



MASIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS SIN ZANJA

*Lote 1: Valoración costos
integrales de las TSZ*

*Vicepresidencia Proyectos e Ingeniería
Dirección Proyectos Aguas, Saneamiento,
Gas y Locativos*

Abril 2024

Contenido



1. Bibliografía sobre valoración de costos sociales y ambientales para TSZ
2. Casos de estudio analizados
3. Valoración y comparación de costos en proyectos con TSZ Vs. Zanja
4. Valoración y comparación de las emisiones de CO₂
5. Análisis y conclusiones

1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ



Costos sociales y medioambientales:

1. Congestión y atascos en el tráfico:

El trabajo de instalación de redes de servicios públicos puede causar retrasos significativos en el tráfico, debido al cierre de carriles o al cierre completo de carreteras, lo que obliga a tomar desvíos.

2. Aumento de consumo de combustible de los vehículos:

El aumento en las distancias recorridas y las paradas intermitentes acarrear unos costos operativos más elevados.

3. Menor durabilidad del pavimento:

Las excavaciones pueden causar deformaciones en las vías y grietas en el asfalto a lo largo de la zanja, lo que provoca una aceleración en la degradación del pavimento. Se estima que la reducción en la vida útil del pavimento debido a una excavación de corte abierto puede ser de hasta un 30%.

4. Pérdida de ingresos comerciales:

Las zonas de construcción pueden disminuir la accesibilidad a los negocios debido a condiciones de tráfico congestionado, espacios de estacionamiento perdidos y barreras físicas asociadas con las actividades de construcción

1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ



5. Pérdida de ingresos por estacionamiento:

La pérdida de espacios de estacionamiento conduce a una menor recaudación de ingresos de parquímetros y multas de estacionamiento para el municipio.

6. Control de polvo:

Las excavaciones abiertas generan una cantidad considerable de polvo en su entorno, lo que conlleva un aumento en las necesidades de limpieza. Además, la calidad de vida de las personas que viven cerca de la zona de construcción disminuye

7. Costos por contaminación acústica:

El uso de maquinaria pesada de construcción provoca un mayor nivel de ruido en las cercanías del área de trabajo. Además, el trabajo de construcción puede resultar en una mayor contaminación acústica debido a las condiciones de tráfico cambiantes en comparación con los patrones de circulación de tráfico de referencia.

8. Seguridad del trabajador:

Las zanjas continuas abiertas presentan un mayor riesgo para los trabajadores y peatones en comparación con los pozos empleados en los métodos de construcción sin zanjas. Los accidentes relacionados con las zanjas son aproximadamente un 112% más altos que el valor promedio en el sector de la construcción, con más de 60 trabajadores fallecidos en accidentes de zanjas cada año en los Estados Unidos (Jung y Sinha, 2004).

1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ



COSTOS INTEGRALES	COSTO PAGADO POR:
Costo directo de construcción del proyecto	PROPIETARIO
Costo indirecto de construcción (AU)	
Costos sociales y ambientales directos	
Ocupaciones de cauce	
Aprovechamiento forestal	
Compensación 2 a 1 (Depende de la autoridad ambiental)	
Auyentamiento de Fauna	
Reputación	
Afectación a la infraestructura de terceros	
PMT	
Costos sociales y ambientales indirectos	SOCIEDAD
Demoras en el tráfico	
Costos adicionales por operación de vehículos	
Disminución del valor de la superficie de la carretera	
Pérdida por las afectaciones a las actividades económicas	
Costo de control de polvo	
Costos de contaminación acústica	
Seguridad de los trabajadores (accidentalidad)	

Fuente: Manual de tecnología sin zanja, Asociación ibérica de tecnología sin zanja

1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ



PROPUESTA ESTRUCTURA COSTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

Costos sociales y ambientales indirectos

- [1. Demoras en el tráfico](#)
- [2. Costos adicionales por operación de vehículos](#)
- [3. Disminución del valor de la superficie de la carretera](#)
- [4. Pérdida por las afectaciones a las actividades económicas](#)
- [5. Costo de control de polvo](#)
- [6. Costos de contaminación acústica](#)
- [7. Seguridad de los trabajadores \(accidentalidad\)*](#)

Costos sociales y ambientales directos

1. Ocupaciones de cauce
2. Aprovechamiento forestal
3. Compensación 2 a 1 (Depende de la autoridad ambiental)
4. Auyentamiento de Fauna
5. Reputación
6. Afectación a la infraestructura de terceros
7. PMT



1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ

**Proyectos de alta densidad
urbanística
(55% con zanja, 6% sin zanja)
de los costos directos**

**Proyectos en zonas
urbanísticas normales
(40% con zanja, 2% sin zanja)
de los costos directos**

Referencias:

Matthews, J., Allouche, E., & Sterling, R. (2014). Social cost impact assessment of pipeline infrastructure projects. Environmental impact Assessment Review.

Pucker, J., Allouche, E., & Sterling, R. (2006). Social cost associated with trenchless projects: Case histories in North America and Europe. North American Society for Trenchless Technology (NASTT).

1. Bibliografía de los costos sociales y ambientales para TSZ



Emisiones de carbono (CO2)

NASTT: North American Society for Trenchless Technology



En 2007, la asociación norteamericana de tecnología sin zanja estableció un método para evaluar cómo el uso de tecnologías sin zanja puede reducir la huella de carbono en un proyecto dado. Para cuantificar esta suposición, se desarrolló una calculadora de carbono que permite a los diseñadores comparar la huella de carbono resultante de diferentes métodos de construcción sin zanja frente a la construcción convencional a través de excavación a cielo abierto.

- Dónde encontrar la calculadora de carbono:
<https://nastt-bc.org/carbon-calculator/>

Project Name/Number/Address	101	Centro Parrilla	Model and assumption uncertainty		10%		
Trenchless Technology	102	Pipe Jacking	GHG savings tonnes CO2e	5220.3			
Soil Type	103	Medium Soil	Litres of Diesel Fuel saved	1.801.858			
Ground Conditions	104	Wet	No. of trucks off the road	5.435			
Surface Type	105	Asphalt	Fewer return truck trips	8.153			
Project Parameters	Box #	User Input	Default/Estimated Value	Unit			
Pipe Diameter (D)	106	1500	1500	millimetre			
Pipe Total Length (L)	107	2385	2385	meter			
Pipe Depth At Start (Z ₁)	108	10.00	2.88	meter			
Pipe Depth At End (Z ₂)	109	12.00	2.88	meter			
Percentage of excavated material reused	110	30%	0%	%			
Soil /gravel/sand truck capacity	111	7.5	7.5	cubic meter			
Project site to dump site	112	10	10	kilometer			
Service Pits and lateral connection inputs	Box #	Number (each)	Default/Estimated Value	Dimension Units	Box #	Input Avg. Length	Default Length
Total Number of Manholes	113	15	25	meter	122		2.1
Lateral/Service Connections Near-Side	114	50		meter	123		4.9
Lateral/Service Connections Far-Side	115	10		meter	124		
Entry Pits	116		6	meter	125		9.1
Exit pits	117		9	meter	126		4.9
Number of runs if applicable	118		15	each			
OpenCut Estimated Project Parameters	Box #	User Input	Default/Estimated Value	Unit			
Trench Upper Width (X)	119	2.5	2.5	meter			
Trench Lower Width (Y)	120	2.5	2.0	meter			
Productivity for open cut section of proje	121		2.0	meters per 8hr day			

2. Casos de estudio



PROYECTO	TECNOLOGIA
Centro Parrilla	Micro Túnel Pipe Jacking
La Volcana	Pipe Bursting

3. Valoración y comparación de costos - Centro Parrilla



LOTE 1. VALORACIÓN COSTOS TSZ

Proyecto	CENTRO PARRILLA
Dirección	Calle 54 entre carreras 38 y 57
Municipio	Medellín

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Tipo de red	Residual
Longitud total (m)	2385
Diámetro (mm)	1500
Profundidad promedio (m)	10
Tipo de intervención	Sin Zanja
Tecnología / Metodología constructiva	Microtunnel pipe jacking
Caudal de diseño (l/s)	1738



ESQUEMAS Y FOTOGRAFÍAS



Esquema No. 1. Localización del proyecto

3. Valoración y comparación de costos - Centro Parrilla

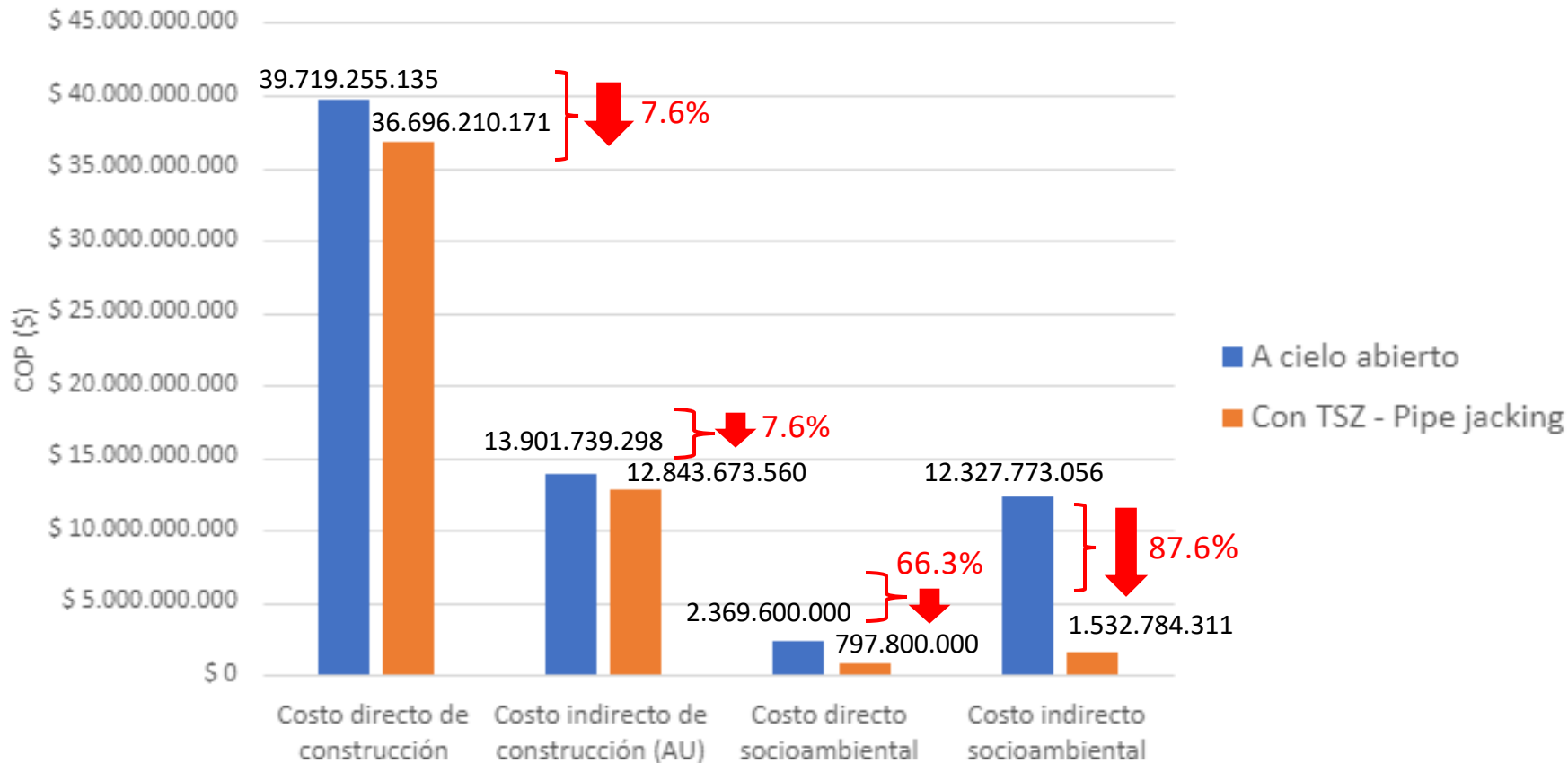
ESTRUCTURA DE COSTOS	OBRA A CIELO ABIERTO	OBRA CON TSZ – Pipe Jacking
Costo directo de construcción del proyecto	\$ 39.719.255.135	\$ 36.696.210.171
Costos sociales y ambientales indirectos (asumidos por la comunidad)		
Demoras en el tráfico	\$ 5.912.822.842	\$ 81.773.082
Costos adicionales por operación de vehículos	\$ 1.704.654.245	\$ 56.612.134
Disminución del valor de la superficie de la carretera	\$ 905.794.138	\$ 415.155.646
Pérdida por las afectaciones a las actividades económicas	\$ 2.383.155.308	\$ 366.962.102
Costo de control de polvo	\$ 415.155.646	\$ 81.773.082
Costos de contaminación acústica	\$ 13.209.498	\$ 163.546.164
Seguridad de los trabajadores (accidentalidad)	\$ 992.981.378	\$ 366.962.102
Subtotal costos sociales y ambientales indirectos	\$ 12.327.773.056	\$ 1.532.784.311
Costos sociales y ambientales directos		
Ocupaciones de cauce	\$ 85.000.000	\$ 42.500.000
Aprovechamiento forestal	\$ 37.000.000	\$ 3.700.000
Compensación 2 a 1 (Depende de la autoridad ambiental)	\$ 120.000.000	\$ 12.000.000
Auyentamiento de Fauna	\$ 27.600.000	\$ 4.600.000
Reputación	Sin dato	Sin dato
Afectación a la infraestructura de terceros	Sin dato	Sin dato
PMT	\$ 2.100.000.000	\$ 735.000.000
Subtotal costos sociales y ambientales directos (asumidos por la empresa)	\$ 2.369.600.000	\$ 797.800.000
Costo total asumido por la empresa (costo directo + socioambiental directo)	\$ 42.088.855.135	\$ 37.494.010.171
Costo asumido por la comunidad (costo socioambiental indirecto)	\$ 12.327.773.056	\$ 1.532.784.311
Costo indirecto de construcción (AU)	\$ 13.901.739.298	\$ 12.843.673.560
COSTO TOTAL	\$ 68.318.367.488	\$ 51.870.468.042



3. Valoración y comparación de costos– Centro Parrilla



A cielo abierto Vs. TSZ-Pipe jacking



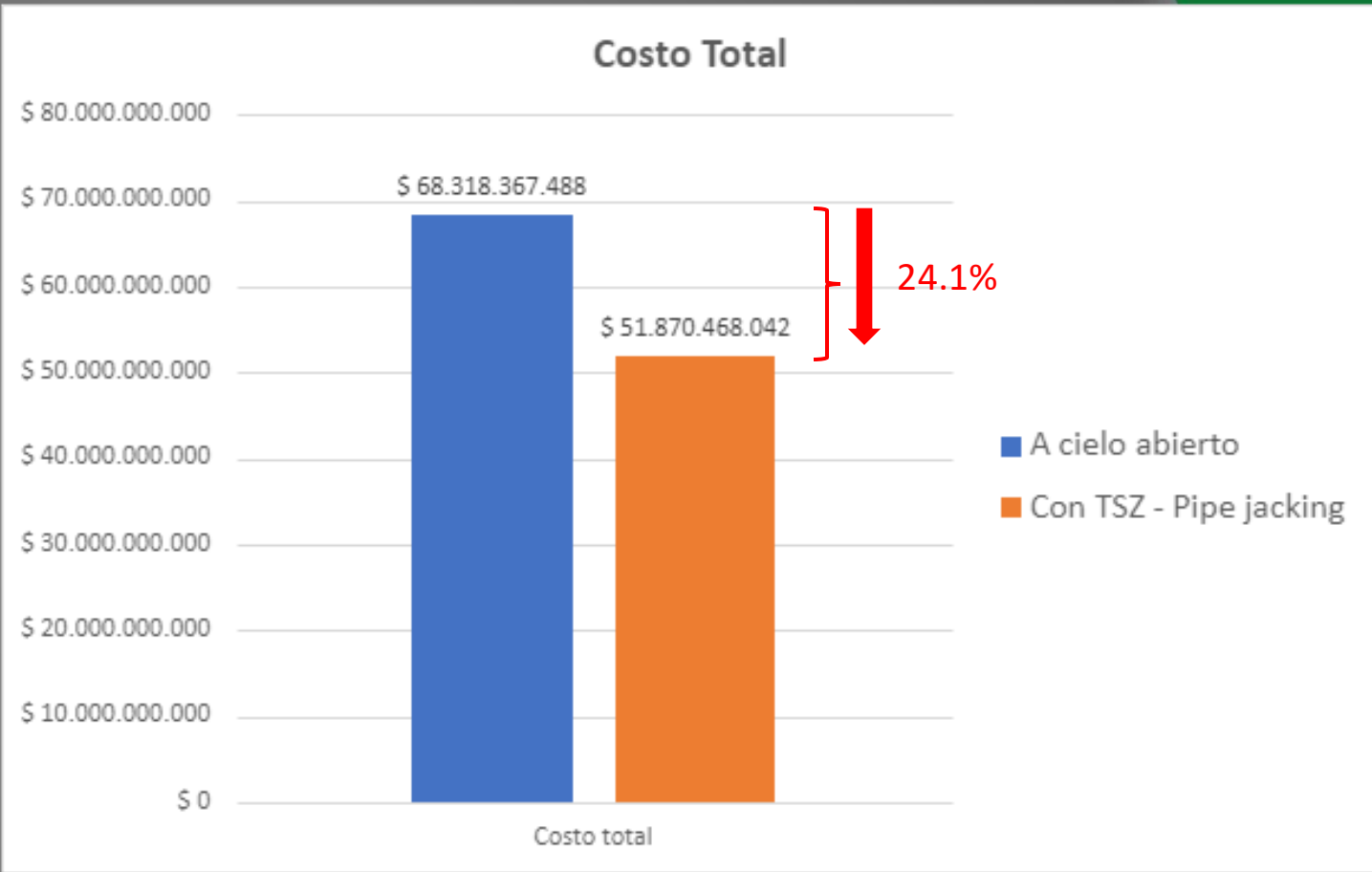
Notas:

1. Los costos indirectos sociales y ambientales los ha asumido la comunidad.
2. Los costos directos sociales y ambientales los ha asumido la empresa.

3. Valoración y comparación de costos – Centro Parrilla



	RESUMEN FINAL	
	A cielo abierto	Con TSZ - Pipe jacking
Costo directo de construcción	\$ 39.719.255.135	\$ 36.696.210.171
Costo indirecto de construcción (AU)	\$ 13.901.739.298	\$ 12.843.673.560
Costo directo socioambiental	\$ 2.369.600.000	\$ 797.800.000
Costo indirecto socioambiental	\$ 12.327.773.056	\$ 1.532.784.311
Costo total	\$ 68.318.367.488	\$ 51.870.468.042



3. Valoración y comparación de costos - La Volcana



LOTE 1. VALORACIÓN COSTOS TSZ

Proyecto	LA VOLCANA
Dirección	Rincon de Oviedo; Bosques de la Volcana; Sierra Alta; CC Oviedo; Av. Los Balsos
Municipio	Medellín

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Tipo de red	Residual
Longitud total (m)	1193
Diámetro (mm)	315
Profundidad promedio (m)	3
Tipo de intervención	Sin Zanja
Tecnología / Metodología constructiva	Pipe Bursting
Caudal de diseño (l/s)	11.4 - 55



ESQUEMAS Y FOTOGRAFÍAS



3. Valoración y comparación de costos - La Volcana

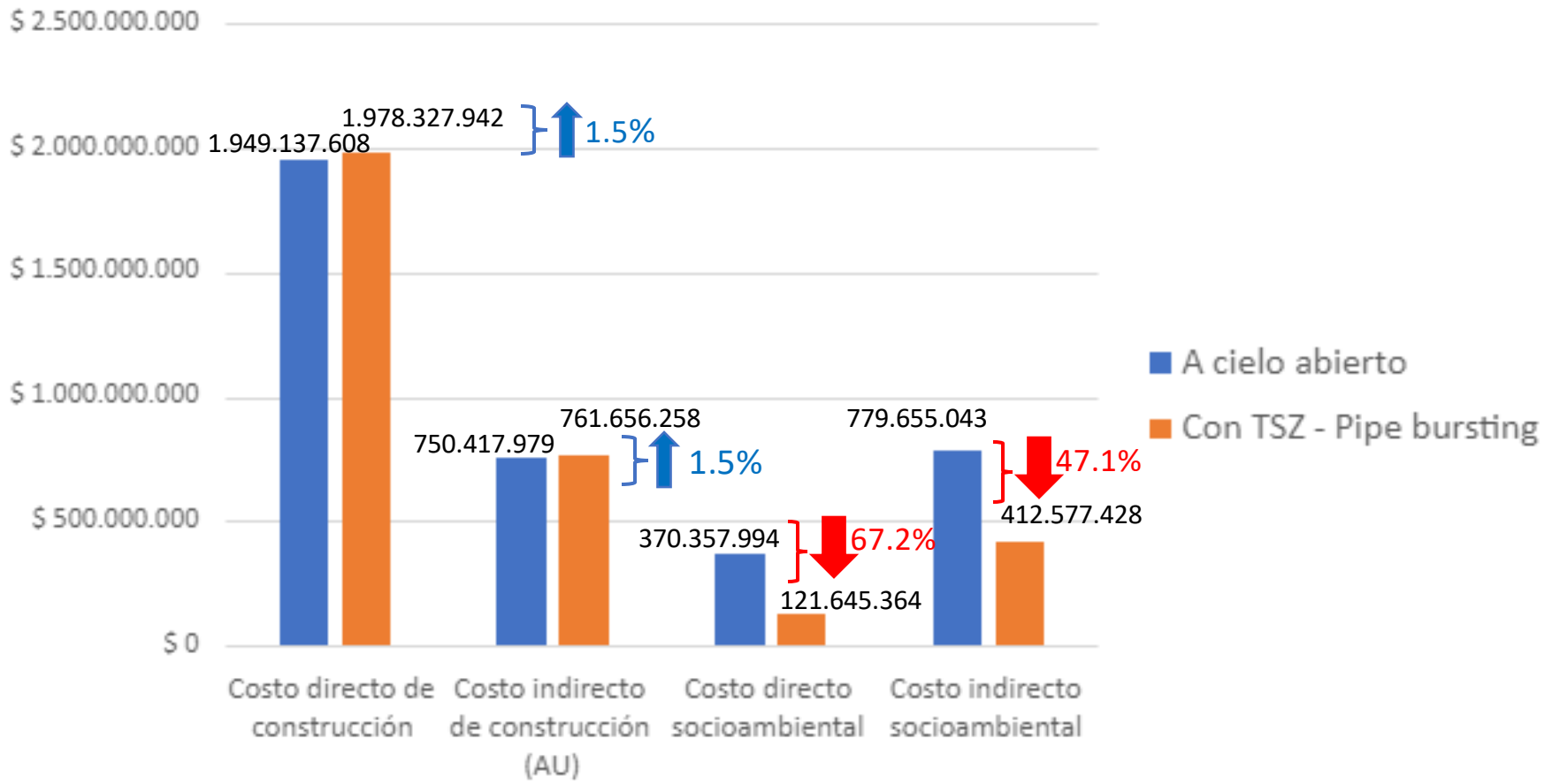


ESTRUCTURA DE COSTOS	OBRA A CIELO ABIERTO	OBRA CON TSZ – Pipe bursting
Costo directo de construcción del proyecto	\$ 1.949.137.608	\$ 1.978.327.942
Costos sociales y ambientales indirectos (asumidos por la comunidad)		
Demoras en el tráfico	\$ 2.957.080.595	\$ 40.895.795
Costos adicionales por operación de vehículos	\$ 852.520.044	\$ 28.312.474
Disminución del valor de la superficie de la carretera	\$ 452.999.581	\$ 207.624.808
Pérdida por las afectaciones a las actividades económicas	\$ 97.456.880	\$ 6.528.482
Costo de control de polvo	\$ 207.624.808	\$ 40.895.795
Costos de contaminación acústica	\$ 6.606.244	\$ 81.791.591
Seguridad de los trabajadores (accidentalidad)	\$ 45.479.878	\$ 6.528.482
Subtotal costos sociales y ambientales indirectos	\$ 779.655.043	\$ 412.577.428
Costos sociales y ambientales directos		
Ocupaciones de cauce	\$ 80.000.000	\$ 80.000.000
Aprovechamiento forestal	\$ 729.326.647	\$ 177.884.548
Compensación 2 a 1 (Depende de la autoridad ambiental)	\$ 370.000.000	\$ 120.000.000
Ayuntamiento de Fauna	\$ 55.200.000	\$ 27.600.000
Reputación	Sin dato	Sin dato
Afectación a la infraestructura de terceros	Sin dato	Sin dato
PMT	Sin dato	Sin dato
Subtotal costos sociales y ambientales directos (asumidos por la empresa)	\$ 370.357.994	\$ 121.645.364
Costo total asumido por la empresa (costo directo + socioambiental directo)	\$ 2.319.495.602	\$ 2.099.973.307
Costo asumido por la comunidad (costo socioambiental indirecto)	\$ 779.655.043	\$ 412.577.428
Costo indirecto de construcción (AU)	\$ 750.417.979	\$ 761.656.258
COSTO TOTAL	\$ 3.849.568.624	\$ 3.274.206.993

3. Valoración y comparación de costos – La Volcana



A cielo abierto Vs. TSZ Pipe bursting



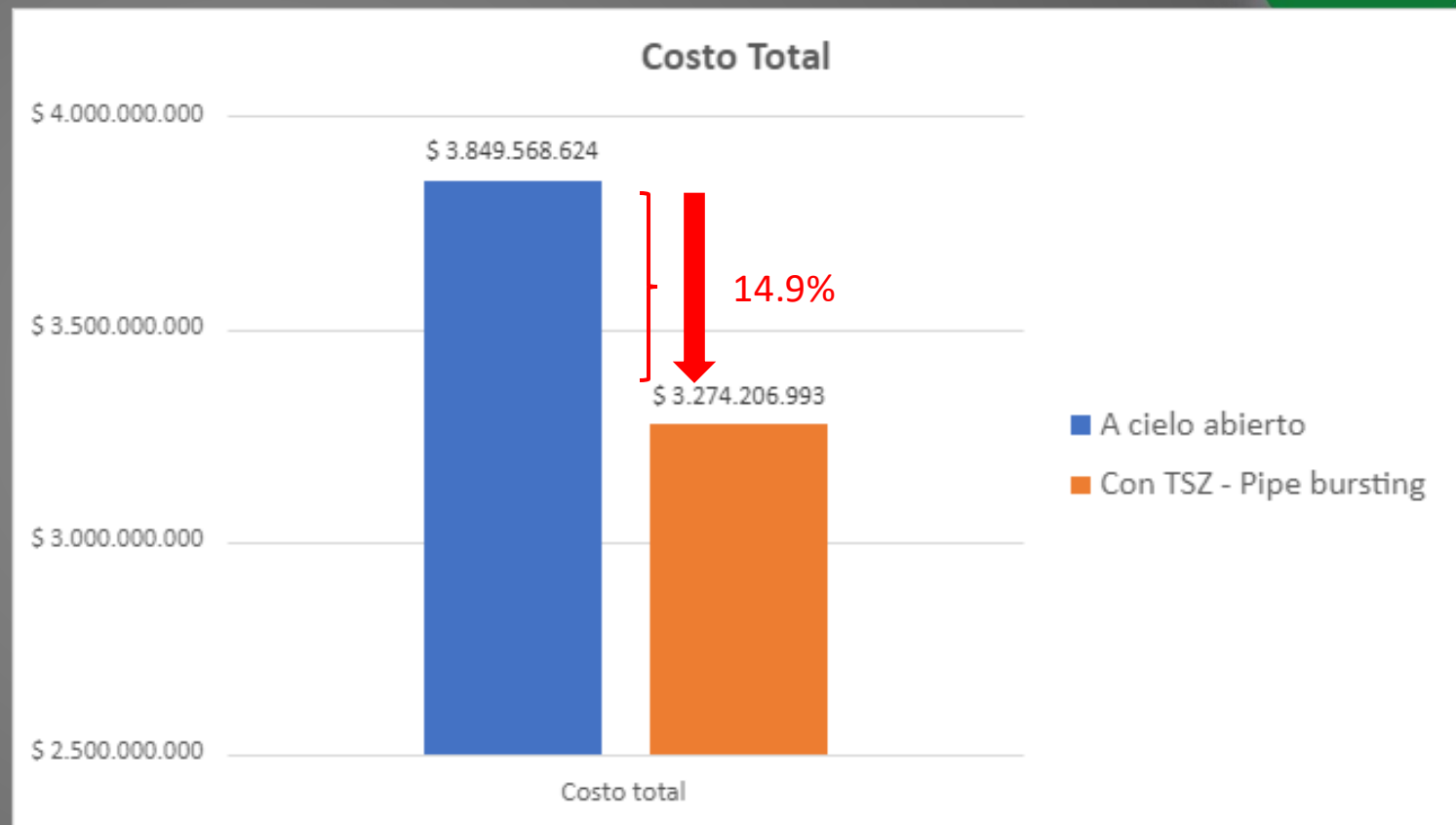
Notas:

- 1. Los costos indirectos sociales y ambientales los ha asumido la comunidad.
- 2. Los costos directos sociales y ambientales los ha asumido la empresa.

3. Valoración y comparación de costos – La Volcana



	RESUMEN FINAL	
	A cielo abierto	Con TSZ - Pipe Bursting
Costo directo de construcción	\$ 1.949.137.608	\$ 1.978.327.942
Costo indirecto de construcción (AU)	\$ 750.417.979	\$ 761.656.258
Costo directo socioambiental	\$ 370.357.994	\$ 121.645.364
Costo indirecto socioambiental	\$ 779.655.043	\$ 412.577.428
Costo total	\$ 3.849.568.624	\$ 3.274.206.993



4. Valoración y comparación de las emisiones de CO₂ – Centro Parrilla



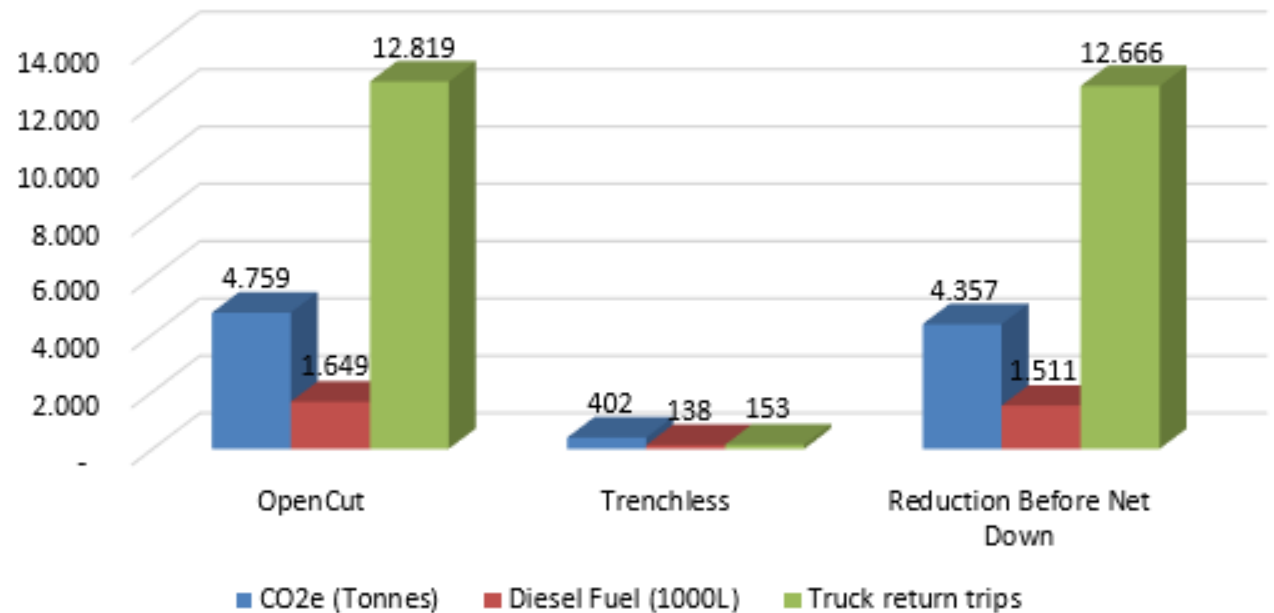
Emisiones de carbono CO₂

Parameter	Unit	Output
Open Cut		
Open Cut machinery emissions	kgCO ₂ e	4.316.786
Open Cut hauling emissions	kgCO ₂ e	442.003
Open Cut total emissions	kgCO ₂ e	4.758.789

Trenchless Technology	Pipe Jacking	Output
Trenchless machinery emissions	kgCO ₂ e	396.855
Trenchless hauling emissions	kgCO ₂ e	5.289
Trenchless total emissions	kgCO ₂ e	402.144

Resultados

Ahorro de kgCO ₂ e	4.356.645
Porcentaje de ahorro de gases de efecto invernadero	92%
Litros de combustible diésel ahorrados	1.511.257
Número de camiones fuera de la carretera	8444
Cantidad de viajes ahorrados en los retornos de los camiones de carga	12666



4. Valoración y comparación de las emisiones de CO₂ – La Volcana



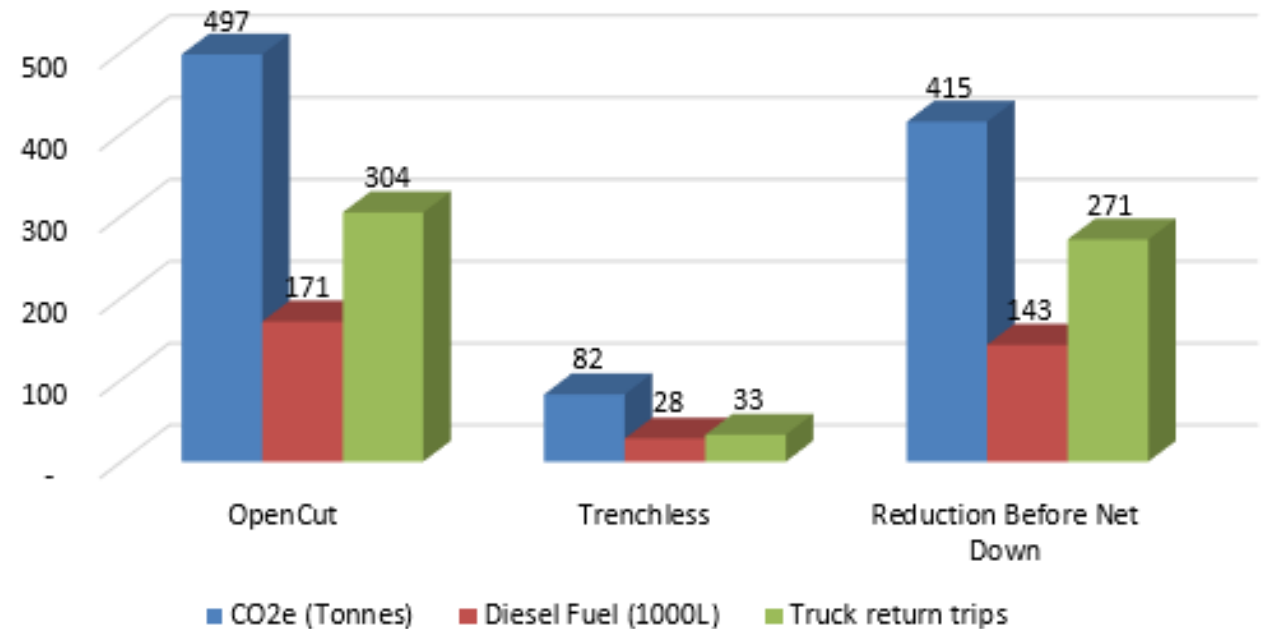
Emisiones de carbono CO₂

Parameter	Unit	Output
Open Cut		
Open Cut machinery emissions	kgCO ₂ e	486.632
Open Cut hauling emissions	kgCO ₂ e	10.490
Open Cut total emissions	kgCO ₂ e	497.122

Trenchless Technology	Pipe Bursting
Trenchless machinery emissions	kgCO ₂ e 81.086
Trenchless hauling emissions	kgCO ₂ e 1.135
Trenchless total emissions	kgCO₂e 82.221

Resultados

Ahorro de kgCO ₂ e	414.902
Porcentaje de ahorro de gases de efecto invernadero	83%
Litros de combustible diésel ahorrados	142.729
Número de camiones fuera de la carretera	181
Cantidad de viajes ahorrados en los retornos de los camiones de carga	271



5. Análisis y conclusiones



1. Poder identificar y valorar los costos sociales y ambientales en los proyectos de infraestructura de aguas permitió demostrar las reducciones que tienen las intervenciones sin zanja en el costo total de un proyecto, si se compara la tecnología sin zanja Vs. zanja abierta. A continuación, se presentan los porcentajes de reducción de costos al comparar la tecnología sin zanja Vs. alternativa a cielo abierto:

- **Centro Parrilla:** 24.1% (reducción de costos totales)
- **La Volcana:** 14.9% (reducción de costos totales)

2. Los costos sociales y ambientales indirectos tienen una relevancia muy importante en el costo total de un proyecto como pudo evidenciarse en este ejercicio, adicionalmente, este tipo de costos por no ser fácilmente calculables, son ignorados en las evaluaciones de viabilidad económica de los proyectos, generando que la comunidad sea la que en última instancia asuma este tipo de rubros, los cuales a su vez repercuten directamente sobre la reputación de la empresa (EPM).

5. Análisis y conclusiones



3. La reducción de las emisiones de CO2 al utilizar tecnologías sin zanja comparadas con la metodología convencional a cielo abierto son un factor que debe ser considerado por las empresas que ejecutan proyectos de infraestructura de acueducto y alcantarillado. A continuación, se presentan los porcentajes de reducción en cada proyecto analizado:

- Porcentaje de ahorro de gases de efecto invernadero: 92% (Centro Parrilla), 83% (La Volcana).

Es importante que desde las entidades estatales se den lineamientos en cuanto a los beneficios de disminuir las emisiones de CO2 en los proyectos de infraestructura, lo anterior con el fin de impulsar este tipo de tecnologías que benefician el medio ambiente.

4. Los principales beneficios del uso de la tecnología sin zanja, se presentan sobre el medio ambiente y las comunidades, mejorando la imagen de la Empresa y disminuyendo quejas y reclamos que finalmente se traducen en disminución de costos.

3

¡Gracias!