



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE**

**DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y**

**CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**TEMA**

**IMPACTO AMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA MTBM EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE REDES DE SANEAMIENTO EN GUAYAQUIL**

**TUTOR**

**ING. JAVIER ARECHE GARCÍA PHD.**

**AUTOR**

**BRYAN GUSTAVO VARGAS BAZURTO**

**GUAYAQUIL**

**2022**

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Impacto Ambiental de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil	
<b>AUTOR:</b>  Bryan Gustavo Vargas Bazurto	<b>REVISORES O TUTORES:</b>  Msc. Ing. Javier Nicolás Areche García PhD
<b>INSTITUCIÓN:</b>  Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b>  Tercer nivel
<b>FACULTAD:</b>  INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	<b>CARRERA:</b>  Ingeniería Civil
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  2022	<b>N. DE PAGS:</b>  167
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Impacto Ambiental, Tecnología MTBM, Redes de saneamiento.	
<b>RESUMEN:</b> El presente proyecto de tesis se basa en analizar el impacto ambiental de la tecnología MTBM (Máquina Perforadora de Microtunel) en la construcción de una red de saneamiento. Esta innovadora tecnología sin la apertura de calles se implementó por primera vez en Guayaquil mediante el proyecto ‘Diseño-construcción línea de impulsión Pradera-esclusas’. Este proyecto busca realizar un análisis ambiental real de esta tecnología, analizar sus ventajas e identificar sus impactos ambientales y determinar la	

aceptación de la comunidad. El tipo de investigación que se usó fue la mixta, donde se obtuvo datos cualitativos por medio de entrevistas estructuradas a los ingenieros encargados del proyecto sobre las ventajas ambientales y los impactos reales ocasionados por la tecnología; asimismo, se recopiló datos cuantitativos por medio de encuestas a la comunidad cercana al proyecto para determinar su aceptación, beneficios, molestias, daños estructurales de la MTBM, entre otros. Entre las ventajas ambientales se destaca el poco movimiento de tierra, la conservación del agua, la mitigación de gases a combustión por ser la microtuneladora 100 % eléctrica, entre otras ventajas. Asimismo, se logró determinar que el 88 % de la población estuvo de acuerdo que se haya implementado y el 78 % recomienda que sea aplicada en futuros proyectos del Ecuador.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Vargas Bazurto Bryan Gustavo	Teléfono: 0959245980	E-mail: bryanrsvargas@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MSC. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción. Telefono: (04) 2596500 Ext. 241  E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec  Mg. Ing. Luis Almeida Vargas Coordinador de la carrera de ingeniería civil Telefono: (04) 2596500 Ext. 242  E-mail: lalmeidava@ulvr.edu.ec	

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

TESIS BRYAN VARGAS / JAVIER ARECHE

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

1

qdoc.tips

Fuente de Internet

3%

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

Firma: 

PhD. JAVIER NICOLAS ARECHE GARCÍA

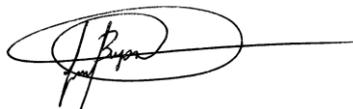
C.I. 0962174165

**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS  
PATRIMONIALES**

El estudiante egresado BRYAN GUSTAVO VARGAS BAZURTO, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, IMPACTO AMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA MTBM EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE SANEAMIENTO EN GUAYAQUIL, corresponde totalmente al suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor



Firma: \_

BRYAN GUSTAVO VARGAS BAZURTO

C.I. 0931266217

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Impacto Ambiental de la Tecnología MTBM en la Construcción de Redes de Saneamiento en Guayaquil, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Impacto Ambiental de la Tecnología MTBM en la Construcción de Redes de Saneamiento en Guayaquil, presentado por el estudiante BRYAN GUSTAVO VARGAS BAZURTO como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firma: \_\_\_\_\_

PhD. JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA

C.I. 0962174165

## **AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA**

Primeramente, le agradezco a mi Padre Celestial que me ha dado la oportunidad de crecer en las cosas temporales para subsistir en esta tierra. Agradezco también a mi madre Maritza Bazarro que desde niño me motivó a ser una persona profesional y autosuficiente en la vida, me enseñó valores que me ayudaron a lo largo de mi carrera. Además, le agradezco por su esfuerzo económico y familiar y diligencia en ayudarme y por hacer que crea en mí. Agradezco también a mi padre Kleber Vargas que en ciertos momentos me ayudó económicamente y me inculcó a terminar mi carrera profesional.

De igual manera agradezco a mi esposa, Dominique Rosero, que me motivó a terminar mi carrera a pesar de las dificultades. Además, me ha dado consejos para ser un mejor profesional, y con sus conocimientos aportó en la estructura de mi tesis.

Finalmente le agradezco a mi tutor por ser una guía en mi proyecto de tesis, por sus conocimientos brindados y por su disponibilidad de tiempo, y gracias a sus conocimientos he podido culminar mi proyecto de tesis.

¡Gracias!

Bryan Gustavo Vargas Bazarro

## **DEDICATORIA**

Quiero de dedicar este proyecto primeramente a mi Padre Celestial quien me ha dado fuerzas en el ámbito espiritual y me fortalece cada día de mi vida.

También este logro se lo dedico a mi madre que ha estado siempre apoyándome y sintiéndose orgullosa por ver a su hijo estudiar una carrera universitaria. Me apoyo y me dio muchos consejos para la vida. Así también a mi querida esposa que también ha sido parte de mi carrera profesional y se convirtió en mi ayuda idónea.

Finalmente esta tesis va dedicado a mi tutor quien con su neta experiencia y conocimientos de docencia me ha ayudado a terminar con mi proyecto.

¡Gracias!

Bryan Gustavo Vargas Bazarro

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	I
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....	ii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES ...	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....	vi
AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
INDICE DE ANEXOS .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
1.1 Tema .....	3
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Formulación del problema .....	4
1.4 Sistematización del problema .....	4
1.5 Objetivo general .....	4
1.6 Objetivos específicos .....	4
1.7 Justificación de la investigación .....	5
1.8 Delimitación de la investigación .....	5
1.9 Hipótesis .....	6
1.10 línea de investigación institucional/facultad .....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO .....	7
2.1 Antecedentes .....	7

2.2 Marco Teórico.....	11
2.2.1 Medio Ambiente y Conceptos Asociados .....	11
2.2.2 Los Factores Ambientales .....	12
2.2.3 El punto de vista de las actividades humanas .....	12
2.2.4 Evaluación del Impacto ambiental .....	14
2.2.5 Clasificación de los impactos.....	16
2.2.6 Metodologías para la evaluación de impactos ambientales .....	19
2.2.7 Métodos de evaluación de impactos.....	21
2.2.8 Documentos de la evaluación de impacto ambiental .....	22
2.2.9 Criterios y atributos para valoración de impactos.....	24
2.2.10 Indicadores de Impacto ambiental y funciones de transformación.....	25
2.2.11 Identificación de impactos ambientales .....	29
2.2.12 Cálculo del impacto final .....	31
2.2.13 Tecnología MTBM.....	33
2.2.14 Descripción de Los Tipos MTBM y Parámetros empleados .....	35
2.2.15 Características de las maquinas MTBM.....	37
2.2.16 Tecnología del Pipe Jacking.....	38
2.2.17 Instalaciones de tuberías prefabricadas y sus tipos .....	41
2.2.18 Fluidos de perforación.....	42
2.2.19 Construcción de pozos de entrada y salida.....	45
2.2.20 Central de separación de solidos .....	47
2.2.21 Orden de elegibilidad para la técnica MTBM.....	50
2.2.22 Instalación general para construcción de Microtuneladoras .....	51
2.2.23 Redes de Saneamiento.....	53
2.2.24 Clasificación de los sistemas de alcantarillado convencionales.....	54
2.2.25 Componentes de un sistema de alcantarillado.....	55
2.2.26 Estaciones de bombeo .....	59

2.2.27 Proyecto diseño-construcción línea de impulsión Pradera- esclusas con la aplicación de la Tecnología MTBM.....	62
2.3 Marco Conceptual.....	65
2.4 Marco Legal.....	68
2.4.1 Constitución de la República Del Ecuador 2008 .....	68
2.4.3 Ley Orgánica de Educación Superior.....	71
2.4.4 Reglamento de Titulación ULVR Año 2019.....	73
2.4.5 Código Orgánico Del Ambiente.....	75
2.4.6 Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Medio Ambiente .....	78
CAPÍTULO III .....	83
3.1 Metodología.....	83
3.1.1 Método inductivo .....	83
3.1.2 Método deductivo.....	83
3.2 Tipo de Investigación.....	84
3.2.1 Investigación Mixta.....	84
3.2.2 Diseños mixtos específicos .....	85
3.3 Enfoque de la Investigación.....	86
3.3.1 Enfoque Mixto.....	86
3.4 Técnicas e instrumentos.....	87
3.4.1 Técnica de la investigación .....	87
3.4.2. Instrumentos .....	87
3.4.3. Validez y confiabilidad .....	88
3.5 Población .....	89
3.7 Análisis de resultados .....	91
3.7.1 Análisis de las entrevistas realizadas .....	91
3.7.2 Análisis de las encuestas realizadas .....	93
CAPÍTULO IV .....	94

INFORME FINAL .....	94
4.1 Análisis y resultados de las entrevistas y encuestas.....	94
4.1.1 Factores ambientales en las que impactó la tecnología MTBM a través de la comunidad .....	94
4.1.2 Factores ambientales identificados en la que impactó la tecnología MTBM .....	103
4.1.2.3. Factores ambientales positivos.....	103
4.1.2.4. Factores ambientales negativos .....	108
4.1.3 Cuadro resumen de las actividades constructivas causantes de los impactos ambientales de la tecnología MTBM.....	110
4.1.4 Comparación de los factores ambientales de la nueva tecnología MTBM mediante datos cualitativos y datos cuantitativos. ....	111
4.2 Aceptación en la comunidad sobre tecnología MTBM .....	111
4.2.1 Análisis y resultados de las encuestas a través de la comunidad sobre la Tecnología MTBM .....	111
4.3.1 Resultados de las entrevistas referentes a la aceptación a la comunidad con la tecnología MTBM. ....	118
4.3.2 Aceptación de la comunidad con la aplicación de la tecnología MTBM mediante datos cualitativos y datos cuantitativos .....	124
4.4 Correlación de los factores ambientales de la tecnología MTBM y la aceptación de la tecnología en la comunidad.....	124
4.4.1 Beneficios sociales reales de la tecnología MTBM con respecto al sistema tradicional.....	127
CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES .....	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	131
ANEXOS .....	133

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.</i> Jerarquía del ambiente. ....	11
<i>Ilustración 2.</i> Efectos de laderas montañosas y laderas sobre el clima. ....	26
<i>Ilustración 3.</i> Principales componentes de la calidad del suelo. ....	27
<i>Ilustración 4.</i> Momentos de evaluación ambiental. ....	29
<i>Ilustración 5.</i> Instalación general de la tecnología MTBM. ....	35
<i>Ilustración 6.</i> Microtuneladora tipo AVN. ....	36
<i>Ilustración 7.</i> Microtuneladora tipo EPD. ....	37
<i>Ilustración 8.</i> Sistema de empuje en pozo de lanzamiento. ....	38
<i>Ilustración 9.</i> Estaciones intermedias de la microtuneladora. ....	40
<i>Ilustración 10.</i> Tuberías aguas arriba y tubería aguas abajo en las estaciones intermedias. ....	41
<i>Ilustración 11.</i> Tuberías de concreto reforzado. ....	42
<i>Ilustración 12.</i> Lubricación automatizada de bentónica. ....	43
<i>Ilustración 13.</i> Modelo de los pozos de entrada y salida. ....	45
<i>Ilustración 14.</i> Pozo de lanzamiento de la microtuneladora. ....	46
<i>Ilustración 15.</i> Pozo de salida de la microtuneladora. ....	46
<i>Ilustración 16.</i> Planta de separación de lodos. ....	47
<i>Ilustración 17.</i> Cabezal de corte para suelos blandos. ....	49
<i>Ilustración 18.</i> Cabezal de corte para suelos duros. ....	50
<i>Ilustración 19.</i> Cabezal de corte para suelos mixtos. ....	50
<i>Ilustración 20.</i> Instalación de general del proyecto de microtuneladora. ....	51
<i>Ilustración 21.</i> Relleno de sistema de saneamiento para aguas servidas. ....	53
<i>Ilustración 22.</i> Emisores de una red de saneamiento. ....	55
<i>Ilustración 23.</i> Tuberías de concreto reforzado para una red de saneamiento. ....	56
<i>Ilustración 24.</i> Pozo de visita red de alcantarillado sanitario. ....	58
<i>Ilustración 25.</i> Pozos de visita construidos en sitio. ....	59
<i>Ilustración 26.</i> Estación de bombeo la pradera. ....	60
<i>Ilustración 27.</i> Microtuneladora usada para la perforación de la línea de impulsión pradera-esclusas. ....	63
<i>Ilustración 28.</i> Oficina actual de la empresa SADE. ....	91

<i>Ilustración 29.</i> Entrevista Vía Zoom con el Ing. Ambiental Ronald Reese. ....	92
<i>Ilustración 30.</i> Encuesta realizada a uno de los moradores cercanos al proyecto Línea de Impulsión Pradera-esclusas sobre el uso de la tecnología MTBM. ....	93
<i>Ilustración 31.</i> Barreras acústicas de plumafón. ....	103
<i>Ilustración 32.</i> Planta de fabricación de tubos hinca. ....	104
<i>Ilustración 33.</i> Aplicación del fluido de perforación biodegradable. ....	105
<i>Ilustración 34.</i> Escombreras municipales de Guayaquil. ....	106
<i>Ilustración 35.</i> Mantenimiento interno de la microtuneladora. ....	106
<i>Ilustración 36.</i> Información sobre la Obra con la aplicación de la Tecnología MTBM para la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil. ....	107
<i>Ilustración 37.</i> Opinión a los moradores sobre la calidad de vida por la construcción de una red de saneamiento con la aplicación de la tecnología MTBM. ....	108
<i>Ilustración 38.</i> Construcción del pozo 2 de la calle Galo Plaza Lasso. ....	109
<i>Ilustración 39.</i> Reuniones con los líderes comunitarios sobre el proyecto línea de impulsión Pradera-esclusas. ....	119
<i>Ilustración 40.</i> Charla introductoria a los niños de la comunidad sobre el proyecto de una red de saneamiento. ....	123

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Flujo del proceso de plantear problemas de investigación mixta I. ....	84
<i>Gráfico 2.</i> Flujo del proceso de plantear problemas de investigación mixta II. ....	85
<i>Gráfico 3.</i> Porcentajes del nivel de educación de los moradores cercanos al proyecto Línea de impulsión pradera-esclusas. ....	94
<i>Gráfico 4.</i> Porcentajes del estatus social de los moradores del proyecto línea de impulsión Pradera-Esclusas. ....	95
<i>Gráfico 5.</i> Porcentajes sobre la contaminación al medio ambiente causado por la tecnología MTBM. ....	96
<i>Gráfico 6.</i> Porcentajes sobre el exceso de ruido causado por la tecnología MTBM. ....	97
<i>Gráfico 7.</i> Porcentaje sobre los malos olores ocasionados por la tecnología MTBM. ....	98
<i>Gráfico 8.</i> Porcentajes sobre los beneficios ambientales de la tecnología MTBM. ....	99
<i>Gráfico 9.</i> Porcentaje sobre la generación de químicos en el aire causados por la tecnología MTBM. ....	100
<i>Gráfico 10.</i> Porcentajes sobre los daños estructurales en viviendas causadas por las vibraciones de la tecnología MTBM. ....	101
<i>Gráfico 11.</i> Porcentajes sobre la obstrucción del tráfico vehicular causado por la tecnología MTBM. ....	102
<i>Gráfico 12.</i> Porcentajes sobre el conocimiento de una red de saneamiento. ....	112
<i>Gráfico 13.</i> Porcentajes sobre la aplicación de la tecnología para la construcción de una red de saneamiento. ....	113
<i>Gráfico 14.</i> Porcentajes sobre la contaminación de residuos al medio ambiente causado por la tecnología MTBM. ....	114
<i>Gráfico 15.</i> Porcentajes sobre la generación de polvo causado por la tecnología MTBM. .....	115
<i>Gráfico 16.</i> Porcentajes sobre la tecnología limpia con el ambiente. ....	116
<i>Gráfico 17.</i> Porcentajes sobre la aceptación de la comunidad para un futuro sistema de saneamiento en el país. ....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Factores del medio susceptibles a recibir impactos</i> .....	12
Tabla 2. <i>Causas comunes del impacto</i> .....	15
Tabla 3. <i>Matriz de evaluación de los impactos</i> . ....	19
Tabla 4. <i>Periodo óptimo medido en años</i> . ....	25
Tabla 5. <i>Ejemplo de lista de revisión</i> . ....	30
Tabla 6. <i>Características de las maquinas MTBM empleadas</i> . ....	37
Tabla 7. <i>Diámetro de los pozos de empuje y recepción</i> . ....	47
Tabla 8. <i>Orden de elegibilidad según el efecto en el suelo circundante</i> .....	48
Tabla 9. <i>Orden de elegibilidad según el espacio de trabajo necesario</i> . ....	51
Tabla 10. <i>Diámetro nominal y espesores para distintas presiones</i> . ....	57
Tabla 11. <i>Promedio consumo de agua potable por clima predominante</i> .....	62
Tabla 12. <i>Nivel de Educación</i> .....	94
Tabla 13. <i>Estatus social</i> .....	95
Tabla 14. <i>Contaminación en el medio ambiente</i> .....	96
Tabla 15. <i>Exceso de ruido por la tecnología MTBM</i> .....	97
Tabla 16. <i>Malos olores al medio ambiente</i> .....	98
Tabla 17. <i>Beneficios ambientales</i> .....	99
Tabla 18. <i>Generación de químicos en el aire</i> .....	100
Tabla 19. <i>Daños estructurales</i> .....	101
Tabla 20. <i>Tráfico vehicular causado por la Tecnología MTBM</i> .....	102
Tabla 21. <i>Identificación de los impactos ambientales reales de la tecnología MTBM</i>	110
Tabla 22. <i>Comparación de los factores ambientales reales de la tecnología MTBM</i> . 111	
Tabla 23. <i>Conocimiento sobre una red de saneamiento</i> .....	112
Tabla 24. <i>Aplicación de la Tecnología MTBM para una red de saneamiento</i> .....	113
Tabla 25. <i>Contaminación de residuos al medio ambiente</i> .....	114
Tabla 26. <i>Generación de polvo</i> .....	115
Tabla 27. <i>Tecnología limpia con el ambiente</i> .....	116
Tabla 28. <i>Futuro sistema de saneamiento</i> .....	117
Tabla 29. <i>Análisis de la aceptación de la comunidad sobre la tecnología MTBM</i> . ....	124
Tabla 30. <i>Correlación del sistema tradicional y la tecnología MTBM</i> .....	125
Tabla 31. <i>Aceptación de la comunidad de la tecnología MTBM con respecto al sistema tradicional</i> . ....	127

## INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1.</i> Link de entrevista grabada al gerente del proyecto. ....	133
<i>Anexo 2.</i> Link de entrevista con el ingeniero ambiental.....	134
<i>Anexo 3.</i> Link entrevista con el Psicólogo encargado en la parte social. ....	134
<i>Anexo 4.</i> Validez Guía de entrevista docente 1 .....	134
<i>Anexo 5.</i> Validez guía de entrevista docente 2 .....	134
<i>Anexo 6.</i> Validez guía de entrevista docente 3 .....	134
<i>Anexo 7.</i> Validez cuestionario docente 1 .....	134
<i>Anexo 8.</i> Validez de cuestionario docente 2 .....	134
<i>Anexo 9.</i> Validez cuestionario docente 3 .....	134
<i>Anexo 10.</i> Formato entrevista guiada al gerente de proyecto. ....	134
<i>Anexo 11.</i> Formato entrevista guiada al ingeniero ambiental.....	134
<i>Anexo 12.</i> Formato entrevista guiada al Psicólogo encargado en la parte social del proyecto. ....	134
<i>Anexo 13.</i> Cuestionario de preguntas a la comunidad. ....	134
<i>Anexo 14.</i> Plan de gestión social para la construcción de los pozos. ....	134
<i>Anexo 15.</i> Plan de actividades de prevención del proyecto línea de impulsión pradera- esclusas. ....	134

## INTRODUCCIÓN

La primera microtuneladora se creó en los años 70 en Japón, más o menos por el año 1973, después de la Segunda Guerra Mundial. En dicha época la excavación sin apertura de zanja se aplicaba para tramos cortos. Sin embargo, las autoridades japonesas incluyeron nuevas normas de excavaciones para servicios urbanos sin la necesidad de abrir calles y generar problemas en la comunidad.

Por consiguiente, los científicos japoneses y las universidades realizando estudios, se aplicó la técnica de microtúnel a base de control remoto y sin la necesidad de la presencia humana en la excavación. A inicios de los años 80, la tecnología MTBM se fue aplicando en países europeos como Reino Unido y Alemania (siendo los primeros). Después fue esparciéndose por Oceanía y Medio Oriente, hasta que en el año 1984 se comenzó a utilizar en Norteamérica (Florida), donde se instalaron 200 metros de tuberías para aguas servidas con un diámetro de 1800 milímetros.

Finalmente, en los años 90 comenzó su apogeo en Sudamérica en principales ciudades de esta parte del continente como Sao Paulo y Rio de Janeiro (Brasil) algunas de las más pobladas y con más proyectos de redes de alcantarillado. Por lo tanto, estos proyectos obtuvieron grandes resultados ambientales como la disminución del ruido y polvo, menor tráfico vehicular, entre otros resultados positivos.

De este modo, la realización de este proyecto pretende determinar las ventajas ambientales reales de la tecnología MTBM (Máquina Perforadora de Micro-túnel, por sus siglas en inglés) en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil. Además, identificar los factores ambientales en las que ha impactado y determinar la aceptación que tiene en la comunidad.

Para efectos de esta investigación, primeramente se realizó un estudio bibliográfico y de campo para conocer y comprender sobre la tecnología MTBM. Consecuentemente, se efectuaron entrevistas semiestructuradas a los ingenieros encargados del área ambiental, quienes pertenecen al consorcio que ejecuta la obra; con el fin de conocer temas relacionados con la situación ambiental actual de la tecnología MTBM en Guayaquil y la aceptación de la comunidad en la construcción de redes de saneamiento.

Este proyecto se considera relevante porque no hay estudios que determinen las ventajas ambientales reales de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil porque es la primera vez que la tecnología ha sido usada en el Ecuador.

De la misma forma, esta tesis servirá como una motivación y guía para maximizar e impulsar a las empresas constructoras el uso de tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente, y que causen menos afectaciones a los habitantes. A la vez su enfoque se dirige a los ingenieros, arquitectos, entes públicos y privados que trabajan en el área de la construcción sanitaria de redes de saneamiento de aguas servidas y sistema de agua potable.

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema

Impacto Ambiental de la Tecnología MTBM en la Construcción de Redes de Saneamiento en Guayaquil.

### 1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad, las grandes ciudades tienen una creciente demanda de servicios básicos (alcantarillado) conforme aumenta la población, esto incurre en mayor consumo, gastos y sobre todo contaminación. Los proyectos de infraestructura en zonas urbanas requieren mayor atención en el ámbito ambiental y social. Según la Organización de las Naciones Unidas “La población mundial actual es de 6.000 millones de personas, y se estima que en el 2050 la población será de 8.500 millones. Además, el 60% de la población vivirá en zonas urbanas” (ONU, 2019). Esto implica que con el pasar del tiempo las grandes ciudades crecen en número de habitantes, por consiguiente van a aumentar las infraestructuras en zonas urbanas para poder dar servicios a la población.

La tecnología MTBM (máquina perforadora de microtúnel, por sus siglas en inglés) es una técnica de excavación sin zanja que está revolucionando el sector de la construcción. A inicios de los años 1950 se difundió su uso en toda Europa y actualmente ya se aplicó en más de treinta países como Estados Unidos, Nueva Zelanda, Hong-Kong, Qatar, Marruecos, entre otros. También se implementó en países de Latinoamérica como Chile, Panamá, Colombia, Argentina, Costa Rica, entre otros. Según información de Myers en la actualidad se han realizado más de 250 proyectos con la tecnología MTBM con una longitud total de tuberías instaladas aproximadamente de 170.000 metros.

De acuerdo a información de la constructora Bessac, una importante empresa especializada en microtunelaje, informó que en los últimos 10 años ha excavado más de 90 kilómetros de microtúnel y más de 100 kilómetros de túneles. Actualmente en la ciudad de Guayaquil realizó un proyecto aplicando la tecnología MTBM, en dicha obra excavó 4.100 m de longitud de tuberías en un tiempo menor a las obras tradicionales con abertura de zanja que regularmente se construyen en Guayaquil.

La tecnología MTBM al ser utilizada por primera vez en el Ecuador no tiene un estudio comparativo o investigación a profundidad sobre el impacto ambiental

ocasionado por sus actividades en las diferentes etapas del proyecto. Por tanto, se considera necesario realizar un análisis ambiental al aplicar la tecnología MTBM en la industria constructiva de redes de saneamiento y que este estudio permita a las empresas constructoras identificar sus beneficios reales y el grado de aceptación que genera en la comunidad; y así determinar si la tecnología MTBM es apta en futuros proyectos en el Ecuador.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo es el impacto ambiental de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil?

### **1.4 Sistematización del problema**

¿Cuáles son los factores ambientales en las que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento?

¿Cuál es la aceptación en la comunidad de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento?

¿Cómo se comportan los factores ambientales en los que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento y la aceptación de la tecnología en la comunidad?

### **1.5 Objetivo general**

Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.

### **1.6 Objetivos específicos**

1. Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento.
2. Determinar la aceptación en la comunidad de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento.
3. Correlacionar los factores ambientales en las que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento y la aceptación de la tecnología en la comunidad.

## 1.7 Justificación de la investigación

Desde el punto de vista teórico esta tesis se justifica debido a que expondrá importantes elementos teóricos de las variables en estudio: Impacto ambiental, tecnología MTBM y redes de saneamiento.

Desde el punto de vista metodológico es importante porque utilizará una metodología mixta que expondrá no solamente aspectos numéricos, sino también aspectos intrínsecos al tema desde el ámbito humano, porque presentará sentimientos, esperanzas, afectaciones, entre otras. Esto se considera sumamente importante y poco visto en proyectos de investigación dentro de la Ingeniería Civil.

De la misma forma, esta tesis servirá como impulso y guía para maximizar e impulsar a las empresas constructoras el uso de tecnologías más limpias y amigables con el medio ambiente, y que causen menos afectaciones a los habitantes de la ciudad. A la vez su enfoque se dirige a los ingenieros, arquitectos, entes públicos y privados que trabajan en el área de la construcción sanitaria de redes de saneamiento de aguas servidas y sistema de agua potable.

La justificación ambiental de este proyecto de investigación se enfoca de acuerdo a lo establecido a la ley de gestión ambiental, que las entidades públicas, privadas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán autorizados previamente a su ejecución. Los planes de desarrollo, programas y proyectos deben incluir en su presupuesto los recursos necesarios para la protección y uso sustentable del medio ambiente, y así contribuir con el mejoramiento del medio ambiente y hacer las ciudades más vivibles.

## 1.8 Delimitación de la investigación

<b>Campo:</b>	Educación superior. Tercer nivel de grado.
<b>Área:</b>	Ingeniería civil.
<b>Aspecto:</b>	Investigación mixta.
<b>Tema:</b>	Impacto Ambiental de la Tecnología MTBM en la Construcción de Redes de Saneamiento en Guayaquil.
<b>Delimitación Espacial:</b>	Cantón Guayaquil – Guayaquil – Ecuador.

**Delimitación Temporal:** 6 meses.

## **1.9 Hipótesis**

La Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil presentará mayores ventajas ambientales y tendrá aceptación en la comunidad por la disminución de ruido, polvo, malos olores y menor tráfico vehicular.

## **1.10 línea de investigación institucional/facultad**

La línea institucional de esta investigación es territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

La línea de investigación de la facultad en la cual se inserta este trabajo de investigación es materiales de construcción.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

Para desarrollar el presente trabajo de titulación se establecieron tres variables de análisis, las mismas que se consideran para abordar los antecedentes como: impacto ambiental, tecnología MTBM, y redes de saneamiento.

Con respecto a la primera variable de impacto ambiental tenemos el siguiente proyecto de investigación: Análisis de Impacto Ambiental y Social de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) barra da Tijuca en Brasil como lecciones aprendidas para la ciudad de Bogotá D.C., realizada por Katherine Arbeláez Bermúdez y Maryan Gisel Parra para optar al título de ingenieras civiles, proyecto realizado en el año 2017 en Bogotá por la Universidad Católica de Colombia, cuyo objetivo general del proyecto fue realizar un análisis de los impactos ambientales y sociales generados por el sistema y el funcionamiento de la planta de tratamiento Barra Da Tijuca en Brasil, con el fin de identificar y generar recomendaciones para el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Bogotá D.C. Como resultado se logró obtener opiniones personales y técnicas de los profesionales que trabajan en ella, por medio de una encuesta en donde se identificó que el principal aspecto a resaltar de esta PTAR, es el buen manejo de olores y de agentes contaminantes en el aire. Esta tesis contribuirá con la presente investigación porque la fortalecerá con las referencias bibliográficas empleadas en el ámbito ambiental. Además, por el estudio de campo que se hizo para obtener los resultados confiables.

Asimismo, para abordar esta primera variable se utilizó el siguiente trabajo de titulación: ‘Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Electrificación San Andrés Utilizando la Metodología de MILAN’, realizado por los autores Elías Josué Gaitán Vásquez y José Luis Collado Mckenzie (año 2017) en la Universidad Nacional de Ingeniería en la Ciudad de Managua–Nicaragua. El objetivo general de la tesis fue: elaborar un estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de electrificación San Andrés, utilizando la metodología de MILAN. Como resultado se logró determinar los impactos negativos y positivos antes y después del proyecto. Entre los impactos negativos es evidente que tanto la vegetación como el paisaje rural son los más afectados por lo que propusieron medidas ambientales de prevención, mitigación y/o compensación a los

impactos incidentales del proyecto. Investigación que aportará a elaborar una línea base estableciendo la situación ambiental de la MTBM y las áreas afectadas del proyecto.

Para concluir con la primera variable de impacto ambiental se consideró también la siguiente tesis: ‘Impacto Ambiental del Manejo Actual de Residuos de Papel en la Carrera de Medio Ambiente de la Espam (MLF)’, realizada por la autora López Párraga Ana Belén previo al título de Ingeniera en Ambiente en Calceta-Ecuador en el año 2017 por la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto ambiental del manejo actual de los residuos de papel en la carrera de Medio Ambiente de la (ESPAM MFL). Como resultado se determinó que “los impactos sí afectan a la calidad ambiental del entorno, demostrando que la mayor afectación se genera en el sector estético, siendo la calidad de organización escénica de -6 en agregación de impacto” (Lopez, 2017). Esta tesis servirá como guía para elaborar un correcto plan de manejo ambiental para reducir los residuos en un proyecto.

Con respecto a segunda variable: tecnología MTBM se escogió el siguiente proyecto: ‘Procedimiento de Excavación con Microtuneladora: Antecedentes y nuevas tecnologías’, presentada por el Ing. José Luis Martínez Hernández, para optar por el grado de Especialista en Construcción. La tesis fue realizada en el año 2017 en ciudad de México, por la Universidad Autónoma de México. El objetivo principal fue realizar un proyecto de excavación sin el uso de zanjas para inducir un servicio, en las mejores condiciones de economía, seguridad, funcionamiento, respeto al entorno con una mínima invasión del espacio, garantizando la obra en costo, seguridad, tiempo y calidad. “De acuerdo a varios estudios se determinó que el sistema ofrece muchas ventajas en cuanto a la formas de salvar dichos obstáculos (agua potable, drenaje, gas etc.)”. Esto favorece, en gran medida, la disminución en costos y tiempos de ejecución” (Hernandez, 2017). Este trabajo es un gran aporte al presente proyecto de investigación, donde ayudará a evaluar la técnica más apropiada por medio de un anteproyecto para así, encontrar un mejor beneficio- costo y mitigación ambiental en el proyecto.

Asimismo, para esta segunda variable se considera oportuno trabajar con la tesis: Aplicación de la Tecnología sin Zanja para Mejorar la Productividad en la Rehabilitación de Redes de Alcantarillado, realizada por Jessica Arce Obregón en la Universidad César Vallejo, para optar al título de ingeniera civil, en el año 2017 en Lima-Perú. El objetivo

general del proyecto es analizar en qué forma la aplicación de la tecnología sin zanja mejorará la productividad en la rehabilitación de redes de alcantarillado. Lo más destacado de este proyecto es que “con el uso del método sin zanja, permitió un ahorro del 20% respecto al método tradicional con zanja, y ahorro de tiempo en un rango del 30% al método tradicional” (Arce, 2017). Esta tesis aportara en la presente investigación en el sentido de comparación ante un método sin apertura de zanja y uno tradicional, el ahorro económico, tiempo de ejecución y la reducción medio ambiental del proyecto.

Concluyendo con la segunda variable se considerará la tesis: ‘Perforación Horizontal Dirigida, en Pasos de Líneas de Conducción de Agua Potable Bajo Vías de Primer Orden’, realizada en Quito en la universidad Central del Ecuador en el 2017 por Hugo César Carrera Clerque para obtener el título de ingeniero civil, teniendo como objetivo del proyecto: documentar el proceso constructivo en las perforaciones horizontales dirigidas para líneas de conducción de agua potable que crucen vías de primer orden. Dentro de los resultados, se pudo concluir que por ser un tema no muy común dentro del medio no hay precedente alguno de cómo elaborar el control ambiental, y se adoptó temas relacionados o parecidos con la perforación horizontal dirigida en sistemas de conducción de agua potable. Esta tesis ayudará analizando la importancia de aplicar este proyecto en todos los ámbitos (técnico, económico, social) con un alto nivel de factibilidad para que sea implementando también en Guayaquil.

Con respecto a la tercera variable, redes de saneamiento, tenemos la siguiente tesis doctoral ‘Contribuciones Para El Tratamiento De Aguas Residuales Con Sistemas Alternativos De Bajo Coste’, realizada por la ingeniera civil, Araceli Lozano Pulido, para obtener el título de PhD. en la Universidad Politécnica de Madrid, en el año 2016 en España. Tiene como objetivo analizar las técnicas alternativas a Las convencionales que permitan solucionar pruebas de depuración de pequeñas poblaciones. Uno de los resultados principales de esta tesis fue las experiencias de depuración ecológicas que permiten la realidad del saneamiento respecto a las tipologías propuestas tecnológicas. Esta tesis doctoral contribuye en los aspectos sociales y políticos como partes claves para implementar las tecnologías ecológicas.

Continuando con la tercera variable se cree necesario abordar la siguiente tesis: ‘Propuesta de Saneamiento para Mejorar la Calidad de Vida de los Habitantes de la Cooperativa Cristóbal Colón’, realizada por Carlos Alberto Mora Vite, para obtener el

título de ingeniero civil, en el año 2016 en Ecuador, por la Universidad de Guayaquil, cuyo objetivo general del proyecto es diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para mejorar las condiciones de salubridad de los habitantes de la cooperativa Cristóbal Colón y preservar su salud, mediante una metodología investigativa. Se logró proponer el diseño de un sistema de alcantarillado y mejorar las condiciones de salubridad del sector tomando en cuenta todas las normas y especificaciones para poder ejecutarlo. Aportará en este proyecto de investigación en el aspecto legal y normas que se deben considerar para realizar un sistema de saneamiento considerando las características físicas y económicas en el sector.

Para finalizar con la variable de redes de saneamiento se consideró la tesis: 'Propuesta de Optimización del Servicio de la Red de Distribución de Agua Potable - RDAP- del Municipio de Madrid, Cundinamarca', realizada por Shanel Badini Florián Pulido, para obtener el título de ingeniera civil por la Universidad Católica de Colombia en el año 2016 en Bogotá, con el objetivo general de proponer una optimización para la red de distribución de agua potable del municipio de Madrid, Cundinamarca, Colombia. Para lograr un servicio adecuado, a través del uso de un modelo de simulación digital. Como resultado de la tesis se obtuvo: la generación de un modelo digital optimizado para la red de agua potable, para mejorar las presiones de agua y con esa se puedan tomar mejores decisiones y así corregir su funcionamiento, además se planteó una propuesta de diseño del nuevo acueducto, la cual partió del análisis de la demanda y la proyección de la población, dando como resultado que la población de diseño corresponde a 1434 habitantes para un período de proyección del acueducto de 25 años y un caudal máximo diario de 2.8 l/seg, que cumplirá la demanda durante los períodos de mayor consumo, los cuales se presentan entre las 7 y 9 de la mañana; la 1 y las 2 de la tarde y, las 8 y 9 de la noche; y eso lleva que la obra de captación y conducción de agua se haga una mejor retención de sedimentos evitando que estos lleguen a la planta y se garantice que un mejor tratamiento de agua y potabilización y llegue a los hogares en óptimas condiciones. En resumen esta propuesta ayudará en la investigación con aspectos técnicos que se deben de considerar al momento de realizar una red de saneamiento y comprobar las presiones de agua y la optimización del mismo, y así considerarlos en futuros proyectos.

## 2.2 Marco teórico

Para realizar el marco teórico de la primera variable impacto ambiental se realizó varias investigaciones de artículos científicos, cabe recalcar que se indagó libros referidos a dicha variable, donde no se encontraron libros con ediciones actualizadas, solo hasta 2004, dado que los libros con ediciones actualizadas son muy costosos.

Con respecto a la primera variable impacto ambiental se realizó se tomó como referencia de investigación los siguientes artículos científicos: Metodología para Evaluación de Impacto ambiental de Proyectos de Infraestructura en Colombia por los autores M.I. Viloría Villegas, L. Cadavid y G. Awad por la universidad de Colombia publicado en el año 2018. Así mismo se utilizó el artículo Evaluación de impacto ambiental de la construcción del túnel subterráneo en el municipio de Mayarí por los autores García- Cruz, S., Borges-Terrero, Y., Oca-Risco, A. M. de., Hernández-Noa, T, publicado en el año 2020 en Brasil.

### 2.2.1 Medio ambiente y conceptos asociados

#### 2.2.1.1. El ambiente

“El ambiente es el entorno vital compuesto por factores físico-naturales; sociales, culturales, económicos y estéticos, que interactúan entre sí con el individuo y con la comunidad, determinando su forma, carácter, relación y supervivencia” (Villegas, Cadavid, & Awad, 2018). Y así estableciendo un carácter, una forma, el comportamiento y la supervivencia de uno y otro.

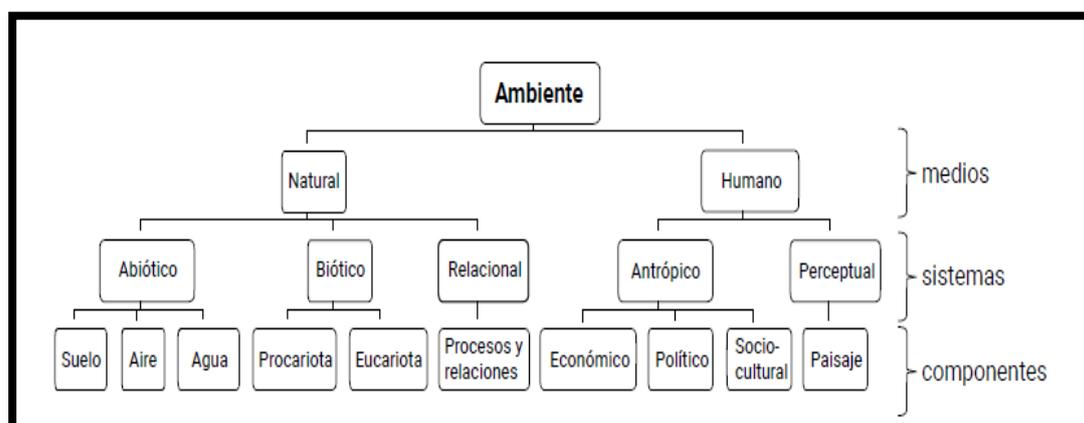


Ilustración 1. Jerarquía del ambiente.

Fuente: Villegas, Cadavid, & Awad, 2018.

## 2.2.2 Los factores ambientales

En la gestión ambiental y las herramientas que se maneja, entre ellos el que tiene mayor relevancia es la evaluación de impacto ambiental (EIA), en donde se requiere un mayor acercamiento más operativo en el significado del medio ambiente, que defina un conjunto de variables de estado y un flujo que puedan ser analizadas, medidas, valoradas en todo ámbito, gestionadas y controladas de manera relevante, mediante todas las herramientas a nuestro alcance para sobrellevar los problemas y las oportunidades esenciales en el ámbito ambiental.

La EIA siendo una herramienta de gestión ambiental nos proporciona ciertos factores importantes a tomar en consideración en las evaluaciones de impacto ambiental:

- Las personas, los animales y las plantas.
- La tierra, el aire, agua, los paisajes y el clima.
- El patrimonio cultural y los bienes materiales.
- La interacción entre todos los factores anteriores.

Tabla 1. Factores del medio susceptibles a recibir impactos

Medio físico	I. Clima
	II. Hidrografía
	III. Suelo
	IV. Paisaje
Medio biótico	V. Flora
	VI. Fauna
Medio socioeconómico	VII. Población
	VIII. Sociales y culturales

Fuente: García et.al, 2020.

## 2.2.3 El punto de vista de las actividades humanas

Desde el punto de las actividades humanas que sostienen el desarrollo, cuando se habla del medio ambiente, puede entenderse como las funciones que se cumplen para dichas actividades, en donde se nombran las siguientes:

- Soporte de los elementos físicos.
- Fuente de recursos naturales.
- Los desechos y residuos no deseados.

Todas estas funciones, son acciones y toma de conciencia que debemos saber, entender, aceptar o rechazar los impactos ambientales significativos originados por las actividades humanas, y para delimitar las condiciones técnicas de la integridad ambiental de las actividades, así como su conservabilidad.

#### **2.2.3.1. Los problemas globales**

Este problema está aumentando debido a los muchos y graves desastres ecológicos ocasionados por las actividades humanas en el transcurso del desarrollo urbanístico, agrícola, entre otros estragos, lo cuales han provocado una mayor preocupación global. El medio ambiente es una importante fuente de recursos para el desarrollo de los procesos productivos, para el consumo directo y así mantener una buena economía. Hoy en día los problemas ambientales están en los diferentes niveles, local, regional, particular e inclusive mundial, en donde se debe actuar con un nivel más apropiado para su tratamiento, así mejorando el ecosistema, “se debe pensar globalmente, también actuar individualmente.”

#### **2.2.3.2. El aumento de la población humana**

En el surgir del tiempo la población humana crece de forma continua, y dicho crecimiento hace Aumentar el consumo de los recursos, eso lleva a problemas globales por ciertos factores como el uso de energía, materia prima, aumento de residuos, entre otros. Dichos actos aumenta la contaminación de una forma acelerada, como también producción de alimentos y mayores residuos. Mientras más aumenta la población se tendrá mayor demanda de servicios básicos y un deterioro nivel de vida. La alta concentración de gente en entornos urbanos trae también consigo la investigación y el desarrollo de vida, creando mayor énfasis en las tecnologías, por otra parte garantiza una mejor calidad de vida a la humanidad, pero a su vez mayor contaminación ambiental en el mundo actual.

### **2.2.3.3. La contaminación de diferentes clases**

Los diferentes tipos de contaminación se caracterizan por destruir los ciclos naturales tanto de energía y materia, y eso tiene consecuencias varias, muchas de ellas irreversibles en el medio ambiente y su biosfera. Los daños causados por varios metales pesados, químicos que se usan para mantenimiento de diferentes actividades humanas son muy críticos (contaminación de aguas, óxidos de nitrógeno, yodo, azufre, entre otros) preocupan porque son sustancias tóxicas para humanidad, así mismo el ruido y el polvo son actos que generan molestias y cada esta aumentado en el mundo de la construcción.

### **2.2.4 Evaluación del impacto ambiental**

#### **2.2.4.1. Concepto**

La evaluación de impacto ambiental es una de los procesos fundamentales para una correcta gestión que tiene como objetivo identificar el cumplimiento de las normas ambientales que estén actualmente vigentes, es un instrumento de apoyo para una mejor toma de decisiones. La EIA (Evaluación del Impacto Ambiental) no es un proceso que se debe hacer formalmente para obtener cierto permiso para iniciar un proyecto, la EIA es un proceso obligatorio que debe evaluarse en la actualidad, y analizar en donde se han alterado los ciclos vitales del planeta en que vivimos.

#### **2.2.4.2. Las causas del impacto**

Las causas del impacto ambiental pueden ser afectadas de varias maneras sobre el medio ambiente. Esto se puede definir como el cambio en el medio terrestre, atmosférico y marítimo todas ellas como resultado de las actividades humanas. De la misma forma se consideran como causas de impacto al medio ambiente las nombradas a continuación:

**La Perturbación de la Tierra:** Siendo esta una de las principales motivos de impacto al medio ambiente es daño a nuestro Planeta tierra. Nuestras especies, las plantas y nuestros paisajes naturales nos proporcionan Una oportunidad para vivir de la naturaleza crecer y extenderse.

**La contaminación:** esta causa de muy común realizada por las actividades humanas pueden ser de varios tipos como el agua, aire, sonido o suelo. Todos estos tipos al ser afectados causan un daño importante en el medio ambiente. Si se contamina el aire afectaría a las personas que la respiramos y eso altera la salud de la humanidad, si se

contamina el agua pierde su calidad para ser utilizada al ser humano. Si se contamina el sonido es evidente que ocasione daños en nuestros odios que son expuestos a sonidos fuertes de manera constante. Finalmente si se contamina el suelo que comúnmente causado por las actividades humanas el suelo termina degradándose y afectando la superficie de la tierra. Todos estos tipos de contaminación ocasionan un cambio climático evidente afectando el ser humano que lo habita.

**La sobrepoblación:** la razón de esta causa es evidente que no se puede controlar a nivel global, debido al crecimiento de la población los recursos naturales llegaran en un momento de que dejara mucha degradación a nuestro medio ambiente. Este crecimiento estadísticamente en unos años futuros llegara una sobrepoblación que dejara más escasos recursos naturales y aumentara la demanda de bienes alimentación, ropa, servicios urbanos entre otros. En un futuro se necesitara más espacios para cultivar alimentos, proporcionar agua de calidad entre otros. Todo esto influye al momento de proveer toda la población. Por otra parte la deforestación sigue siendo otro factor que genera una degradación ambiental.

**La Deforestación:** la deforestación esta cada día aumentando, la tala de árboles va incrementando debido al crecimiento de la población y todo esto para dar paso a los hogares y las grandes industrias, y por eso es la gran causa de la deforestación. Esta actividad genera emisores de carbono a la atmosfera y eso produce un cambio climático en el medio ambiente. Así también las tierras forestales, las cosechas de leña, el pastoreo de los animales y la tala indiscriminada son causas de la deforestación y afectan al ecosistema.

Tabla 2. *Causas comunes del impacto.*

CAUSA	EFEECTO	
Contaminación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Vertidos industriales con sustancias tóxicas.</li> <li>▶ Vertidos de aguas residuales (aguas fecales).</li> <li>▶ Vertidos a altas temperaturas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Eutrofización.</li> <li>▶ Disminución biodiversidad.</li> </ul>
Contaminación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Deposición incontrolada de residuos.</li> <li>▶ Fugas y accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Contaminación aguas subterráneas y superficiales.</li> <li>▶ Pérdida biodiversidad.</li> </ul>
Agotamiento de recursos naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Consumo desmedido de recursos naturales (Materia prima, energía, agua, suelo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pérdida biodiversidad.</li> <li>▶ Agotamiento recursos.</li> <li>▶ Contaminación.</li> <li>▶ Deforestación.</li> </ul>
Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fuentes de emisiones móviles (transporte).</li> <li>▶ Fuentes de emisiones fijas (industria, hogares, vertederos...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Reducción capa de ozono.</li> <li>▶ Efecto invernadero.</li> <li>▶ Lluvia ácida.</li> <li>▶ Smog.</li> </ul>
Efectos locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fuente de ruido, vibraciones, olores provenientes de diferentes actividades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Desde molestias a daños irreversibles.</li> </ul>

Fuente: Ecolam ingeniería y consultoría ambiental, 2018.

## **2.2.5 Clasificación de los impactos**

### **Impacto ambiental compatible (IP)**

Compatible se refiere que la recuperación del impacto es inmediata y no necesita prácticas protectoras o correctoras.

### **Impacto ambiental moderado (IM)**

Moderado se refiere a que no necesita actividades de protección correcciones intensivas, y en el que las condiciones ambientales necesiten de una cantidad de tiempo.

### **Impacto ambiental severo (IS)**

Impacto severo Se refiere a la recuperación de las condiciones del estudio requiere aplicar medidas de protección y que aun aplicando la medida es necesario un periodo de tiempo amplio.

### **Impacto ambiental crítico (IC)**

Este impacto es superior al crítico, es un cambio brusco, la cual se produce una pérdida permanente a las condiciones del medio ambiente, en donde al recuperación del mismo no es posible, aun aplicando medidas de protección.

En el impacto compatible es si al concluir la actividad, y sin la necesidad de medidas de protección el impacto ambiental se recupera sin ningún inconveniente. Un ejemplo podríamos decir que cuando en una obra las maquinarias producen ruido y polvo, pero una vez terminada la obra los ruidos y el polvo finaliza y no se alteró ningún factor ambiental. El impacto es moderado si no requiere medidas protectoras o correctoras intensivas para su recuperación, o su recuperación requiere un cierto tiempo. Para el impacto severo se necesita un largo tiempo para la recuperación del impacto afectado a pesar de las medidas de protección como por ejemplo cuando se tiene sacrificar un parque o zona de vegetación por más que se tomen medidas de protección igual se va a perder la vegetación o zona verde. Para el impacto crítico se necesita buscar otra opción para dañar el medio ambiente, como ejemplo podría ser el deterioro de una especie, eso es netamente irreparable para el medio ambiente.

### **2.2.5.1. Impacto ambiental positivo**

Hablaremos sobre el impacto ambiental positivo, tiene como objetivo identificar mejoras y soluciones para evitar los problemas ambientales causados por el hombre. Así también hay varias actividades positivas en el medio ambiente que son positivas. Una parte importante de analizar es que no siempre los impactos positivos van a ser permanentes, por lo cual el hombre debe mantener la conducta y el compromiso necesario para mantener el medio ambiente sano en el transcurso del tiempo, incentivando la conciencia ambiental a la humanidad en general.

- El correcto tratamiento de manejo de residuos y reciclaje.
- El cuidado de las áreas de recreación y zonas verdes.
- El desarrollo interesado por la ecología.
- Manejo de las tecnologías a favor del medio ambiente.

### **2.2.5.2. Impacto ambiental negativo**

Se refiere a los impactos negativos a las alteraciones de la naturaleza causadas por las actividades humanas, incrementando la contaminación al medio ambiente y perjudicando la salud del hombre. Por esta razón muchos de los impactos negativos duran en el surgir del tiempo porque son irreversibles y esto impide una mejora en el ecosistema. Para mantener un impacto ambiental positivo se debe poner en práctica actividades que puedan mitigar los impactos ambientales negativos.

Continuación se nombra varias actividades que causan impactos negativos en el ambiente:

- Poco énfasis en la educación ambiental
- Actividades en la industria
- Los desastres de la naturaleza
- La contaminación ambiental

### **2.2.5.3. Impacto social y ambiental**

Para obtener un impacto social positivo en el entorno se requiere realizar varias actividades con la ayuda de la comunidad para así generar su propio bienestar y ayuden a respetar el medio ambiente. Para obtener buenos resultados sociales se debe de planificar proyectos que ayuden a crear oportunidades y beneficios a la comunidad. La

evaluación de impacto social es un proceso que pueden ayudar grandemente y lograr muchos beneficios a la población y prevenir daños ambientales.

En los impactos sociales se presentan varios ámbitos en la cuales se pueden surgir cambios: la manera en la que viven la personas es decir sus hábitos, su forma de vivir en lo cotidiano. En su cultura, sus costumbres, lengua nativa, creencias religiosa y valores. Y por último en su entorno; el agua que usa la comunidad, la calidad del aire, la disponibilidad de los alimentos que consume la población, el riesgo, el nivel de peligro, el ruido, el polvo que se está exponiendo la comunidad, la falta de seguridad, los servicios básicos disponibles y el control de los recursos.

#### **2.2.5.4. Indicadores de impacto ambiental**

Se ha definido una serie de indicadores para identificar el nivel que han de protegerse las capacidades medioambientales y los procedimientos a establecer, se nombran a continuación dos tipos de indicadores de impacto ambiental.

- Indicadores primario
- Indicadores secundarios

Los indicadores primarios tienen como función medir la calidad y la cantidad de las características imprescindibles del medio ambiente, con el objetivo de mantener constante esos valores. Como el correcto uso del suelo, los recursos no renovables y el habitat.

Los indicadores secundarios tienen como función medir las actividades económicas que provocados por los indicadores nombrados anteriormente, es decir se encarga de medir los flujos de entrada y salida en los indicadores primarios. Podemos nombrar algunos ejemplos como uso de contaminantes, uso de químicos, generación de residuos, y la deforestación.

#### **2.2.5.5. Diagnóstico del impacto ambiental**

Para un diagnóstico de impacto ambiental se debe conocerlo, analizarlo y saber interpretar todos sus términos. Una vez de haber realizado un análisis seguro se podrá planificar una solidez y una posible solución sobre un impacto, y aplicar todos los instrumentos necesarios para su tratamiento. Para poder definir un diagnóstico ambiental requiere atender a todos los aspectos de proceso de degradación de forma que sean

comprendidos de una manera sencilla a todas personas que intervienen y tengan el la autoridad de tomar una decisión.

## 2.2.6 Metodologías para la evaluación de impactos ambientales

### 2.2.6.1. Metodologías usualmente utilizadas

En la evaluación de impacto ambiental existen varios métodos para su realización. Se pueden aplicar varios métodos en su forma general y otros de manera más específica, estos pueden extraer técnicas variadas que pueden ser muy útiles para evaluar el impacto ambiental. Su clasificación se usa según la parte de la evacuación en la que comúnmente se aplica, sin embargo varios de los métodos se realizaron para trabajos concretos, aunque en varias ocasiones no es fácil, pero pueden ser adaptados cada caso específico. Y eso puede llegar a ser muy útil para su evaluación. En varios de ellos, en su nivel de interés se explica en un capítulo específico.

Tabla 3. Matriz de evaluación de los impactos.

N	Impactos	Indicadores								Ponderación	IT
		Na	Mg	I	R	D	C	O	S		
1	Contaminación del suelo por el vertimiento de hidrocarburos, restos de hormigón, y aguas residuales domésticas.	-	3	3	7	3	6	3	4	29	Moderado
2	Degradación del suelo, procesos erosivos en las calicatas, escombreras, facilidades temporales y viales.	--	6	3	7	6	6	3	7	38	Crítico
3	Alteración de las formas del relieve por la construcción de calicatas, la formación de escombreras y la construcción de facilidades temporales.	-	10	3	7	6	6	3	7	42	Crítico
4	Cambio del uso del suelo en las calicatas, viales y escombreras	-	6	3	7	6	6	3	7	38	Crítico
5	Compactación del suelo por el paso de equipos y maquinarias en viales, facilidades temporales y escombreras.	-	3	3	2	4	6	3	7	28	Moderado
6	Mejora del estado de los suelos que han sido sometidos a su transformación	+	6	3	2	4	6	3	5	29	Moderado
7	Contaminación del suelo por vertimiento de residuales sólidos	-	1	2	2	2	5	2	2	16	Compatible

Fuente: García et.al, 2020.

### **2.2.6.2. Métodos de identificación de alternativas**

A continuación se nombran dos tipos de métodos principales para generar e identificar alternativas:

- Primer grupo basado en el trabajo de técnicos (administración)
- Segundo grupo basado en la participación pública

En el primer grupo basado en el trabajo de técnicos tiene la ventaja de que cada alternativa puede ir agrupada desde el inicio a un conocimiento de cómo se podría desarrollar y darle una valoración previa en lo económico y ambiental. En este tipo se aplican todos los métodos de transparencia y sistemas de información geográfica (SIG) con mapas con información fundamental y con ello se selecciona las opciones posibles que pueden ser valoradas.

En el segundo grupo basado en la participación pública, tiene la ventaja de dejar libre las alternativas imaginativas que logren solucionar varios de los problemas que se presenten. Por lo general, la comunidad afectada puede dar ideas y aportar soluciones que se le puedan pasar por alto a los técnicos, por más sencillas o novedosas que parezcan. La participación pública es muy importante integrarla a los procesos de creación de posibilidades en todas las escalas del análisis, de forma que todas las alternativas viables puedan aparecer al final del proceso. Los métodos de identificación de alternativas se han usado más que todo para identificar lugares apropiados para realizar un proyecto específico.

### **2.2.6.3. Métodos para ponderar factores**

El Procedimiento Delphi es un procedimiento de consulta a profesionales de uso común en otros campos científicos, y que se usa en las evaluaciones de efecto para calibrar las variables que tienen que usarse para conceptualizar un indicador, un ejemplo sería la calidad del agua, o para elegir una lista de componentes. Los factores ambientales se deben ponderar con más frecuencia.

### **2.2.6.4. Métodos para identificar impactos**

Los procedimientos para la identificación de los impactos del medio ambiente de un plan resultan muy distintos. Cuando en un proyecto desconoce los impactos que puede ocasionar, la mejor forma de reconocerlos es por medio de cualquier procedimiento de

matrices, como la Matriz de Leopold. Para poder representar los impactos secundarios y terciarios, probablemente el método más eficaz sean los diagramas causa-efecto y en los casos en los cuales ya se conocen los impactos que crea un tipo de plan resultan muy útiles las listas de revisión y los formularios.

Listas de revisión es un procedimiento bastante sencillo. Se basa en tener listas, que tienen la posibilidad de ser de las actividades habituales de un tipo definido de obra, listas de factores del medio ambiente, listas de indicadores o listas de impactos. Sirven para conocer, de antemano, las actividades, los componentes o los impactos más habituales, sin embargo poseen el problema de que cualquier efecto bastante específico no quede reflejado.

#### **2.2.6.5. Diagramas de redes y Método *Sorensen***

El Método de *Sorensen* tiene la cualidad de ser un método eficaz para identificar los efectos indirectos y para una comunicación con la opinión pública.

#### **2.2.6.6. Matriz de interacción entre factores**

Cuando hay interacción entre factores ambientales en filas y en columnas, dichos factores se van marcando con un 1 si hay relación. Al multiplicar dicha matriz por si misma se obtiene un impacto secundario donde surge un 1, y si se vuelve a multiplicar los impactos terciarios y así consecutivamente. Este procedimiento empieza a veces con una matriz leopold para obtener los impactos primarios, las matrices de los impactos indirectos.

#### **2.2.7 Métodos de evaluación de impactos**

Los métodos de evaluación de impactos sirven para poner un valor a cada impacto y al impacto total de cada alternativa del proyecto, de forma que se puedan comparar alternativas diferentes.

##### **Método *Battelle-Columbus***

Este método tiene la particularidad de proporcionar un sistema para evaluar el impacto ambiental de un proyecto. Dicho método fue uno de los primeros que posee un valor agregado del impacto para las alternativas de un proyecto

Los métodos de evaluación ambiental tienen como propósito agregar un valor a cada impacto y al mismo tiempo el impacto total de cada alternativo de un proyecto. De manera que se logre comparar diferentes alternativas.

### **Método *Galletta***

Este método se basa en la evaluación exclusivas de carreteras y autopistas basándose en el método de transparencias. El método propone un modelo general de evaluación de impactos del medio ambientales. Por medio de un programa se calcula la calidad ambiental inicial del medio y la calidad de un proyecto, y permite visualizar gráficamente los resultados. Cabe destacar que se ponderan 14 impactos ambientales de 0 al 100. Se realiza una división por medio de cuadrículas formando una malla, la cual se valora cada cuadrícula, y cada una con los 14 factores con puntuación de entre 1 a 5. Obteniendo como resultado la calidad del medio.

### **Análisis energético *Mc Allister***

El método *Mc Allister* se enfoca en el valor del coste-ganancia, y el flujo que genera individualmente cada alternativa del proyecto, este método considera que se pueden medir la energía mucho mejor que el dinero y la cantidad de los recursos usados.

## **2.2.8 Documentos de la evaluación de impacto ambiental**

Para la evaluación de un impacto ambiental tiene como respaldos varios documentos que se van pasando en todas organizaciones, del ambiente y al público. Dichos documentos se nombran a continuación:

- Especificaciones para el estudio de impacto ambiental.
- El estudio de impacto ambiental.
- Memoria- resumen.
- Declaración del impacto ambiental.
- Información pública.

Todos los documentos nombrados deben tener la información bien organizada.

### **2.2.8.1. Memoria-Resumen**

Este documento el organizador del proyecto deberá de entregarlo a la organización ambiental para dar inicio a al proceso administrativo de evaluación de impacto ambiental.

Con el contenido de los datos la organización ambiental decidirá a quienes va a considerar como público afectado y pedirá toda la información necesaria para realizar el estudio de impacto ambiental del proyecto. Este documento debe incluir una descripción detallada en todas las alternativas del proyecto y sus posibles soluciones.

En la descripción debe tener todos los datos principales desde el punto de vista ambiental como: los recursos utilizados, la cantidad de recursos, los residuos, las emisiones generadas entre otros. Todo eso con el fin de gestionar en la fase del proyecto estableciendo un correcto funcionamiento de cierre. El organizador es el principal beneficiario ya que este documento tiene la información más completa y relevante para realizar un correcto estudio de impacto ambiental.

#### **2.2.8.2. Especificaciones para el estudio de impacto ambiental**

La administración ambiental, una vez que obtiene la memoria resumen tiene un plazo de diez días para realizar algunas peticiones a las instituciones, administraciones o personas que se considere pertinente, pero en forma general es obligatorio solicitar información en todos los casos a:

La administración que se ven afectadas en las alternativas del proyecto como el ministerio del medio ambiente, las comunidades autónomas y la administración que pueden verse afectadas, los grupos ecologistas o actividades deportivas que actúen en zonas afectadas, la comunidad que puede verse afectada y los especialistas del medio ambiente del proyecto.

#### **2.2.8.3. Estudio de impacto ambiental**

Para el estudio de impacto ambiental el organizador es el encargado de llevar a cabo este estudio y analizado por especialistas o técnicos expertos en el tema para que focalizar en todos los puntos de estudios ambientales de manera correcta. Cabe recalcar que debe de trabajar y exponer los datos de manera más objetiva posible, a pesar de su complejidad que lo conlleva.

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamental en la toma de decisiones para el proceso de evaluación, aunque no hay que olvidar que este estudio es solo una herramienta en el proceso, pero la decisión final es tomada por la declaración de impacto ambiental, donde se basa en los estudios realizados. En la redacción del

documento deber ser técnico para mantener su profesionalidad, debe ser claro, preciso, directo y simple de entender al momento de leerlo, evitando grandes listados de datos pocos relevantes. Es importante que el documento tenga una claridad importante para su debido uso en el trabajo de campo del medio ambiente.

A continuación se nombran descripciones de un proyecto en el estudio de impacto ambiental a considerar:

- Valoración e identificación de impactos
- Inventario ambiental y descripciones ecológicas
- Medidas protectoras y colectores
- Examen de alternativas viables
- Documento de síntesis
- Programa de vigilancia ambiental

## **2.2.9 Criterios y atributos para valoración de impactos**

### **2.2.9.1. Valoración de impactos**

“Determina el valor del impacto de acuerdo al estado y características del parámetro a impactar con atributos como vulnerabilidad; abundancia; complejidad; continuidad; clímax; dificultad de conservación o fragilidad, diversidad; estabilidad; naturalidad y uso del suelo predominante” (Villegas, Cadavid, & Awad, 2018).

La lista de impactos del medio ambiente se recibe al hacer un cruce entre las acciones de las actividades de la actividad sobre los componentes del medio ambiente, usando alguno de los procedimientos desarrollados en el anterior capítulo, por consiguiente, cada efecto ambiental de esta lista viene dado por un elemento impactado y por una acción impactante.

No todos ellos se van estudiar del mismo modo y con la misma intensidad. En este capítulo se explica la manera de realizarlo. En todos los casos la evaluación acaba con un juicio sobre los efectos, clasificándolos en efectos notables o impactos y en efectos mínimos, y los impactos notables se catalogan paralelamente en moderados, compatibles, severos y críticos. Si la única evaluación que se formaliza sobre un definido impacto es esta clasificación de los impactos en esa categorización, a juicio del técnico, debidamente razonada, se plantea que se ha llevado a cabo un simple enjuiciamiento.

### 2.2.9.2. Simple enjuiciamiento

El enjuiciamiento es una acción obligatoria por la ley, de cada estudio de impacto ambiental se debe indicar si es compatible, moderado, severo o crítico. Esta valoración puede evaluarse de varias formas cualitativa, cuantitativa o por simple enjuiciamiento cuyo objetivo es identificar y seleccionar los impactos menos relevantes que necesiten un estudio a profundidad y distinguir de los impactos los efectos mínimos. Al ser analizados e identificados los efectos de impactos ambientales mediante la matriz causa-efecto, el siguiente paso a seguir es el cribado de los efectos mínimos, aquellos que tienen poca relevancia y valorar más los efectos prescindibles de impactos ambientales.

### 2.2.10 Indicadores de Impacto ambiental y funciones de transformación

#### 2.2.10.1. Aire

El aire mide las emisiones de CO<sub>2</sub> y el índice de calidad del aire que tiene como factores contaminantes como los gases, lluvias ácidas, aerosoles que afectan la capa de ozono. Cabe destacar que existen más contaminantes claves que perjudican la salud de la población en el medio ambiente.

#### 2.2.10.2. Clima

El indicador clima mide las condiciones atmosféricas que se registran a lo largo del tiempo aproximadamente 30 años en una zona escogida. Las variables que se miden en este indicador son la humedad, el viento, temperatura, precipitaciones entre otros. Se consideran fiables en el tiempo de 30 años la cual es un periodo óptimo como tenemos en la siguiente tabla:

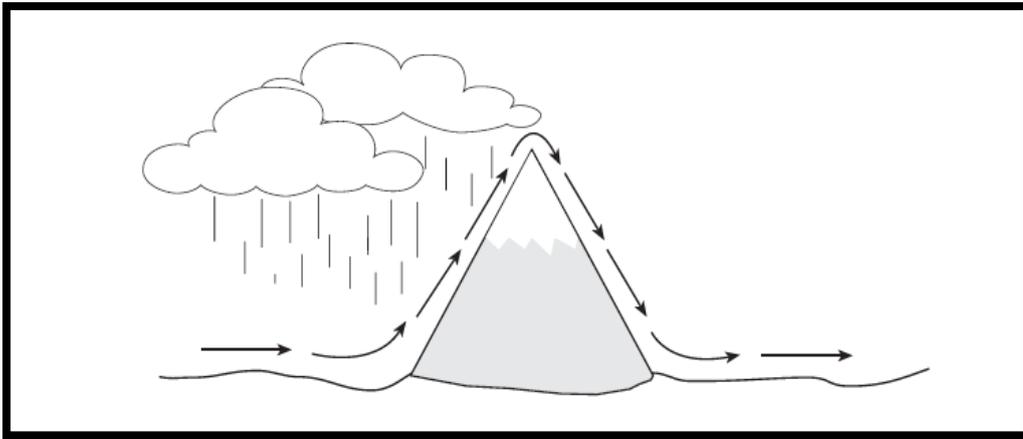
Tabla 4. *Periodo óptimo medido en años.*

	Islas	Costas	Llanuras	Montañas
Temperatura	10	15	15	25
Precipitaciones	25	40	40	50

Fuente: Pearson, 2016.

La importancia del clima es muy elevada, ya que según como sea el de un área concreta, el tipo de suelo y sus usos, la vegetación, la flora y la fauna que van a aparecer

en ese lugar variarían con respecto a otras zonas que presenten el resto de condiciones semejantes.



*Ilustración 2.* Efectos de laderas montañosas y laderas sobre el clima.

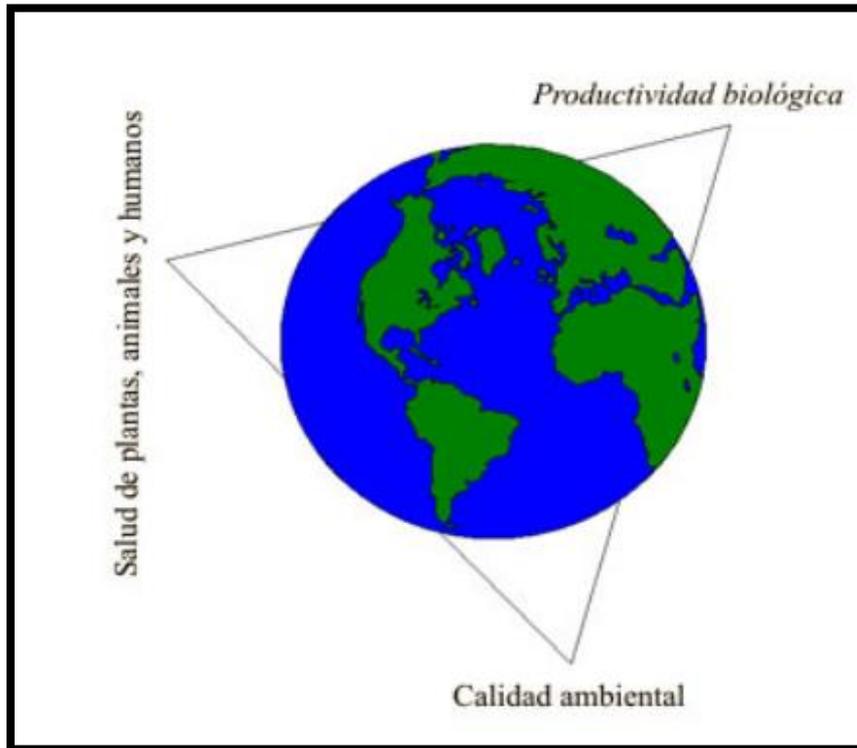
Fuente: Pearson, 2016.

### **2.2.10.3. Tierra-suelo**

El suelo es un recurso muy valioso para el planeta, pero hay preocupación con la creciente degradación del suelo por las diferentes actividades humanas y eso implica la baja calidad del mismo e influye el impacto el bienestar de la población y el medio ambiente, hoy en día no hay una razón concreta de como evaluar las alteraciones de calidad de suelo. Para realizar este estudio se requiere varios estudios en todas variables que sirva para evaluar las condiciones del suelo estas variables son los indicadores que poseen información que aportan a tener un estudio más preciso y sacar conclusiones del mismo.

Para el estudio ambiental del suelo se consideras tres propiedades para indicar su calidad estas son físicas, químicas y bilógicas, estas deben cumplir las siguientes normas: incorporar y analizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; detallar los procesos del entorno; detallar todos los atributos que puedan medir su sostenibilidad, y que sea fácil de entender o interpretar. Además de las nombradas anteriormente existes otras propiedades de alternativas para evaluar la calidad del suelo estos pueden ser usadas para analizar más detalladamente los indicadores que ocurren en el transcurso del tiempo.

“Predominan los suelos de tipo Ferrítico Púrpura típico, también fersialísticos rojo parduzco ferromagnésico y pardo sin carbonatos, en las áreas de menor pendiente y suelos esqueléticos naturales en las pendientes mayores” (García et.al, 2020).



*Ilustración 3.* Principales componentes de la calidad del suelo.

Fuente: Doran y Parkin, 2016.

#### **2.2.10.4. Fauna**

El indicador fauna se refiere netamente a los animales silvestres, que afectan en el lugar donde se trabaja. Este indicador ambiental tiene una conexión con los otros indicadores nombrados anteriormente en donde sí se afecta la flora, afectaría al indicador fauna, dado que la mayoría de los animales dependen mucho de la vegetación tanto como un refugio o como alimentación.

#### **2.2.10.5. Flora**

La flora es un indicador muy fundamental porque es lo visible que se puede apreciar día a día en el mundo, además de eso los animales, los agricultores dependen mucho del mismo. La flora engloba el mayor espacio en la tierra, y hay elementos ambientales a ser estudiados como el clima, la topografía, la hidrología y la geología pero así como los animales y el ser humano depende de ello, se tiene que considerar el tipo de uso porque también se depende de ello.

#### **2.2.10.6. El paisaje**

El indicador paisaje va conectado con la naturaleza del mismo, es un elemento muy importante en el ecosistema y va conectada con la vegetación. Con el transcurso del

tiempo la tecnología avanza y las condiciones de terreno van perdiendo su calidad y la vegetación va perdiendo territorio en el planeta, se debe considerar cuidar los paisajes disminuyendo los factores de sequía y degradación del suelo y los cambios del mismo.

El clima y la fauna y el suelo son necesarios para crear los paisajes que el ser humano percibe. Los estudios de impacto ambiental en el paisaje han cambiado a lo largo del tiempo, hoy en día es un elemento tan necesario y prioritario como el recurso suelo, las plantas o cualquiera de los otros indicadores estudiados.

#### **2.2.10.7. Usos de suelo rustico**

Para el uso del suelo se pueden dar diferentes definiciones, eso va a depender de la entidad o la persona que lo utilice. A continuación hay una definición concreta según Survey; “El suelo es el conjunto de unidades naturales que ocupan la superficie terrestre que soporten las plantas, cuyas propiedades se deben a los efectos combinados del clima y de la materia viva sobre la roca madre, en un periodo de tiempo” (Survey, 1951).

Existen varias propiedades físicas a de destacar como la profundidad, la capacidad de retención de agua, su textura y su porosidad. Cada una de estas propiedades va a depender del tipo de proyecto que se realice, así mismo estas propiedades ayudaran a identificar las condiciones del suelo si son mejores o peores. Asimismo, hay algunas características importantes para identificar su calidad: la estabilidad, la permeabilidad, la capacidad portante y la consistencia.

#### **2.2.10.8. El medio socio-económico**

El estudio del medio socio económico, es fundamental para la población porque es la que va a ser beneficiada y también sufrir alteraciones en las actividades que se hayan realizado en un proyecto. Este estudio realiza cambios en costos, en el uso de servicios básicos, el paisaje rural y urbano de un territorio. Por medio de un inventario ambiental se investiga los grupos sociales que afectan a un proyecto establecido y así no alterar a la comunidad por las actividades que se manifiestan en un proyecto.

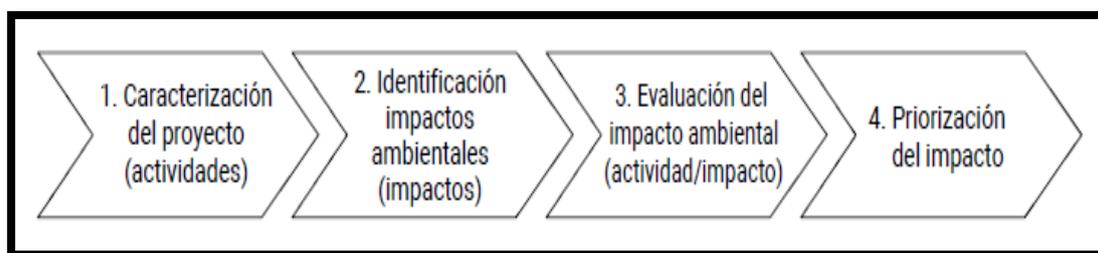
En el estudio del medio socio-económico se debe observar varios puntos uno de los más prescindibles es en lo económico, social y cultural que se realizan en una zona que junto con el medio físico forman una información indispensable para tomar mejores decisiones. El impacto social y económico se plantea la planificación e implantar

proyectos con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas y mejorar la aceptación de la comunidad.

El factor socio económico genera impacto negativo debido a la pobreza y faltas de recursos y servicios básicos como el agua potable, la salud, el saneamiento entre otros. La pobreza es un problema por falta de empleos en los diferentes sectores. Por lo tanto se debe planificar y realizar estrategias para mitigar las necesidades en las diferentes comunidades en las que se haga un proyecto. Se pueden realizar diferentes actividades como entrevistas a la comunidad o capacitaciones para que tengan el conocimiento del tipo de proyecto que se realice y que ellos mismo serán los beneficiados del mismo, de tal manera que se reactive la construcción en los diferentes lugares y mejorar la calidad de vida la población.

### 2.2.11 Identificación de impactos ambientales

La metodología para identificar el impacto ambiental se basa en dos fundamentos uno es el conocimiento del proyecto y el otro fundamento es el estudio del medio para obtener las información del impacto. Para esta metodología se considera únicamente en el punto de vista descriptivo para que resulte más accesible su entendimiento. Aun así no son tan eficaces como mejor opción, por lo tanto es importante valorar los impactos. “Se identificó que los impactos ambientales son generados mayormente en las fases de construcción y operación, es decir que estas fases son las de mayor importancia durante el ciclo técnico de los proyectos de infraestructura” (Villegas, Cadavid, & Awad, 2018).



*Ilustración 4.* Momentos de evaluación ambiental.

Fuente: Villegas, Cadavid, & Awad, 2018.

#### 2.2.11.1. Listas de revisión

La lista de revisión se basa en un método elemental para identificar los impactos ambientales antes de comenzar a valorarlos. El método se trata en realizar una lista en

donde se enumeran los posibles impactos, indicadores o acciones a considerar, en donde se debe deducir cuales son los posibles impactos que afectan a la obra.

Tabla 5. Ejemplo de lista de revisión.

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Tempora	Permanente	Corto plazo	Largo plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X		X	X		X		X		X		Compatible
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		Severo
Erosión		X		X		X		X		X		X	Moderado
Pérdida de cultivos		X		X	X			X		X		X	Severo
Pérdida de vegetación		X		X	X			X		X			Severo
Pérdida de hábitats		X		X	X					X		X	Crítico
Riesgo de incendios		X	X			X		X		X			No significado
Empleo y renta	X		X		X			X					Positivo
Nivel de ruidos		X		X	X			X		X			Compatible

Fuente: Pearson, 2016.

### 2.2.11.2. Relaciones causa-efecto. Diagramas de redes

Existe otra manera de identificar los impactos que consiste en hacer una lista de chequeo relacionado con el método causa-efecto. Dicho método se enfoca en las acciones y factores ambientales otras relaciones directas o indirectas. Esta acción influye sobre el elemento ambiental ocasionando un efecto, pero a su vez puede ocasionar otro efecto en otro elemento y así consecutivamente.

### 2.2.11.3. Matrices de relaciones causa-efecto

La mejor herramienta para determinar los impactos son las matrices de relaciones causa-efecto. Se parte del árbol de acciones de la obra y del árbol de factores ambientales afectados que se disponen como entradas de una matriz. Se señalan las casillas de cruce cuando en ellas se tiene un impacto significativo. Se han utilizado muchas variantes de estas matrices, de las que la Matriz de *Leopold* es la más conocida.

Un recurso para determinar los impactos, son las matrices causa-efecto. Se señalan las casillas cuando hay un impacto relevante. Se han usado varias matrices una de ellas es la Matriz *Leopold*. Cada variable ambiental se representa por una fila y cada acción en una columna que tengan relación por medio de una matriz más de 800 casillas que pertenecen a las posibles interacciones. En la matriz causa efecto en donde la acción del

proyecto tiene relación con la variable o factor medio ambiental sobre el que actúa, causando un efecto o impacto ambiental.

Supongamos que ha y una interacción se marca una línea diagonal se indica la parte superior el nivel de magnitud de alteración del impacto ambiental con un signo (+) o un signo (-) dependiendo si el impacto es positivo o negativo, y en la parte inferior las alteraciones pueden ser expresadas de forma numérica con valores entre 1 a 10. Calificando como 10 la máxima interacción y 1 como la más baja interacción.

## **2.2.12 Cálculo del impacto final**

### **2.2.12.1. Fichas de impactos ambientales**

Cuando se realicen los impactos ambientales es necesario una ficha ambiental que debe tener las informaciones que se mencionan a continuación:

- Debe constar toda la información relacionado al impacto
- Una descripción detallada del proyecto, a que se refiere y sus alternativas
- Las acciones que dan un lugar al impacto que cada una de las opciones dadas
- Factores ambientales de impacto
- El peso que se le ha asignado a dicho factor

Toda esta información se han aplicado y obtenidos en estudios de impacto reales, así también son una excelente forma de representación para mostrar datos en una ficha de forma que tenga una apariencia profesional, resumida y simple y así conocer el estudio que se ha realizado. La ficha ambiental requiere una explicación técnica del mismo para identificar las valoraciones cualitativas y cuantitativas.

### **2.2.12.2. Establecimiento de medidas minimizadoras del impacto ambiental**

El estudio ambiental existen varias medias para minimizar los impactos que realmente influyen en la humanidad y acción grave causando por las actividades tecnológicas que se están desarrollando a lo largo del tiempo. La idea es darle un mejor uso a las tecnologías aplicadas, como el uso de filtros o balsas de decantación, tomar conciencia en el uso de la energía, usar el agua con responsabilidad, minimizar los residuos, y por medio de todas estas actividades proporcionar un mejor desarrollo, y siempre dando una alternativa para reducir el impacto.

**Protección de ruidos:** una de las alternativas viables de reducir el ruido mediante silenciadores en las maquinarias, recubrimiento de goma en los materiales de construcción sobre los elementos metálicos. Darle mantenimiento en las maquinarias pesadas. Mantener una distancia prudente entre las plantas de tratamiento de aguas a las zonas habitadas. Otra alternativa son la construcciones de pantallas fornicas, planificación de rutas de transporte considerando la proximidad de las zonas habitadas.

**Protección del suelo:** es indispensable realizar una planificación para realizar un adecuado movimiento de tierra o reducirlo mediante métodos constructivos más eficaces, plantas de tratamiento para reducir la pérdida de suelo. Realizar una revegetación de taludes y evitar la erosión y evitar aplicar químicos que afecten al suelo que generalmente ocurren en las construcciones.

Para realizar el marco teórico de la segunda variable tecnología MTBM se realizó varias investigaciones de artículos científicos, cabe recalcar que se indago libros referido a dicha variable, en donde no se encontraron libros con ediciones actualizadas, solo hasta 2012, dado que los libros con ediciones actualizadas son muy costosos, se optó por trabajar usando referencias de artículos científicos actualizados se sean familiarizados con la variable a trabajar.

Con respecto a la segunda variable Tecnología MTBM se basó con los siguientes artículos científicos: Modelo de Rendimiento de Microtuneladoras (MTBM) realizados por los autores J. Gallo y H. Pérez-Acebo en la Universidad del país Vasco Bilbao España y publicado en el año 2017. Asimismo se utilizó el artículo científico titulado Beneficios Socio-Ambientales de las Tecnologías Sin Zanja en Colombia, elaborada por el autor Juan Estevan Duque Gallegas publicación realizada en el año 2018. También se tomó algunas referencias del artículo científico titulado: Recomendaciones para el diseño de cruces subfluviales para acueducto por Diego Armando Peña Sánchez - Xavier Laloum profesores en Maestrías de ingeniería civil, este artículo fue publicado por la revista de Colombia en el año 2018. También se tomó algunas referencias del artículo científico titulado: Tecnología del Pipe Jacking del año 2020 realizado por el Ingeniero geólogo Juan José Hoyo Rodríguez, Master en túneles y obras subterráneas. Por último se usó el artículo científico con el tema Uso de Lodos Bentoníticos (slurry) por el Ingeniero Manuel Villamil Millán, master en túneles y obras subterráneas en el año 2020.

## **2.2.13 Tecnología MTBM**

### **2.2.13.1. Problemas Ocasionados por la Construcción de Redes con Abertura de Zanjas**

#### **Tráfico vehicular**

En la construcción de redes con zanjas es necesario obstaculizar calles, y eso conlleva al colapso vehicular en las vías, lo que genera ruido y molestias a los conductores debido al tiempo que pueden tardar en llegar a sus respectivas actividades laborales ya académicas.

#### **Contaminación**

Una de las alteraciones en el medio ambiente es causado por la contaminación de las mismas actividades causadas en la construcción como el ruido del tráfico, el polvo generado por las maquinarias y otras actividades que afectan a la comunidad.

#### **Ruido**

Los ruidos ocasionados generalmente son ocasionados por las maquinarias en las construcciones, e inclusive de los mismos trabajadores de la obra, lo que obviamente genera malestar a la comunidad cercana. Así también ocasiona problemas auditivos, en algunos casos lesiones graves a las personas.

#### **Polvo**

Las partículas de polvo ocasionados por las actividades de construcción, el movimiento de tierra, los materiales de construcción, afecta a la comunidad cercana lo que ocasiona al realizar limpieza lo que implica en costo en la ejecución.

#### **Vibración**

Las vibraciones son actividades que no se pueden evitar en la construcción por más mínimo que sea, pero generalmente son ocasionados por las maquinarias pesadas y equipos livianos en la construcción. Esto afecta a las estructuras cercas a la construcción.

## **Daños a la propiedad**

En obras civiles se consideran varios riesgos que puedan ocasionar daños en los alrededores de la construcción, esto se genera por las maquinarias y equipos pesados. Afecta a la población en tema de reparaciones lo cual eso genera un costo económico.

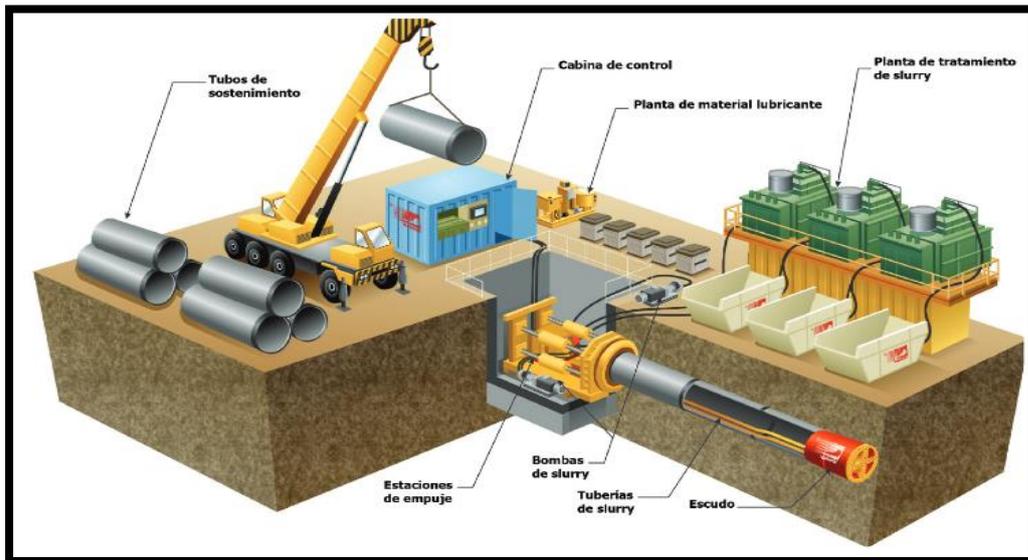
### **2.2.13.2. Construcción de redes sin zanjas**

Como se expuso en el concepto anterior el microtúnel (*Microtunneling*) “es una tecnología que permite construir redes sin zanja que consiste en la excavación de un túnel desde un pozo de arranque hasta un pozo de llegada. Sus principales ventajas técnicas radican en el sorteo de obstáculos en superficie” (Duque, 2018). Esta tecnología no necesita intervención a excepción de los pozos de donde se ingresara la microtuneladora, esta da un mejor rendimiento en tramos más profundos (aproximadamente son mayores a 5 metros).

Una de las primeras ventajas al no abrir zanjas es la reducción considerable al impacto ambiental en la superficie, con una planificación profunda y una correcta ubicación en la construcción de los pozos, es viable descartar el tránsito vehicular en las calles, reducir el impacto comercial, reducir el cierre en zonas de recreación y proteger las estructuras ya construidas, reducción drástica de movimiento de tierras, y varios otros elementos del ecosistema.

### **2.2.13.3. Concepto de MTBM**

La máquina perforadora de microtúnel (MTBM) es una técnica especializada en excavaciones tuberías de agua potable y aguas residuales mediante una máquina microtuneladora a base de control remoto sin la necesidad de operadores dentro del túnel y sin abrir calles. La técnica consiste en empujar una tubería desde un pozo de lanzamiento e ir hincando la tubería al terreno y a su vez la máquina microtuneladora va cavando el terreno por delante. Mientras la microtuneladora va excavando el terreno, las tuberías van instalándose en cada tramo hasta llegar a un pozo de llegada.



*Ilustración 5.* Instalación general de la tecnología MTBM.

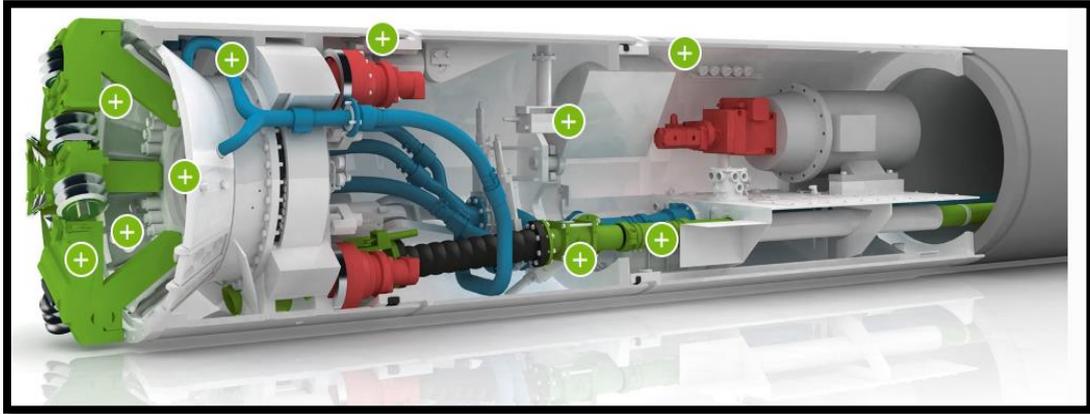
Fuente: Terratec, 2014.

Los diámetros que se emplean en esta técnica están desde 45 cm hasta 3.5 m, aunque el diámetro va a depender del tipo de construcción que se requiera. Los tipos de tuberías que se pueden usar pueden ser hormigón reforzado, hormigón polimérico, acero, entre otros. Esta técnica tiene una extensa gama de aplicaciones, una de ellas ya mencionada tuberías de agua potable y aguas residuales como también sirve para ductos de protección, conductos para gas, petróleo, tuberías de servicios de electricidad y telecomunicaciones entre otros. La MTBM es una alternativa constructiva muy eficiente y aplicable en cualquier tipo de geología.

## **2.2.14 Descripción de los tipos MTBM y parámetros empleados**

### **2.2.14.1. Microtuneladora tipo presión de lodos/slurry (AVN)**

Es un equipo que nos permite realizar la excavación aplicando el uso de lodos bentoníticos, la maquina posee dos tubos internos dentro la microtuneladora que van desde la superficie hasta la parte frontal de la microtuneladora donde por una tubería ingresa bentonita nueva donde se acumulara en una cámara ubicada detrás del cabezal de corte, en dicho lugar se encuentra una especie de molino donde la bentonita se va a ir mezclando con el terreno excavado donde se va a ir obteniendo un terreno triturado y por medio de un sistema de bombeo la bentonita mezclada con la excavación del terreno sale por la otra tubería hasta la superficie donde se transportara a un sistema de separación o desarenador.



*Ilustración 6.* Microtuneladora tipo AVN.

Fuente: herrenknecht S.A, 2021.

Cabe recalcar que para utilizar este tipo de microtuneladora se debe tener una central de separación y bombas de marinaje conformado por contenedores, bombas y sistema de tamices. El beneficio para utilizar este tipo de microtuneladora es que al usar la bentonita nos permite transportar el terreno excavado y nos permite confinar el frente del terreno por medio de una contrapresión y lubricar las herramientas de corte. Por ultimo este equipo AVN normalmente se implementa especialmente en excavaciones para suelos no cohesivos, arenosos, granulares e inclusive roca.

#### **2.2.14.2. Microtuneladora tipo balance de presión de tierra (EPB)**

Este tipo de microtuneladora nos permite trabajar en suelos muy blandos generalmente en arcillas con napas freáticas o suelos homogéneos que tengan condiciones estables. El funcionamiento de balance de presión de lodos no requiere el uso de lodo bentonítico para poder realizar la excavación.

La rueda de corte excava directamente el terreno, la tierra excavada pasa directamente atrás de la rueda de corte donde se va a encontrar con un tornillo sin fin que hará evacuar el material hacia la parte posterior de la microtuneladora. Se utiliza vagones o sistema de bombeo para evacuar el terreno, los vagones se izan y se vierten sobre un vagón para eliminar el material de la obra. Este sistema es uno de los más económicos en comparación del sistema de presión de lodos porque este no necesita un desarenador para separar lodo bentonítico y tierra excavada, además de eso este sistema optimiza el recurso del agua.

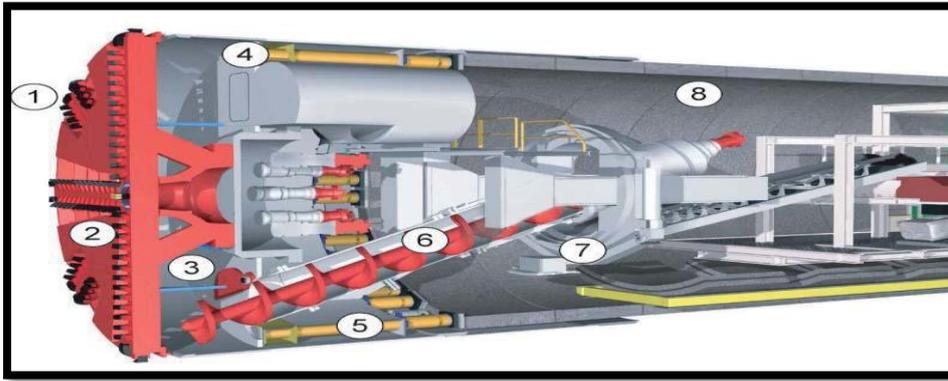


Ilustración 7. Microtuneladora tipo EPD.

Fuente: Herrenknecht S.A, 2021.

### 2.2.15 Características de las maquinas MTBM

La tecnología MTBM está compuesta básicamente de dos partes en su estructura: cuerpo de maquina uno identificado con las siglas MC-1 y el cuerpo maquina dos con las siglas MC-2. La primera se clasifica en dos piezas, la parte delantera o también llamado móvil y la parte posterior o fija. La pieza delantera posee el cabezal de corte en donde el operador puede direccionarlo a un cierto ángulo con respecto a la parte fija de la pieza, para su funcionamiento correcto se necesita por lo menos tres cilindros direccionales. “Los modelos teóricos se desarrollan a partir de las fuerzas que actúan sobre los discos cortadores, mientras que los empíricos se basan principalmente en las observaciones de los rendimientos obtenidos de las máquinas en la realidad” (Gallo & Pérez-Acebo, 2017).

Tabla 6. Características de las maquinas MTBM empleadas.

Modelo	AVN1600E	AVND2000
Fabricante	Herrenknecht	Herrenknecht
Díámetro interior nominal del tubo que instala (mm)	1.600	2.000
Díámetro de excavación (mm)	2.040	2.475
Longitud total de la cabeza de corte y de los módulos de potencia (mm)	7.500	10.100
Velocidad de giro del cabezal (rev/min)	0-8	0-8
Número de cilindros direccionales	4	4
Carrera de los cilindros direccionales (mm)	100	100
Fuerza que soporta cada cilindro direccional a 500 bar (kN)	1.000	1.250
Potencia motor de corte (kW)	115	315
Par máximo continuo (m · kN)	240	620
Díámetro cortador (mm)	280	305
Número de discos de corte	5 simples, 7 dobles	6 simples, 9 dobles
Número de filos (ud)	19	24
Separación entre los filos (mm)	107	103
Longitud de la camisa de la máquina (m)	7,00	10,00

Fuente: Gallo & Pérez-Acebo, 2017.

Según los estudios para los cilindros hidráulicos generan una presión de trabajo de 500 bares como máximo, esta presión puede realizarlo cada cilindro y es proporcional a las

fuerzas que soportan los discos de corte. Los cilindros hidráulicos pueden ser medidos por un sensor que se encuentra en mismo cilindro, estos cilindros pueden ser guiados por el operador de la máquina. Cabe recalcar que la parte posterior MC1 funciona de apoyo a los cilindros y soporta las reacciones ocasionadas por los esfuerzos de la máquina.

### 2.2.16 Tecnología del *Pipe Jacking*

En el mundo de las tecnologías innovadoras que se están empleando últimamente en el mundo es la tecnología del *Pipe Jacking*, una técnica aplicada en proyectos que requieren muchos retos técnicos en la construcción. Consiste en empujar los tubos de forma horizontal hacia el terreno, la hincada es posible debido a los cabezales de corte ubicados en el frente de la microtuneladora que van excavando el terreno. El trabajo de hincada genera una rotación del cabezal y un esfuerzo de compresión por la presión que ejercen los gatos hidráulicos, el tipo de cabezales va depender de la geología del terreno.



*Ilustración 8.* Sistema de empuje en pozo de lanzamiento.  
Fuente: Ludwig Pfeiffer, 2017.

La función mecánica de los gatos hidráulicos son apoyados en un muro de contención construidos dentro del pozo de lanzamiento a través de los tubos ya hincados, esta función mecánica es direccionada por una cabina de control situado en la superficie. Es importante usar cilindros hidráulicos muy potentes para empujar el gran peso de los tubos dentro del terreno excavado. La microtuneladora ayuda al hincado de tubos con la ayuda de lubricación de bentónica para reducir la fricción entre tubo y terreno. Esta tecnología permite el total control y visualización de toda la obra de forma remota sin

acceso al túnel a la máquina, ya que es operado desde la cabina de control ubicada en superficie.

#### **2.2.16.1. Estado de la tecnología del *Pipe Jacking***

En el mundo de las tecnologías sin abertura de zanjas, el método más innovador y eficiente es el hincado de tuberías siendo el método más potente en la instalación de tubos de cualquier diámetro. En las obras implementadas de *Pipe Jacking* la hace innovadora porque está establecida por ser rápida en la excavación, económica y posee gran portabilidad entre los pozos, donde lo hace muy eficiente para diferentes tipos de diámetros y longitudes en las zonas donde se construya. Un ejemplo aplicado sería una microtuneladora con diámetro de 4.30 m, con ese diámetro es necesario construir un pozo de inicio de 12 m por lo que es prescindible construir una superficie entre 900 a 1000 metros incluyendo el pozo. Al otro extremo en el pozo de salida se recibirá la microtuneladora con un pozo de 8 metros de diámetro.

Actualmente a nivel mundial para el *Pipe Jacking* los diámetros comerciales están entre los 1.20 m y 2 m para longitudes de 300 m hasta 800 m en cada tramo del túnel o microtúnel. Actualmente son muchos los proyectos que eligen esta técnica para instalación de gran envergadura como redes saneamiento a largas distancias, también la construcciones de túneles de industrias de gas y petróleo, colectores de aguas y conducciones eléctricas de mayor a 1 kilómetro de distancia.

En el mundo actual la técnica *Pipe Jacking* está entre uno de los primeros sistemas constructivos eficaces y rápidos para la aplicación en Microtuneladoras y túneles desde 25 cm hasta 3.50 metros y para longitudes más grandes puede llegar hasta 2km de longitud. Una de las ventajas que predomina de esta técnica es que se adapta a cualquier tipo de terreno tantos complejos como en condiciones de nivel freático, y eso lleva una delantera para el manejo de otras tecnologías sin zanja y para túneles con dovelas de diámetros extensos. No cabe duda que la tecnología del *Pipe Jacking* va a continuar progresando su tecnología a nivel mundial para aplicarlos en muchos proyectos en el futuro con el objetivo de optimizar tiempo, costo y rendimiento en la construcción.

#### **2.2.16.2. Estaciones inter Jacking**

En hincas largas o terrenos duros, es necesario distribuir las fuerzas de empuje a fin de no deteriorar los tubos. Para este fin se utilizan las estaciones intermedias que,

mediante la expansión de los gatos hidráulicos que las componen, realizan el empuje de la cabeza y de los tubos anteriores y mediante su recogida propician el empuje del resto de los tubos desde el pozo de ataque. Estas estaciones intermedias nos ayudan a dividir las fuerzas de empuje en la excavación. La cantidad de estaciones intermedias se calcula en función de la fricción con respecto al tipo de suelo que se está excavando y el diámetro de la tubería. Todo eso se analiza para la implantación de estas estaciones.

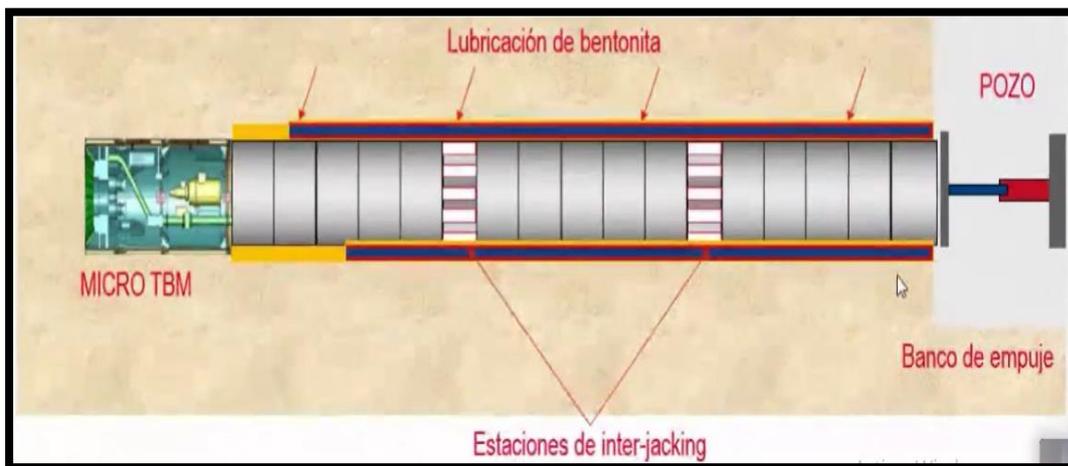


Ilustración 9. Estaciones intermedias de la microtuneladora.  
Fuente: Bessac, 2020.

Imaginemos que vamos a instalar una tubería a lo largo de 1 km todos los pesos de la tubería se va concentrando en pozo de empuje, en donde la fuerza acumulativa es muy elevada y se hace complejo mover todos pesos de las tuberías, por lo tanto se pueden dividir los pesos instalando estaciones intermedias que son unos cilindros amarillos que funcionan como gatos hidráulicos que se colocan cuando son tramos largos a cada 100 m generalmente para distribuir su peso.

Estos gatos se colocan en una tubería en especial que está compuesta de dos partes: una tubería llamada aguas arriba o hembra y una tubería aguas abajo o macho. Para la instalación de la tubería aguas arriba se debe colocar un tramo pequeño de concreto y luego se coloca como una camisa de acero que cubre el diámetro exterior del tubo. La tubería aguas abajo es toda de concreto pero una parte de la sección es un poco más pequeña porque luego esa tubería tiene que entrar dentro de las tuberías aguas arriba.

En esta tubería generamos un espacio hecha por la camisa de concreto para después colocar los gatos cilíndricos en el espesor del tubo y de esa manera se puede

hincar el tramo que está delante con la microtuneladora generando menos peso. Una vez que se termina la estación de la tubería en el tramo en que se la utilizó, ingresa un trabajador a retirar los gatos cilíndricos. Para que la tubería aguas abajo entre dentro de la camisa metálica para que permita una hermeticidad en las juntas y el sistema de tubería este cerrado y sellado.

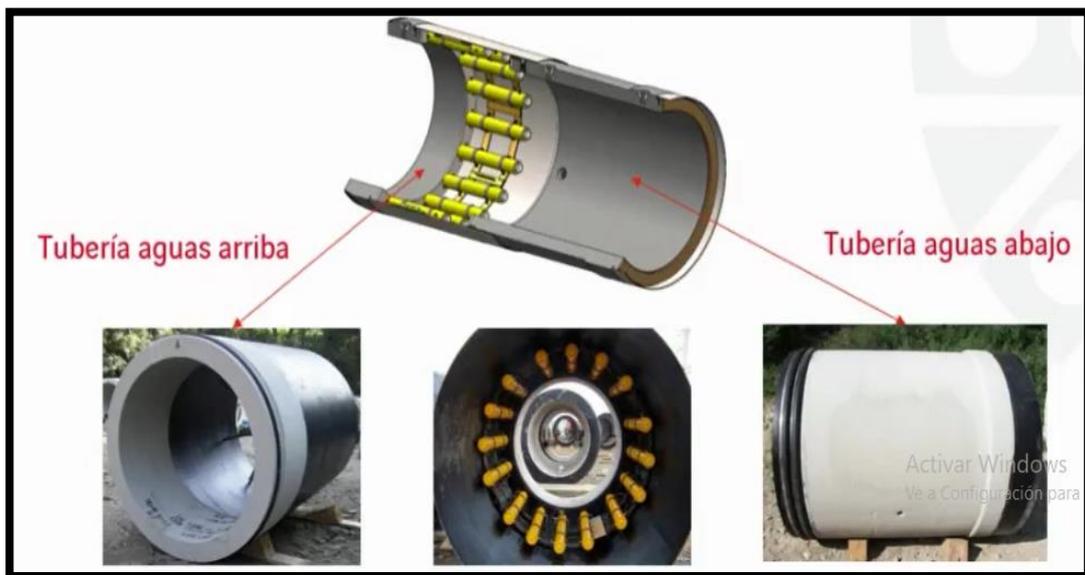


Ilustración 10. Tuberías aguas arriba y tubería aguas abajo en las estaciones intermedias.  
Fuente: Bessac, 2020.

## 2.2.17 Instalaciones de tuberías prefabricadas y sus tipos

### 2.2.17.1. Tubería de concreto reforzado

Las tuberías de concreto reforzado para el hincado con microtuneladora es la que generalmente se usa para esta técnica tanto como para redes de presión y para gravedad. Las tuberías deben ser resistentes a la presión de los gatos hidráulicos para que puedan soportar las fuerzas de empuje, cabe recalcar que el diseño de las tuberías deben regirse a las normas establecidas de calidad, así también se debe considerar las características importantes como la resistencia a la compresión, su durabilidad, y la resistencia en los apoyos. También las tuberías deben tener un acabado adecuado para no generar inconvenientes con el proceso de hincado.

Una particularidad de la técnica del *Pipe Jacking* o hinca de tubos que en las paredes del tubo se instalan unos taladros metálicos para un fácil instalación en la inyección de lodo bentonítico que reducen la fricción y evita que se desmorone el terreno que se está excavando dentro del túnel o microtunel.



*Ilustración 11.* Tuberías de concreto reforzado.

Fuente: Juan Rincón 2017.

Además de las tuberías de concreto reforzado que son los más usuales para redes de gravedad y presión, existen varios tipos de tuberías que también se pueden aplicar para el uso de la tecnología. Todo eso va a depender de las condiciones de técnicas que se requieran en la obra, a continuación nombramos algunas de ellas:

- Tubería de acero
- Tubería de concreto reforzado con PVC o HDPE
- Tubería clay
- Tubería polimer concrete
- Tubería FRPM

### **2.2.18 Fluidos de perforación**

La bentonita cumple las siguientes funciones en el proceso de excavación con microtuneladora: al inyectarse en el frente de excavación, ayuda a generar una presión de equilibrio contra el empuje del terreno y el empuje hidrostático, al tiempo que funciona como acondicionador del material excavado para facilitar su retiro. Inyectada en el espacio anular generado por la sobre excavación y la tubería hincada, reduce la fricción entre las paredes, reduciendo el consumo energético necesario para el empuje y evitando posibles daños a la tubería, al tiempo que también evita caídos de las paredes de la excavación, los cuales se pueden traducir en asentamientos en la superficie o daños a estructuras que se vayan cruzando.

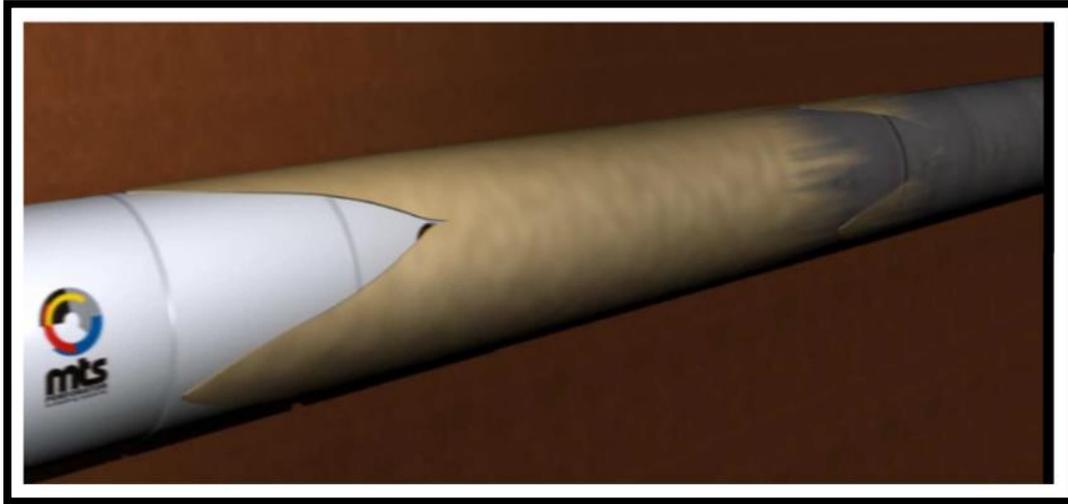


Ilustración 12. Lubricación automatizada de bentónica.

Fuente: Juan Rincón, 2017.

Uno de los principales avances que tiene hoy en día la técnica del microtúnel es que se ha podido automatizar lubricación y eso permite que el operador desde su cabina de control pueda tener un mayor control en la lubricación en las válvulas, cuya características son de tres puertos a 90 grados, teniendo en cuenta la cantidad y la presión de la misma y así reducir las fuerzas de fricción en el espacio anular que hace la maquina con respecto a la tubería que se está instalando. La lubricación también nos permite tener una estabilidad en el espacio anular en la microtuneladora.

#### **2.2.18.1. Fluidos de perforación en terrenos adversos**

“Podría decirse que más del 75 % de las obras de *Pipe Jacking* que se realizan a nivel mundial, se hacen mediante Microtuneladoras tipo hidroescudos (todos los ejemplos de hitos citados en el anterior apartado así lo fueron)” (Hoyo, 2020). Para los hidroescudos de diámetros grandes usan el lodo bentonítico como un sistema para contener la tierra excavada y no se desmorone, dicho lodo lubrica al frente del cabezal de corte por medio de sistema de lodo que se inyecta dentro de la microtuneladora y al mismo tiempo el lodo mezclado con bentónica se descarga todo ese material hacia el exterior en la planta de lodos. Por otro lado pueden existir dificultades para algunos tipos de suelos que son suelos permeables saturados con presencia de bolos y lodos en arcillas saturadas de alta pegajosidad y plasticidad. Es importante usar un tipo de lodo que no altere el suelo existente ya que podrá ocasionar efectos ambientales en el terreno.

### **2.2.18.2. Propiedades de los lodos bentoníticos**

“Los lodos bentoníticos están definidos por una serie de propiedades cuya medición y verificación adquiere una vital importancia para que la excavación del túnel se realice de forma eficaz y segura” (Villamil Millán, 2020). A continuación nombramos las propiedades de los lodos bentoníticos:

#### **Contenido de arena**

Para analizar el contenido de arena depende del control y funcionamiento de la planta de separación de lodos. Cuando el contenido de arena es muy alto afecta a la permeabilidad del mismo ya que se crea una capa de lodo en la parte frontal de la microtuneladora.

#### **Densidad**

La densidad se basa en el contenido de finos que tiene el lodo bentonítico una vez que comienza a trabajar la microtuneladora de forma circular y una vez realizado la separación del terreno excavado. Esto depende de los componentes del lodo la contaminación del mismo en el suelo y que se pudieron separar y regresar nuevamente a la tuneladora y de la bentonita fresca.

#### **Viscosidad Marsh**

La viscosidad es el tiempo en que el fluido recorre a través del tiempo en el embudo Marsh.

#### **Viscosidad plástica (PV)**

La viscosidad del fluido dentro de las partículas en flujo dinámico, tiene a ser bajo el slurry dentro de las tuberías, donde el rendimiento del fluido va a mayor velocidad y alta en la cabeza de corte, eso depende del tamaño de las partículas y la cantidad en movimiento. Así también la forma del mismo.

#### **PH**

Las propiedades del PH son las químicas e iónicas del slurry que son afectadas por las variaciones del pH. Debe de estar en los rangos de 8 a 10 en condiciones normales.

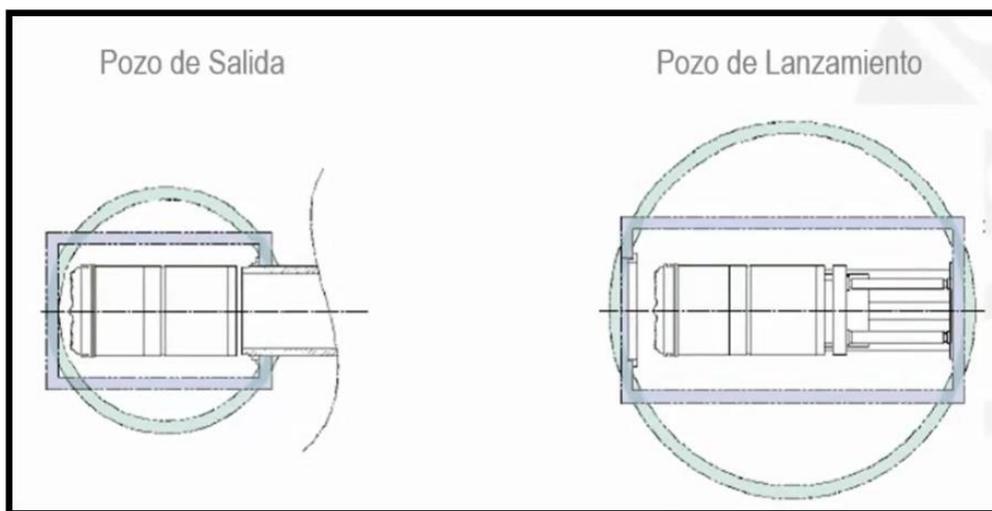
Un ejemplo sería el contacto ocurrido por el cemento lo cual genera un bajo rendimiento y un riesgo a las propiedades por causa del ambiente ácido o los contactos con material orgánico.

### **Tasa de filtración**

La tasa de filtración del *slurry* trabaja en formaciones permeables en la fase acuosa. Las grandes cantidades de esta pueden ocasionar un riesgo de contaminación en el *slurry*, por microfisuras y formaciones porosas entre otros.

#### **2.2.19 Construcción de pozos de entrada y salida**

Para la instalación de la tubería utilizando esta técnica, se construyen pozos de recepción y de empuje (pozo de ataque), usualmente en posiciones de registro o inspección. Las dimensiones de los pozos de ataque, varían de acuerdo a las características de la maquinaria a utilizar.



*Ilustración 13.* Modelo de los pozos de entrada y salida.

Fuente: Bessac, 2020.

Para la construcción de pozos se pueden tener diferentes tipos de procesos constructivos como tablestacas metálicas, pantallas de concreto, dovelas secantes, muro Berlín, vigas y madera entre otros. El procedimiento constructivo estará en función de cada proyecto específico de la condición geológica en que se vaya a excavar siempre buscando la parte de seguridad estructural del pozo y la parte de costo del pozo para proponer el mejor procedimiento constructivo.



*Ilustración 14.* Pozo de lanzamiento de la microtuneladora.  
Fuente: Pedraplus ingeniería S.L 2014.



*Ilustración 15.* Pozo de salida de la microtuneladora.  
Fuente: Pedraplus ingeniería S.L 2014.

Para las dimensiones del pozo de lanzamiento o de entrada y el pozo de salida va a depender de su geometría, los pozos pueden ser rectangulares o circulares eso va a depender de la función de cada proyecto. Generalmente el pozo de lanzamiento o de entrada tiene un diámetro mayor al pozo de salida, dado que en dicho pozo se instala un sistema de empuje dentro del interior del pozo, ya que en el pozo de salida simplemente es la recuperación de la máquina.

Tabla 7. Diámetro de los pozos de empuje y recepción.

<b>Dimensión de Pozos</b>					
DN (cm)	Lumbrera de Empuje		Lumbrera de Recepción		Pipe Long
	Circular	Rectangular	Circular	Rectangular	
40	3.5 m	3.5 m x 3.0 m	2.5 m	2.5 m x 2.0 m	2000
60	3.5 m	3.5 m x 3.0 m	2.5 m	2.5 m x 2.0 m	2000
70	4.5 m	4.5 m x 3.5 m	3.5 m	3.5 m x 2.0 m	2000
90	4.6 m	4.6 m x 3.5 m	3.5 m	3.5 m x 2.0 m	3000
100	5.8 m	5.8 m x 4.0 m	4.5 m	4.5 m x 2.5 m	3000
120	5.8 m	5.8 m x 4.0 m	4.5 m	4.5 m x 2.5 m	3000
150	8.5 m	8.5 m x 5.5 m	5.8 m	5.8 m x 4.0 m	3000
180	9.5 m	9.5 m x 5.5 m	6.5 m	6.5 m x 4.0 m	3000
200	10.0 m	10.0 m x 6.0 m	7.0 m	7.0 m x 4.0 m	3000
250	10.0 m	10.0 m x 6.0 m	8.0 m	8.0 m x 4.0 m	3000
300	12.0 m	12.0 m x 6.0 m	8.5 m	8.5 m x 5.0 m	3000

Fuente: Bessac, 2020.

### 2.2.20 Central de separación de sólidos

Para el uso de la central de separación generalmente la utilizamos con la microtuneladora tipo AVN. Esta microtuneladora posee dos tuberías internas, por una tubería se inyecta lodo bentonítico con el propósito de disminuir la fricción del cabezal de corte y facilitar la excavación y no crear polvo, y por la otra tubería extrae el terreno mezclado con el lodo bentonítico con dirección a la planta de separación.



Ilustración 16. Planta de separación de lodos.

Fuente: Ludwig Pfeiffer, 2017.

Cuando la microtuneladora va excavando el terreno, dicho terreno se debe evacuado y ser enviado a la planta de separación de sólidos por medio de un sistema de bombeo, va hacia la planta de separación compuesta con dos tolvas. Como su nombre lo indica separación, es porque el objetivo es de separar el lodo bentonítico y la tierra excavada por medio de un desarenador para así usar nuevamente el lodo bentonítico e ingresarlo al sistema de microtuneladora. Es un sistema que va recirculando el lodo y optimizar el material de lubricación. Para separar los residuos de la tierra producto de la excavación de la microtuneladora se recomienda usar un separador de hidrociclones ubicado sobre el decantador. Para que se realice dicha actividad es necesario que el pozo de salida sea lo suficiente grande para retirar el escudo del microtúnel en cada tramo de los pozos.

### 2.2.20.1. Condiciones de terreno para el uso de Microtuneladora

“La primera variable es la condición del terreno, específicamente la granulometría; basándose al porcentaje de gravas del suelo como factor limitante de cada metodología, la mayoría de los métodos funcionan en arenas poco gravosas y en arcillas blandas y duras” (Peña & Laloum, 2018). Aunque las arenas y rocas tienen un comportamiento que no es admisible en todos los métodos. Las gravas tienen una importante situación compleja que lo hace un problema que es la falta de cohesión, en este tipo de terreno todo lo que se introduce se va desplazando por causa de la falta de cohesión causando una desestabilidad en parte frontal donde se está trabajando y a su vez ocasiona problemas en la perforación, por lo que al mismo tiempo este tipo de suelo con falta de cohesión limita el uso de lodo bentonítico porque las partículas de grandes dimensiones por lo que no saldrían por la flotación.

Tabla 8. Orden de elegibilidad según el efecto en el suelo circundante

Cruces				Elegibilidad
<i>Auger boring</i>	<i>Pipe jacking</i>	PHD	<i>Pipe ramming</i>	PHD
<i>Auger boring</i>	<i>Pipe jacking</i>			<i>Pipe jacking</i>
<i>Auger boring</i>	<i>Pipe ramming</i>			<i>Pipe ramming</i>
Compactación de suelo	<i>Pipe ramming</i>			Compactación de suelo
Compactación de suelo	PHD			Compactación de suelo

Fuente: Peña & Laloum, 2018.

### 2.2.20.2. Tipos de cabezales de corte

El MTBM se puede adaptar a todo tipo de terrenos ya sean blandos o rocosos s aplicable en casi todo tipo de geología, especialmente en material no cohesivo, incluso roca dura. Aunque la técnica de microtúnel alcanza su máximo rendimiento y mejor funcionamiento en suelos cohesivos, estos cabezales estas en condiciones de trabajar bajo cualquier tipo de suelo.

Nombramos algunos de tipos de suelo que se pueden trabajar con la técnica de microtuneladora:

- Suelos cohesivos y no cohesivos
- En terreno seco y en terrenos con nivel freático
- En rocas duras y suelos blandos
- En suelos mixtos (duros y blandos) y también en rocas sueltas en tamaño moderado

Debido a la gran variedad de condiciones geológicas e hidrológicas que pueden presentarse cada cabezal de corte es diseñada de un modo único como por ejemplo para suelos blandos se colocan raspadores y palas, así mismo en suelos rocosos el cabezal de corte está compuesto con discos de corte estas pueden ser de discos simples dobles o triples.



*Ilustración 17.* Cabezal de corte para suelos blandos.  
Fuente: Bessac, 2020.



Ilustración 18. Cabezal de corte para suelos duros.  
Fuente: Bessac, 2020.



Ilustración 19. Cabezal de corte para suelos mixtos.  
Fuente: Bessac, 2020.

### 2.2.21 Orden de elegibilidad para la técnica MTBM

Para el sistema de la tecnología antes de comenzar con el proceso de microtuneladora es necesario construir un muro de contención al lado opuesto del pozo a la dirección de la perforación, por lo que tiene que ser lo suficientemente resistente a las fuerzas de empuje cuando comience el hincado de la tubería. Para construir este tipo de muros rígidos pueden tener algunas desventajas por obstaculizar la dimensión del pozo y porque genera más costos en la obra. “Las tecnologías de *auger boring* y *pipe ramming* requieren la construcción de un pozo, el cual debe tener un piso en concreto que tendrá la función de servir como soporte a los rieles donde se ubica todo el sistema” (Peña & Laloum, 2018).

Tabla 9. Orden de elegibilidad según el espacio de trabajo necesario.

Características del pozo de ataque	Orden de elegibilidad	Tecnología
No requiere	1	Perforación horizontal dirigida
Pozo pequeño	2	Métodos de compactación de suelo
Pozo excavado con piso en concreto	3	<i>Pipe ramming</i>
Pozo excavado con piso en concreto	4	<i>Auger boring</i>
Pozo excavado con construcción de muro de reacción	5	<i>Pipe jacking</i>

Fuente: Peña & Laloum, 2018.

### 2.2.22 Instalación general para construcción de Microtuneladoras

La zona de obra para la construcción de redes de saneamiento va a depender del diámetro de tubería que se requiera utilizar. Las instalaciones de microtuneladora son conformadas por los siguientes:

- Equipos de empuje
- La microtuneladora
- Planta de separación de sólidos y sistema de inyección de lodos o de lubricación
- Cabina de control (donde trabaja el operador que maneja la MTBM)
- Grúa pórtico para transportar las tuberías de hormigón
- Generador de energía
- Sistema de inyección de lodos o de lubricación



Ilustración 20. Instalación de general del proyecto de microtuneladora.

Fuente: Bessac, 2020.

### **2.2.22.1. Beneficios Técnicos de la MTBM**

El uso de la tecnología posee muchas ventajas técnicas entre ellas son:

- Zonas de obras reducidas
- Pozos de dimensiones reducidas
- Compatible con las condiciones geológicas
- Tramos de longitud larga y con curvas
- Fiabilidad de los equipos de la técnica
- Capacidad para trabajar por debajo del nivel freático
- Mínima compensación del suelo
- Altos rendimientos

### **2.2.22.2. Beneficios Ambientales de la MTBM**

- Se puede continuar los trabajos independientes de las condiciones climatológicas
- Reducción drástica de movimientos de tierra en obra
- Reducción del ruido y polvo

### **2.2.22.3. Beneficios socio-ambientales de las tecnologías sin zanjas**

Con todos los conceptos explicados anteriormente, las tecnologías sin zanjas como la MTBM son en la actualidad una de las tecnologías más innovadoras en el mundo, además de ser una técnica que menor impacto ambiental genera, es también una tecnología que cada vez va mejorando su funcionamiento y su factibilidad.

Esta tecnología innovadora para construcción de redes de saneamiento público se identifica como una técnica fundamental para evitar abrir zanjas en las calles. “Lo anterior no solo implica ventajas técnicas sin precedentes, sino también un potencial importante en la reducción de impacto ambiental y comunitario, que se evidencia con el patrocinio dado por la Institución de Ingenieros de la Salud Pública de Londres” (Duque, 2018).

En la actualidad las tecnologías sin abrir zanjas o pipe Jacking son ampliamente reconocidas a nivel mundial como una técnica de reducción en el medio ambiente, ya que además de tener un método que ayuda ecológicamente, posee varias ventajas técnicas que con una planificación y estudios más detallados se pueden reducir totalmente el impacto social en la comunidad. Así mismo los grandes beneficios ambientales y sociales que ofrece la tecnología MTBM son explicados mediante estudios de análisis de cada una de

las actividades en su aplicación. Según el autor Duque señaló que, se exponen lo más relevante y evidente tomando como referencias cada tipo de intervención sin zanja.

Con respecto a la tercera variable redes de saneamiento se trabajó con el libro Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento elaborado por la Comisión Nacional del Agua de México, edición publicada en el año 2019.

### **2.2.23 Redes de Saneamiento**

#### **2.2.23.1. Introducción al Alcantarillado Sanitario**

##### **Sistema de alcantarillado**

En la actualidad los sistemas de alcantarillado han sido grandemente aplicados en infraestructuras y estudiados para aplicabilidad. “Son sistemas con tubería de gran diámetro que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, y mantenimiento inadecuado” (Comisión Nacional del Agua, 2019). En la actualidad los procesos de sistemas de alcantarillado no convencionales han sido las propuestas principales de saneamiento a las comunidades de un nivel económico muy bajo, en donde este tipo de sistema necesita varios estudios a profundidad, parámetros y un buen diseño constructivo. Así mismo el impacto ambiental y social que genere en la población de los alrededores.



*Ilustración 21.* Relleno de sistema de saneamiento para aguas servidas.

Fuente: Comisión nacional del agua, 2019.

## **2.2.24 Clasificación de los sistemas de alcantarillado convencionales**

**Alcantarillado separado:** Es un sistema que consiste en separar las aguas negras o aguas residuales y las aguas que se producen por las lluvias.

**Alcantarillado sanitario:** Es un sistema cuyo objetivo es recoger solamente las aguas residuales y aguas industrializadas.

**Alcantarillado pluvial:** Es un sistema que recoge todas las aguas producidas por las lluvias a causa de la precipitación.

**Alcantarillado combinado:** este sistema recoge todas las aguas existentes como son las aguas residuales, aguas lluvias y aguas de las industrias.

### **2.2.24.1. Colectores e interceptores**

Se define como colectores a las tuberías de alcantarillado público que reciben las aguas residuales domésticas y también las aguas de lluvia para luego enviarlas a una planta de tratamiento y luego de que sea tratada se verterá a la superficie natural, en el caso más común los ríos para que pueda ser reutilizada y optimizar la economía. Así mismo es fundamental la instalación de colectores para un mejor saneamiento en el lugar a construir.

### **2.2.24.2. Emisores**

El emisor es un conducto que recoge todas las aguas residuales de un colector o varios interceptores, este emisor no posee ningún aporte de atarjeas en transcurso de su trayecto. La función del emisor es llevar todas las aguas residuales hacia la planta de tratamiento. Un emisor se lo conoce también al conducto que conduce las aguas que ya están tratadas de la planta de tratamiento al sistema de reúso. El escurrimiento deberá ser a gravedad, con excepción cuando se requiere el sistema de bombeo, esto es para:

1. Subir las aguas residuales a conducto alto o profundo. También cuando no es económico en su forma constructiva se continúa con las profundidades resultantes.
2. Llevar las aguas residuales a la planta de tratamiento a una estructura en particular tomando en cuenta las condiciones específicas que así lo requieran.
3. Transportar las aguas residuales de una cuenca a otra.



*Ilustración 22.* Emisores de una red de saneamiento.  
Fuente: grupo TDM, 2016.

### **2.2.25 Componentes de un sistema de alcantarillado**

Un sistema de alcantarillado se destaca por varios elementos que lo conforman como: las tuberías, conexiones y anillos. También otros accesorios como: pozos de visita, descargas domiciliarias, estructuras de caída entre otros. Para los sistemas a presión se usa lo que son las estaciones de bombeo para transportar las aguas residuales y enviarlas hacia la planta de tratamiento. La vida útil de los elementos que contienen un sistema de alcantarillado generalmente es de 50 años, aunque todos los accesorios y su instalación deben estar cumpliendo las normas vigentes de las especificaciones técnicas.

#### **Tubería**

La tubería de alcantarillado se compone de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión. Los parámetros de selección del material de la tubería de alcantarillado son: hermeticidad, resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad y flexibilidad de manejo, instalación, mantenimiento y reparación.

Estas tuberías para alcantarillado tienen varios tipos de fabricación como: concreto simple, concreto reforzado, de policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad, poliéster con fibra de vidrio y de acero.

## **Tubería de acero**

Las tuberías de acero son de bajo contenido de carbono y se conocen como tubería de acero negro se destaca como un material soldable y maleable, aunque tiene una desventaja por su baja resistencia a la corrosión por el contacto con el aire y la humedad, es una material que se oxida fácilmente y con el tiempo llega a destruirse. Por lo tanto se necesita una protección superficial que en este caso puede ser galvanizada.

## **Tubería de concreto reforzado**

Las tuberías de concreto reforzado tienen una sección circular, son alargados y elaborados con un concreto reforzado que contienen un sistema de juntas para formar una tubería continua con el objetivo de trasladar las aguas residuales y pluviales y así evitar las inundaciones.



*Ilustración 23.* Tuberías de concreto reforzado para una red de saneamiento.  
Fuente: Comisión Nacional del agua, 2019.

## **Tubería de policloruro de vinilo (PVC)**

Las tuberías de PVC son uno de los materiales más usados para la el sistema de saneamiento, también se emplean de determinadas redes domésticas como piscinas, casas, baños y fluidos en proceso. Las tuberías PVC de presión disponen de características mecánicas superiores a la evacuación.

Tabla 10. Diámetro nominal y espesores para distintas presiones.

Diámetro nominal exterior	Presiones nominales en kg/cm <sup>2</sup> *			
	4	6	10	15
Espesores de los tubos en milímetros				
10	—	—	—	1,0
12	—	—	—	1,0
16	—	—	—	1,2
20	—	—	—	1,5
25	—	—	1,5	1,9
32	—	—	1,8	2,4
40	—	1,8	2,0	3,0
50	—	1,8	2,4	3,7
63	1,8	1,9	3,0	4,7
75	1,8	2,2	3,6	5,6
90	1,8	2,7	4,3	6,7
110	2,2	3,2	5,3	8,2
125	2,5	3,7	6,0	9,3
140	2,8	4,1	6,7	10,4
160	3,2	4,7	7,7	11,9
180	3,6	5,3	8,6	13,4
200	4,0	5,9	9,6	14,8
225	4,5	6,6	10,8	16,8
250	4,9	7,3	11,9	18,5
280	5,5	8,2	13,4	20,8
315	6,2	9,2	15,0	23,4
355	7,0	10,4	16,9	26,3
400	7,9	11,7	19,1	29,7
450	8,8	13,1	21,5	33,4
500	9,8	14,6	23,9	37,1
560	11,0	16,3	26,7	41,5
630	12,4	18,4	30,0	46,7

Fuente: C.I.F.P. LEÓN, 2014.

### 2.2.25.1. Descarga domiciliaria

La descarga domiciliaria o más conocido por albañal es una tubería cuya función es desalojar todas las aguas servidas, viviendas y edificaciones a una atarjea. Generalmente el diámetro esta tubería son de 150 mm, esta medida es la más recomendable para este tipo de tubería albañal, así también el registro es recomendable que tenga 600mm aunque también esta medida puede ser variable de acuerdo a su función y las disposiciones locales. El albañal y la atarjea deben tener una conexión hermética con la tubería de interconexión con un pendiente del 1%. Si el diámetro del albañal es de 100 mm se considerara una pendiente mayor de 2% y la conexión del albañal y la atarjea será con un codo de 45 o también de 90 grados.

### 2.2.25.2. Pozos de visita

Los pozos de visita se caracterizan por ser una estructura que se construye sobre las tuberías, con el objetivo de tener acceso en la superficie de la calle. La función de estos pozos es la inspección, limpieza y la ventilación de las tuberías. De acuerdo al

diámetro interior de las tuberías de llegada de los pozos estos se clasifican en tuberías comunes y especiales.

“Los pozos de visita pueden ser construidos *"insitu"* o prefabricados, su elección depende de un análisis económico y en el caso de alcantarillado sanitario se debe asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión de la tubería” (Comisión Nacional del Agua, 2019).

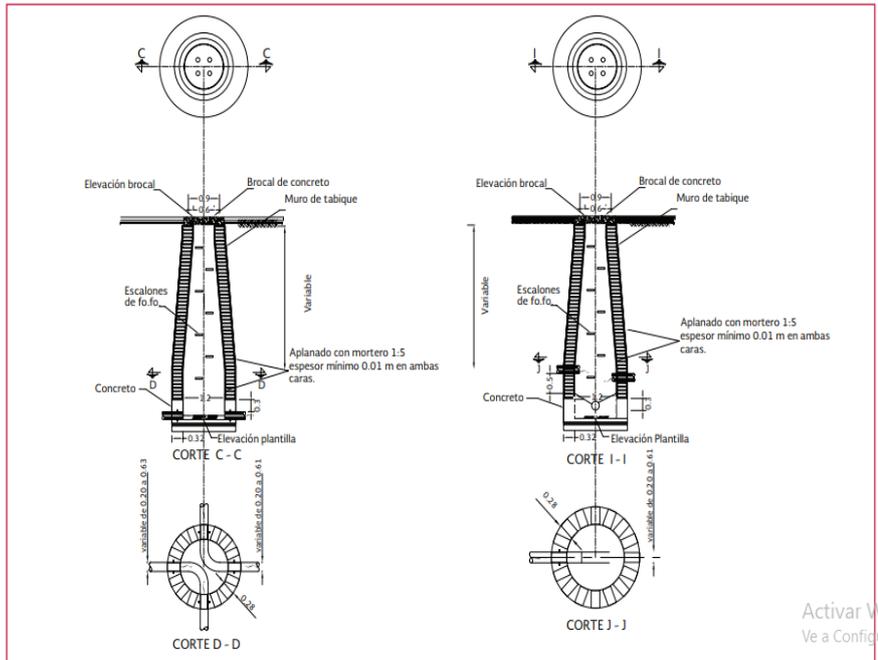


*Ilustración 24.* Pozo de visita red de alcantarillado sanitario.

Fuente: Comisión Nacional del Agua de México, 2019.

### **2.2.25.3. Pozos de visita contruidos en el lugar**

Cuando los pozos que se construyen en el lugar “in situ” generalmente se utilizan tabiques, mampostería de piedra y concreto reforzado. El espesor mínimo del tabique de concreto o ladrillo debe tener 28 centímetros de profundidad. “La base de los pozos de visita hechos en obra debe ser de concreto monolítico ( $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ ) armado con acero de refuerzo y con espesor mínimo de 15 cm hasta una altura mínima de 50cm sobre el lomo de los tubos incidentes” (Comisión Nacional del Agua, 2019). Para los pozos de visita se tiene que pulir y aplanar en su parte exterior e interior con cemento y arena, también se pueden agregar aditivos que ayuden a la estanqueidad y hermeticidad de los agentes contaminantes que atacan externamente.



*Ilustración 25.* Pozos de visita construidos en sitio  
 Fuente: Comisión Nacional del Agua de México, 2019.

### 2.2.26 Estaciones de bombeo

“Las estaciones de bombeo son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas residuales crudas o tratadas de un determinado punto a otro generalmente ubicado a una mayor elevación, para satisfacer ciertas necesidades” (Comisión Nacional del Agua, 2019). Las instalaciones civiles y electromecánicas básicas de una estación típica de bombeo son las siguientes:

- Subestación eléctrica
- Motor eléctrico
- Equipo de bombeo
- Cárcamo de bombeo
- Equipo de maniobras
- Controles eléctricos
- Arreglo de la descarga
- Caseta de vigilancia
- Patio de maniobras
- Arreglo de conjunto



*Ilustración 26.* Estación de bombeo la pradera.  
Fuente: Retema, 2020.

La subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que permiten las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.); tipo corriente alterna a corriente continua, o bien conservar dentro de ciertas características.

Los elementos que constituyen una subestación se clasifican en elementos principales secundarios. Elementos principales:

- Transformador
- Interruptor
- Cuchilla
- Apartarrayos
- Aisladores
- Capacitores
- Tableros
- Transformadores de instrumentos
- Red de tierras

#### **2.2.26.1. Equipo de bombeo**

El equipo de bombeo es uno de los componentes cuya función es de transportar el agua desde el cárcamo de bombeo hacia un lugar determinado donde se necesite. Generalmente para el manejo de aguas residuales se usan los siguientes equipos de bombeo:

- Bombas inatascables
- Bombas de flujo axial
- Bombas de flujo mixto

#### **2.2.26.2. Equipo de maniobras**

En las estaciones de bombeo se requieren ciertos equipos de maniobras. Existen en el mercado diferentes arreglos, capacidades y dimensiones de grúas. La grúa es un equipo estructurado, formado por un conjunto de mecanismos, cuya función es la elevación y el transporte de cargas, que, en plantas de bombeo o rebombeo, se usan en las siguientes modalidades:

- Elevación y transporte de carga a lo largo de una línea de trabajo
- Elevación y transporte de carga a través de una superficie de trabajo

Para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos de manipulación de equipos y accesorios, tales como bombas, motores, válvulas, columnas de succión, etc. y trasladarlos a un área de maniobras para enviarlos a reparación o mantenimiento y que cubren las dos modalidades descritas, en general se utilizan los siguientes tipos de grúas:

- Grúa viajera
- Grúa aporricada
- Sistema monocarril
- Grúa giratoria

#### **2.2.26.3. Datos necesarios para el diseño**

##### **Aportación de aguas residuales**

Es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. La cual se considera como un porcentaje entre el 70 y el 75 por ciento de la dotación de agua potable, en L/(hab d), considerando que el restante se consume antes de llegar a la red, aunque siempre es preferible hacer trabajo de campo sobre la medición de aguas residual es para ver el rango de dicho valor, aunque en la mayoría de los casos también se presentan infiltraciones al alcantarillado procedentes de mantos acuíferos, corrientes o de la misma red de agua potable que pueden hacer variar este factor. Al igual que en la determinación del consumo en agua potable, el cálculo de las aportaciones de las aguas residuales se realiza para las condiciones actual y futura de la localidad.

Tabla 11. Promedio consumo de agua potable por clima predominante.

Clima	Consumo L/(hab d)		
	Bajo	Medio	Alto
Cálido Húmedo	198	206	243
Cálido Subhúmedo	175	203	217
Seco o Muy Seco	184	191	202
Templado o Frío	140	142	145

Fuente: Comisión Nacional del Agua de México, 2019.

“El valor de la aportación se puede calcular multiplicando el dato de la dotación (Tabla 2.1) por 0.7 o 0.75, con lo que se obtiene el volumen por habitante por día, que se vierte a la red de alcantarillado” (Comisión Nacional del Agua, 2019). El gasto medio de aguas residuales se calcula con la Ecuación 2.1, en función de los habitantes servidos y la aportación determinada para cada zona en estudio. En zonas industriales y comerciales, el cálculo se hace con base en las demandas del desarrollo correspondiente, multiplicadas por el coeficiente de aportación (0.75) y transformadas a L/s.

### 2.2.27 Proyecto diseño-construcción línea de impulsión Pradera- esclusas con la aplicación de la Tecnología MTBM

La línea de impulsión pradera-esclusas básicamente nos dice que todas las aguas residuales de la parte sur de la ciudad están bombeadas hasta una estación de bombeo, entonces ellos recuperan todas las aguas servidas y para ser tratadas se necesita enviarlas a una planta de tratamiento, ya existía una planta de bombeo, pero se hizo otro proyecto para ampliar la planta para así trasladar con mayor cantidad las aguas residuales. Nosotros teníamos a cargo un tramo de aproximadamente 4 km para trasladar esas aguas residuales, lo que hemos propuesto a nivel de licitación es de utilizar la tecnología de microtuneladora que es eficiente y obviamente te permite no abrir a todo en cuanto a calles, el impacto con la gente es mínima, también tienes menos movimiento de tierra, el impacto ambiental es mucho menor.

Por eso hemos dividido el proyecto en varios tramos de microtunel. Para el proceso de microtuneladora se empieza construyendo un pozo de inicio donde se hincan un microtunel hasta el siguiente pozo de salida, entonces nosotros en el proyecto hemos hecho 5 pozos y una salida a zanja abierta directamente. La línea de impulsión que realizamos fue con un diámetro de 1.90 metros interno y 2.40 metros exterior con tubos de hincan de 3 metros de longitud que hincamos poco a poco.



*Ilustración 27.* Microtuneladora usada para la perforación de la línea de impulsión pradera-esclusas.

Fuente: Bessac, 2021.

### **2.2.27.1 Rendimiento de la microtuneladora**

Se avanzaba 6 tubos por turno o 12 tubos diarios, aunque hubo días que se avanzaban menos otros días que se avanzaban mas pero el promedio esta entre los 6 tubos diarios, es decir unos 18 metros diarios, hubo ocasiones en que se hincaban dos tubos por turno por lo que el terreno no era igual en todo el camino, es decir el rendimiento de la microtuneladora no era igual. Por ejemplo hubieron tramos como en el 1-3 el rendimiento fue buenísimo porque el terreno lo permitía pero en tramo 4-5 hubieron días en el que el tramo no hubo buen rendimiento por lo que el terreno estaba malo y había que excavar muy lento.

### **2.2.27.2 Proceso de la microtuneladora**

#### **Pozos**

Hemos utilizado una maquina herrenknecht que son los líderes mundiales de estas máquinas de Microtuneladoras. Lo primero que debes hacer es un pozo de inicio y la profundidad, la geometría, el tipo de suelo donde se hará el pozo, va a depender al tipo del proyecto que se va a ejecutar. Por ejemplo hay pozos que se usan estacas por el motivo de que ciertos pozos son solo provisionales y se los rellena nuevamente de ahí simplemente se retiran las estacas, por lo tanto las dimensiones del pozo dependen de la máquinas que se vaya a utilizar.

### **Muros de contención**

Para la construcción de muros para sostener la presión del proceso de hincado va a depender del tipo de máquina, del tipo de terreno, depende de la profundidad, porque mientras más profundo sea el pozo más peso se tendrá atrás del muro, así también por el tipo de maquina a utilizar se implementara un banco de empuje que va a ser sostenido por el muro.

### **Microtuneladora**

Una vez construido el pozo y el muro se procede a la excavar con la maquina microtuneladora en el primer tramo con la rueda de corte donde dentro de la maquina se encuentran todos los motores y reductores. Dentro de la microtuneladora también se encuentra un *hidropad* como un bloque hidrolico, no se utiliza un motor eléctrico en la parte de adentro. En la microtuneladora hay una cámara de presión donde un operador puede entrar si se necesita retirar agua o cambiar los discos de corte, dependiendo del terreno si es abrasivo, duro o si son tramos largos regularmente se cambia varias veces los discos por su desgaste, aunque en el proyecto que hicimos aquí no hubo necesidad de cambiar los discos porque aquí en Guayaquil el suelo es blando y se encontró suelo arcillosos y arenoso. Por ejemplo en otros proyectos los discos se cambiaban cada 15 metros porque el suelo era duro y muy abrasivo aunque es muy importante verificar el estado de los discos de corte porque hay momentos en que la maquina no avanza.

### **Grúa**

Se necesita también un puente grúa o una grúa para poder movilizar las tuberías al pozo.

### **Estación de empuje**

Se necesita la estación de empuje para poder mover la maquina microtuneladora y los tubos.

### **Tubos hinca**

Los tubos de hinca los puedes comprar, o cuando son grandes proyectos las puedes hacer si tú tienes la capacidad de hacerlo y la experiencia que nosotros si la tenemos, no hay nada especial en ellos son tubos con una alma de acero dentro del tubo para poder soldarla y tener un tubo a presión porque el concreto es muy bueno a compresión pero se necesita colocar el acero que soporte la tracción.

## **2.3 Marco Conceptual**

### **Ambiente**

Se comprende al ambiente como un sistema universal formado por los elementos naturales y sociales, a su vez formados por elementos biofísicos, en su interacción con la humanidad, a su vez incluida sus relaciones que existen en la parte sociocultural y socioeconómica en un lugar y tiempo determinado.

### **Impacto ambiental**

Se entiende por impacto ambiental a la alteración de la línea de base en el entorno, ya sea como consecuencia de las actividades humanas como proyectos civiles públicos o privados y también por la propia naturaleza, así mismo esta alteración a la naturaleza puede ser positivo, negativo, directo e indirecto.

### **Biodegradable**

Cuando un material o sustancia tiene la capacidad de descomponerse por una acción biológica, en donde el tiempo y las acciones químicas son favorables al medio ambiente, es decir transforma su estructura por el propio efecto de la naturaleza manteniendo así la conservación y las buenas prácticas del medio ambiente.

### **Componente abiótico**

Se entiende por componente abiótico a toda lo que no tiene vida es decir, la composición física y química de la naturaleza como son el agua, la tierra, el viento, los minerales, las rocas, los microorganismos, la luz solar entre otros. Estos factores permiten determinar las condiciones en las que viven los seres vivos.

### **Componente biótico**

Se entiende por componente biótico a todos los factores que vienen dado a través de los seres vivos como plantas, animales y bacterias, e inclusive el hombre, en donde un factor biótico puede afectar y transformar un ecosistema, es decir cuando hablamos de factor biótico se refiere a la flora y fauna del ecosistema.

### **Residuos**

Son materiales o desechos producidos por el hombre en sus actividades cotidianas, es decir todo lo que ya no sirve o no funciona para el hombre. Estos residuos pueden ser sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos, así mismo los residuos pueden ser peligrosos y no peligrosos, de igual manera estos pueden ser reciclados y reutilizados por el hombre.

### **Conservación**

Se refiere a las acciones y el buen manejo de los recursos naturales que comprende mantener las propiedades naturales del ecosistema en un mayor tiempo posible, esto se realiza mediante estrategias, planificaciones, hábitos y buenas practicas que afirmen el rendimiento sustentable y de los recursos renovables.

### **Comunidad**

Es un grupo de personas que residen en un mismo lugar determinado, esta puede ser urbano o rural que comparten los mismos intereses, culturas, tradiciones y hábitos con el fin de conseguir una meta en común.

### **Microtunel**

Es una maquina mecánica especializada para obras subterráneas que permite excavar por debajo de todo tipo de terreno, con el fin de comunicar dos sitios determinados. Esta posee diámetros menores a 3.5 m y con la particularidad de que no se necesita operadores dentro de la máquina, por lo cual se puede controlar de forma remota.

### **Perforaciones**

Es una actividad constructiva de realizar un agujero determinado en el terreno de gran profundidad con el fin saber las condiciones geotecnias del mismo. Es un proceso fundamental de estudio de suelos, con el fin de saber su resistencia y sus características.

### **Sistema de inyección de lodos**

Es fluido comúnmente utilizado para realizar perforaciones debajo del terreno, el fluido generalmente tiene una mezcla de arcilla y agua potable, además de ciertos químicos que se aplican para una lubricación más efectiva. Generalmente es utilizado para sostener las paredes de los pozos y obtener un equilibrio más resistente.

### **Pozos o lumbreras**

Es una excavación en forma vertical a cierta profundidad y diámetro, sirve para la construcción de conducciones de agua, cimentaciones entre otros, de igual manera estos pozos de los puede realizar por diferentes métodos y formas dependiendo el tipo de obra que se requiera en el proyecto de construcción.

### **Generador de Energía**

Es una máquina que tiene la capacidad de convertir la energía mecánica en energía eléctrica, esta energía lo hace de manera constante y generalmente son usadas en grandes industrias o constructoras para grandes proyectos que requieren abastecimiento de grandes cantidades de energía.

### **Desarenador**

También llamado control de sólidos es utilizado para separar el lodo de bentonita y el agua con el objetivo de ser reutilizado, también permite la separación de arenas y limos. Estos equipos son muy eficaces para optimizar recursos en obras de gran envergadura (obras subterráneas y tunelaciones).

### **Cabina de control**

Lugar que está formado por varios monitores donde se manipula la microtuneladora y es direccionada por un operador con una gran experiencia en el manejo, y es guiada mediante un sistema laser con target en el interior de la microtuneladora y por medio de un sistema topográfico o un hidronivel.

### **Redes de saneamiento**

Es un sistema que consiste en recoger las aguas residuales contaminadas o aguas pluviales y llevarlas afuera de los núcleos urbanos o hacia las plantas de tratamiento con

el fin de no generar peligro en la salud humana y reducir su nivel de contaminación en las comunidades.

### **Aguas residuales**

También conocido como aguas negras son aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Son residuales porque habiendo sido usada el agua constituyen un residuo algo que no sirve para el usuario directo. Estas aguas son conducidas por el alcantarillado e incluyen las aguas de lluvia.

### **Aguas pluviales**

Son aguas que provienen de las lluvias que generalmente vienen por la precipitación natural en áreas urbanas, estas no son absorbidas por el suelo por lo que quedan estancadas en las calles urbanas o en otras superficies. Estas aguas pueden ser drenadas hasta las alcantarillas para evitar inundaciones.

### **Tuberías**

Es un sistema o conjunto de tubos con el objetivo de transportar líquidos, fluidos, o gases, estos tubos se pueden elaborar de varios tipos de materiales, generalmente son de plástico PVC, hormigón reforzado y tuberías acero inoxidable. Aunque también sirven para el transporte de materiales.

### **Sistema de Bombeo**

Es un sistema que se utiliza para extraer agua y darle presión muy elevada, para ser impulsadas a una determinada superficie por medio de tuberías. Existen diferentes tipos de bombas que pueden impulsar diferentes tipos de fluidos.

## **2.4 Marco Legal**

### **2.4.1 Constitución de la República Del Ecuador 2008**

#### **Sección Segunda. Ambiente sano**

Según en el artículo (14 y 15) respectivamente nos habla de que toda comunidad, ciudad o población tiene el derecho de vivir en un entorno ambiental sano, que garantice el buen vivir del ser humano. Es un derecho en el servicio público la conservación de la naturaleza y preservar el medio ambiente dando valor el patrimonio que cultural y

ambiental del país, evitando así el daño al medio ambiente y dando alternativas para evitar el daño a la naturaleza. El sector público y sector privado tienen la obligación de pedir al estado recursos tecnológicos que ayuden al medio ambiente, para ser aplicadas en el país y que generen alternativas que no contaminen, que puedan mitigar el impacto ambiental y que no afecte el recurso del agua.

## **Título VII Régimen del Buen Vivir**

### **Sección novena. Gestión del riesgo**

De acuerdo en la sesión de riegos en el artículo (389) de la constitución nos dice que el país cuidara de su patrimonio natural frente a los efectos dañinos originales de la naturaleza por medio de un protocolo de prevención de riesgos, reducción de los desastres, circunstancias sociales, ambientales y económicas, con el propósito de reducir el estado de vulnerabilidad. Todas las instituciones públicas y privadas deben contar con las unidades de gestión de riesgos tanto regional como nacional. Lo cual tendrán funciones principales las cuales son:

- Conocer los riegos actuales tanto interno como externos que puedan afectar al Ecuador.
- Verificar que las instituciones públicas y privadas cuenten de forma obligatoria la gestión de riesgos planificada correctamente.
- Fortalecer y capacitar a la comunidad en todas las instituciones del estado para que identifiquen los riegos en todos los ámbitos y puedan aplicar protocolos que ayuden reducirlos.
- Realizar una planificación para reducir las vulnerabilidades y así tomar acciones para prevenirlas.

## **Capítulo segundo biodiversidad y recursos naturales**

### **Sección primera Naturaleza y ambiente**

En el artículo (395) de la sesión primera de la naturaleza y el ambiente habla sobre los principios del medio ambiente las cuales son las siguientes:

- El país debe garantizar una planificación que sustente del desarrollo equilibrado del medio ambiente respetando la diversidad cultural que ayude la biodiversidad y la regeneración de la naturaleza y proteja las generaciones presentes y futuras.

- La gestión ambiental será aplicada de manera obligatoria por parte del estado, personas naturales, jurídicas en todo el país.
- El país garantizará que la participación de las comunidades y pueblos que sean afectados por daños ambientales de forma activa y permanente, y realizando una planificación de control ambiental y ejecutando actividades para reducir los impactos ambientales.

Según el artículo (397) de la constitución de la república nos dice que en caso de daños ambientales el país deberá actuar de manera rápida y subsidiaria para así garantizar la salud del pueblo y la restauración del medio ambiente. También las servidoras o servidores serán responsables del control ambiental para garantizar el derecho de vivir en un medio ambiente sano.

#### **Sección cuarta. Recursos naturales**

En el artículo (408) de la sesión de los recursos naturales nos dice que todos los recursos no renovables son propiedades imprescriptible del estado, ya sea que todo tipo de mineral y toda sustancia de la naturaleza que se encuentren en lugares como aguas, mares o zonas marítimas, y que todo el patrimonio del país solo podrán ser usados bajo un estricto protocolo de planificación para no que no sean afectados estos recursos y proteger el medio ambiente.

#### **Sección quinta. Suelo**

En el artículo (409) en el recurso suelo no dice que el cuidado del mismo es una prioridad de toda la población y del país. Se aplicaran normas prácticas para su cuidado para evitar su degradación, así mismo cualquier otra actividad que provoque su contaminación como erosión y desertificación. También se establecerá proyectos de reforestación y vegetación en áreas que estén afectadas y que eviten malas prácticas que dañen estos recursos valiosos para el país.

#### **Sección sexta. Agua**

En el artículo (411) de la constitución nos dice que el recurso agua es una prioridad su conservación, protección y recuperación por parte del estado, y toda actividad que tenga que ver el ciclo hidrológico. Toda actividad que afecte el recurso agua deberá ser

regularizada de manera que mantenga sus propiedades naturales, su calidad, su cantidad para darle vida al ecosistema, y en especial en zonas que requieran este recurso.

### **Sección séptima. Biosfera, ecología urbana y energías alternativas**

Según los artículos (413 y 414) de la constitución se refiere a que el estado incentivara el desarrollo y la practicas de las tecnologías limpias que sean eficientes tanto de energías renovables y proporcione un bajo impacto ambiental, a la vez que se sea un riesgo para los recursos naturales como el agua, la vegetación y los bosques entre otros. Así mismo el país tomara medidas para reducir el cambio climático por medio de bajar medidas de contaminación en el aire como gases nocivos, así también como la deforestación, a la vez tomar medidas para proteger a la población ante cualquier riesgo en el medio que nos rodean.

### **Sección quinta. Educación**

Según la constitución de la república del Ecuador, en los artículos (26 y 27) dice que toda persona tiene derecho a la educación y un deber obligatorio por parte del estado, es una prioridad política que tiene como propósito garantizar la inversión en la educación estatal. Toda persona natural o jurídica tiene el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo para el buen vivir de la sociedad. De la misma forma la educación deberá garantizar un desarrollo al ambiente y ser democrático, a la vez la educación será obligatoria sin excepción de raza, cultura, genero, etc. De la misma forma se iniciara el desarrollo de artes, la cultura del país, y ayuda comunitaria para crear capacidades para que puedan trabajar. La educación es indispensable para el desarrollo de la población y del país para así mejorar las futuras generaciones y dar oportunidades de desarrollo a los más necesitados.

## **2.4.3 Ley Orgánica de Educación Superior**

### **Capítulo 2 Fines de la Educación Superior**

Según ley orgánica de educación superior En los artículos (3 y 4) dice que la educación superior es un derecho público, social y cultural, se debe aplicar la igualdad de oportunidades por medio de méritos pertinentes, con el objetivo de ingresar a una formación académica y profesional para adquirir conocimiento y llegar a la excelencia académica. La educación superior es un derecho indispensable para el buen vivir y el

desarrollo del país que motiva a la interculturalidad hacia la convivencia con la naturaleza.

## **Capítulo 2 de la garantía de la igualdad de oportunidades**

Según los artículos (87 y 88) de la ley orgánica de educación superior dice que como requerimiento para la obtener el título universitario cada estudiante deberá realizar servicios a la comunidad como parte del proceso educativo por medio de prácticas pre-profesionales o pasantías, estas actividades deber ser monitoreadas siguiendo las normas de la institución. Estas actividades pueden ser realizadas en empresas públicas o privadas o con personas profesionales que trabajen de forma independiente y cuente con un ruc. Los servicios a la comunidad deberán ser realizadas a sectores rurales o zonas de bajos recursos del país si las condiciones lo permitan.

## **Capítulo 2. De la Tipología De Instituciones, y Régimen Académico**

### **Sección Primera de la formación y tipos de instituciones**

En los artículos (118 y 122) habla sobre los niveles de educación superior como la nombrada a continuación: tercer nivel, una formación básica de capacitación para ejercer una profesional específica, como correspondientes a los niveles de grados académicos de títulos profesionales como politécnicos, licenciados entre otros.

Así mismo para la entrega de títulos profesionales de tercer nivel todas las instituciones de educación superior otorgarán títulos profesionales y de grado correspondiente a los artículos precedentes, así también los títulos universitarios serán entregados en el idioma nativo del país.

### **Sección segunda. Régimen académico**

Según en la sección del régimen académico en los artículos (124 y 125) nos dice sobre la formación de valores y derechos de las instituciones lo cual es una responsabilidad proporcionar a los egresados de cualquier especialidad los valores y el conocimiento de sus deberes y derechos que tiene como ciudadanos, a la vez la realidad económica, social, ecológica, y cultural del país, así también se incentivara para aprender un idioma extranjero y por consiguiente recurso de manejo de herramientas informáticas.

Por otra parte las instituciones de educación superior deberán incluir en sus programas académicos curso de vinculación a la sociedad guiados por los propios docentes de las institución y dicha actividad será de manera obligatoria para dar apoyo a la población de bajos recursos de manera gratuita.

El artículo (142) dice que toda institución de educación superior tanto públicas o privadas deberá incluir un programa para dar seguimiento a los estudiantes recién graduados y dichos resultados serán remitidos al consejo de evaluación y aseguramiento de la calidad de la educación superior.

En el artículo (144) habla sobre las tesis digitalizadas, que toda institución de educación superior tiene como requerimiento otorgar las tesis que sean realizadas para la obtención de títulos universitarios tanto de tercer nivel como de posgrado en un formato digital, con el fin de ser integradas al sistema nacional del información de educación superior del país, para darlo a conocer públicamente respetando su derechos de autor.

#### **2.4.4 Reglamento de Titulación ULVR Año 2019**

##### **Capítulo III Trabajo De Titulación**

En los artículos (12 y 13) del reglamento de titulación de la universidad Laica Vicente Roca fuerte nos menciona que para lograr el título académico de tercer nivel, es obligatorio completar todos los programas académicos ofrecidos por la institución para comenzar a realizar el trabajo de titulación, como lo dice el reglamento de educación superior. El trabajo de investigación de titulación es el resultado de todo lo aprendido en que el estudiante deberá demostrar todas sus habilidades y conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera, en donde al finalizar la evaluación será registrada cuando se haya completado todas actividades de la institución.

##### **Capítulo VI Trabajo De Titulación Proyecto De Investigación**

Según el reglamento de la universidad laica Vicente Roca fuerte en el artículo (25) nos dice que la estructura para el elaborar el trabajo de titulación consta de 3 talleres correspondientes los cuales son detallados a continuación: el primer taller corresponde al diseño del plan de trabajo de titulación la cual consta de diez sesiones presenciales con una hora cada una, en donde no se extenderá más de una semana, el desarrollo se realizado por un profesor asignado por la institución teniendo como objetivo dar seguimiento al

estudiante para que se le pueda aprobar el plan de trabajo de titulación. Finalmente el plan de trabajo de titulación deberá ser presentado al consejo directivo de la institución.

Para el segundo taller se debe realizar el desarrollo de trabajo de titulación que consta de veinte sesiones, en donde 200 horas serán autónomas, el tutor asignado deberá trabajar junto con el estudiante sobre el desarrollo del taller, teniendo en cuenta que el estudiante deberá trabajar sobre el análisis del problema a investigar y recolección de datos para su investigación.

Para concluir en el tercer taller se debe realizar el procesamiento y presentación del trabajo de titulación y constara de 20 sesiones de las cuales se tendrá 200 horas autónomas el tutor asignado trabajara con el estudiante sobre las metodologías e instrumentos a aplicar y al final se deberá presentar el trabajo de titulación. La asistencia a estas sesiones serán obligatoria y el no cumplimiento de la misma el estudiante perderá la unidad de titulación.

Según el artículo (27 y 29) del reglamento de la universidad laica Vicente Rocafuerte nos menciona que al terminar el taller uno del plan de titulación deberá ser entregada al secretaria de la facultad en lapso de cinco días en tamaño A4 en especie valorada dirigida al decano de la facultad. Así también el profesor tutor deberá poseer todos los conocimientos y la experiencia relacionada al tema del plan de trabajo de titulación para que así pueda encaminar al estudiante, capacitarlo y ayudarlo con todas las normas APA y los demás reglamentos establecidos por la universidad con el fin de garantizar la honestidad del trabajo de investigación hecha por el estudiante.

Según lo mencionado en el artículo (37) nos dice que terminado el trabajo de titulación el tutor asignado deberá enviar el informe final a la secretaria de la facultad, lo cual deberá constar con lo siguiente: nivel de correlación entre el trabajo de titulación y el tema escogido, verificación de los autores y fuentes del marco teórico, temas de ortografía, redacción, puntuación conforme lo dice en las normas vigentes, la calificación final del estudiante y su justificación realizada por el anti plagio y finalmente el artículo científico referente al tema de tesis del estudiante.

En el artículo (42) del reglamento de titulación nos menciona que una vez finalizado y aprobado el trabajo de titulación, el estudiante deberá pedir una fecha y hora para la sustentación del trabajo de titulación dirigida al decano de la facultad, mediante

una especie valorada y enviarla a la secretaria, así mismo deberá entregar el artículo académico en una revista indexada del trabajo de titulación.

#### **2.4.5 Código Orgánico Del Ambiente**

##### **Título II De los Derechos, deberes y Principios Ambientales**

Según en los artículos (4 y 5) del código orgánico del ambiente dice que se originará todos los derechos concernientes al ecosistema, comunidades, pueblos a vivir en un medio ambiente sano que sea equilibrado como está establecido en la constitución. Vivir en un ambiente ecológico sano y equilibrado se refiere a: el manejo de los recursos naturales y la preservación del patrimonio cultural, la preservación de los recursos hídricos del país, la conservación del suelo que evite todo tipo de erosión y degradación de la misma, controlar y mitigar los daños ambientales, la evaluación de impacto ambiental de todo proyecto de construcción, aplicación de tecnologías innovadoras que sean sanas al medio ambiente y reduzcan el impacto ambiental, la participación de la comunidad en las actividades que produzcan algún impacto ambiental negativo, la aplicación de políticas y normas del medio ambiente y finalmente realizar programas, planificaciones y actividades que reduzcan el daño ambiental, social, económico frente a los cambios climáticos que se presenten.

Según los artículos (6 y 7) nos dice sobre los deberes y derechos del estado y la naturaleza, lo cual serán reconocidos por la constitución de la república del Ecuador. Así mismo los deberes por parte del estado y las personas son de interés de carácter público por lo cual se deberá llevar a cabo algunos deberes nombrados a continuación: respetar el ecosistema que nos rodea y usar nuestros recursos naturales de manera consiente, proteger y preservar el patrimonio cultural del país, fortalecer las planificacion de medidas para reducir los daños ambientales causados por los cambios climáticos y finalmente comunicar o informar alguna actividad que perjudique o produzca algún impacto al medio ambiente.

##### **Título III Régimen De Responsabilidad Ambiental**

En el artículo (10) de la ley orgánica nos dice que la responsabilidad ambiental pertenece a toda persona natural y jurídica, y tendrán la obligación de responder sobre algún daño ambiental que sea causado por dicha persona conforme a lo establecido con las normas ambientales establecidos en este código.

En el artículo (18) nos dice que la participación ciudadana debe formar parte de la gestión ambiental, lo cual se los integrara de acuerdo a lo establecido a la constitución como: consejos locales para dar seguimiento a las actividades que puedan afectar al medio ambiente.

### **Título I de la conservación de la biodiversidad**

Según el capítulo (31) de la conservación de biodiversidad deberá será realizada en sitio o ex situ, dependiendo las características de las actividades, el nivel ecológico, el nivel de amenaza contra alguna especie para, evitar algún daño que perjudique el patrimonio ecológico del país

### **Capítulo II del Sistema nacional de áreas protegidas**

Según el artículo (53) dice que toda obra o proyecto sean en zonas de áreas protegidas deberá ser evaluada por la autoridad ambiental nacional y ser aprobada por el sistema nacional de áreas protegidas, será aprobada siempre que se cumpla las normas ambientales y planes para que afectar la funcionalidad de las áreas protegidas y se deberá contrariar alguna restricción establecidas por este código.

### **Título II. Sistema único de manejo ambiental**

#### **Capítulo I del Régimen institucional**

Según los artículos (160 y 161) dice que el sistema único de manejo ambiental establecerá los principios, procedimientos, mecanismos y normas para prevenir, mitigar y controlar la contaminación del medio ambiente. Para los criterios y normas técnicas la autoridad ambiental deberán ser actualizas para un mejor análisis de la calidad ambiental como los factores bióticos y abióticos, así mismo deberá ser coordinado por las autoridades correspondientes.

#### **Capítulo V. Calidad de los componentes abióticos y estado de los componentes bióticos**

Según los artículos (190 y 191) de ley orgánica del ambiente dice que todas las actividades que generen impactos ambientales negativos serán los responsables por la preservación del ecosistema y sus componentes bióticos y abióticos, de forma que estas actividades no afecten a la comunidad en algún proceso de mejora en el futuro. Así mismo

se realizarán acciones de monitoreo sobre la calidad del suelo, aire y agua, dicho monitoreo debe ser coordinado con las autoridades ambientales del país, así también fomentaran a la actualización de información para identificar con exactitud con el fin de establecer sus causas y efectos, y así crear alternativas para reducir los impactos ambientales.

En los artículos (192 y 193) nos dice que toda obra de construcción civil deberán guardar armonía en especial en lugares de sector público, con el objetivo de reducir los impactos visuales o impactos de paisaje. Para las evaluaciones de calidad de aire la autoridad ambiental tendrá evaluaciones adicionales de acuerdo con las normas estipuladas, sobre cualquier actividad que genere o emita malos olores o alguna contaminación de carácter atmosférico que sea peligroso. La norma ambiental deberá establecer mecanismos y técnicas para reducir e inclusive eliminar las emisiones de olores o algunas contaminaciones que afecte al aire.

Según el artículo (194) nos dice que se realizarán normas técnicas para el control de ruido según el estipulado en la de este código, eso se hará en coordinación con la autoridad ambiental y la autoridad nacional de salud, se implementaran procedimientos para distinguir los niveles de ruido y vibraciones en el medio ambiente, así mismo se tomaran medidas de prevención y control de ruidos y vibraciones en las edificaciones. Se deberá informar todo relacionado con la contaminación acústica y se realizarán con los planes de ordenamiento territorial.

Según el artículo (196) de la ley orgánica dice que el gobierno o municipio deberán contar con infraestructuras técnicas para la establecer sistemas de redes de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales sean rurales como urbanas siempre y cuando no afecten la salud de la población. Las aguas residuales deberán ser llevadas a un sistema de alcantarillado y el tratamiento deberá implementarse de tal manera que no afecte el suelo o la vida silvestre. Este tipo de obra deberá ser analizada y previamente aprobada por las autoridades pertinentes.

Según el artículo (197) toda actividad que perjudique la calidad de suelo o que provoque erosión deberá ser regulada, inclusive en ciertos casos deberá ser restringida. El medio ambiente deberá ser una prioridad en su conservación principalmente en zonas como recursos hídricos y zonas altas, entre otros que determinen las autoridades ambientales.

## **Título V. Gestión integral de residuos y desechos**

En los artículos (226 y 227) de la ley orgánica del ambiente menciona que la gestión de los residuos y desechos será de la siguiente orden de prioridad: como primera prioridad es la prevención, como segunda prioridad es la minimización de la generación en la fuente, como tercera prioridad es de aprovechamiento y valorización, como cuarta prioridad la eliminación y finalmente la disposición final de los residuos. Se tomara en cuenta como disposición final aquellos residuos que no se puedan tratar o eliminar por condiciones ambientales. Así mismo toda persona que participe en la gestión de residuos deberá cumplir todas las normas técnicas establecidas, por otra parte se prohíbe la importación de algún tipo de residuos que afecten al patrimonio del país.

### **Capítulo II. Gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos**

Según los artículos (228 y 229) de la ley orgánica de ambiente dice que la gestión de los residuos solios no peligrosos deberá estar alineada con la política dictada por la autoridad ambiental nacional. La gestión de los residuos sólidos no peligrosos ayudara a evitar daños ambientales así como la salud de la población, esta gestión estarán determinadas por las autoridades ambientales nacionales.

En el artículo (232) de la ley orgánica menciona que las autoridades nacionales o los gobiernos promoverán al reciclaje, creando capacitaciones y fortaleciendo a los recicladores en el país, además las autoridades deberán realizar estrategias de reciclaje para el desarrollo de carácter social y económico. Se deberá apoyar a la asociación de recicladores para impulsar el desarrollo ecológico y mejorar la economía popular.

## **2.4.6 Texto Unificado de Legislación Secundaria Del Medio Ambiente**

### **Capítulo I de las Áreas naturales**

Según el artículo (168) de la legislación secundaria del medio ambiente nos dice que el manejo de áreas naturales de flora y fauna tiene como objetivos básicos los nombrados a continuación: comprometerse a conservación de los recursos renovables conforme a los intereses sociales y económicos del país; preservar la flora, fauna, paisajes y reliquias históricas del país; proteger nuestro patrimonio cultural así como comunidades que estén en peligro de extinción; dar oportunidades a que las personas se familiaricen

con la naturaleza y finalmente preservar la vida silvestres para el beneficio de la comunidad.

#### **Capítulo IV de los estudios ambientales**

Según los artículos (27 y 28) del texto de unificado de la legislación secundaria del medio ambiente nos dice que los estudios de impacto ambiental tiene como objetivo garantizar una mejor predicción y análisis de los impactos ambientales de las obras o proyectos realizados, el estudio de impacto ambiental deberá ser realizado de manera que cumpla las normas técnicas y acorde a las normativas ambientales vigentes. Así mismo la evaluación de los impactos ambientales permitirá evaluar, describir e identificar los posibles impactos potenciales de una obra o proyecto dado, as también al evaluar los impactos se determinara medidas de prevención para controlar, reducir los impactos negativos de un proyecto. A continuación se observa las variables para una evaluación de impacto ambiental las cuales son: físico (aire, agua, suelo y clima), biótico (flora, fauna y hábitat), y socio cultural (organizaciones de la comunidad).

En el artículo (29) nos menciona que los estudios ambientales de los proyectos en a ejecutar serán de responsabilidad del regulado, de acuerdo a las normas ambientales correspondientes, donde se responsabilizara de la originalidad y eficiencia del contenido realizado. Los estudios ambientales deberán ser elaborados por consultores calificados, en donde evaluaran las capacidades técnicas y la ética profesional de dichos estudios.

Según el artículo (31) del texto de legislación secundaria del medio ambiente dice que todo proyecto que requieran licencias ambientales, deberán ser mencionados con anticipación y en forma detallada, para su respectiva evaluación y predicción de los impactos ambientales negativos o reales. La evaluación ambiental de una obra civil se deberá enfatizar el componente ambiental, social y económico, con esta evaluación se obtendrá información que permita alternativas viables y un mejor análisis más factible, no se considerara como alternativa la no ejecución del proyecto u obra civil.

Según los artículos (34 y 35) del texto unificado de legislación secundaria del ambiente nos menciona sobres los estudios de impacto ambiental ex ante y ex post, es decir son estudios técnicos proporcionan predicciones, y permiten identificar, regularizar aspectos ambientales en una obra con el fin de mejorar y aplicar dichos estudios para evitar, y reducir algún daño al medio ambiente.

## **Capítulo V de la participación social**

Según el artículo (44) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente menciona que las autoridades ambientales deberá informar a la comunidad sobre las actividades del proyecto, y también se deberá mencionar sobre los posibles impactos sociales-ambientales y las alternativas que se deberán implementar, con el fin de recoger opiniones de la población y llegar a acuerdo para no generar inconvenientes al momento de la ejecución del proyecto, se deberá enfatizar a los estudios ambientales que sean técnica y económicamente viables. Ese proceso de participación con la comunidad es de carácter obligatorio para todo inicio de proyecto y obra civil.

Según el artículo (45) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente menciona para la aplicación de los mecanismos de participación social se deberá actuar de acuerdo a las indicaciones establecidas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional. Estos mecanismos de participación social se definirán de acuerdo al nivel impacto social y ambiental que genere el proyecto, así también el nivel de conflictos que pueda ocasionar la obra.

Según el artículo (46) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente menciona que la participación social será realizada durante el estudio ambiental del proyecto, de acuerdo a lo establecido con las normas ambientales, esto será de manera obligatoria por la Autoridad Ambiental con la coordinación del encargado del proyecto, enfocando y analizando las particularidades del caso.

## **Capítulo VI gestión integral de residuos sólidos no peligrosos, y desechos peligrosos y/o especiales**

### **Parágrafo VII del tratamiento**

Según el artículo (74) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente menciona que las empresas y municipalidades tienen como responsabilidad dar un correcto tratamiento de los residuos sólidos no peligrosos, con el fin de darles reutilización a dichos residuos y mitigar los impactos ambientales y evitar riesgos en salud humana. Existen varias maneras para procesar residuos sólidos no peligrosos como pueden ser mecánicos, biológicos para el compostaje y los sean avalados por la autoridad ambiental.

### **Parágrafo VIII de la disposición final**

Según el artículo (75) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente menciona todo residuo sólido no peligroso puede ser usado para relleno sanitario u otras alternativas, y deberán ser aprobados por la Autoridad Ambiental Nacional con las normas técnicas constructivas y de diseño establecidas para su disposición final. La zona donde será la disposición final será evaluada y analizada por la Autoridad Ambiental y optando por alternativas para su aprobación, así mismo se deberá cumplir todas las normas ambientales para de tal manera que se reduzca el impacto ambiental y la salud de la población.

### **Capítulo IX producción limpia, consumo sustentable y buenas prácticas ambientales**

Según los artículos (232 y 234) del texto de unificado de la legislación secundaria del medio ambiente nos dice que un consumo sustentable en el uso de productos de servicios básicos ayudan a tener una mejor calidad de vida, además ayuda a minimizar el uso de recursos naturales y de materiales tóxicos que emiten olores y contaminación. Eso ayudara a futuras generaciones y aumentará el ciclo de vida de las personas. También nos dice que las buenas prácticas ambientales son un conjunto de actividades que mejoran las condiciones bajo las cuales se desarrollan en un proyecto, y reducen la posible contaminación en el ambiente, aportaran a la mitigación de impactos ambientales negativos. Las políticas de responsabilidad social tiene un enfoque para apoyar las actividades y de aprovechamiento de residuos sólidos, orgánicos y considerarlas como un ejemplo de buenas prácticas.

Según el artículo (245) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente nos dice que la Autoridad Ambiental Nacional impulsara a la aplicación de tecnologías innovadoras y el mejoramiento en el campo ambiental, que sean tecnologías limpias y ayuden al ecosistema y que sean socialmente aceptables. Se fortalecerá el uso de tecnologías limpias y se incentivará al uso de productos orgánicos para mejorar el sector agropecuario con niveles de calidad y mejorar el nivel de vida de la población.

### **Capítulo VI disposición final de los residuos**

Según el artículo (245) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente nos dice que la disposición final es el lugar donde serán depositados los residuos

o desechos para su depósito. Estos lugares conocidos como rellenos sanitarios entran en funcionamiento bajo la dirección de las Municipalidades, estos rellenos sanitarios deberán cumplir con ciertas características técnicas algunas son nombradas a continuación: un control de aguas lluvias que penetren relleno sanitario mediante cunetas en su alrededor; se deberá evitar que los cuerpos de agua no entren en contacto con los residuos, por lo que se deberá contar con una impermeabilización en el fondo del relleno sanitario; se deberá interceptar los líquidos lixiviados por medio de drenajes en los fondos; deberá tener chimeneas tanto horizontales y verticales para su extraer los malos olores y gases contaminantes; estos rellenos sanitarios deberán contar con pozos de monitoreo; finalmente los municipios deberán realizar diseños sanitarios acorde a las normas y realizar planes de monitoreo con el fin de reducir los impactos ambientales previo al inicio de la construcción.

Según el artículo (245) del texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente nos dice que para el retiro del relleno sanitario se deberá realizar un plan de clausura bajo el seguimiento del municipio, donde deberá contar con los siguientes parámetros nombrados a continuación: se realizara un diseño paisajístico en la zona donde fue el botadero y deberá contar con revegetación en toda el área; un diseño que cobertura final para prevenir la infiltración de líquidos; un sistema de control de aguas y drenaje; un tratamiento de lixiviados; mantenimientos y finalmente un sistema de monitoreo ambiental.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Metodología

Según Prieto en su artículo científico El uso de Métodos Deductivo e Inductivo en el año 2017, define el término metodología como un conjunto de actividades que se formulan de acuerdo a una secuencia de pasos concretos, fundamentados con el objetivo de llegar a un resultado definido. La metodología que se va a emplear en esta investigación relacionada con el impacto ambiental de la Tecnología MTBM en la Construcción de Redes de Saneamiento en Guayaquil, se llevará a cabo por medio del método inductivo y deductivo respectivamente, los cuales permitirán recopilar la información para resolver la hipótesis y los objetivos, estos se detallan a continuación:

##### 3.1.1 Método inductivo

“El método inductivo permite pasar de hechos particulares a los principios generales. Fundamentalmente consiste en observar hechos o experiencias particulares con el fin de llegar a conclusiones que puedan inducir, o permitir derivar de ello los fundamentos de una teoría” (Prieto, 2017).

##### 3.1.2 Método deductivo

“El método deductivo está basado en el razonamiento, al igual que el inductivo. Sin embargo, su aplicación es totalmente diferente, ya que en este caso la deducción intrínseca del ser humano permite pasar de principios generales a hechos particulares” (Prieto, 2017).

Durante esta investigación por medio de los métodos inductivo y deductivo tendrán como propósito recolectar hechos, experiencias y explicaciones generales y específicos que nos llevara a una conclusión más concreta y eficiente, y por medio de ello identificar aspectos reales que sucedieron en el proyecto a estudiar, para así realizar su respectivo análisis profundo de todos los datos que nos llevara a un entendimiento más claro del tema, así también por medio de los resultados obtenidos aportar al proyecto de la tecnología MTBM con futuros programas de prevenciones para reducir el impacto ambiental para futuros proyectos en el Ecuador.

## 3.2 Tipo de Investigación

### 3.2.1 Investigación Mixta

Según Hernández-Sampieri y Mendoza en su libro Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta edición en el año 2018 afirman que los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

“La investigación mixta no tiene como meta remplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

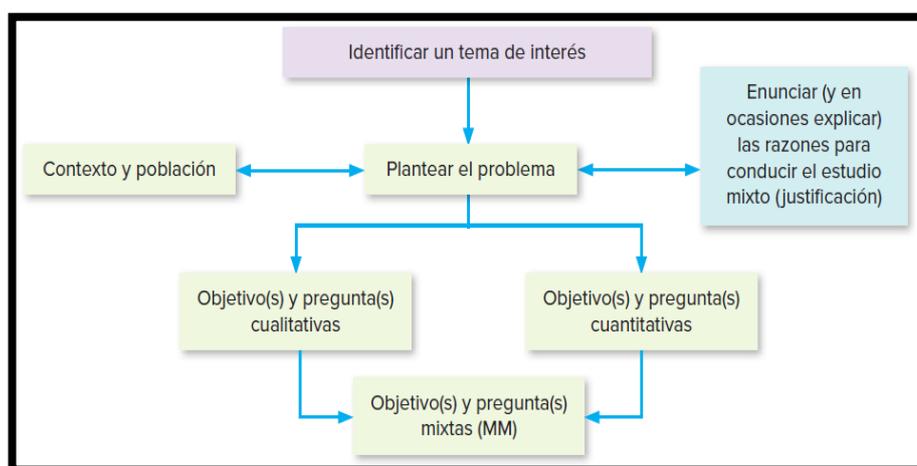


Gráfico 1. Flujo del proceso de plantear problemas de investigación mixta I.

Fuente: Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018.

El tipo de investigación que se implementará en esta tesis es la mixta, en donde se trabajará con una recopilación de datos cualitativos como información sobre las ventajas ambientales, los impactos ocasionados por la tecnología y el grado de aceptación que tiene la comunidad con respecto a la tecnología utilizada a los ingenieros encargados del proyecto. De igual manera para los datos cuantitativos se medirá como se siente la gente acerca del método usado y que piensa la comunidad sobre los impactos ambientales en la aplicación de la tecnología MTBM con el fin de conseguir los objetivos planteados para la investigación.

### 3.2.2 Diseños mixtos específicos

#### 3.2.2.1. Diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS)

“En esta modalidad la recolección y el análisis de los datos cuantitativos se hacen sobre la base de los resultados cualitativos, la mezcla mixta ocurre cuando se conecta el análisis cualitativo de los datos y la recolección de datos cuantitativos” (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

El método de este diseño busca realizar una comparación de resultados cualitativos y cuantitativos. En el diseño exploratorio secuencial se realizará a base de tres etapas según (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018):

1. Recabar datos cualitativos y analizarlos (obtener categorías y temas, así como segmentos específicos de contenido que los respalden e ilustren).
2. Utilizar los resultados para construir un instrumento cuantitativo (los temas o categorías emergentes pueden concebirse como las variables y los segmentos de contenido que ejemplifican las categorías, pueden adaptarse como ítems y escalas, o generarse reactivos para cada categoría).
3. Administrar el instrumento a una muestra probabilística de una población para validarlo. (p. 631)

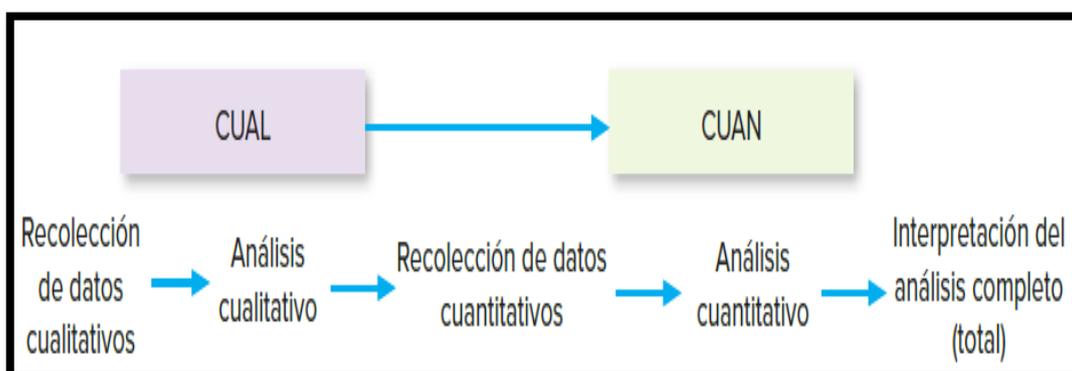


Gráfico 2. Flujo del proceso de plantear problemas de investigación mixta II.

Fuente: Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018.

En resumen, los métodos mixtos ayudarán a recolectar evidencias de datos numéricos y verbales para entender los problemas planteados. También el método mixto visualizará puntos de vista cuantitativos y cualitativos, enfocándose y dándoles el mismo valor para esta investigación.

### **3.3 Enfoque de la Investigación**

#### **3.3.1 Enfoque Mixto**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza en su libro Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta edición en el año 2018, define la investigación como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema con el resultado (o el objetivo) de ampliar su conocimiento. Esta concepción se aplica por igual a los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. Según Hernández-Sampieri y Mendoza nos mencionan que los enfoques mixtos se pueden realizar usando diversas fuentes de información y tipos de datos como entrevistas a profundidad la cual conlleva con preguntas abiertas y cerradas. “Es decir, se recolectan y analizan datos cuantitativos y cualitativos y la interpretación es producto de toda la información en su conjunto” (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

El enfoque mixto tiene como particularidad una combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos dentro de un mismo estudio, con el fin de lograr respuestas a los problemas planteados en una investigación. Tiene como características básicas la realización de preguntas abiertas y cerradas y la recolección de datos. Se optó por el enfoque mixto porque se realizarán entrevistas con preguntas semiestructuradas a los ingenieros encargados del proyecto. Cabe indicar que se seleccionará a personas que cuenten con información de primera mano sobre cómo fue el impacto ambiental en la construcción y su aceptación en la comunidad. Esto se realizará personalmente, mediante llamada telefónica o vía *Zoom* de acuerdo a la situación y tiempo que posea cada persona.

Las preguntas semiestructuradas que se realizarán van en torno al impacto ambiental que ocasionó la tecnología MTBM y las ventajas reales que se obtuvieron al aplicarla. Para ello, se procederá a realizar entrevistas a ingenieros especialistas, quienes se encargaron del Proyecto Diseño y Construcción Línea de Impulsión Pradera-esclusas, para obtener datos cualitativos. De la misma forma, para obtener datos cuantitativos se formulará una encuesta referente al nivel de aceptación que tuvo la comunidad concerniente al proyecto Diseño y Construcción Línea de Impulsión Pradera-esclusas, estas se aplicarán a la comunidad donde se realizó la obra. Cabe recalcar que se tomará como prioridad los datos cualitativos y datos cuantitativos en la recopilación de información.

### **3.4 Técnicas e instrumentos**

#### **3.4.1 Técnica de la investigación**

Una vez determinada la metodología y el tipo de investigación a implementar, se definirá las técnicas a usar para la obtención de información y datos importantes los cuales se nombran a continuación:

- Entrevistas
- Encuestas

##### **Entrevistas**

La entrevista es una herramienta muy importante en la recolección de datos dentro de una investigación, así también junto con la elaboración del cuestionario. “En una entrevista además de obtener los resultados subjetivos del encuestado acerca de las preguntas del cuestionario, se puede observar la realidad circundante, anotando el encuestador además de las respuestas tal cual salen de la boca del entrevistado” (Torres & Paz, 2019).

##### **Encuestas**

“La encuesta es una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con el fin de obtener mediciones cuantitativas de gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población” (Torres & Paz, 2019).

Se optaron por usar estas técnicas (encuestas y entrevistas) porque nos permitirá recolectar datos precisos por medio de una serie de preguntas semiestructuradas y así medir las características de la población a investigar y también los beneficios e impactos ambientales que se destacaron en el proyecto.

#### **3.4.2. Instrumentos**

Los instrumentos son un recurso muy fundamental para la recopilación de datos e información de una investigación, así también que la elección de un buen instrumento definirá la calidad de información para obtener buenos resultados. Los instrumentos a utilizar para esta investigación son las siguientes:

- Guía de entrevista
- Computadora
- Grabadora
- Cuestionario

Para la recolección de datos de las entrevistas se utilizaran como instrumento la guía de entrevista formulada con preguntas abiertas, la computadora y la grabadora, dado que por situaciones de la pandemia que vivimos actualmente y por normas de bioseguridad se realizaran las entrevistas vía zoom o vía meet, y en el caso de realizar una entrevista presencial se utilizara la grabadora de audio.

Para recolección de datos de las encuestas serán preguntas cerradas de varias opciones múltiples en donde se utilizara como instrumento el cuestionario y así obtener una información más amplia del proyecto Diseño y Construcción Línea de Impulsión Pradera-esclusas.

### **3.4.3. Validez y confiabilidad**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza en su libro Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta edición en el año 2018 nos menciona que toda medición o instrumento de recolección de datos cuantitativo debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad.

#### **Validez**

“La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide con exactitud la variable que verdaderamente pretende medir. Es decir, si refleja el concepto abstracto a través de sus indicadores empíricos” (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para el estudio de esta investigación el instrumento de aplicación del cuestionario y el instrumento para la entrevista guiada serán analizados, revisados y validados por tres docentes de la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, dichos instrumentos se encuentran en los anexos del (4 al 9) respectivamente, con el fin de garantizar su validez y buena estructura en las preguntas planteadas.

## **Confiabilidad**

“La confiabilidad o fiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo, caso o muestra produce resultados iguales” (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018).

Para esta investigación se realizaron encuestas con preguntas precisas en las comunidades de la población a investigar por lo cual medirá resultados coherentes y resultados precisos a las variables a investigar.

### **3.5 Población**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza en su libro Metodología de la investigación las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta edición en el año 2018 nos mencionan que la población o universo es un Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones.

La población a evaluar para esta investigación para la guía de entrevista serán a 3 ingenieros encargados de la parte técnica, ambiental y social del proyecto Diseño y Construcción Línea de Impulsión Pradera-esclusas y un Psicólogo encargado en la parte social del proyecto.

Para la segunda población a evaluar para esta investigación se tomó el tamaño de muestra 260 habitantes en donde el cuestionario se aplicará a los habitantes de las zonas donde se construyeron tres de los cinco pozos del proyecto ubicados en las zonas la pradera 3 donde se realizara la encuesta a 86 habitantes en el pozo uno, en la ciudadela Urbasur donde se realizara la encuesta a 86 habitantes ubicado el pozo dos y en la ciudadela Guasmo Norte donde se realizara la encuesta a 87 habitantes ubicado el pozo tres respectivamente. Se optó por indagar los tres lugares porque son zonas donde hay mayor movilización de personas, tráfico vehicular, parques, colegios y comercialización, por lo cual conlleva a mayores conflictos por la comunidad, por lo tanto la muestra total será de 260 habitantes.

### **3.6 Muestra**

Según Hernández-Sampieri y Mendoza en su libro Metodología de la investigación las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta edición en el año 2018 nos

mencionan que la muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población.

En donde:

n= Tamaño de muestra

N= Tamaño de población

p= Posibilidad de que ocurra un evento, 5% p= 0.5

q= Posibilidad de que no ocurra un evento, 5% q= 0.5

E= Error máximo aceptable, 6% E= 0.06

Z= Nivel deseado de confianza, 95% Z= 1.95

Calculo del tamaño de muestra:

$$n = \frac{N \times P \times q}{\frac{(N-1) \times E^2}{Z^2} + P \times q}$$

$$n = \frac{N \times 0.5 \times 0.5}{\frac{(N-1) \times 0.06^2}{1.95^2} + 0.5 \times 0.5}$$

$$n = \frac{15590 \times 0.5 \times 0.5}{\frac{(15590-1) \times 0.0036}{3.8025} + 0.25}$$

$$n = \frac{3897.5}{\frac{56.1204}{3.8025} + 0.25}$$

$$n = \frac{3897.5}{14.76 + 0.25}$$

$$n = \frac{3897.5}{15.01}$$

$$n = 260 \text{ Habitantes}$$

### 3.7 Análisis de resultados

#### 3.7.1 Análisis de las entrevistas realizadas

Para el desarrollo de la presente investigación se hicieron tres entrevistas a los ingenieros encargados del Proyecto Diseño y Construcción Línea de Impulsión Pradera-esclusas.

Para las entrevistas se contactó con la empresa SADE, quien estuvo a cargo de la ejecución de la obra y refirieron los encargados de la parte técnica, social y ambiental. En la parte técnica, se habló con Dylan Mognol, ingeniero mecánico francés y gerente del proyecto, esta entrevista fue presencial y se registró en audio que lo pueden encontrar en el anexo (). En la parte ambiental, se habló con Ronald Reese, ingeniero ambiental, esto se hizo mediante la plataforma Zoom, debido a que se encontraba en otra provincia. Finalmente, para la parte social, se contactó con Christian Galarza, Psicólogo de la parte social del proyecto, esta entrevista fue por vía Zoom debido a la disponibilidad de tiempo para realizarlo presencialmente.



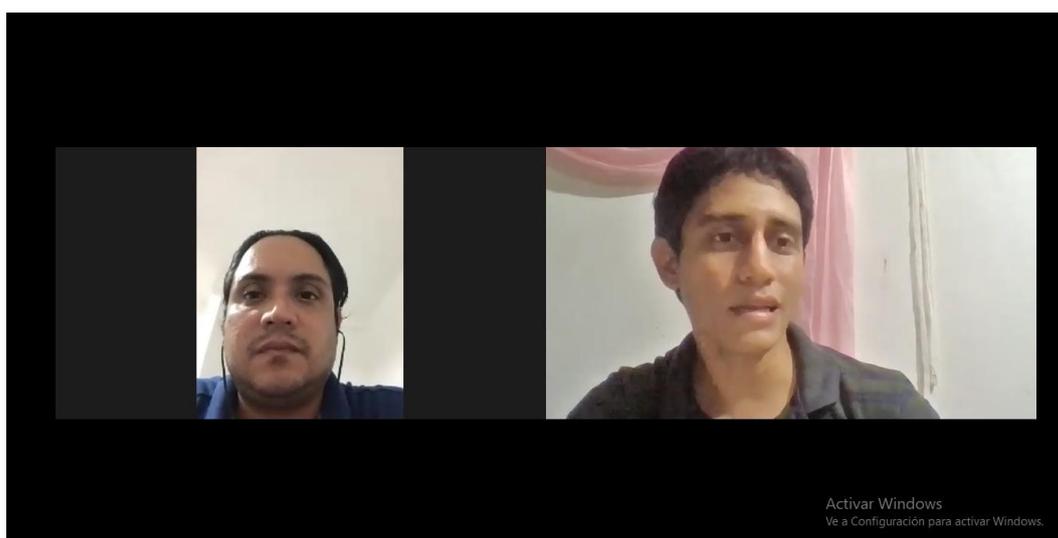
*Ilustración 28.* Oficina actual de la empresa SADE.

Fuente: Gabriel Cepeda, 2019.

En la figura mostrada anteriormente esas oficinas pertenecían a la empresa Interagua, pero actualmente son las oficinas de la empresa SADE que fue parte del Consorcio BSSB (BESSAC –SADE –SOLETANCHE BACHY), empresa contratista que realizó el proyecto Diseño –Construcción de la línea de impulsión Pradera –Esclusas y

Obras Complementarias Guayaquil –Ecuador. El ingeniero Mecánico Dylan Mognol Gerente de construcción del proyecto, acepto la entrevista amablemente, en donde nos ayudó con información valiosa sobre las ventajas técnicas y ambientales de la tecnología MTBM.

El ingeniero ambiental Ronald Reese encargado netamente en la parte ambiental de la obra Diseño –Construcción de la línea de impulsión Pradera –Esclusas y Obras Complementarias Guayaquil –Ecuador. En la entrevista que se realizó en la plataforma zoom fue de aproximadamente 30 minutos en los que nos comentó paso a paso sobre los impactos que causaron al aplicar la tecnología MTBM, sus ventajas ambientales, sus beneficios reales que acontecieron en el proyecto y sus recomendaciones ambientales para que esta tecnología se pueda aplicar en futuros proyectos en el Ecuador y así mejorar el sistema de saneamiento en el país.



*Ilustración 29.* Entrevista Vía Zoom con el Ing. Ambiental Ronald Reese.  
Elaborado por: Vargas (2021)

En el ámbito social se realizó la entrevista al Psicólogo Christian Galarza encargado de la parte de coordinación de gestión social en instalaciones comunitarias de la obra Diseño–Construcción de la línea de impulsión Pradera–Esclusas y Obras Complementarias Guayaquil–Ecuador. Su función en el proyecto era elaborar la línea base y plan de gestión social para la obra, donde se contemplen todas las acciones y actividades para un posible impacto social, ambiental o económico, y con ello anticipar las acciones que puedan ocurrir durante la ejecución de la obra. La entrevista con el Psicólogo fue realizada mediante la plataforma Zoom, la entrevista tuvo una duración de 35 minutos, en donde nos explicó los impactos sociales que ocurrieron antes, durante y

después de la ejecución de la obra, el punto de vista de la comunidad, y cierto parámetros ambientales que acontecieron durante la ejecución del proyecto, así mismo nos explicó las prevenciones que se podrían tomar en consideración para futuros proyectos en cualquier parte del país.

### 3.7.2 Análisis de las encuestas realizadas

Para esta investigación se realizaron encuestas a los moradores de las comunidades aledañas al proyecto Diseño-construcción línea de impulsión Pradera-Eclusas durante el mes de Julio del 2021, en los sectores de la ciudadela Pradera 3 donde está ubicado la construcción del pozo 1, ciudadela Urbasur en el pozo 2 y en la avenida Galo Plaza Lasso ubicado cerca del colegio Luis Estrella en el pozo 3, se escogió estos tres lugares porque fue donde se originó más conflictos y molestias ambientales. El tamaño de muestra fue un total de 260 personas encuestadas 86 personas en cada pozo, en donde se tomaron datos demográficos como el nivel de estatus social y el nivel de educación de los moradores, así mismo se preguntó sobre las afectaciones y beneficios ambientales más relevantes del proyecto y también los beneficios sociales que ocasionó el proyecto.



*Ilustración 30.* Encuesta realizada a uno de los moradores cercanos al proyecto Línea de Impulsión Pradera-esclusas sobre el uso de la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

## CAPÍTULO IV

### INFORME FINAL

#### 4.1 Análisis y resultados de las entrevistas y encuestas

##### 4.1.1 Factores ambientales en las que impactó la tecnología MTBM a través de la comunidad

Con respecto al primer objetivo específico: Identificar los factores ambientales en los que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento, se obtuvieron los siguientes resultados cuantitativos de las encuestas (cuestionario) donde se realizaron 7 preguntas enfocadas a identificar los factores ambientales reales del proyecto ‘Línea de impulsión Pradera-esclusas’. Asimismo, dentro del cuestionario se incluyó el nivel de educación de la población y el estatus social:

Tabla 12. Nivel de Educación

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Primaria</b>	42	16%
<b>Secundaria</b>	196	75%
<b>Superior</b>	22	8%
<b>total</b>	260	100%

Nota: Nivel de educación a la comunidad cercana al proyecto.

Elaborado por: Vargas (2021)

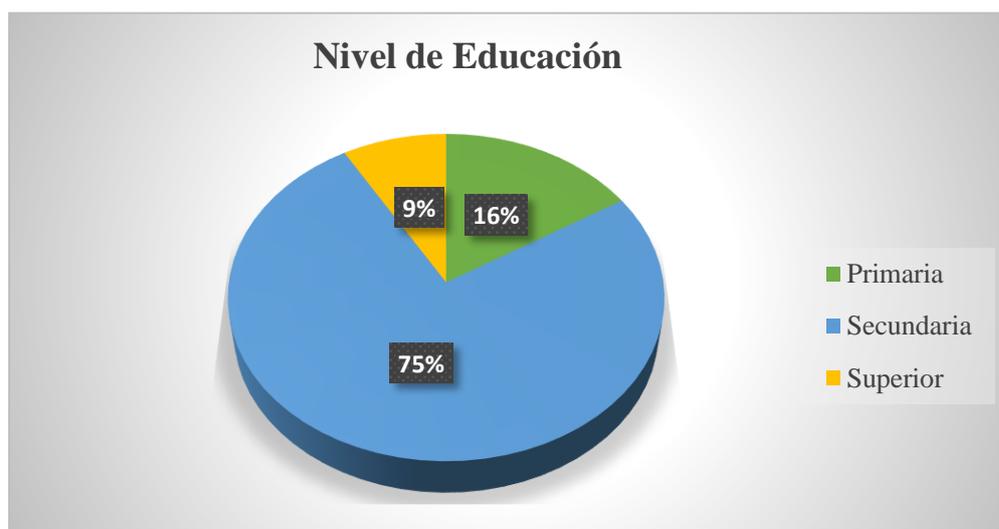


Gráfico 3. Porcentajes del nivel de educación de los moradores cercanos al proyecto Línea de impulsión pradera-esclusas.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** En los resultados de las encuestas se pudo apreciar que más del 70% de la comunidad son personas que cuentan con un título de bachillerato, el 9 % de la comunidad solamente poseen estudios de primaria y solamente el 15% tienen un título universitario, por lo que es un factor importante a considerar dentro de un estudio de impacto social en un proyecto de construcción.

Tabla 13. *Estatus social*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Bajo</b>	66	25%
<b>Medio</b>	172	66%
<b>Alto</b>	22	8%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Estatus social de la población cercana al proyecto.  
Elaborado por: Vargas (2021)

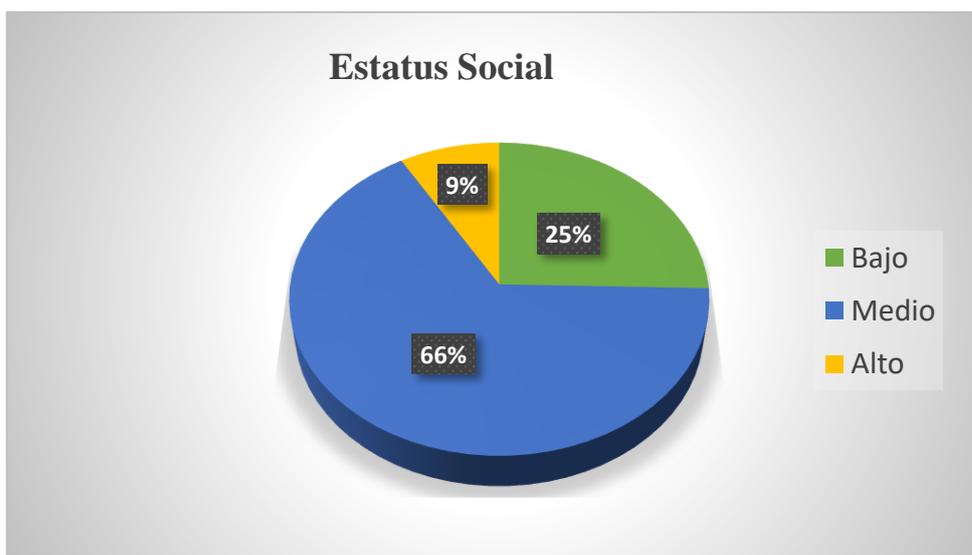


Gráfico 4. Porcentajes del estatus social de los moradores del proyecto línea de impulsión Pradera-Esclusas.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** En los resultados de las encuestas se pudo apreciar que más del 50% de la comunidad son personas de estatus social medio, el 35% de la comunidad posee un estatus social bajo y aproximadamente el 15% tiene un nivel de estatus social alto lo que indica que el lugar de estudio hay un nivel de pobreza importante.

## Pregunta

¿Cree usted que la Microtuneladora generó alguna contaminación en el medio ambiente?

Tabla 14. Contaminación en el medio ambiente

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	47	18%
<b>Probablemente si</b>	43	17%
<b>No estoy seguro</b>	4	2%
<b>Probablemente no</b>	19	7%
<b>Definitivamente no</b>	147	57%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre contaminación al medio ambiente causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

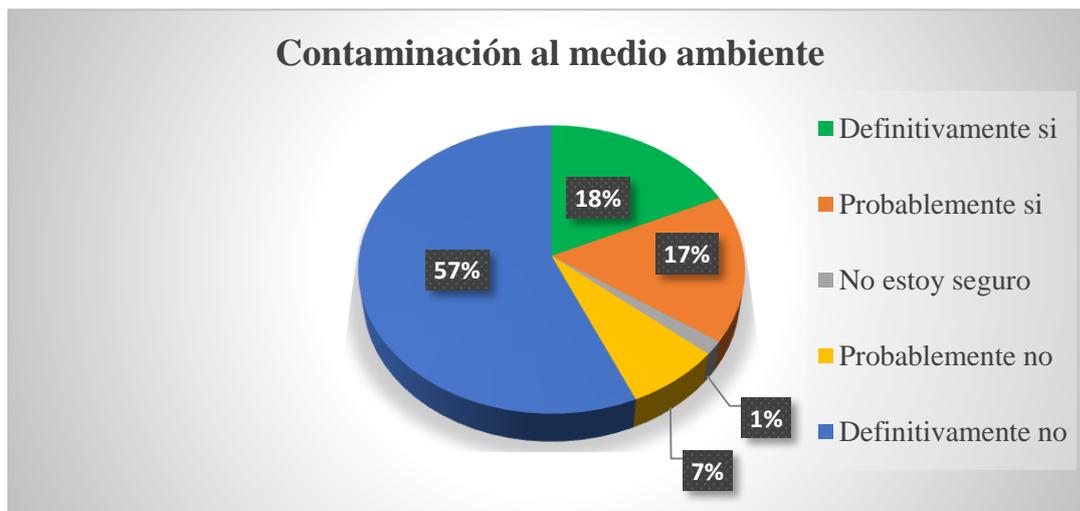


Gráfico 5. Porcentajes sobre la contaminación al medio ambiente causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas realizada se identificó que el 57% de la comunidad menciona que no hubo ningún tipo de contaminación ambiental, el 7% que probablemente hubo contaminación, el 17% que probablemente si hubo, el 1% no estaba seguro y finalmente el 18% menciona que si hubo una contaminación causada por la tecnología MTBM.

## Pregunta

¿La aplicación de la microtuneladora generó alguna molestia por el exceso de ruido?

Tabla 15. Exceso de ruido por la tecnología MTBM

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	62	24%
<b>Probablemente si</b>	54	21%
<b>No estoy seguro</b>	2	1%
<b>Probablemente no</b>	22	8%
<b>Definitivamente no</b>	120	46%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre el exceso de ruido causado por la microtuneladora.  
Elaborado por: Vargas (2021)

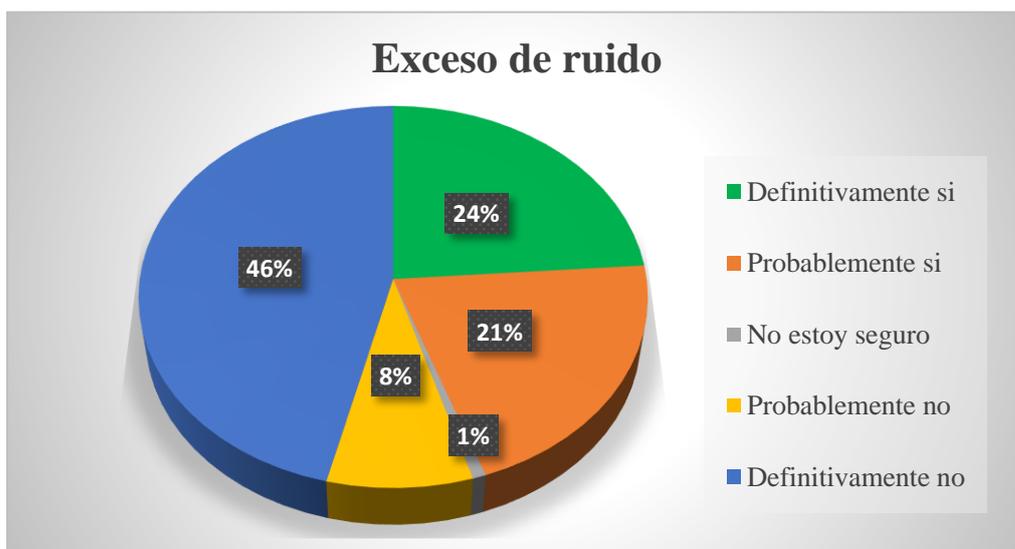


Gráfico 6. Porcentajes sobre el exceso de ruido causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados se obtuvo que el 24% de las personas encuestadas nos dijo que si hubo malestar por exceso de ruido, el 21% que probablemente si hubo cierto malestar por exceso de ruido, el 1% no estaba seguro, el 8% que probablemente no hubo tanto ruido y finalmente el 46% menciono que no hubo malestar por exceso de ruido. El 24% de las personas nos mencionaron que los ruidos se protagonizaron por las maquinarias usadas como camiones, excavadoras y las grúas, más no de la microtuneladora.

## Pregunta

### ¿La Microtuneladora generó alguna molestia por la generación de malos olores?

Tabla 16. *Malos olores al medio ambiente*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	16	6%
<b>Probablemente si</b>	0	0%
<b>No estoy seguro</b>	1	0%
<b>Probablemente no</b>	6	2%
<b>Definitivamente no</b>	237	91%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre los malos olores causados por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

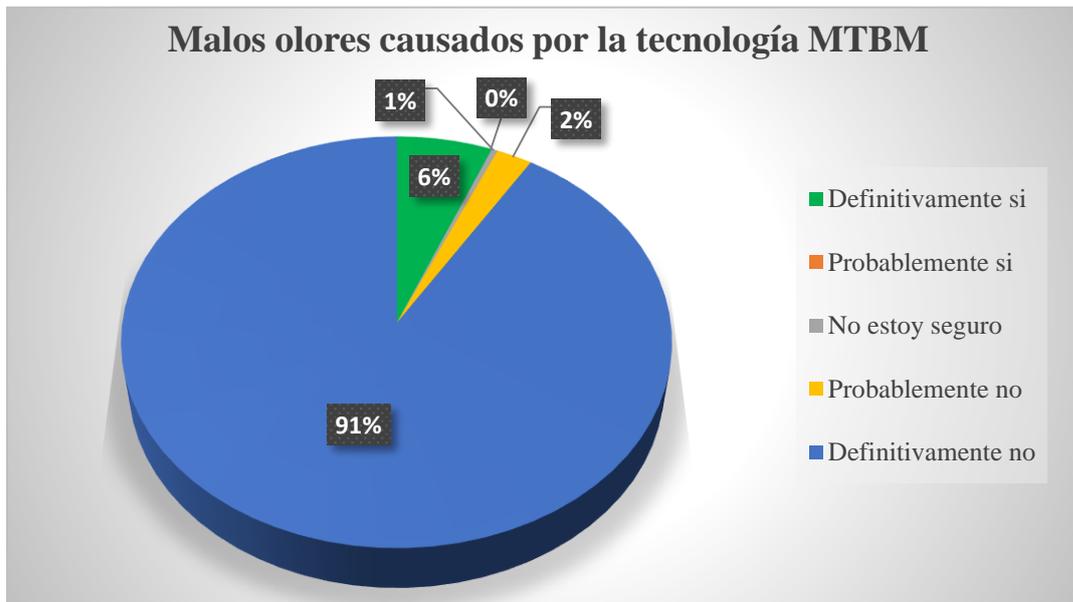


Gráfico 7. Porcentaje sobre los malos olores ocasionados por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas el 91% de la comunidad mencionó que no hubo malos olores por la microtuneladora, el 2% que probablemente no hubo malos olores, y solamente el 6% de la comunidad si comentó que hubo malos olores causados por la tecnología MTBM debido a los residuos de tierra producto de la excavación para la construcción de los pozos que se construyeron cerca de varias viviendas.

## Pregunta

**¿Usted cree que hubo mayor beneficio ambiental con la aplicación de la microtuneladora para la construcción de la red de saneamiento?**

Tabla 17. *Beneficios ambientales*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	176	68%
<b>Probablemente si</b>	22	8%
<b>No estoy seguro</b>	0	0%
<b>Probablemente no</b>	15	6%
<b>Definitivamente no</b>	47	18%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre los beneficios ambientales de la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

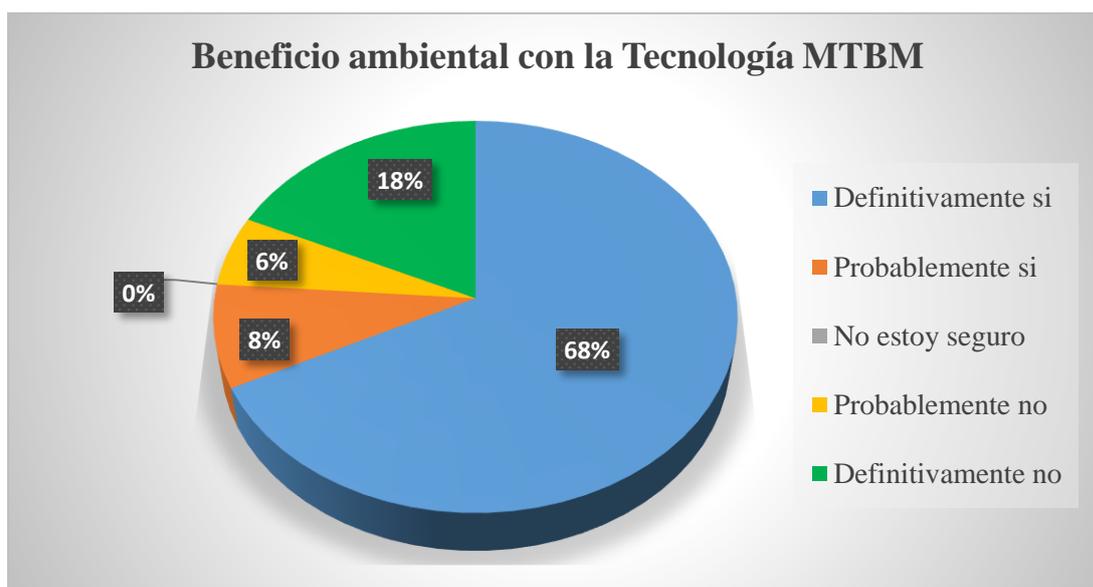


Gráfico 8. Porcentajes sobre los beneficios ambientales de la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 68% de la comunidad nos dijo que si hubo un beneficio, el 8% que probablemente si tuvo un beneficio ambiental, el 6% que probablemente no hubo beneficio ambiental y finalmente el 18% de la comunidad nos mencionó que no hubo ningún beneficio ambiental en la aplicación de la tecnología.

## Pregunta

¿La microtuneladora generó algún químico al aire que afectó la salud de la población en los alrededores?

Tabla 18. *Generación de químicos en el aire*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	5	2%
<b>Probablemente si</b>	0	0%
<b>No estoy seguro</b>	41	16%
<b>Probablemente no</b>	4	2%
<b>Definitivamente no</b>	210	81%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre la generación de químicos en el aire que afecten la salud de la comunidad.

Elaborado por: Vargas (2021)

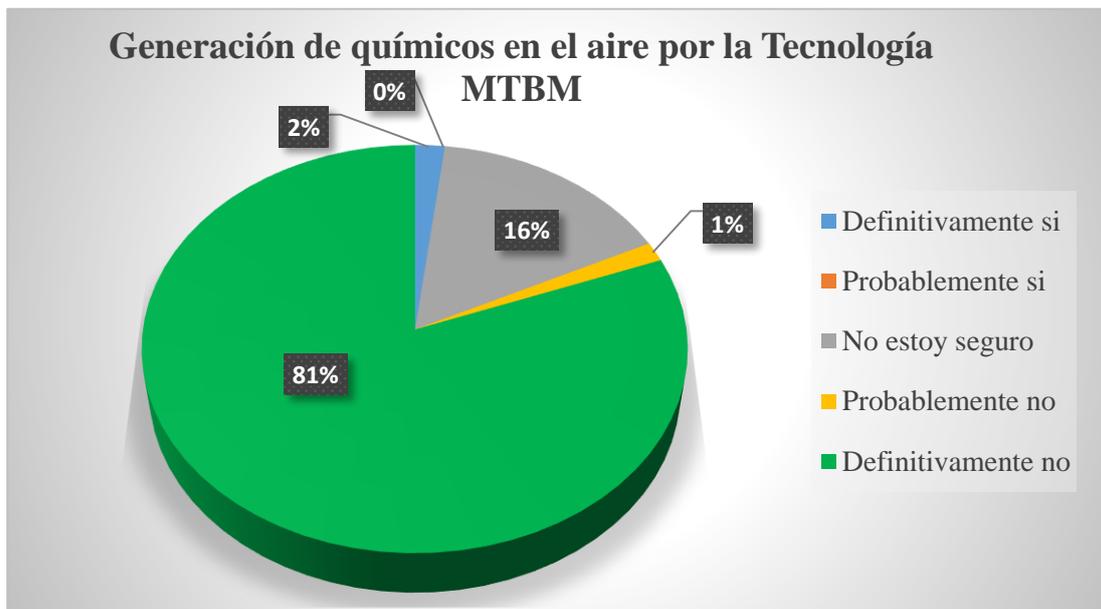


Gráfico 9. Porcentaje sobre la generación de químicos en el aire causados por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 81% de la comunidad nos mencionó que la tecnología MTBM no generó ningún tipo de químicos ni contaminación en el aire, el 16% de la comunidad no estaba seguro de la generación de

químicos, el 1% que probablemente no hubo y el 2% nos mencionó que la tecnología si generó químicos en la construcción.

**Pregunta**

**¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por daños estructurales en las viviendas causadas por las vibraciones?**

Tabla 19. *Daños estructurales*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	28	11%
<b>Probablemente si</b>	0	0%
<b>No estoy seguro</b>	0	0%
<b>Probablemente no</b>	0	0%
<b>Definitivamente no</b>	232	89%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre las vibraciones causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

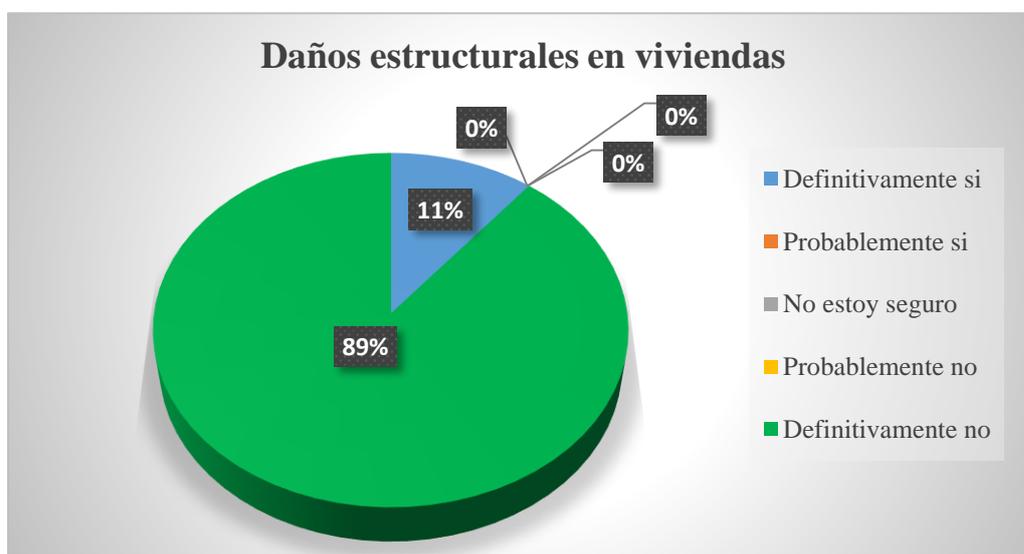


Gráfico 10. Porcentajes sobre los daños estructurales en viviendas causadas por las vibraciones de la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 89% de la comunidad nos comentó que no hubo ningún tipo de daño estructural causado por las vibraciones de

la tecnología, y el 11% de la comunidad nos mencionó que sí tuvieron daños en sus viviendas como fisuras y tuberías de agua potable existente.

### Pregunta

**¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad la obstrucción al tráfico vehicular?**

Tabla 20. *Tráfico vehicular causado por la Tecnología MTBM*

Descripción	Resultado	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	74	28%
<b>Probablemente si</b>	36	14%
<b>No estoy seguro</b>	0	0%
<b>Probablemente no</b>	5	2%
<b>Definitivamente no</b>	145	56%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre las vibraciones causado por la tecnología MTBM.  
Elaborado por: Vargas (2021)

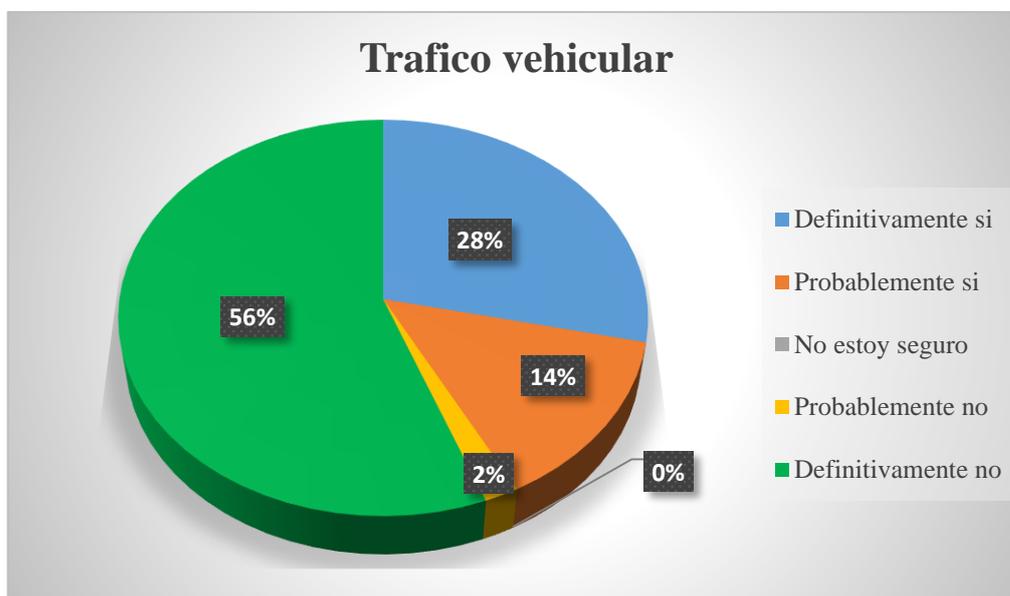


Gráfico 11. Porcentajes sobre la obstrucción del tráfico vehicular causado por la tecnología  
Elaborador por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 56% de la comunidad nos comentó que no obstrucción al tráfico vehicular causado por tecnología, el 2% de la comunidad nos mencionó que probablemente no hubo obstrucción al paso vehicular, el

14% que probablemente si hubo obstrucción al tráfico vehicular y finalmente el 28% de la comunidad nos mencionó que si hubo tráfico vehicular en las calles.

#### **4.1.2 Factores ambientales identificados en la que impactó la tecnología MTBM**

Continuando con el primer objetivo específico: Identificar los factores ambientales en los que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento se obtuvieron los resultados cualitativos con las entrevistas (Guía de entrevista) a los Ingenieros Dylan Mognol, Ronald Resse y el Psicólogo Christian Galarza encargados en la parte técnica, ambiental y social del proyecto los cuales se identificaron los siguientes factores:

##### **4.1.2.3. Factores ambientales positivos**

###### **Mitigación de ruido**

En la identificación del factor ruido se realizó un monitoreo de línea base para identificar la cantidad de decibeles del sector en donde según la norma ambiental se tenía que mantener el nivel de decibel del monitoreo de 55 decibeles, por lo que se insonorizo los equipos y maquinarias pesadas mediante barreras acústicas con plumafón como la concretera, los compactadores, las excavadoras y los desarenadores dando como resultado un disminución de decibeles que se ajustó a la norma ambiental establecida que era un límite de 55 decibeles.



*Ilustración 31.* Barreras acústicas de plumafón.

Elaborado por: Vargas (2021)

## Calidad de aire

Durante la fase de contrición de la microtuneladora no generó ningún tipo de emisiones gases de combustión por lo que la tecnología MTBM era 100% eléctrica lo que emitía 0% de combustión de diésel en el aire así también como monóxido de carbono. Asimismo, en el proyecto de construcción se planifico que la microtuneladora tenga su propio generador eléctrico. Además, los tubos de hormigón que se usaron para la red de saneamiento fueron realizados en el mismo lugar de obra, es decir se instaló una planta de fabricación de tubos hinca, por lo tanto se evitó importar desde Europa y también se disminuyó el transporte de camiones lo cual genera una disminución importante de emisiones de gases de combustión en la obra y da más fluencia al tráfico vehicular.



*Ilustración 32.* Planta de fabricación de tubos hinca.

Fuente: Bessac, 2020.

## Vibraciones

El factor vibración no fue generado específicamente por la microtuneladora, y la razón es que la ciudad de Guayaquil posee un tipo de suelo muy blando (comparándolo como un flan) por lo cual no genero poca fricción y además de eso la microtuneladora iba excavando el terreno a paso lento. La vibraciones netamente fueron producidas por las maquinarias pesadas aplicadas en la construcción de los pozos como una grúa pórtico que pesaba aproximadamente 60 toneladas se usaba para levantas las tuberías prefabricadas de hormigón.

## **Recurso suelo**

Durante el proceso constructivo de la tecnología MTBM el recurso suelo fue el menos afectado por menor movimiento de tierra en comparación del método tradicional con apertura de zanja. Además de eso los lubricantes usados o también llamado lodo bentonítico es material de grasa 100% biodegradable, un material importado desde Europa en donde este material es amigable con el ambiente y no genero ningún tipo de afectación en el suelo, por lo cual se mantuvo el recurso suelo en su estado natural. Inclusive los polímeros que se utilizaban para generar la bentonita eran también biodegradables.



*Ilustración 33.* Aplicación del fluido de perforación biodegradable.  
Fuente: Power fluids, 2021.

## **Disminución de polvo**

Para la mitigación del polvo, se reutilizo el agua usada para la lubricación de la microtuneladora, el agua pasaba por varios filtros de un desarenador para separar la bentonita y el agua por lo que se evitó el reciclaje del agua y se lo reutilizo para controlar el polvo en obra, en este caso en la construcción de los pozos.

## **Manejo de residuos**

En el factor de los residuos eran escombros no peligrosos generados por la perforación de la microtuneladora, dicho material no genero malos olores. La aplicación de esta tecnología MTBM se destaca por el menor movimiento de tierra y generación de residuos. Asimismo, los residuos generados por la microtuneladora fueron enviados a una

escombrera o también llamado botadero que era autorizado por la municipalidad de Guayaquil, de igual manera con los residuos de arcilla se rellenó un terreno sanitario lo cual generó un impacto ambiental positivo para el proyecto.



*Ilustración 34.* Escombreras municipales de Guayaquil.  
Fuente: Diario La Hora, 2016.

### **Salud y seguridad en el trabajo**

El funcionamiento de la tecnología MTBM era 100% eléctrica por lo que no generaba gases tóxicos a los trabajadores, por ser una tecnología con electricidad limpia se elimina el riesgo de que un trabajador se asfixie dentro de ella, es decir no hay ninguna posibilidad de que una persona pueda afectar su salud.



*Ilustración 35.* Mantenimiento interno de la microtuneladora.  
Fuente: Bessac, 2020.

Asimismo, se implementó el uso de tapones para los trabajadores en ciertas actividades de mayor ruido en la ejecución como la construcción de los pozos en el proyecto además de eso se coordinaba horarios de trabajo para que el personal más

vulnerable al ruido para garantizar su seguridad. Finalmente una de las ventajas de la MTBM es que por ser una tecnología sin apertura de zanja se evita que una persona se afectado por algún derrumbe de tierra, y eso generalmente ocurre con la construcción apertura de zanja o más conocido como método tradicional.

### **Generación de empleo**

El sector de la construcción es uno de los principales recursos para el movimiento económico del país, por eso el banco mundial y el banco europeo se solicitó como política de requisito contratar a personal calificado y no calificado que radiquen en el mismo sector, cerca el 70% de los trabajadores Vivian en los alrededores de la obra, lo cual genero más confianza para el consorcio y que las familias puedan confiar en el proyecto y eso generó un impacto ambiental y social positivo para el sector.



*Ilustración 36.* Información sobre la Obra con la aplicación de la Tecnología MTBM para la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.

Elaborado por: Vargas (2021)

### **Calidad de vida de los moradores del sector**

La implementación de la tecnología MTBM para la construcción de un sistema de saneamiento en el sur de Guayaquil no solo beneficiara en el ámbito ambiental, sino también en el ámbito social, la calidad de vida será mejor para la comunidad. Esta obra beneficio a más de 1'000.000 de personas del sur, oeste y centro de Guayaquil donde

recogerá todas las aguas servidas para ser enviadas a la planta de tratamiento ubicado en las esclusas.



*Ilustración 37.* Opinión a los moradores sobre la calidad de vida por la construcción de una red de saneamiento con la aplicación de la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

#### **4.1.2.4. Factores ambientales negativos**

##### **Exceso recurso agua**

Uno de los recursos más utilizados de la tecnología MTBM fue el agua, esto es debido a que para la lubricación de fluidos de perforación de la microtuneladora era compuesto por grasa de arcilla biodegradable mezclada con agua potable limpia. Así mismo el tramo para la construcción de la línea de impulsión era de una perforación de más de 4 kilómetros por lo que el uso de agua fue de grandes cantidades aunque se la reutilizo varias veces para control de polvo y otras actividades en obra, entretanto este material fue usado en grandes cantidades mismo que en algunas ocasiones el agua potable no llegaba a la población por el mismo motivo que se estaba usando para la lubricación de la microtuneladora.

##### **Ruido**

Una de las afectaciones de ruido con la implementación de la tecnología MTBM fue netamente todas las actividades realizadas para la construcción de los pozos donde

ingresaba la microtuneladora para empezar con la perforación, es decir los ruidos se prolongaban con las llegadas de las volquetas para retirar el material de excavación, equipos de combustión como tractores, grúas, los desarenadores, pantalladora, retroexcavadoras y *mixers* para la fundición de los muros pantalla para los pozos.

Entonces si hubo afectaciones principalmente en los lugares donde el movimiento de gente era mayor y era zonas netamente comerciales y habitadas, lo cual generó varias molestias de ruido a la población. Aunque con el uso de las barreras acústicas instaladas en el cerramiento provisional y la insonorización de los equipos se disminuyó el ruido en la obra.

### **Tráfico vehicular**

En la planificación del proyecto de la línea de impulsión se cerró partes de la avenida Galo Plaza Lasso esto debido a que la construcción de los pozos fueron en calles con alto nivel de frecuencia vehicular por lo que varios buses de transporte urbano tuvieron que planificar otras rutas porque se iba cerrar la calles por más de dos años.



*Ilustración 38.* Construcción del pozo 2 de la calle Galo Plaza Lasso.  
Elaborado por: Vargas (2021)

### **Daños estructurales en viviendas**

Uno de los impactos negativos mencionados por la comunidad en las que se sintieron afectados fueron ciertas fisuras que algunas viviendas, aunque las fisuras eran

menores y solucionables. En ciertas viviendas que ya existían fisuras y al momento de la ejecución de la obra las fisuras se hicieron más grandes. Pero por el tipo de maquinaria y por el tipo de operación para la construcción de los pozos como las grúa 60 toneladas que se usó, por las maniobras y el grado de giro que hacían, así también los taladros hidráulicos que se usaron para romper algún tipo de paredes y concreto generaron ciertas vibraciones en las viviendas cercanas a la construcción de los pozos debido a que el proceso constructivo de todos los pozos eran más convencional.

Cabe destacar los afectados de las fisuras fueron pocos hogares, por lo cual fue un impacto negativo menor. Además de eso en cierto lugar se desprendió una tubería de agua potable lo cual se tuvo que contactar con Interagua para poder solucionar el daño de la tubería. El técnico de BSSB, conjuntamente con el equipo de Gestión Social y la Fiscalización inspeccionó y evaluaron las afectaciones a las propiedades perjudicadas.

#### 4.1.3 Cuadro resumen de las actividades constructivas causantes de los impactos ambientales de la tecnología MTBM

Tabla 21. Identificación de los impactos ambientales reales de la tecnología MTBM

<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES REALES DE LA TECNOLOGÍA MTBM</b>					
<b>FACTOR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FUENTE</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>CARÁCTER</b>
AGUA	Fluido de perforación para la microtuneladora	Utilización de agua potable con grasa de bentonita	Exceso uso de agua potable	Anormal	negativo
AIRE	Retiro de material de excavación	Movimiento de tierra, maquinaria y transporte pesado	Contaminación de ruido	normal	negativo
VIBRACIÓN	Manejo de grúa pórtico para los tubos hinca	Traslado de los tubos hinca hacia el pozo	Daños estructurales por vibraciones	normal	negativo
SOCIAL	Construcción de pozos	Cerramiento provisional de obra	Falta de fluidez vehicular	normal	negativo

Elaborado por: Vargas (2021)

#### 4.1.4 Comparación de los factores ambientales de la nueva tecnología MTBM mediante datos cualitativos y datos cuantitativos.

Finalmente con respecto al primer objetivo se identificó los factores ambientales en las que impacto la nueva tecnología MTBM mediante datos cualitativos (entrevistas) y datos cuantitativos (encuestas) respectivamente:

Tabla 22. *Comparación de los factores ambientales reales de la tecnología MTBM*

<b>FACTORES AMBIENTALES REALES MEDIANTE DATOS CUALITATIVOS Y DATOS CUANTITATIVOS</b>			
<b>FACTOR</b>	<b>CAUSAS</b>	<b>ENTREVISTAS (ingenieros)</b>	<b>ENCUESTAS (comunidad)</b>
<b>AIRE</b>	Llegada de maquinaria pesada en obra y uso de grúa pórtico.	Contaminación de ruido	24% (62 de 260 encuestados)
<b>AGUA</b>	fluidos de perforación para la microtuneladora	Exceso de agua potable	2% (4 de 260 encuestados)
<b>VIBRACIÓN</b>	movimiento de grúa de 60 toneladas	Daños estructurales	11% (28 de 260 encuestados)
<b>SOCIAL</b>	Obstrucción de paso vehicular por la construcción de los pozos	Tráfico vehicular	28% (74 de 260 encuestados)

Nota: Identificación de los factores ambientales mediante datos cualitativos (entrevistas) y datos cuantitativos (encuestas).

Elaborado por: Vargas (2021)

## 4.2 Aceptación en la comunidad sobre tecnología MTBM

### 4.2.1 Análisis y resultados de las encuestas a través de la comunidad sobre la Tecnología MTBM

Con respecto al segundo objetivo específico: determinar la aceptación en la comunidad de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento, se obtuvieron los siguientes resultados cuantitativos de las encuestas (cuestionario) donde se realizaron 6 preguntas enfocadas a la aceptación de la comunidad de la tecnología MTBM del proyecto ‘Línea de impulsión Pradera-esclusas’. Se obtuvieron los siguientes resultados:

## Pregunta

¿Sabía usted que se usó una microtuneladora para construir una red de saneamiento?

Tabla 23. *Conocimiento sobre una red de saneamiento*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	201	77%
<b>Probablemente si</b>	34	13%
<b>No estoy seguro</b>	19	7%
<b>Probablemente no</b>	2	1%
<b>Definitivamente no</b>	4	2%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre conocimiento de la construcción de la una red de saneamiento.

Elaborado por: Vargas (2021)

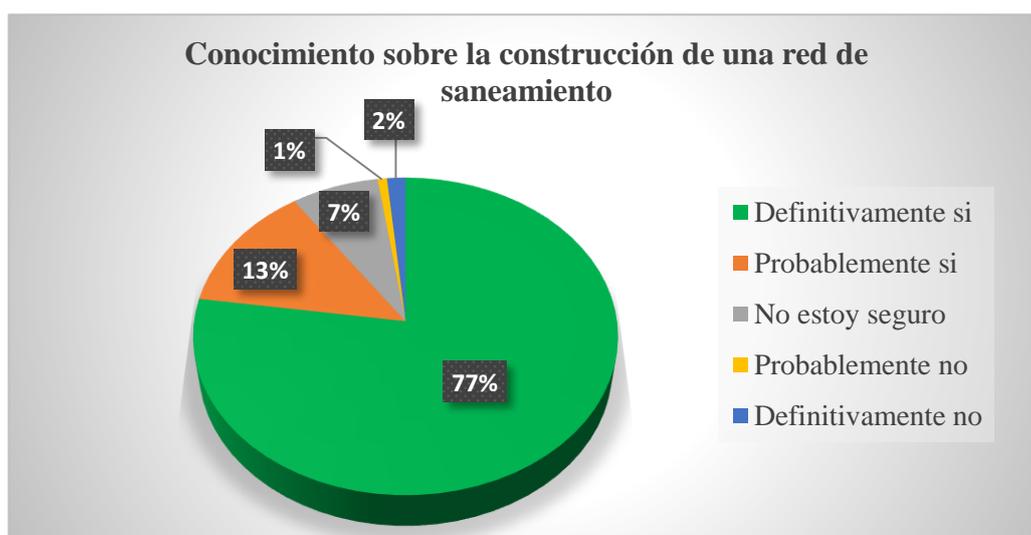


Gráfico 12. Porcentajes sobre el conocimiento de una red de saneamiento.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de encuestas realizadas, el 77% si tenía conocimiento que se iba a construir una red de saneamiento, 13% que probablemente si se iba a construir una red de saneamiento, el 7% no estaba seguro, 1% probablemente no y finalmente el 2% no sabía que se iba a construir una red de saneamiento. La comunidad nos mencionó que se repartieron volantes a la mayoría de la comunidad para que tengan conocimiento de la obra a realizar.

## Pregunta

¿Qué le pareció el uso de la microtuneladora para la construcción de una red de saneamiento?

Tabla 24. Aplicación de la Tecnología MTBM para una red de saneamiento

Descripción	Encuestados	Porcentaje
Excelente	218	84%
Muy bueno	32	12%
Regular	1	0%
Malo	1	0%
Muy malo	8	3%
Total	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre el uso de la tecnología MTBM para la construcción de la una red de saneamiento.

Elaborado por: Vargas (2021)

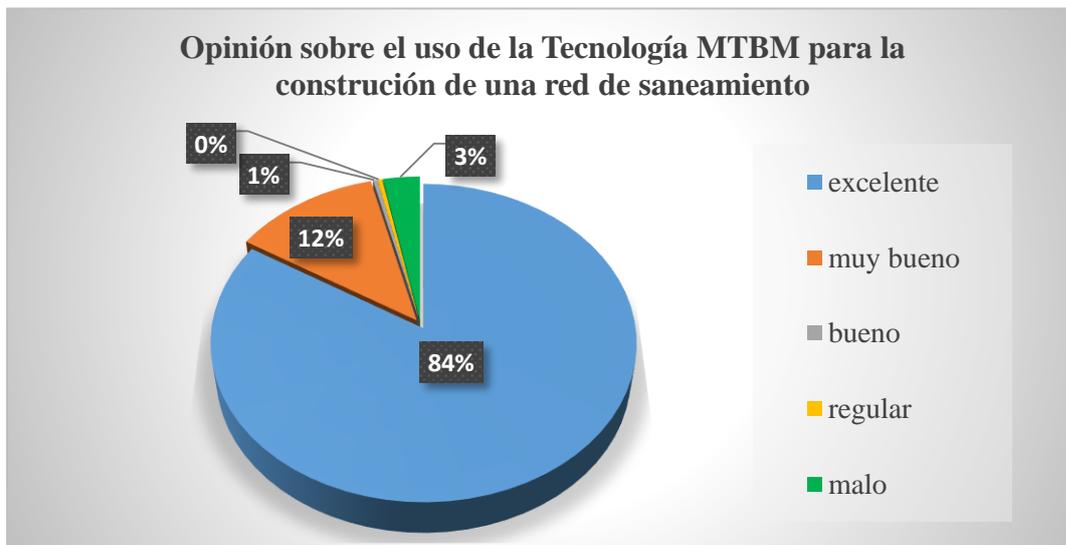


Gráfico 13. Porcentajes sobre la aplicación de la tecnología para la construcción de una red de saneamiento. Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, el 88% de la comunidad no mencionó que si estaba de acuerdo con la implementación de nuevas tecnologías para una red de saneamiento, el 10% estaba parcialmente de acuerdo y el 2% que no estaban de acuerdo por razones políticas y malestares que sintieron durante el proceso constructivo.

## Pregunta

¿La microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de residuos que contaminen el ambiente?

Tabla 25. Contaminación de residuos al medio ambiente

Descripción	Encuestados	Porcentaje
Definitivamente si	8	3%
Probablemente si	2	1%
No estoy seguro	7	3%
Probablemente no	32	12%
Definitivamente no	211	81%
<b>Total</b>	<b>260</b>	<b>100%</b>

Nota: Encuesta a los moradores sobre la contaminación de residuos causados por la Microtuneladora.

Elaborado por: Vargas (2021)



Gráfico 14. Porcentajes sobre la contaminación de residuos al medio ambiente causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas el 81 % de los moradores indicó que no hubo contaminación por residuos, el 12% que probablemente no hubo contaminación y el 7% considero que si hubo una cierta contaminación de residuos, esto debido a que cierta comunidad si se vio afectada por la realización de la obra, por lo que ciertas casas estaban netamente cerca de la obra y si se vieron afectados por residuos de polvo.

## Pregunta

¿La aplicación de la microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de polvo?

Tabla 26. *Generación de polvo*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Definitivamente si</b>	44	17%
<b>Probablemente si</b>	18	7%
<b>No estoy seguro</b>	0	0%
<b>Probablemente no</b>	5	2%
<b>Definitivamente no</b>	193	74%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre la generación de polvo causado por la tecnología MTBM.  
Elaborado por: Vargas (2021)

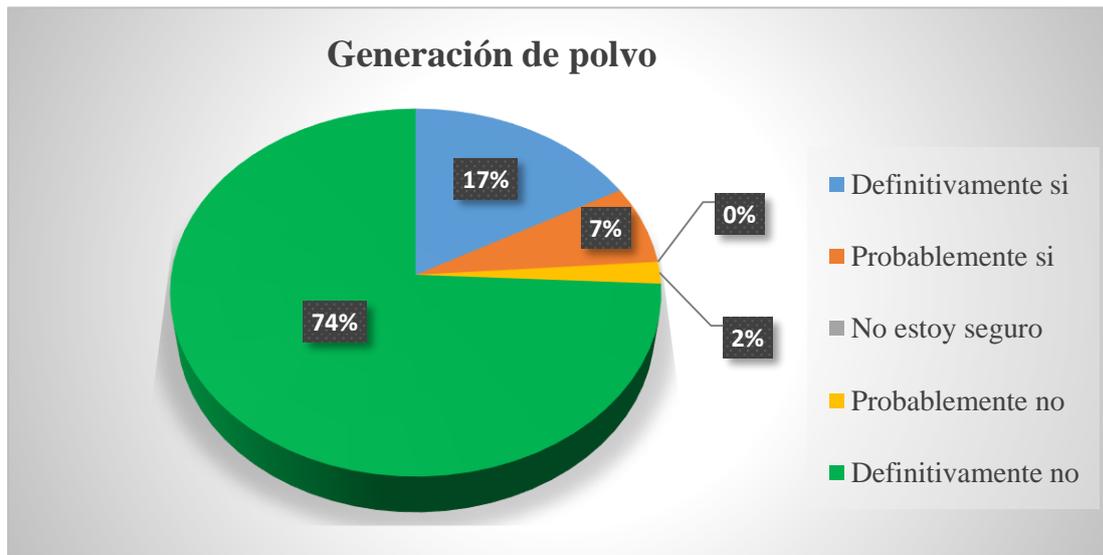


Gráfico 15. Porcentajes sobre la generación de polvo causado por la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas hechas, el 74% de los encuestados en la comunidad nos mencionó que no hubo ningún tipo de generación de polvo causado por la tecnología MTBM, el 7% que probablemente sí, el 2% que probablemente no hubo contaminación y finalmente el 17% de la comunidad si menciona que si hubo generación de polvo. El 17% mencionado nos comentaba que el polvo era debido a las excavaciones de los pozos.

## Pregunta

**¿Está de acuerdo que la microtuneladora aplicada en la construcción de redes de saneamiento es una tecnología limpia con el medio ambiente?**

Tabla 27. *Tecnología limpia con el ambiente*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Estoy totalmente de acuerdo</b>	157	60%
<b>Estoy parcialmente de acuerdo</b>	17	7%
<b>Ni en desacuerdo ni en acuerdo</b>	44	17%
<b>Estoy parcialmente en desacuerdo</b>	5	2%
<b>Estoy totalmente en desacuerdo</b>	37	14%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Opinión de los moradores si la tecnología MTBM es limpia con el ambiente.  
Elaborado por: Vargas (2021)

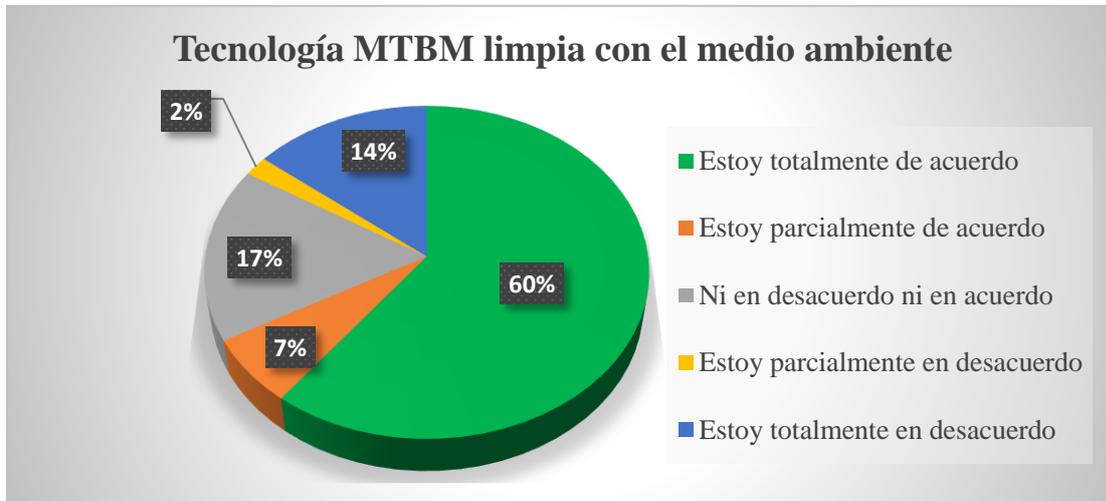


Gráfico 16. Porcentajes sobre la tecnología limpia con el ambiente.  
Elaborado por: Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 60% de la comunidad estaba de acuerdo con que la aplicación de la tecnología MTBM es limpia con el medio ambiente, el 7% parcialmente de acuerdo, el 17% ni en acuerdo ni en desacuerdo, el 2% estaba parcialmente en desacuerdo y finalmente el 14% estaba totalmente en desacuerdo debido que generó varias molestias a los moradores por ruido, polvo y obstrucción al tráfico vehicular en las viviendas que estaban más cercanas a la construcción.

## Pregunta

**¿Estaría de acuerdo que la microtuneladora se utilice en la elaboración de otro proyecto de sistema de saneamiento?**

Tabla 28. *Futuro sistema de saneamiento*

Descripción	Encuestados	Porcentaje
<b>Estoy totalmente de acuerdo</b>	203	78%
<b>Estoy parcialmente de acuerdo</b>	40	15%
<b>Ni en desacuerdo ni en acuerdo</b>	2	1%
<b>Estoy parcialmente en desacuerdo</b>	10	4%
<b>Estoy totalmente en desacuerdo</b>	5	2%
<b>Total</b>	260	100%

Nota: Encuesta a los moradores sobre la futura construcción de un sistema de saneamiento con la tecnología MTBM.

Elaborado por: Vargas (2021)

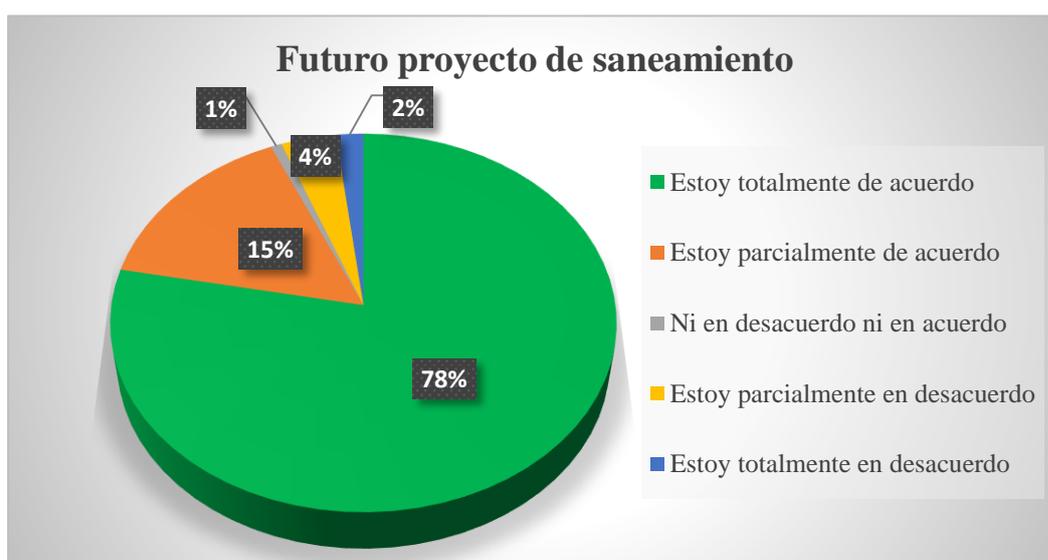


Gráfico 17. Porcentajes sobre la aceptación de la comunidad para un futuro sistema de saneamiento en el país.

Elaborado Vargas (2021)

**Análisis:** De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, el 78% de los encuestados está totalmente de acuerdo en otra construcción de redes de saneamiento mediante la tecnología MTBM, el 15% está parcialmente de acuerdo, el 1% ni en acuerdo ni en desacuerdo, el 4% parcialmente en desacuerdo y finalmente el 2% totalmente en desacuerdo que se utilice la tecnología MTBM.

En resumen con respecto al segundo objetivo específico referente a la aceptación de la tecnología en la comunidad se obtuvo que los moradores (el 88 % estuvo de acuerdo con la implementación de la tecnología MTBM) de las zonas aledañas al proyecto se sintieron satisfechos con el uso de la tecnología MTBM para la construcción de una red de saneamiento en los sectores direccionados al proyecto.

La tecnología MTBM, generó ciertas molestias menores (entre ellos 11% por daños estructurales, 17% por generación de polvo y el 24% por exceso de ruido). Cabe mencionar que estos impactos menores fueron debido a la construcción de los pozos que se realizó de manera convencional por lo que generalmente el 99% de los casos de la tecnología MTBM se construyen pozos convencionales en su implementación.

Además, la comunidad se sintió beneficiada debido a que la ejecución de este proyecto creó en el sector diversas fuentes de empleo a los moradores y por tanto generó beneficios económicos a los locales comerciales como farmacias, tiendas, restaurantes y ferreterías, mejorando así la calidad de vida de los moradores cercanos al grande proyecto y proporcionado una nueva red de saneamiento en el sector.

La comunidad también estuvo de acuerdo debido al bajo impacto ambiental que generó el proyecto con la tecnología MTBM, hubo menos polvo, ruido, movimiento de tierra, olores fuertes, obstrucción al tráfico vehicular y peatonal, entre otros inconvenientes que se dan con el sistema tradicional. Por todos los beneficios que presentó la tecnología MTBM el 78 % de la población recomienda el uso de la tecnología MTBM para redes de saneamiento en futuros proyectos en el país.

#### **4.3.1 Resultados de las entrevistas referentes a la aceptación a la comunidad con la tecnología MTBM.**

Continuando con el segundo objetivo específico: determinar la aceptación en la comunidad de la tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento se obtuvieron los siguientes resultados cualitativos en la entrevista con los ingenieros Dylan Mognol y Ronald Reese, y el psicólogo, Christian Galarza, encargados en la parte técnica ambiental y social del proyecto línea de Impulsión Pradera-esclusas, donde obtuvieron las siguientes conclusiones:

Según con la información obtenida por parte de los ingenieros se determinó que no hubo mayores conflictos donde se ejecutó la obra esto debido a que se informó a la comunidad antes de iniciar el proyecto de lo que iba a suceder. Al iniciar el proyecto realizaron lo que es el plan de gestión social para lo cual realizaron un levantamiento de línea base para conocer e identificar el número de propiedades, que encontramos en el área de intervención, ver cuantos actores locales hay en el sector, como casas comunales, iglesias, policía nacional, cuerpo de bomberos, centros médicos, así también identificar posibles afectaciones en los locales comerciales, realizar un levantamiento socio económico con ellos, también identificaron grupos de vulnerabilidad, justamente para poder crear acciones que ayuden a mitigar todos esos impactos.

Aunque ciertos líderes comunitarios también tenían ciertos intereses personales propios políticos, y eso hacía que emitieran comentarios sobre la obra porque era por la alcaldía entonces se oponían porque eran opuestos en los partidos políticos, entonces el proyecto lo veían mal, incluso antes de iniciar la obra en un sector si nos dijeron que nos iban a cerrar la obra por falta de conocimiento.

De igual manera siempre tuvieron el acompañamiento en el área técnica y ellos se encargaban de dar mayores explicaciones de alguna situación o alguna inquietud por parte de la comunidad, habían varias familias de diferentes estatus socioeconómicos, entonces habían algunas personas que entendían y otras personas que no entendían, habían otras personas que tenían su nivel de estudios universitarios, profesionales, y también eran técnicos, por lo cual también formulaban ciertas preguntas e inquietudes y esos eran resueltos por el área técnica del consorcio.



*Ilustración 39.* Reuniones con los líderes comunitarios sobre el proyecto línea de impulsión Pradera-esclusas.

Fuente: EMAPAG, 2019.

## **Opinión de la comunidad sobre la tecnología MTBM**

Según los ingenieros encargados del proyecto relataron que mucha gente no supo lo que realmente estuvieron haciendo es mas no sintieron lo que se hizo y hubo el comentario de que la gente pensaba de que nosotros estábamos reparando la calle y dijeron dos años te demoraste en reparar la calle, explicaban que había un pozo y adentro una maquina microtuneladora que saco lodo porque básicamente se excavo en lodo y aquí hay un túnel que va a conectar esto es decir, nunca la gente se enteró, la gente lo que veía era un campamento donde entraba y salía gente, entraban volquetas vacías y salían volquetas con tierra, por lo que la gente no sabía el alcance de lo que realmente se hizo aunque, hubo un acercamiento con líderes comunitarios de hecho en el pozo cuatro los líderes comunitarios bajaron hasta el túnel es decir, se tomaron todas las precauciones necesarias para que las personas puedan bajar hasta el túnel y vean lo que realmente era.

Los beneficios fueron evidentes por cuestiones de la mano de obra y por pedido del ente financista el banco de desarrollo dentro del banco mundial exigieron que la mano de obra sea con gente de lugar calificada y no calificada es decir, los obreros eran personas del lugar y mensualmente en los informes que pasaban mensualmente se ponía justamente contrataciones de las personas locales cuantas eran, entonces los ingenieros decían, que por un trabajo en construcción equivale a tres trabajos afuera, almuerzo, movilización, servicios varios que crecieron en ese tiempo.

Se llegó a conocer por parte de los ingenieros que la microtuneladora trabajaba 24 horas al día pero generaba ruido por lo que la maquina estaba a 20 metros bajo tierra. La microtuneladora tenía que permanecer en funcionamiento todo el día, de todas formas no podía dejar de funcionar por lo inestable del terreno si la maquina se paraba se comenzaba a hundir, por lo que podía haber ejercido demasiada presión sobre los tubos y los partían.

## **Aceptación de la comunidad por sus beneficios ambientales**

Según los ingenieros encargados en la parte ambiental y social la comunidad si aceptaron la obra porque vieron que la obra era municipal, entonces sabían que la obra era en vía pública, no afectamos sus propiedades, muchas familias pensaban que íbamos a desalojarlos, les íbamos a quitar sus viviendas entonces les explicábamos que íbamos a trabajar en la vía pública y no áreas de propiedad privada, aunque si tuvimos que desalojar algunas familias por temas de seguridad y de prevención les explicábamos algún tipos de riesgos que podían existir.

Entonces reubicaron a las familias temporalmente por máximo 6 meses hasta dejarlos en sus viviendas habitables, entonces no hubo ningún inconveniente en esa parte. Algunos pensaban que teníamos que pagarles alguna indemnización por cambiarlos de sus hogares por unos 6 meses etc. Por eso muy importante la labor de relaciones comunitarias, informar, avisar hablar con la verdad y con sinceridad para que la población sepa realmente que estábamos haciendo, pero siempre avisando y al final todas familias agradecidas.

Se les recalcó que la obra era municipal y era para el beneficio de ellos mismos, porque ellos tenían un problema de malos olores en el río por lo que todos los desechos de las alcantarillas iban al río, y que con la nueva obra ya los malos olores y la contaminación que se iba a terminar. Por eso la línea base te permite anticiparte a lo que puede estar ocurriendo, incluso en el plan habíamos contemplado el daño de algún tipo de tubería de agua potable aunque no íbamos a tener nada que ver con el agua potable pero sin embargo nosotros los consideramos pero efectivamente al final de obra una tubería se desprendió. Se activó un plan de acción se dialogó inmediatamente con las familias pedir las disculpas. Se dialogó con Interagua se llevó tanqueros para abastecer a las familias y eso fue lo que a la comunidad quedo satisfecha porque nosotros como consorcio estuvimos ahí hasta el final de la obra ayudando en cualquier percance que ocurriera.

La tomaron como un tipo de beneficio, aunque al inicio con dudas, inquietudes, con temor, miedo por lo que es una obra completamente nueva y ellos acostumbrados a que en ciertas obras dañen las calles para ejecutar la obra, aunque ahora fue diferente porque se trató de una obra digamos silenciosa porque fue subterránea que solamente se ocupaban algunos tramos de alguna vía principal para poder ejecutar la obra. Esta obra fue en la vía pública tanto en la parte superior como inferior, entonces mayores afectaciones no hubo, por lo cual la mayoría de la comunidad complacida, contenta y agradecida, porque además de eso logramos captar una gran cantidad de personas en la área de influencia que logre trabajar dentro del consorcio como obreros, eso también fue un buen aliado para nosotros con más del 70% del personal que se hizo de contratación fue de los alrededores de la obra, aunque para nosotros también fue un reto confiar en la familias y que las familias confíen en el consorcio.

## **Coordinación de otras entidades para reducir el impacto ambiental y social**

- Puerto limpio
- Policía nacional
- ATM
- Cooperativas de transporte urbano
- Interagua

El proyecto trabajo en conjunto con la policía, ATM, puerto limpio, incluso trabajaron con las líneas de transporte urbano del sector, lo cual coordinan con ellos que si íbamos a cerrar una vía por algún derrame de residuos, inmediatamente se les avisaba a ellos para que tomen otras vías alternas y evitar algún tipo de congestionamiento, entonces todo fue coordinado y no tuvimos mayor inconveniente en ese sentido.

Según los ingenieros nos mencionaron que una de las políticas que vienen del banco mundial y del banco europeo que son entidades que financian la obra y dentro de sus políticas mencionaba que se debía contratar personal que resida en los alrededores o cercanas a la obra donde se iba a ejecutar. Entonces el plan de gestión social se basó a cumplir con esos estándares de políticas sociales que tienen el banco mundial y el banco europeo. Para nosotros fue un reto y a su vez un tipo de confianza ya darle también algún tipo de protagonismo a la comunidad en que ellos también sean parte de eso, trabajar con los líderes comunitarios y trabajar con escuelas colegios, guarderías para poderlos ayudar hasta donde esté a nuestro alcance poderlos orientar, poderlos ayudar a solventar algunas inquietudes en las familias, los problemas sociales que ya estaban ahí como por ejemplo el tema de la basura, la drogadicción, la delincuencia, al estar nosotros allí coordinábamos bastante con la empresa responsable de la recolección de la basura.

En el caso nosotros coordinamos con la policía nacional que hagan más recorridos constantes en el sector, hacíamos llamados y creábamos grupos de seguridad con la policía, entonces la gente se motivó bastante y eso ayudo. Las personas nos identificaban nos veían el respeto era mutuo, en las charlas que se hacía a la comunidad se enfatizaba lo que es el protagonismo con la comunidad y por ello incentivamos a que los productos que la empresa requería lo podíamos consumir dentro del sector, osea ayudamos en compras de farmacias, ferreterías, bazares, tiendas, comedores inclusive hubo algunos locales comerciales que fueron proveedores nuestros facilitándonos productos que nosotros requeríamos para ejecutar la obra.



*Ilustración 40.* Charla introductoria a los niños de la comunidad sobre el proyecto de una red de saneamiento.

Fuente: Actualidad Ecuador, 2019.

En cuestiones de tránsito si ocasionaban ciertas molestias principalmente en horas de salida como en un punto estratégico donde nosotros trabajábamos cerca de un colegio en donde tenían jornadas de mañana, tarde y noche, entonces en horas pico y al calles cerrada, hubo desvío de buses urbanos y se ocasionaba cierto tipo de congestión, entonces lo que hacíamos era llamar a la ATM para que en horas pico nos vengan auxiliar y evitar algún tipo de problemas con la comunidad o con la población estudiantil. En locales comerciales les costó asimilar porque cuando nosotros estábamos ahí consumíamos sus productos aun en la pandemia, pero en vista que termino la obra y los colegios educativos permanecen cerrados, ellos sintieron el golpe de que ya no estábamos ahí.

Ellos indicaban que cuando estábamos nosotros su economía se mantuvo, pero cuando se terminó la obra su economía bajo, tenía sus pro y sus contra. Para algunos fue bueno porque cuando nos fuimos quitamos el cerramiento, porque hubo propiedades en donde la luz llego a sus hogares, hubo hogares donde no se percibía el aire fresco del ambiente, pro cuando salimos algunos hogares estaban felices ya les entro ventilación en casa e iluminación. Se hizo incluso un recorrido pozo por pozo con fiscalización y un representante de EMAPAG para entregar la obra, la mayoría de la gente contenta, aunque algunos comedores sintieron el golpe porque ya no estábamos ahí. Durante un mes y medio nos trabajamos durante la pandemia pero después tuvimos que retomar la obra para evitar más retrasos.

### 4.3.2 Aceptación de la comunidad con la aplicación de la tecnología MTBM mediante datos cualitativos y datos cuantitativos

Tabla 29. Análisis de la aceptación de la comunidad sobre la tecnología MTBM.

<b>ACEPTACIÓN DE LA COMUNIDAD MEDIANTE LOS DATOS CUALITATIVOS Y DATOS CUANTITATIVOS</b>			
<b>PREGUNTAS</b>	<b>ENTREVISTA (ingenieros)</b>	<b>ENCUESTA (comunidad)</b>	<b>BENEFICIOS</b>
<b>CONOCIMIENTO SOBRE LA CONSTRUCCION DE UNA RED DE SANEAMIENTO</b>	levantamiento de línea base, entrega de trípticos	77% (201 de 260 encuestados)	Mejor gestión social y prevención de accidentes.
<b>ACEPTACION DE LA COMUNIDAD SOBRE EL USO DE LA TECNOLOGIA MTBM?</b>	la mayor cantidad de la población agradecida	84% (218 de 260 encuestados)	Generación de empleo, actividad comercial y Seguridad laboral.
<b>LA TECNOLOGÍA MTBM ES LIMPIA CON EL AMBIENTE</b>	Microtuneladora 100% eléctrica, lodos de lubricación biodegradables.	60% (157 de 260 encuestados)	No genera gases de combustión y menor ruido en obra.
<b>USO DE LA TECNOLOGÍA MTBM PARA FUTUROS PROYECTOS DE REDES DE SANEAMIENTO</b>	Recomendable por menor impacto ambiental y tiempo de ejecución	78% (203 de 260 encuestados)	Mejor calidad de vida de las personas y menor tiempo de malestar a la comunidad.
<b>MALESTAR A AL COMUNIDAD POR CONTAMINACION, RESIDUOS, POLVO Y RUIDO</b>	Daños menores	20% (52 de 260 encuestados)	Daños sin mayor inconveniente y solucionables.

Elaborado por: Vargas (2021)

### 4.4 Correlación de los factores ambientales de la tecnología MTBM y la aceptación de la tecnología en la comunidad.

Con respecto al tercer objetivo específico: Correlacionar los factores ambientales en las que impacta la nueva tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento y la aceptación de la tecnología en la comunidad se obtuvo la siguiente correlación:

Tabla 30. *Correlación del sistema tradicional y la tecnología MTBM*

CATEGORIA	SISTEMA TRADICIONAL		TECNOLOGÍA MTBM	
	ENTREVISTA	ENCUESTA	ENTREVISTA	ENCUESTA
<b>RUIDO</b>	Exceso de ruido por apertura de calles con maquinarias de construcción: retroexcavadora, compactador, tractor, entre otros.	Según la comunidad el rompimiento de calles ocasiona malestar por el exceso de ruido por las maquinarias y los trabajadores en la construcción.	No se necesita abrir calles porque la microtuneladora trabaja por debajo del terreno y no se necesita maquinarias, por ende el ruido es mucho menor.	Según la comunidad el ruido fue menor, por lo que no se rompió las calles, fue una obra silenciosa.
<b>CALIDAD DE AIRE</b>	En el sistema tradicional los movimientos de tierra son mayores y la mayoría del tiempo las maquinarias.	Según la comunidad las maquinarias que las constructoras usan para romper las calles provocan excesos movimiento de tierra, lo cual genera grandes cantidades de polvo en el aire que afectan la salud.	La tecnología MTBM excava por debajo del suelo, no genera polvo por los fluidos de perforación usados para la perforación del terreno.	Según la comunidad no se percibieron mayores contaminaciones por polvo por la microtuneladora. Solamente en donde se hicieron los pozos.
<b>TRÁFICO VEHICULAR</b>	Con el método tradicional se obstruye permanentemente el flujo normal de vehículos en la ciudad lo que ocasiona embotellamiento y malestar a la comunidad.	Según la comunidad habían construido una red de alcantarillado que obligó al cierre de calles lo que causo tráfico vehicular y desvíos molestos.	La obstrucción vehicular es mínima y se da únicamente en el área donde se construye los pozos.	Según la comunidad hubo ciertas calles que tuvieron que ser cerradas lo que ocasionó debidos de las rutas urbanas.

---

<b>MANEJO DE RESIDUOS</b>	El sistema tradicional ocasiona exceso de residuos de tierra, lo que requiere un mayor espacio para depositarlos en las escombreras.	Según la comunidad los residuos de tierra dejan sucias las calles lo que ocasiona malestar.	El manejo de residuos es mínimo debido al poco movimiento de tierra, sin necesidad de tener un amplio espacio en la escombrera.	Según la comunidad no se observó residuos que causen una contaminación por malos olores o suciedad en las calles.
<b>VIBRACIONES</b>	Ocasiona mayores vibraciones por las maquinarias como la excavadora y martillo perforador en el rompimiento de calles en grandes proporciones.	Según la comunidad el uso de los equipos para romper calles y las maquinarias usadas causan molestias y ciertos daños en las casas.	Las vibraciones son mínimas debido a que no se perforan las calles externamente, únicamente en la construcción de los pozos.	Según la comunidad no sintieron ningún tipo de vibración por la microtuneladora, aunque se sintió ciertas vibraciones por la construcción de los pozos.

Nota: correlación de los factores ambientales y la aceptación de la comunidad entre el sistema tradicional y la tecnología MTBM mediante los datos cualitativos y datos cuantitativos.

Elaborado por: Vargas (2021)

#### 4.4.1 Beneficios sociales reales de la tecnología MTBM con respecto al sistema tradicional

Tabla 31. *Aceptación de la comunidad de la tecnología MTBM con respecto al sistema tradicional.*

<b>CATEGORIA</b>	<b>SISTEMA TRADICIONAL</b>	<b>TECNOLOGÍA MTBM</b>
<b>DAÑOS AL ENTORNO</b>	Mayor daño al entorno mediante el rompimiento de calles a largas distancias, lo que ocasiona molestias a la comunidad.	Los daños al entorno son muy menores porque no se necesita romper calles urbanas a excepción de la construcción de los pozos que son tramos menores, por lo que la comunidad se vio beneficiada.
<b>REDES EXISTENTES</b>	La comunidad generalmente realiza quejas a los municipios porque el sistema tradicional tiende a ocasionar alteraciones en las tuberías ya instaladas e inclusive daños a las que ocasionan una interrupción a los servicios básicos.	No altera ni daña las redes existentes porque que la microtuneladora generalmente realiza la excavación a 22 metros bajo tierra. La comunidad no se vio afectada por la interrupción de servicios básicos.
<b>INTERRUPCIÓN A LAS ACTIVIDADES COMERCIALES</b>	Generalmente el rompimiento de calles y la obstrucción al paso vehicular y peatonal es evidente, por lo cual interrumpe las actividades comerciales lo que ocasiona malestar a la comunidad la disminución de su flujo económico.	Mínima interrupción a las actividades comerciales. La tecnología no rompe calles a excepción de los tramos de los pozos donde se ingresa la microtuneladora. Lo que genera beneficios a la comunidad a continuar con sus actividades comerciales de manera normal.
<b>TIEMPOS DE EJECUCIÓN</b>	Mayores tiempos de ejecución por el método de apertura de zanja, mayores movimientos de tierra, lo que genera un impacto social mayor a la comunidad.	Menor tiempo de ejecución, porque la microtuneladora realiza la excavación las 24 horas al día sin parar, lo que aumenta el rendimiento y minimiza el malestar a la comunidad cercana al proyecto.
<b>SEGURIDAD EN EL TRABAJO</b>	Mayores riesgos a los trabajadores por posibles derrumbes en la apertura de zanjas. Caídas de peatones y vehículos a la zanja, lo que genera un riesgo a la comunidad.	No hay riesgo de que ocurra un derrumbe. La microtuneladora es 100% a base de electricidad lo que no genera gases tóxicos y evita que un trabajador se asfixie dentro ella y evita que afecte la salud de los trabajadores.

Elaborado por: Vargas (2021)

## CONCLUSIONES

Con respecto al primer objetivo específico desde el punto de vista cualitativo en los resultados obtenidos se identificó que los factores ambientales en los que impactó la tecnología MTBM fue en el factor de suelo, agua, aire y socio-ambiental porque se detectó un mínimo de ruido, vibraciones y tráfico vehicular (por la construcción convencional de los pozos y no por la máquina microtuneladora). Referente al factor agua que se utilizó en los fluidos de perforación (para el uso de la excavación con la microtuneladora) fue alto, debido a que las longitudes de perforación fueron mayores a 4 Km, esto produjo un exceso de consumo de agua potable.

Asimismo, desde el punto de vista cuantitativo se concluyó que la comunidad tuvo menores afectaciones ambientales porque la tecnología MTBM es una alternativa de construcción amigable con el medio ambiente y capaz de disminuir el impacto ambiental por sus métodos aplicados en el proceso de construcción, debido a que la microtuneladora es 100% eléctrica y no genera gases de combustión al ambiente. Tampoco genera vibraciones en las viviendas porque la microtuneladora realiza la excavación a 22 metros bajo tierra, no genera malos olores debido a que se utiliza agua y un desarenador para retirar el material de excavación. La generación de residuos es mínima por lo que no genera ningún tipo de impacto ambiental. Además, la tecnología MTBM no necesita romper las calles, por tanto no obstaculiza el tráfico (solamente en áreas puntuales para la construcción de los pozos), es decir, es viable aplicarla en ciudades urbanas. Consecuentemente, la tecnología MTBM es apta, innovadora y confiable aplicarla en futuros proyectos de redes de saneamiento en cualquier parte del Ecuador.

De acuerdo al segundo objetivo específico desde el punto de vista cuantitativo en los resultados obtenidos se determinó que la mayor parte de la comunidad aceptó el uso de la tecnología MTBM para la construcción de la red de saneamiento porque generó fuentes de empleo, causó un impacto mínimo en el ambiente, y mejoró la calidad de vida de los moradores donde se ejecutó el proyecto. Por tanto, la mayoría de la comunidad está de acuerdo que la tecnología MTBM sea implementada en futuros proyectos en el país. De igual manera desde el punto de vista cualitativo en los resultados obtenidos de las entrevistas a los ingenieros se determinó que la mayor parte de la comunidad estuvo de acuerdo con la construcción de la red de saneamiento, esto debido al gran beneficio económico y social como fuentes de empleo y calidad de vida a las personas.

Finalmente, en el tercer objetivo específico se determinó que la correlación entre la tecnología MTBM y la tradicional es que según en las entrevistas se dijo que la tecnología MTBM evita totalmente el ruido, menor cantidad de polvo, evita la emisión de gases, no genera malos olores, evita el tráfico vehicular, mínimo manejo de residuos y hay vibraciones mínimas. En cambio con el sistema tradicional: exceso de ruido y polvo, mayor emisión de gases y movimiento de tierra, genera malos olores, exceso de residuos de tierra y un alto índice de vibraciones.

Asimismo, la aceptación de la comunidad entre la tecnología MTBM y la tradicional es que la primera: no ocasiona daños al entorno (excepto en áreas puntuales para la construcción de los pozos), no daña las redes de tuberías existentes porque la excavación es a 22 metros bajo tierra, no interrumpe las actividades comerciales porque no rompe calles, los tiempos de ejecución son mucho menores lo que implicó un beneficio social importante y da seguridad a los trabajadores porque no usa químicos ni gases tóxicos por lo que el trabajador no tiene la posibilidad de asfixiarse dentro de la microtuneladora. Por lo tanto la tecnología MTBM es la mejor opción para una construcción de redes de saneamiento por ser una tecnología limpia y de menor impacto social a la comunidad.

La tecnología MTBM realmente presenta ventajas ambientales porque usa material 100% biodegradable como los lodos de perforación o aceites lubricantes. El sistema de microtunelaje no genera gases de combustión por ser solamente eléctrica. Así mismo la tecnología MTBM garantizó la aceptación por parte de la comunidad por sus ventajas ambientales y sociales como la mínima generación de polvo porque la perforación de la microtuneladora es a más de 20 metros bajo tierra, pocas molestias al tráfico vehicular porque no rompe calles, no genera malos olores y la generación de ruido es menor.

La presente investigación aporta de gran manera a la ingeniería civil porque detalla las ventajas ambientales reales que posee la tecnología MTBM para la construcción de redes saneamiento las cuales son detalladas a continuación: 100 % eléctrica; los refrigerantes, líquidos, lubricantes de la microtuneladora son 100% biodegradables; y reutiliza el agua. El carácter innovador de esta investigación es que no hay estudios que determinen las ventajas ambientales de la MTBM (al ser una tecnología nueva y que se usa por primera vez en el país) en la construcción de redes de saneamiento.

## **RECOMENDACIONES**

Se invita a todas las empresas constructoras, arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros ambientales y entes públicos y privados, que utilicen la tecnología MTBM para este tipo de proyectos o que usen tecnologías limpias y amigables con el ambiente.

Se recomienda a todas las empresas constructoras, arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros ambientales y entes públicos y privados que usen la tecnología MTBM para sus proyectos futuros que se emplee un mecanismo en que se utilice menos agua porque es un recurso importante para el medio ambiente y en la actualidad el agua está siendo vulnerable y escaso.

Se recomienda a los ingenieros civiles una mejor planificación en el sistema constructivo de los pozos porque esto evitará que se obstaculice el tráfico en el área donde se construya, evitará menos ruido, y menos polvo. Por lo tanto, una mejor planificación disminuirá el impacto ambiental y social en el proyecto.

Para la implementación de la tecnología MTBM en proyectos futuros se recomienda a los ingenieros, enfocarse más en la parte de gestión social (socializar el proyecto antes, durante y después), tener una mejor comunicación y un acuerdo de aceptación con la colectividad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, J. (2017). *Aplicación De La Tecnología Sin Zanja Para Mejorar La Productividad En La Rehabilitación De Redes De Alcantarillado*. Universidad Cesar Vallejo , Facultad De Ingeniería , Lima .  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12597/Arce\\_OJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12597/Arce_OJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Comisión Nacional del Agua. (2 de Enero de 2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*.  
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>
- Duque, J. (2018). *repository.eafit*. Beneficios Socio-Ambientales de las Tecnologías Sin Zanja en Colombia:  
[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13211/JuanEsteban\\_DuqueCallejas\\_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/13211/JuanEsteban_DuqueCallejas_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- García Cruz, S., Borges Terrero, Y., Montes de Ocarisco, A., & Hernandez Noa, T. (18 de 12 de 2020). *Evaluación De Impacto Ambiental De La Construcción Del Túnel Subterráneo En El Municipio De Mayarí*. Holos:  
<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9595/pdf>
- Hernandez, M. (2017). *Procedimiento De Excavación Con Microtuneladora: Antecedentes Y Nuevas Tecnologías*. Universidad Nacional Autonoma De México , Facultad De Ingeniería, Ciudad De México.  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13966/Tesina%20microtuneleo%20mhjl.pdf?sequence=1>
- Hernandez-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología De La Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa Y Mixta*. Ciudad de Mexico: Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. De C. V.  
[file:///C:/Users/hp/Downloads/Hern%20C3%A1ndez-%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/Hern%20C3%A1ndez-%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20(1).pdf)
- Hoyo, J. (Octubre de 2020). *Tecnología del pipe jacking*. [https://www.idom.com/wp-content/uploads/2021/03/Oct-2020\\_ROP-3624\\_Tunel-Gudauri-1.pdf](https://www.idom.com/wp-content/uploads/2021/03/Oct-2020_ROP-3624_Tunel-Gudauri-1.pdf)

- J, G., & H, P.-A. (2017). *Modelo de Rendimiento de Microtuneladoras (MTBM)*.  
 file:///C:/Users/hp/Downloads/5852-Texto%20del%20art%C3%ADculo-11059-1-10-20170622%20(2).pdf
- Lopez, A. (2017). *Impacto Ambiental Del Manejo Actual De Residuos De Papel En La Carrera De Medio Ambiente De La Espam "Mfl"*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí, Carrera De Medio Ambiente, Manabí.  
<http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/612/1/TMA130.pdf>
- ONU. (s.f.). *Naciones unidas . Una poblacion en crecimiento*: <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Peña, D., & Laloum, X. (11 de Noviembre de 2018). *Recomendaciones para el Diseño de Cruces Subfluviales para el Acuaeducto*. file:///C:/Users/hp/Downloads/inveseci-recomendaciones-para-el-diseo-de-cruces-subfluviales-para-acueducto%20(1).pdf
- Prieto, B. (15 de Diciembre de 2017). *El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales*.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>
- Survey, S. (1951).
- Torres, M., & Paz, K. (2019). *Métodos de Recolección de datos para una Investigación .*  
<http://148.202.167.116:8080/jspui/bitstream/123456789/2817/1/M%C3%A9todos%20de%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos%20para%20una%20investigaci%C3%B3n.pdf>
- Villamil Millán, M. (Octubre de 2020). *Uso de Lodos Bentoníticos (Slurry)*.  
[https://www.idom.com/wp-content/uploads/2021/03/Oct-2020\\_ROP-3624\\_Tunel-Gudaauri-1.pdf](https://www.idom.com/wp-content/uploads/2021/03/Oct-2020_ROP-3624_Tunel-Gudaauri-1.pdf)
- Viloria Villegas, M., Cadavid, L., & Awad, G. (15 de Mayo de 2018). *Metodología para Evaluación de Impacto ambiental de Proyectos de Infraestructura*. SCIELO:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v28n2/0124-8170-cein-28-02-121.pdf>

## ANEXOS

*Anexo 1.* Link de entrevista grabada al gerente del proyecto.

[https://drive.google.com/file/d/1mCcgnE6VMXsWFZm\\_Z-z0iBYDGyIfTGXX/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1mCcgnE6VMXsWFZm_Z-z0iBYDGyIfTGXX/view?usp=sharing)

*Anexo 2.* Link de entrevista con el ingeniero ambiental.

[https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1pnsJtENYsExnOFKSGHuOk-UDwibt\\_-Q8](https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1pnsJtENYsExnOFKSGHuOk-UDwibt_-Q8)

Anexo 3. Link entrevista con el Psicólogo encargado en la parte social.

<https://drive.google.com/file/d/10KxLaXmry6Sjk5HgWzxDxJbC3wdGEpm1/view?usp=sharing>

Anexo 4. Validez Guía de entrevista docente 1

GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS									
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>		Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.							
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	¿Cuáles fueron los impactos ambientales de la Tecnología MTBM?	X				X		
		¿La microtuneladora generó algún tipo de ruido y polvo durante la perforación?	X				X		
		¿De todas las actividades de construcción que se realizaron cual tuvo mayor beneficio ambiental?	X				X		
		¿La construcción de los pozos generó algún inconveniente que produjo un impacto ambiental?	X				X		
		¿La microtuneladora generó algún tipo de vibración en la perforación del terreno?	X				X		
		¿Sucedió algún imprevisto durante la excavación del terreno?	X				X		
		¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas ambientales de la tecnología MTBM?	X				X		
		¿En el caso que la microtuneladora funcione con electricidad como se abastecía?	X				X		
		¿La microtuneladora consumía gran cantidad de energía eléctrica?	X				X		
		¿Se utilizó algún tipo de químico para la perforación con la microtuneladora?	X				X		
		¿La microtuneladora generó algún tipo de residuos contaminantes?	X				X		

		¿Considera usted que la Microtuneladora es una Tecnología ambiental limpia y aplicable para futuros proyectos en el Ecuador?	X					X	
Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	TECNOLOGÍA MTBM	¿Hubo un acercamiento con la comunidad antes de iniciar la obra?	X					X	
		¿Qué opinaba la comunidad acerca de aplicación de la tecnología con una microtuneladora?	X					X	
		¿Sucedió algún conflicto en cierto lugar de la obra en donde la comunidad no estuvo de acuerdo?	X					X	
		¿La microtuneladora generó algún malestar de ruido por trabajar las 24 horas al día?	X					X	
		¿Cuál fue la aceptación de la comunidad acerca de la obra durante su ejecución?	X					X	
		¿Hubo algún acuerdo firmado entre el consorcio y la comunidad?	X					X	
		¿Durante la ejecución de la obra hubo alguna queja por parte de la comunidad por la generación de ruido, polvo, vibraciones, tráfico vehicular, malos olores o daño de alguna infraestructura de viviendas?	X					X	
		¿La implementación de la Tecnología MTBM generó algún beneficio social en el proyecto?	X					X	
		¿Hubo alguna molestia por parte de la comunidad por los residuos de la obra?	X					X	
	REDES DE SANEAMIENTO	¿La comunidad cercana a la obra sabía que se iba a construir una red de saneamiento?	X					X	
	¿La comunidad estuvo satisfecha con respecto a la construcción de un sistema de saneamiento?	X					X		

Ing. Jaime Amón Valle, Msc.

Nombre del docente



Firma del docente

03/08/2021

Fecha de validación

Anexo 5. Validez guía de entrevista docente 2

GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS									
OBJETIVO GENERAL:		Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.							
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	¿Cuáles fueron los impactos ambientales de la Tecnología MTBM?	X		X		X		
		¿La microtuneladora generó algún tipo de ruido y polvo durante la perforación?	X		X		X		
		¿De todas las actividades de construcción que se realizaron cual tuvo mayor beneficio ambiental?	X		X		X		
		¿La construcción de los pozos generó algún inconveniente que produjo un impacto ambiental?		X		X			X
		¿La microtuneladora generó algún tipo de vibración en la perforación del terreno?	X		X				X
		¿Sucedió algún imprevisto durante la excavación del terreno?	X		X				X
		¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas ambientales de la tecnología MTBM?	X		X		X		
		¿En el caso que la microtuneladora funcione con electricidad como se abastecía?		X		X			X
		¿La microtuneladora consumía gran cantidad de energía eléctrica?		X		X			X
		¿Se utilizó algún tipo de químico para la perforación con la microtuneladora?	X		X				X
		¿La microtuneladora generó algún tipo de residuos contaminantes?	X		X		X		

		¿Considera usted que la Microtuneladora es una Tecnología ambiental limpia y aplicable para futuros proyectos en el Ecuador?	X		X		X		
Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	TECNOLOGÍA MTBM	¿Hubo un acercamiento con la comunidad antes de iniciar la obra?	X		X		X		
		¿Qué opinaba la comunidad acerca de aplicación de la tecnología con una microtuneladora?		X		X		X	
		¿Sucedió algún conflicto en cierto lugar de la obra en donde la comunidad no estuvo de acuerdo?		X		X		X	
		¿La microtuneladora generó algún malestar de ruido por trabajar las 24 horas al día?	X		X		X		
		¿Cuál fue la aceptación de la comunidad acerca de la obra durante su ejecución?	X		X		X		
		¿Hubo algún acuerdo firmado entre el consorcio y la comunidad?		X		X		X	
		¿Durante la ejecución de la obra hubo alguna queja por parte de la comunidad por la generación de ruido, polvo, vibraciones, tráfico vehicular, malos olores o daño de alguna infraestructura de viviendas?	X		X		X		
		¿La implementación de la Tecnología MTBM generó algún beneficio social en el proyecto?	X		X		X		
		¿Hubo alguna molestia por parte de la comunidad por los residuos de la obra?		X		X		X	
	REDES DE SANEAMIENTO	¿La comunidad cercana a la obra sabía que se iba a construir una red de saneamiento?	X		X		X		
	¿La comunidad estuvo satisfecha con respecto a la construcción de un sistema de saneamiento?	X		X		X			

Msc. Ing. Luis Almeida Vargas  
Nombre del docente

  
Firma del docente

14/08/2021

Fecha de validación

Anexo 6. Validez guía de entrevista docente 3

GUÍA DE ENTREVISTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS									
<b>OBJETIVO GENERAL:</b>		Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.							
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	1. ¿Cuáles fueron los impactos ambientales de la Tecnología MTBM?	X		X			X	
		2. ¿De todas las actividades de construcción que se realizaron cual tuvo mayor beneficio ambiental?	X		X		X		
		3. ¿La construcción de los pozos generó algún inconveniente que produjo un impacto ambiental?	X		X		X		
		4. ¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas ambientales de la tecnología MTBM?	X		X		X		
		5. ¿La microtuneladora generó algún tipo de vibración en la perforación del terreno?	X		X		X		
		6. ¿La microtuneladora generó algún tipo de ruido y polvo durante la perforación?	X		X		X		
		7. ¿El funcionamiento de la microtuneladora era a base de combustible o electricidad?	X		X		X		
		8. ¿En el caso de que la microtuneladora funcione con electricidad como se abastecía?	X		X		X		
		9. ¿La microtuneladora generó algún tipo de riesgo a los trabajadores?	X		X		X		
		10. ¿La microtuneladora generó algún tipo de residuos contaminantes?	X		X		X		
		11. ¿Se utilizó algún tipo de químico para la perforación con la microtuneladora?	X		X		X		

		12. ¿Considera usted que la Microtuneladora es una Tecnología ambiental limpia y aplicable para futuros proyectos en el Ecuador?	X		X		X		
Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	TECNOLOGÍA MTBM	13. ¿Hubo un acercamiento con la comunidad antes de iniciar la obra?	X		X		X		
		14. ¿Qué opinaba la comunidad acerca de aplicación de la tecnología con microtuneladora?	X		X		X		
		15. ¿Sucedió algún conflicto en cierto lugar de la obra en donde la comunidad no estuvo de acuerdo?	X		X		X		
		16. ¿La microtuneladora generó algún malestar de ruido por trabajar las 24 horas al día?	X		X		X		
		17. ¿Hubo alguna molestia por parte de la comunidad por los residuos de la obra?	X		X		X		
		18. ¿Hubo algún acuerdo firmado entre el consorcio y la comunidad?	X		X		X		
		19. ¿Durante la ejecución de la obra hubo alguna queja por parte de la comunidad por la generación de ruido, polvo, vibraciones, tráfico vehicular, malos olores o daño de alguna infraestructura de viviendas?	X		X		X		
		20. ¿La implementación de la Tecnología MTBM generó algún beneficio social en el proyecto?	X		X		X		
		21. ¿De acuerdo a su opinión personal cuál fue la aceptación en la comunidad de todo el proyecto en general?	X		X		X		
		REDES DE SANEAMIENTO	22. ¿La comunidad cercana a la obra sabía que se iba a construir una red de saneamiento?	X		X		X	
		23. ¿La comunidad estuvo satisfecha con respecto a la construcción de un sistema de saneamiento?	X		X		X		

Mg. José Delgado Salas

Nombre del docente



Firma del docente

17/08/2021

Fecha de validación

Anexo 7. Validez cuestionario docente 1

CUESTIONARIO DIRIGIDA A LA COMUNIDAD									
OBJETIVO GENERAL:	Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.								
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	¿Cree usted que la Microtuneladora generó alguna contaminación en el medio ambiente?	X				X		
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por el Exceso de ruido?	X				X		
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por la generación de malos olores?	X				X		
		¿Usted cree que hubo mayor beneficio ambiental con la aplicación de la Microtuneladora para la construcción de la red de saneamiento?	X				X		
		¿La aplicación de la Microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por daños estructurales en las viviendas causadas por las vibraciones?	X				X		
		¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad la obstrucción al tráfico vehicular?	X				X		

Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	REDES DE SANEAMIENTO	¿Sabía usted que se usó una microtuneladora para construir una red de saneamiento?	X				X		
		¿Qué le pareció el uso de la microtuneladora para la construcción de una red de saneamiento?	X				X		
		¿Estaría de acuerdo que la microtuneladora se utilice en la elaboración de otro proyecto de sistema de saneamiento?	X				X		
	IMPACTO AMBIENTAL	¿La microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de residuos que contaminen el ambiente?	X				X		
		¿La aplicación de la Microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de polvo?	X				X		
		Está de acuerdo que la microtuneladora aplicada en la construcción de redes de saneamiento es una tecnología limpia con el medio ambiente?	X				X		

Msc. Jaime Amón Valle, Msc  
 Nombre del docente

  
 Firma del docente

03/08/2021  
 Fecha de validación

Anexo 8. Validez de cuestionario docente 2

CUESTIONARIO DIRIGIDA A LA COMUNIDAD									
OBJETIVO GENERAL:	Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.								
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	¿Cree usted que la Microtuneladora generó alguna contaminación en el medio ambiente?	X		X		X		
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por el Exceso de ruido?	X		X		X		
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por la generación de malos olores?	X		X			X	
		¿Usted cree que hubo mayor beneficio ambiental con la aplicación de la Microtuneladora para la construcción de la red de saneamiento?	X		X		X		
		¿La aplicación de la Microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por daños estructurales en las viviendas causadas por las vibraciones?	X		X			X	
		¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad la obstrucción al tráfico vehicular?	X		X		X		

Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	REDES DE SANEAMIENTO	¿Sabía usted que se usó una microtuneladora para construir una red de saneamiento?	X		X			X	
		¿Qué le pareció el uso de la microtuneladora para la construcción de una red de saneamiento?	X		X			X	
		¿Estaría de acuerdo que la microtuneladora se utilice en la elaboración de otro proyecto de sistema de saneamiento?	X		X		X		
	IMPACTO AMBIENTAL	¿La microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de residuos que contaminen el ambiente?	X		X			X	
		¿La aplicación de la Microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de polvo?	X		X			X	
		¿Está de acuerdo que la microtuneladora aplicada en la construcción de redes de saneamiento es una tecnología limpia con el medio ambiente?	X		X		X		

Msc. Luis Almeida Vargas

Nombre del docente



Firma del docente

14/08/2021

Fecha de validación

Anexo 9. Validez cuestionario docente 3

CUESTIONARIO DIRIGIDA A LA COMUNIDAD									
OBJETIVO GENERAL:	Analizar las ventajas ambientales obtenidas al usar la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento en Guayaquil.								
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	PREGUNTAS	PERTINENCIA				REDACCIÓN		
			Objeti.		Variab.		S	A	D
			P	NP	P	NP			
Identificar los factores ambientales en las que impacta la nueva Tecnología MTBM en la construcción de redes saneamiento	IMPACTO AMBIENTAL	¿Cree usted que la Microtuneladora generó alguna contaminación en el medio ambiente?	X		X			X	
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por el Exceso de ruido?	X		X		X		
		¿La Microtuneladora generó alguna molestia por la generación de malos olores?	X		X		X		
		¿Usted cree que hubo mayor beneficio ambiental con la aplicación de la Microtuneladora para la construcción de la red de saneamiento?	X		X			X	
		¿La aplicación de la Microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por daños estructurales en las viviendas causadas por las vibraciones?	X		X		X		
		¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad la obstrucción al tráfico vehicular?	X		X		X		

Determinar la aceptación en la comunidad de la Tecnología MTBM en la construcción de redes de saneamiento	REDES DE SANEAMIENTO	¿Sabía usted que se usó una microtuneladora para construir una red de saneamiento?	X		X		X		
		¿Qué le pareció el uso de la microtuneladora para la construcción de una red de saneamiento?	X		X		X		
		¿Estaría de acuerdo que la microtuneladora se utilice en la elaboración de otro proyecto de sistema de saneamiento?	X		X		X		
	IMPACTO AMBIENTAL	¿La microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de residuos que contaminen el ambiente?	X		X		X		
		¿La aplicación de la Microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de polvo?							
		Está de acuerdo que la microtuneladora aplicada en la construcción de redes de saneamiento es una tecnología limpia con el medio ambiente?	X		X		X		

Msc. José Delgado Salas

Nombre del docente



Firma del docente

17/08/2021

Fecha de validación



ENTREVISTA GUIADA AL INGENIERO ENCARGADO EN LA PARTE TÉCNICA DEL  
PROYECTO DISEÑO - CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN PRADERA – ESCLUSAS



ENTREVISTADO: ING. DYLAN MOGNOL

FECHA: 14/JUNIO/2021

ENTREVISTADOR: BRYAN VARGAS

**PREGUNTAS**

1. ¿La tecnología MTBM generó algún impacto ambiental en el proceso constructivo?
2. ¿Cuáles fueron los beneficios ambientales más relevantes de la obra al utilizar la tecnología MTBM?
3. ¿En el caso de que la microtuneladora funcione con electricidad como se abastecía?
4. ¿La microtuneladora generó algún tipo de vibración en la perforación del terreno?
5. ¿Se utilizó algún tipo de químico para la perforación con la microtuneladora?
6. ¿La microtuneladora generó algún tipo de residuos contaminantes?
7. ¿La microtuneladora consumía gran cantidad de energía eléctrica?
8. ¿Considera usted que la Microtuneladora es una Tecnología ambiental limpia y aplicable para futuros proyectos en el Ecuador?



ENTREVISTA GUIADA AL INGENIERO ENCARGADO EN LA PARTE AMBIENTAL DEL  
PROYECTO DISEÑO - CONSTRUCCION LINEA DE IMPULSION PRADERA – ESCLUSAS



ENTREVISTADO: ING. RONALD REESE

FECHA: 11/JUNIO/2021

ENTREVISTADOR: BRYAN VARGAS

**PREGUNTAS**

1. ¿Cuáles fueron los impactos ambientales de la Tecnología MTBM?
2. ¿La microtuneladora generó algún tipo de ruido y polvo durante la perforación?
3. ¿De todas las actividades de construcción que se realizaron cual tuvo mayor beneficio ambiental?
4. ¿La construcción de los pozos generó algún inconveniente que produjo un impacto ambiental?
5. ¿La microtuneladora generó algún tipo de vibración en la perforación del terreno?
6. ¿Sucedió algún imprevisto en cuanto a la excavación con la microtuneladora?
7. ¿Cuáles fueron las ventajas y desventajas ambientales de la tecnología MTBM?
8. ¿Considera usted que la Microtuneladora es una Tecnología ambiental limpia y aplicable para futuros proyectos en el Ecuador?

Acti  
Ve a l



**ENTREVISTA GUIADA CON PISCÓLOGO ENCARGADO EN LA PARTE DE GESTIÓN SOCIAL  
DEL PROYECTO DISEÑO - CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN PRADERA – ESCLUSAS**



**ENTREVISTADO:** PSIC. CHRISTIAN GALARZA

**FECHA:** 21/JUNIO/2021

**ENTREVISTADOR:** BRYAN VARGAS

**PREGUNTAS**

1. ¿Hubo un acercamiento con la comunidad antes de iniciar la obra?
2. ¿Qué opinaba la comunidad acerca de aplicación de la tecnología con una microtuneladora?
3. ¿La comunidad cercana a la obra sabía que se iba a construir una red de saneamiento?
4. ¿La microtuneladora generó algún malestar de ruido a la comunidad por trabajar las 24 horas al día?
5. ¿Sucedió algún conflicto en cierto lugar de la obra en donde la comunidad no estuvo de acuerdo?
6. ¿Cuál fue la aceptación de la comunidad acerca de la obra durante su ejecución?
7. ¿Durante la ejecución de la obra hubo alguna queja por parte de la comunidad por la generación de ruido, polvo, vibraciones, tráfico vehicular, malos olores o daño de alguna infraestructura de viviendas?
8. ¿Hubo alguna molestia por parte de la comunidad por los residuos de la obra?
9. ¿La implementación de la Tecnología MTBM generó algún beneficio social en el proyecto?
10. ¿Hubo algún acuerdo firmado entre el consorcio y la comunidad?
11. ¿La comunidad estuvo satisfecha con respecto a la construcción de un sistema de saneamiento?

Acti  
Ve a C



### Cuestionario sobre la tecnología MTBM a la comunidad

**Nivel de educación**

Superior   
Secundaria   
Primaria

**Estatus Social**

Alto   
Medio   
Bajo

**1. ¿Sabía usted que se usó una microtuneladora para construir una red de saneamiento?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**2. ¿Qué le pareció el uso de la microtuneladora para la construcción de una red de saneamiento?**

Excelente  Muy Bueno  Bueno

Regular  Malo

**3. ¿Cree usted que la microtuneladora generó alguna contaminación en el medio ambiente?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**4. ¿La microtuneladora causó alguna molestia por la generación de residuos que contaminen el ambiente?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**5. ¿La microtuneladora generó alguna molestia por la generación de malos olores?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**6. ¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad la obstrucción al tráfico vehicular?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**7. ¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por exceso de ruido?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**8. ¿La aplicación de la microtuneladora causó algún malestar a la comunidad por la generación de polvo?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**9. ¿La aplicación de la microtuneladora generó algún malestar a la comunidad por daños estructurales en las viviendas causadas por las vibraciones?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**10. ¿Usted cree que hubo mayor beneficio ambiental con la aplicación de la microtuneladora para la construcción de la red de saneamiento?**

Definitivamente si  No estoy seguro  Probablemente no

Probablemente si  Definitivamente no

**11. ¿Está de acuerdo que la tecnología con la microtuneladora aplicada en la construcción de redes de saneamiento es una tecnología limpia con el medio ambiente?**

Totalmente de acuerdo  Parcialmente de acuerdo  Ni en desacuerdo ni en acuerdo

Parcialmente desacuerdo  Totalmente en desacuerdo

**12. ¿Estaría de acuerdo que la microtuneladora se utilice en la elaboración de otro proyecto de sistema de saneamiento?**

Totalmente de acuerdo  Parcialmente de acuerdo  Ni en desacuerdo ni en acuerdo

Parcialmente desacuerdo  Totalmente en desacuerdo



## PLAN DE LA GESTIÓN SOCIAL DE BSSB PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS - CIERRE 2021

ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	PROGRAMA	ACTIVIDAD	TAREAS	Medidas a Implementar	Indicador	Medio de Verificación	% DE CUMPLIMIENTO
GENERACIÓN DE CONFLICTOS	POTENCIALES MOLESTIAS A LA COMUNIDAD	2 MANEJO DE INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD	2.1 ATENCIÓN COMUNITARIA	2.1.1 IMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE ATENCIÓN	El Punto de atención será ubicado en los exteriores del área de trabajo, y la atención será de 08h30 hasta las 16h00 de lunes a viernes bajo la responsabilidad de las Gestoras Comunitarias y con apoyo de líderes comunitarios. Habrá un Buzón de sugerencia en el interior del área de trabajo para trabajadores de BSSB	# de Puntos de Información activo: y 1 buzón de sugerencia para el personal	Informes mensuales y trimestrales	100%
				2.1.2 REUNIONES COMUNITARIAS, SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO	Se realizará 7 reuniones (cada 2 meses) durante el periodo de construcción y cierre del pozo.	# de reuniones con la comunidad	Informes mensuales y trimestrales	100%
				2.1.3 ATENCIÓN DE SOLICITUDES DE PARTE DE LA COMUNIDAD (QUEJAS/RECLAMOS)	Formulario de quejas y reclamos (de los ciudadanos y trabajadores de BSSB) serán remitidas a las áreas correspondientes en un tiempo estipulado máximo de 48 horas laborables para su inmediata atención	Generar una matriz de quejas sobre los casos presentados para remitirlos a las áreas correspondientes	Informes mensuales y trimestrales	100%
				2.1.4 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DISPONIBLE PARA LA COMUNIDAD	Se tiene habilitado un correo electrónico y dos números telefónicos: gestoras.comunitarias@bssb.ec; 0939733017	Generar reportes de solicitudes presentadas	Informes mensuales y trimestrales	100%



CONSORCIO BSSB

**PLAN DE LA GESTIÓN SOCIAL DE BSSB PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS - CIERRE 2021**

ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	PROGRAMA	ACTIVIDAD	TAREAS	Medidas a Implementar	Indicador	Medio de Verificación	% DE CUMPLIMIENTO
GENERACIÓN DE CONFLICTOS	POTENCIALES MOLESTIAS A LA COMUNIDAD	2 MANEJO DE INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD	2.4 INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA	2.4.1 INVOLUCRADOS ACTIVOS COMO APOYO A ACTIVIDADES COMUNITARIAS	Líderes comunitarios activos e identificados como voluntarios para apoyo de actividades. Se involucrará a empresas públicas y privadas	Generar un registro fotográfico de apoyo de líderes comunitarios	Informes mensuales y trimestrales	100%
				2.4.2 ACTORES LOCALES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO	Coordinación con: Policía Nacional en su programa policía comunitaria, Benemérito Cuerpo de Bomberos para hacer 1 simulacro en establecimiento educativo. Y otras empresas del sector que deseen sumarse a las actividades	Generar un reporte sobre la actividad desarrollada en establecimientos educativos del área de influencia directa de la obra	Informes mensuales y trimestrales	100%



CONSORCIO BSSB

## PLAN DE LA GESTIÓN SOCIAL DE BSSB PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS - CIERRE 2021

IMPACTO IDENTIFICADO	PROGRAMA	ACTIVIDAD	TAREAS	Medidas a Implementar	Indicador	Medio de Verificación	% DE CUMPLIMIENTO
POTENCIALES MOLESTIAS A LA COMUNIDAD	3 REDUCCIÓN DE IMPACTO COMUNITARIO	3.2 ATENCIÓN COMUNITARIA	3.2.1 GESTIONAR LAS SOLICITUDES PRESENTADAS	Se derivan las solicitudes a las áreas técnicas de BSSB para el proceso de evaluación	# de quejas presentadas	Informes mensuales y trimestrales	100%
			3.2.2 ENTREGA DE COMPENSACIONES ANTE POSIBLES AFECTACIONES	Coordinar entrega de materiales o compensación con posibles afectados	# de actas de entrega/recepción a familias afectadas durante el proceso constructivo de la obra	Informes mensuales y trimestrales	100%
			3.2.1 GESTIONAR LAS SOLICITUDES PRESENTADAS	Se derivan las solicitudes a las áreas técnicas de BSSB para el proceso de evaluación	# de quejas presentadas	Informes mensuales y trimestrales	100%
			3.2.2 ENTREGA DE COMPENSACIONES ANTE POSIBLES AFECTACIONES	Coordinar entrega de materiales o compensación con posibles afectados	# de actas de entrega/recepción a familias afectadas durante el proceso constructivo de la obra	Informes mensuales y trimestrales	100%



CONSORCIO BSSB

**PLAN DE LA GESTIÓN SOCIAL DE BSSB PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS POZOS - CIERRE 2021**

ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	PROGRAMA	ACTIVIDAD	TAREAS	Medidas a Implementar	Indicador	Medio de Verificación	% DE CUMPLIMIENTO
GENERACIÓN DE CONFCITOS	POTENCIALES MOLESTOA A LA COMUNIDAD	3 REDUCCIÓN DE IMPACTO COMUNITARIO	3.3 REUNIONES COMUNITARIAS/ ASAMBLEAS	3.3.4 REDUCCIÓN DE RESIDUOS POR TRANSPORTACIÓN MATERIALES/DESECHOS	Coordinar con responsable técnico el cumplimiento de las especificaciones técnicas de cada vehículo contratado (previa autorización de Fiscalización). Capacitación a transportista sobre el impacto socio ambiental	Generar un registro fotográfico de la socialización con la comunidad sobre los trabajos a realizar en horarios accesibles	Informes mensuales y trimestrales	100%
				3.3.5 PROTECCIÓN, SEGURIDAD EN LAS ÁREAS DE TRABAJO	Informar a la comunidad sobre los riesgos en el área de trabajo	# de reuniones realizadas	Informes mensuales y trimestrales	100%
				3.3.6 VISITAS A LA OBRA CON LÍDERES COMUNITARIOS (VEDORES), SIGUIENDO PROTOCOLO DE SEGURIDAD	Dar a conocer el tipo de trabajo que realiza BSSB dentro del cerramiento (construcción de pozos y trabajos de microtuneladora)	Generar un reporte de actores sociales que visitan la obra (previa autorización de Gerencia de Proyecto	Informes mensuales y trimestrales	100%

Anexo 15. Plan de actividades de prevención del proyecto línea de impulsión pradera-esclusas.

 <b>ACTIVIDADES MES DE ABRIL DE 2019</b>									
ASPECTO SOCIO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	PROGRAMA	ACTIVIDAD	TAREAS	Medidas Implementadas	% de Cumplimiento	Indicador	Medio de Verificación	OBSERVACIONES
GENERACIÓN DE CONFLICTOS	POTENCIALES MOLESTIAS A LA COMUNIDAD	2 MANEJO DE INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD	2.1 ATENCIÓN COMUNITARIA	2.1.1 IMPLEMENTACIÓN DE PUNTOS DE ATENCIÓN	El Punto de atención será ubicado en los exteriores del área de trabajo, y la atención será de 08h00 hasta las 15h00 de lunes a viernes bajo la responsabilidad de las Gestoras Comunitarias y con apoyo de líderes comunitarios. Habrá un Buzón de sugerencia en el interior del área de trabajo para trabajadores de BSSB		Implementación de Punto de atención a la comunidad y 1 buzón de sugerencia para el personal en Pozo 4		Se colocará un punto de atención que disponga de : una carpa con 1 mesa y 2 sillas para atención a la vecindad, en donde habrá trípticos referente a la obra del Pozo 4 . El punto de atención tendrá formularios de quejas y reclamos para ser reportados a las áreas correspondientes . El Buzón de sugerencia para