración y Almacén	3,178,133.74
Taller	5,964,000.00
Gasto de material Taller	2,118,755.83

Mantenimiento		
Cargo	Monto Mensual	Total
Mantenimiento preventivo	Todas las operaciones de ajuste, comprobación reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza que, como rutina y a intervalos definidos, son necesarios para asegurar que la maquinaria y el equipo estén en condiciones apropiadas para su	10,593,779.15

	utilización. Además, el mantenimiento preventivo incluye una serie de actividades que buscan evitar el desgaste excesivo o prematuro, mismo que hacen necesarias reparaciones costosas y originan pérdidas de tiempo.	
Mantenimiento Predictivo	Consiste en detectar una falla antes de que ocurra y evitar que cause problemas mayores. Para su detección, se apoya en análisis estadísticos, conocimiento de la vida útil de piezas conjuntos, inspección física en desgaste de piezas, análisis de laboratorio y diagnósticos de campo. Se utilizan instrumentos de diagnóstico y pruebas que no afecten el elemento en cuestión. Una forma de mantenimiento predictivo consiste en hacer muestreo periódico de los lubricantes y la inspección mecánica. El mantenimiento predictivo es norma para el mantenimiento preventivo y el pronóstico de cambios y reposiciones de piezas en forma económica. De aplicarse adecuadamente, se terminarán los siguientes problemas: sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo por seguridad, analizar tiempo de vida útil remanente a partes; baleros, engranes, motores transmisiones, etc	21,187,558.30
Mantenimiento Correctivo	Es el que se realiza después de ocurrida una descompostura, ya sea por síntomas claros de disfunción o por falla total. Como se hace fuera de programa, origina cargas incontrolables de trabajo y que las máquinas queden paradas. Su ejecución inmediata es imprevista con lo que se interrumpen el servicio y la producción. Esta forma de aplicar el mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocan la falla, que puede deberse al mal trato, abandono, mala operación, o por depender de una persona para proceder su reparación, o por desgaste natural, etc. Este sistema se aplica sólo cuando hay urgencias.	31,781,337.45

Fuente: Elaboración propia con base en datos del anteproyecto, Secretaría de Infraestructura, 2024.
Nota: Los montos pueden presentar variaciones debido al redondeo de las cifras.
Precios de mercado a 2024.

b) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Costo Anual Equivalente, Primera alternativa	72,951,763.60
Costo Anual Equivalente, Segunda alternativa	97,280,950.94

c) Análisis de sensibilidad

De acuerdo con los Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos Capítulo III (CEPEP, SD), elaborados por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, independientemente de si el Proyecto se evalúa desde un punto de vista social o privado, es recomendable realizar un análisis de sensibilidad. Para ello se deben seleccionar las variables más importantes, realizar cambios (hacia arriba o hacia abajo) en dichas variables y realizar nuevamente el cálculo del CAE, esto con la finalidad de conocer que tan sensible es el proyecto a los cambios en las variables seleccionadas. El análisis de sensibilidad puede ser de dos tipos:

- ❖ Sensibilidad Simple: consiste en analizar el efecto de las variaciones en los valores de una sola variable.
- ❖ Sensibilidad Compuesta: consiste en el análisis del efecto de la variación en los valores de más de una variable a la vez.

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
Costo de inversión.	Incremento de un 50%	Se presentaría un cambio en el VAC de 766.21mdp, así como en el CAE de 72.95 mdp a 81.28 mdp
	Incremento de un 20%.	Un incremento del 20% presentaría cambios del VAC de 719.11 mdp, y se vería reflejado en el CAE con 76.28 mdp
	Reducción del 10%.	La reducción de la inversión en un 10 % denotaría un cambio en el VAC de 672.01 mdp, con un Costo Anual Equivalente de 71.29 mdp



	Reducción del 40%.	La reducción de la inversión en un 40% denotaría un cambio en el VAC de 624.91 mdp, con un Costo Anual Equivalente de 66.29 mdp
--	--------------------	---

d) Análisis de riesgos

Existen algunos riesgos que podrían ocurrir durante el “Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla”, como:

- Retraso en los procesos de licitaciones consolidadas.
- Incremento de precios.
- Retraso en la ejecución de las acciones de construcción planeadas y contratadas.

Para mitigar estos riesgos, se considera:

- Apego a los tiempos que marca la normatividad y difusión de tiempos.
- Cláusulas dentro del contrato que protejan sobre el incremento de precios, con el fin de minimizar el impacto y calidad de los trabajos.
- Seguimiento mensual del ejercido en el desarrollo de la obra, con el fin de identificar posibles retrasos en la ejecución y redireccionamiento de las acciones para prevenirlo.

Estas variaciones se producen principalmente por el incremento de variables macroeconómicas, como la inflación o bien por la poca disposición de materiales, lo que puede provocar un incremento en el costo de los insumos o servicios que se contratan.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Se concluye que el “Proyecto Integral Para La Reubicación y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2, Ubicada En La Localidad De Heroica Puebla De Zaragoza, Municipio De Puebla, Estado De Puebla”, que considera una inversión de \$ 182,125,557.34 para tener una vida útil de treinta años (2025 al 2054) es rentable y de mayores beneficios para él.

La creación de este proyecto permitirá reubicar de manera estratégica el patio de encierro del sistema BRT, esto porque el actual considera una distancia de 3.8 km desde la terminal Margaritas, en cambio el proyecto solo traza 1.3 km entre estos los dos puntos. Por lo que los tiempos de recorridos para las unidades serán más cortos y a su vez más baratos en cuanto al combustible, concluyendo que el proyecto vela por un mejor sistema de transporte para la línea

2, optimizando los tiempos de traslado y el correcto mantenimiento para todas las unidades vehiculares.

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción										
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	EL análisis de la oferta y la demanda se basó principalmente en la cantidad necesaria de metros cuadrados que amerita cada unidad de transporte, esto basado a la Guía de Planificación de Sistemas BRT, puesto que cada unidad articulada debe tener de 150 a 200 m2, asimismo, a modo de ejemplo práctico de lo anterior son el servicio Transmilenio de Bogotá, Colombia y el Metrobús de la Ciudad de México, ambos estiman un aproximado de 150-200 m2. De igual manera, el artículo “Designing bus rapid transit systems: Lessons on service reliability and operations” sugiere que un patio de encierro que tiene 100 buses deberá tener entre 15,000 y 20,000 m2, es decir, un aproximado de 150 o 200 metros cuadros; por lo que, para la estimación de cuantos metros cuadrados, necesitará cada autobús se tomarán en cuenta 220 m2, utilizando 20 metros cuadrados más, como medida para un diagnóstico de gestión operativa más efectivo.										
		Por lo tanto, se obtienen las siguientes tablas										
		Demanda situación actual/sin proyecto										
		<table><tr><th>Unidades troncales</th><th>Unidades Alimentadoras</th><th>Total de unidades</th><th>Metros cuadrados necesarios por unidad</th><th>Metros cuadrados por unidad</th></tr><tr><td>67</td><td>72</td><td>139</td><td>220</td><td>30,580</td></tr></table>	Unidades troncales	Unidades Alimentadoras	Total de unidades	Metros cuadrados necesarios por unidad	Metros cuadrados por unidad	67	72	139	220	30,580
		Unidades troncales	Unidades Alimentadoras	Total de unidades	Metros cuadrados necesarios por unidad	Metros cuadrados por unidad						
67	72	139	220	30,580								
Interacción Oferta-demanda Situación actual/ sin proyecto												
<table><tr><th>Metros cuadrados por unidad (Demanda)</th><th>Metros cuadrados del patio de encierro actual de la línea 2 (Oferta)</th><th>Déficit (Interacción Oferta-demanda)</th></tr><tr><td>30,580</td><td>29,439</td><td>-1,141</td></tr></table>	Metros cuadrados por unidad (Demanda)	Metros cuadrados del patio de encierro actual de la línea 2 (Oferta)	Déficit (Interacción Oferta-demanda)	30,580	29,439	-1,141						
Metros cuadrados por unidad (Demanda)	Metros cuadrados del patio de encierro actual de la línea 2 (Oferta)	Déficit (Interacción Oferta-demanda)										
30,580	29,439	-1,141										
Anexo B	Estudios Técnicos	Interacción Oferta-Demanda Situación con Proyecto										
		<table><tr><th>Metros cuadrados por unidad (Oferta)</th><th>Proyecto Integral Para La Reubicación Y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio Y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2 (Demanda)</th><th>Déficit (Interacción Oferta-Demanda)</th></tr><tr><td>30,580</td><td>31,963.84</td><td>1,383.84</td></tr></table>	Metros cuadrados por unidad (Oferta)	Proyecto Integral Para La Reubicación Y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio Y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2 (Demanda)	Déficit (Interacción Oferta-Demanda)	30,580	31,963.84	1,383.84				
		Metros cuadrados por unidad (Oferta)	Proyecto Integral Para La Reubicación Y Construcción Del Patio De Maniobras, Resguardo, Servicio Y Mantenimiento Del Sistema Brt Ruta Línea 2 (Demanda)	Déficit (Interacción Oferta-Demanda)								
30,580	31,963.84	1,383.84										
Los procedimientos de diseño, especificación e instalación de equipo y accesorios, involucrados en el desarrollo del proyecto cumplen con los respectivos códigos, estándares, especificaciones y normas últimas ediciones. Es decir que se realizaron memorias de cálculo de instalación eléctrica, sanitaria, hidráulica y protección contra incendio.												

		Con respecto a cuestiones de eléctrica, el proyecto toma como base la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) y como norma complementaria se usará la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS, los materiales y equipos suministrados cumplirán con las especificaciones y normas adicionales que apliquen.												
Anexo C	Estudios Legales	Para la realización de este proyecto, se cuenta con el Instrumento número 33,869 de la Notaría 45 en el que el Licenciado Jorge Morales Obregón, consigno en este instrumento: el Contrato de DONACIÓN A TÍTULO GRATUITO, que en cumplimiento de la Ley celebra de una parte el HONORABLE AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE PUEBLA como parte DONANTE celebrado en su representación por el Licenciado Rafael Camedo Benítez y la Licenciada María Laura Rojano Merino. En sus caracteres de Presidente Municipal Constitucional y secretaria General de dicho Ayuntamiento, respectivamente: y por otra parte como DONATARIO el "Gobierno del Estado de Puebla" representando en este acto por los señores licenciado Mario Plutarco Marín Torres, Secretario de Gobernación, Licenciado José Luis Flores Hernández, Secretario de Finanzas, Licenciado Charbel Jorge Estefan Chidiad, Secretario de la Contraloría General del Estado y el Profesor Juan Antonio Badillo Torre, Secretario de Educación Pública. Se adjunta copia simple compuesta por 4 fojas útiles de fecha 22 de noviembre del 2023.												
Anexo D	Estudios Ambientales	A esta fecha, se encuentra en proceso de elaboración del Informe Preventivo en la modalidad Particular ante las autoridades competentes.												
Anexo E	Estudios de Mercado	No existen estudios relacionados												
Anexo F	Estudios Específicos	No existen otros estudios.												
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Se anexa a la evaluación económica.												
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	Se anexa el siguiente análisis de sensibilidad: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th><th>Variación respecto a su valor original</th><th>Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Costo de Inversión.</td><td>Incremento de un 50%</td><td>Se presentaría un cambio en el VAC de 364.22 mdp, así como en el CAE de 30.31 mdp a 38.64mdp</td></tr> <tr> <td>Incremento de un 20%</td><td>Un incremento del 20% presentaría cambios del VAC de 317.11 mdp, y se vería reflejado en el CAE con 33.64mdp</td></tr> <tr> <td>Reducción del 10%.</td><td>La reducción de la inversión en un 10 % denotaría un cambio en el VAC de 270.01 mdp, con un Costo Anual Equivalente de 28.64mdp</td></tr> <tr> <td>Reducción del 40%.</td><td>La reducción de la inversión en un 40% denotaría un cambio en el VAC de 222.91, con un Costo Anual Equivalente de 23.65mdp</td></tr> </tbody> </table>	Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad	Costo de Inversión.	Incremento de un 50%	Se presentaría un cambio en el VAC de 364.22 mdp, así como en el CAE de 30.31 mdp a 38.64mdp	Incremento de un 20%	Un incremento del 20% presentaría cambios del VAC de 317.11 mdp, y se vería reflejado en el CAE con 33.64mdp	Reducción del 10%.	La reducción de la inversión en un 10 % denotaría un cambio en el VAC de 270.01 mdp, con un Costo Anual Equivalente de 28.64mdp	Reducción del 40%.	La reducción de la inversión en un 40% denotaría un cambio en el VAC de 222.91, con un Costo Anual Equivalente de 23.65mdp
Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad												
Costo de Inversión.	Incremento de un 50%	Se presentaría un cambio en el VAC de 364.22 mdp, así como en el CAE de 30.31 mdp a 38.64mdp												
	Incremento de un 20%	Un incremento del 20% presentaría cambios del VAC de 317.11 mdp, y se vería reflejado en el CAE con 33.64mdp												
	Reducción del 10%.	La reducción de la inversión en un 10 % denotaría un cambio en el VAC de 270.01 mdp, con un Costo Anual Equivalente de 28.64mdp												
	Reducción del 40%.	La reducción de la inversión en un 40% denotaría un cambio en el VAC de 222.91, con un Costo Anual Equivalente de 23.65mdp												

VIII. Bibliografía

1. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, 30 de diciembre 2013. Consultado el 22 de Junio de 2024 Disponible en: www.shcp.gob.mx/; <https://www.gob.mx/shcp/documentos/lineamientos-para-elaboracion-y-presentacion-de-los-analisis-costoy-beneficio-de-los-programas-y-proyectos-de-inversion>.
2. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Información, metodologías y guías para la evaluación socioeconómica. Recuperado el 22 de Junio de 2024. Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/en/CEPEP/Materiales>.
3. Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 Consultado el 22 de Junio de 2024 (<https://presidente.gob.mx/plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024/>); Plan de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024 (<http://giep.puebla.gob.mx/Documentos/2018/trtrrt/PlanEstataldeDesarrollo2019-2024.pdf>);
4. Guía General para la presentación de Evaluaciones Costo y Beneficio de Programas y Proyectos de Inversión, 2018, Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP). Consultado el 22 de Junio de 2024 Disponible en: <https://www.cepep.gob.mx/es/CEPEP>; [https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_\(CEPEP\).pdf](https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/documentos/Guia_General_Analisis_Costo_Beneficio_(CEPEP).pdf).
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Consultado el 22 de junio de 2024. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/>.
6. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Consultado el 22 de Junio de 2024 Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>.
7. Sistema de información geográfica Google Earth (marca registrada). Consultado el 22 de junio de 2024. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>.
8. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2024). *Lineamientos para la Cosntrucción y/o Equipamiento del Patio de Maniobras para Resguardi, Servicio y Mantenimiento de la Maquinaria y Equipo*. Ciudad de México. Disponible en: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.gob.mx%2Fcms%2Fuploads%2Fattachment%2Ffile%2F884142%2FLINEAMIENTOS_Patio_de_maniobras_2024_Componente_Equipamiento.docx&wdOrigin=BROWSELINK
9. Carreteras de Cuota Puebla, tabulado de sueldos y salarios, primer Trimestre(s) concluido(s) del año 2024. Disponible en (<https://consultapublicamx.plataformadetransparencia.org.mx/vut-web/faces/view/consultaPublica.xhtml?pidEntidad=MjE=&idSujetoObligado=NDlwMw==#tarjetaInformativa>)



Responsables de la Información

Ramo: Movilidad

Entidad: Puebla.

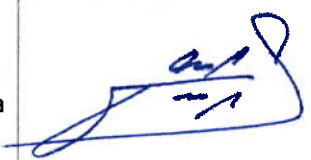
Área Responsable: Dirección de Proyectos Estratégicos de la Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla; Dirección de Planeación de la Secretaría de Infraestructura del Gobierno del Estado de Puebla.

Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Responsable de la Información:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Dunstano Guerrero Vázquez	Director De Proyectos Estratégicos de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla		30-05-2024

Responsable de la Evaluación Socioeconómica:

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Norman Adrián Torres Alcaraz	Director de Planeación de la Secretaría de Infraestructura del Estado de Puebla		30-05-2024

Versión

7.0

Fecha

30-05-2024

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.