



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS
EN EL MUNICIPIO DE MIXCO**

Marvin Arnoldo Reyes Reyes

Asesorado por la Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Guatemala, abril de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS
EN EL MUNICIPIO DE MIXCO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN ARNOLDO REYES REYES

ASESORADO POR LA INGA. AURELIA ANABELA CORDOVA ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADOR	Ing. Saulo Moisés Méndez Garza
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN EL MUNICIPIO DE MIXCO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 11 de febrero de 2015.



Marvin Arnoldo Reyes Reyes

Guatemala, noviembre de 2015.

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Urquizú:

Por este medio informo que he procedido a revisar el trabajo de graduación elaborado por el estudiante: Marvin Arnoldo Reyes Reyes con carné 2008-18892, de la carrera de Ingeniería Industrial, cuyo título es:

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN EL MUNICIPIO DE MIXCO.

Considero que el trabajo presentado por el estudiante ha sido desarrollado cumpliendo con los reglamentos y siguiendo las recomendaciones de asesoría, por lo que doy mi aprobación y solicito el trámite correspondiente.

Sin otro particular me suscribo de usted.



Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada



Colegiado No. 7141

Asesor



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN EL MUNICIPIO DE MIXCO**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Arnoldo Reyes Reyes**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Ing. Francisco Hernández A.' and 'Colegiado 5,248'. The signature is written over a faint, larger version of the same text.

Ing. Francisco Hernández A.
Colegiado 5,248

Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2016.

/mgp



REF.DIR.EMI.046.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN EL MUNICIPIO DE MIXCO**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Arnoldo Reyes Reyes**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2018.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

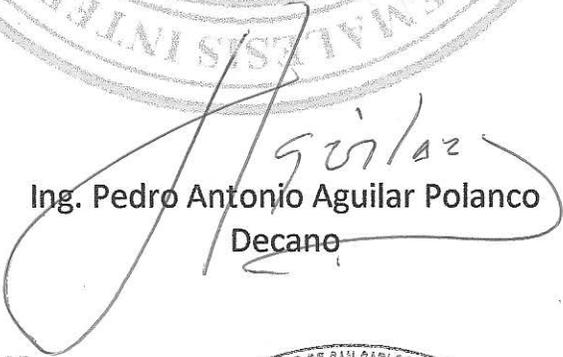


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 138.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MANTOS ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS EN EL MUNICIPIO DE MIXCO**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Arnoldo Reyes Reyes**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por proveer siempre lo necesario en mi camino, nunca dejar de amarme y cuidarme.
Mi padre	José María Reyes García, su amor y dedicación serán siempre mi inspiración.
Mi hermana	Elena Reyes, por demostrarme siempre su apoyo.
Mi amiga	Leslie Marroquín, por todo tu cariño y comprensión, así como todo el apoyo durante esta meta.
Mi amiga	Andrea Maldonado y la familia Maldonado por todo lo que han hecho por mí y ser parte importante de esta meta.
Mis amigos	En especial a Elizabeth Cabrera, Kelvin Morales y Jorge Sinaí.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por amarme siempre y no dejarme vencer ante los sinsabores durante la culminación de esta meta.
- Mi padre** Por darme todo lo necesario para estar aquí y mediante su dedicación y entrega ser una importante influencia en mi carrera.
- Mi amiga** Leslie Marroquín, por siempre apoyarme y nunca dejarme vencer, tu cariño fue siempre mi fortaleza.
- Mi amiga** Andrea Maldonado y la familia Maldonado, porque son parte indispensable en mi vida y sin todo su apoyo y cariño no estuviera cumpliendo esta meta.
- Mis amigos** En especial a Elizabeth Cabrera, Kelvin Morales y Jorge Sinaí por siempre apoyarme durante el transcurso de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ESTUDIO DE MERCADO	1
1.1. Aspectos generales del municipio	1
1.2. El área del mercado	2
1.2.1. Población consumidora	3
1.2.2. Segmentación del mercado	3
1.2.3. Segmentación geográfica	3
1.3. Investigación de mercado.....	4
1.3.1. Ingresos de la población.....	8
1.3.2. Nivel de aceptación	9
1.3.3. Servicio actual	10
1.4. Tasa de crecimiento	11
1.5. Análisis de la demanda.....	12
1.5.1. Identificación de la demanda	13
1.5.2. Comportamiento histórico de la demanda	13
1.5.3. Proyección de la demanda	15
1.6. Análisis de la oferta	17
1.6.1. Oferta actual	18
1.6.2. Proyección de la oferta	19
1.7. Análisis de precios.....	19

1.7.1.	Costo promedio	20
1.7.2.	Análisis histórico.....	21
1.7.3.	Proyección de precios	22
2.	ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA	25
2.1.	Localización	25
2.1.1.	Macrolocalización	26
2.1.2.	Microlocalización	27
2.1.2.1.	Vías de acceso.....	29
2.1.3.	Factores condicionales de la localización.....	30
2.2.	Tamaño	31
2.2.1.	Factores condicionales del tamaño	31
2.2.2.	Estrategia de tamaño	34
2.2.3.	Consideraciones económicas.....	35
2.3.	Elementos de ingeniería.....	36
2.3.1.	Maquinaria y equipo	36
2.3.2.	Mano de obra	37
2.3.3.	Valorización de la mano de obra	38
2.4.	Obras físicas	39
2.4.1.	Infraestructura	39
2.4.2.	Valorización de obras físicas.....	42
2.5.	Área del estudio	43
2.5.1.	Tipos de suelos	43
2.5.2.	Datos pluviométricos	44
2.6.	Requerimiento del proceso	46
2.7.	Proceso del sistema de alimentación de agua	46
3.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	49
3.1.	Planeación estratégica	49

3.1.1.	Objetivos.....	49
3.1.2.	Políticas	51
3.1.3.	Estrategias.....	51
3.2.	Organigrama.....	52
3.2.1.	Estructural.....	53
3.2.2.	Funcional	54
3.2.3.	Descripción de puestos	54
3.2.4.	Especificación de puestos	55
3.3.	Planificación de recursos humanos	57
3.3.1.	Reclutamiento.....	57
3.3.2.	Selección	58
3.3.3.	Capacitación	58
3.4.	Aspecto laboral.....	59
3.4.1.	Contrato de trabajo	59
3.4.2.	Reglamento de trabajo	60
3.5.	Plan de operación y mantenimiento	61
4.	ESTUDIO LEGAL.....	63
4.1.	Estructura legal.....	63
4.2.	Marco legal del estudio.....	63
4.2.1.	Requisitos administrativos	63
4.2.2.	Aspecto laboral	64
4.2.2.1.	Salarios.....	65
4.2.2.2.	Jornadas laborales	66
4.2.2.3.	Prestaciones	68
4.2.3.	Aspecto ecológico.....	69
4.2.3.1.	Reglamentos.....	69
4.3.	Requisitos legales	70
4.4.	Dominio legal de los inmuebles	72

4.4.1.	Propietarios	72
4.4.2.	Derechos de paso	72
5.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	73
5.1.	Identificación del área de influencia	73
5.2.	Ubicación e instalaciones físicas.....	73
5.3.	Descripción del entorno biótico y abiótico	74
5.3.1.	Entorno biótico	75
5.3.2.	Entorno abiótico	76
5.4.	Identificación de desechos y residuos.....	77
5.5.	Identificación de impactos	78
5.6.	Matriz de leopold.....	82
5.7.	Definición de medidas de mitigación	83
5.8.	Plan de manejo ambiental del estudio.....	85
5.9.	Plan de higiene y seguridad industrial.....	86
5.9.1.	Plan de seguridad industrial	87
5.9.2.	Plan de contingencia	88
6.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	91
6.1.	Costo total de la inversión	91
6.1.1.	Gastos de estudio	91
6.1.2.	Construcción de la obra física	91
6.1.3.	Gastos de instalación	92
6.1.4.	Gastos de ejecución	93
6.2.	Costos totales de operación.....	94
6.2.1.	Mano de obra	95
6.2.2.	Supervisión.....	96
6.3.	Costos de administración	96
6.3.1.	Costos fijos al año	97

6.3.2.	Costos variables al año	97
6.4.	Recursos financieros para la inversión	98
6.4.1.	Presupuesto de inversiones.....	98
6.4.2.	Capital de trabajo.....	99
6.4.3.	Calendario de inversiones	100
6.4.4.	Inversión inicial total	101
6.5.	Análisis y proyecciones financieras	102
6.5.1.	Determinación de los ingresos.....	102
6.5.2.	Proyecciones de los ingresos	103
6.5.2.1.	Ingreso de capital	103
6.5.2.2.	Ingresos totales por año	105
6.5.3.	Proyecciones de gastos.....	105
6.6.	Tiempo de recuperación de la inversión	105
7.	ESTUDIO FINANCIERO	107
7.1.	Balance general inicial.....	107
7.2.	Flujo de efectivo	108
7.3.	Estado de resultados.....	109
7.4.	Determinación de la tasa atractiva mínima de retorno	110
7.5.	Evaluación económica.....	111
7.5.1.	Valor actual neto.....	111
7.5.2.	Tasa interna de retorno	112
7.5.3.	Relación beneficio/costo.....	113
	CONCLUSIONES	115
	RECOMENDACIONES.....	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	119
	APÉNDICES	123
	ANEXOS	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Encuesta para el estudio de mercado	6
2.	Ingresos por hogar mensuales.....	9
3.	Nivel de aceptación de la población.....	10
4.	Servicio actual prestado por la municipalidad	11
5.	Mapa de localización de la zona 1	25
6.	Mapa de la colonia Lomas de Portugal (calles, avenidas y lotes)	28
7.	Mapa de la colonia Lomas de Portugal (calles y avenidas).....	29
8.	Plano de un modelo de pozo de infiltración, para aguas pluviales.....	41
9.	Organigrama estructural del sistema.....	53
10.	Organigrama funcional del sistema.....	54

TABLAS

I.	Datos históricos de hogares en la zona 1.	12
II.	Demanda histórica en la zona 1 (por numero de hogares).	13
III.	Demanda histórica en la zona 1 (por metros cúbicos al día).....	14
IV.	Demanda en la zona 1 (por numero de hogares).....	16
V.	Demanda en la zona 1 (por metros cúbicos al día).....	17
VI.	Oferta histórica y actual en la zona 1 (por metros cúbicos al día).....	18
VII.	Proyección de la oferta en la zona 1 (por metros cúbicos al día).....	19
VIII.	Costo promedio en la zona 1 (por colonia).....	20
IX.	Análisis histórico en la zona 1 (por colonia).	21
X.	Proyección de los precios en la zona 1 (por colonia).	23

XI.	Principales colonias de la zona 1.....	27
XII.	Necesidades basicas insatisfechas de agua potable.....	32
XIII.	Capacidad de acumulaci3n de agua de los pozos.....	34
XIV.	Valorizaci3n de la maquinaria.....	37
XV.	Valorizaci3n del equipo de seguridad e higiene.....	37
XVI.	Valorizaci3n de la mano de obra.....	39
XVII.	Valorizaci3n de las obras f3sicas.....	42
XVIII.	An3lisis cualitativo del tipo de suelos.....	44
XIX.	Datos pluviom3tricos (anuales).....	45
XX.	Identificaci3n de impactos negativos por etapa.	81
XXI.	Matriz de magnitud de impactos.	82
XXII.	Medidas de mitigaci3n de los impactos negativos.	84
XXIII.	Plan de manejo ambiental.	85
XXIV.	Gastos previstos para la seguridad e higiene.	87
XXV.	Resumen de la construcci3n de las obras f3sicas.	92
XXVI.	Resumen de los gastos de instalaci3n.....	93
XXVII.	Resumen de los gastos de ejecuci3n.	94
XXVIII.	Resumen de los costos de mano de obra.....	95
XXIX.	Resumen de los costos fijos anuales.....	97
XXX.	Resumen de los costos variables anuales.....	98
XXXI.	Capital de trabajo.....	99
XXXII.	Calendario de inversiones.	100
XXXIII.	Calendario acumulado de inversiones.....	101
XXXIV.	Inversi3n inicial total.....	102
XXXV.	Ingreso de capital.....	103
XXXVI.	Balance general inicial.....	107
XXXVII.	Flujo de efectivo.....	108
XXXVIII.	Estado de resultados.	109
XXXIX.	Valor actual neto.....	112

XL.	Tasa interna de retorno.....	113
XLI.	Relación beneficio/costo.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
m	Metro
mm	Milímetro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
PVC	Policloruro de vinilo
Q	Quetzal
°C	Grados centígrados

GLOSARIO

Acuíferos	Es el estrato permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea.
Captación	Extrae y/o recoge el agua de la naturaleza para su utilización. Conducción por arterias y conducciones primas.
Datos pluviométricos	Son los datos de precipitación que se obtienen en los pluviómetros ubicados a lo largo y ancho del territorio, obteniendo así unos datos de gran interés para las zonas agrícolas y regulación de las cuencas fluviales.
Demanda	Son las diferentes cantidades de un bien o servicio que los consumidores estarían dispuestos y en condiciones de adquirir, en función de los diferentes niveles de precios posibles, en un determinado periodo de tiempo.
EIA	Estudio de impacto ambiental y es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado

Flujo de efectivo	Es una estimación pormenorizada de los ingresos y egresos en efectivo de una empresa (o proyecto) a generarse y ocasionarse en un período determinado, por las operaciones de los mismos.
IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social; es una institución gubernamental, autónoma, dedicada a brindar servicios de salud y seguridad social a la población que cuente con afiliación al instituto.
INE	Instituto Nacional de Estadística; tiene como objetivo principal formular y realizar la política estadística nacional, así como planificar, dirigir, coordinar y supervisar las actividades del Sistema Estadístico Nacional.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología; fue creado para estudiar y monitorear fenómenos y eventos atmosféricos, geofísicos e hidrológicos, sus riesgos para la sociedad, y ofrecer información y recomendaciones al gobierno y el sector privado en la ocurrencia de un desastre natural.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad; es una entidad encargada del aprendizaje, adiestramiento, formación profesional y perfeccionamiento de los recursos humanos en el país.

IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores; dedicado a proveer esparcimiento y recreación con excelencia en el servicio a los trabajadores.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales; le corresponde hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.
Oferta	Cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a vender a los distintos precios del mercado.
OSHA	Occupational Safety and Health Act; su misión es asegurar condiciones de trabajo seguras y saludables para los hombres y mujeres mediante el establecimiento y aplicación de normas, y mediante la capacitación, divulgación, educación y asistencia.
Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una empresa o una institución, en la cual se muestran las relaciones entre sus diferentes partes y la función de cada una, así como de las personas que trabajan en las mismas.

PVC

Policloruro de vinilo; se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Además, es reciclable por varios métodos.

Reutilización

Utilizar de nuevo con otro propósito cierto recurso, en este caso las aguas pluviales que se ha precipitado sobre cierta área.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, que consiste en un estudio de prefactibilidad, surge como una iniciativa para recopilar y documentar información sobre la escasez de agua y niveles de los mantos acuíferos en el área central del municipio de Mixco.

Debido a la escasez y disminución de los mantos acuíferos muchas municipalidades se ven en la necesidad de perforar pozos cada vez a mayor profundidad, ya que las aguas subterráneas disminuyen cada día y la escasez aumenta, motivo por el cual se busca la implementación de un sistema que recoja las aguas fluviales y las deposite en pozos perforados en diferentes áreas, mediante la absorción del subsuelo alimentar los mantos acuíferos subterráneos y de esta manera mitigar la escasez de agua; se toma en cuenta que actualmente existen 18 pozos de agua perforados en la zona 1 de Mixco cuyos niveles disminuyen cada año.

Mediante este sistema, que estará conectado con el sistema de drenajes de aguas pluviales de la zona 1 del municipio, se logrará encausar un porcentaje de esta agua y será utilizada mediante filtración del subsuelo para la alimentación de los mantos subterráneos, tomando en cuenta la localización de los pozos mecánicos del área para obtener un mayor rendimiento de los pozos a perforar.

Con lo anterior, se estima mejorar a largo plazo el nivel de los mantos subterráneos para mitigar a futuro la escasez de agua en el municipio mediante

la utilización del agua de lluvia, ya que es un recurso que actualmente no se le da un adecuado uso.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en el municipio de Mixco.

Específicos

1. Mediante el análisis de la oferta y la demanda determinar las condiciones actuales de los niveles de los servicios de agua potable y ver si son suficientes para el requerimiento de agua en el área central.
2. Obtener información que represente un punto de partida para la estimación del número de pozos de aguas pluviales a realizar en el área central del municipio.
3. Determinar el monto de inversión que genera la puesta en marcha de la posible implementación del proyecto.
4. Mediante la evaluación económica-financiera determinar en cuanto tiempo se recupera la inversión.
5. Determinar los niveles de recursos hídricos con los que se cuentan en el área a estudiar, para su adecuado manejo y mejor uso en el estudio.

6. Mediante la realización de los estudios técnico y de impacto ambiental determinar los alcances y beneficios para la población y para los niveles de mantos acuíferos que tendría la implementación del estudio.
7. Identificar la ubicación más adecuada de los pozos que captarán las aguas pluviales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación propone una solución viable para el municipio de Mixco para ayudar a las condiciones físicas ambientales referentes a los mantos acuíferos subterráneos, debido a que actualmente los mismos se han visto afectados en gran medida por el cambio climático.

Es importante realizar el estudio para tener una mejor panorámica de las carencias de agua que existen actualmente y del impacto que generará el hecho de llegar a implementarse, los beneficios que se lograrán alcanzar ya sean estos a mediano o largo plazo, para mitigar de alguna manera la escasez de agua del municipio y que los mantos acuíferos aumenten sus caudales.

El trabajo de graduación se fundamentara en la necesidad de aumentar los mantos acuíferos, para evitar el riesgo de mayor escasez de agua a largo plazo, mediante la construcción y perforación de un sistema de recolección y encausamiento de aguas pluviales hacia un sistema de pozos; estos mismos serán los grandes alimentadores del recurso hídrico y con lo cual se buscará que a corto plazo los niveles de los mantos acuíferos empiecen a normalizarse, ya que es bien sabido que cada año estos niveles disminuyen debido a la gran demanda de agua que existe en el municipio.

Esto lleva a la realización de un estudio de prefactibilidad para aumentar los niveles de los mantos acuíferos, de esta manera mantener el aforo de agua de los 18 pozos que existen en el área central del municipio de Mixco del departamento de Guatemala, ya que de estos 18 pozos 3 no están en funcionamiento y están detenidos por falta de caudal y no tienen el nivel de

agua óptimo, todo con el fin de satisfacer la demanda de agua que existe actualmente y la que se proyectará a mediano plazo.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Aspectos generales del municipio

Mixco es uno de los 338 municipios de la República de Guatemala y pertenece al departamento del mismo nombre. Se encuentra ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital. Se localiza a 90° 36' 23" de longitud oeste y 14° 37' 59" de latitud norte; está a 17 kilómetros de la cabecera del departamento; el municipio limita al norte con los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Chinautla, al sur con Villa Nueva, al este con la ciudad de Guatemala y al oeste con el departamento de Sacatepéquez, con un área total de 132 km².

Según el Censo Nacional XI de Población y Habitación IV del 2002, la población es de 462 753 habitantes¹ y está conformado por 11 zonas, todas urbanas; cuenta, además, con ciertas áreas rurales e incluso tiene algunas áreas protegidas donde es prohibida la tala de árboles.

Territorialmente, está conformado por colonias, aldeas, cantones y la cabecera municipal. Algunas aldeas son convertidas en colonias mientras otras son lotificaciones nuevas y de reciente población, de carácter residencial.

El municipio está dividido en 90 colonias principales, de las cuales existe al 2014 un total de 47 721 hogares² que disponen de servicio de agua potable, para cuya demanda de agua existe un total de 156 pozos de los cuales al 2013

¹ Según el censo poblacional del 2002, INE.

² Según el canon por colonias de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

existían detenidos 61 pozos, por diversas causas, lo que indicaba que no estaban prestando servicio y no alimentaban el sistema de agua del municipio.

El aforo total de los 95 pozos en funcionamiento es de 3 260,90 gal/min, este aforo es el que suministra de agua a todo el municipio³, pero es de tomar muy en cuenta que los 61 pozos que no están prestando servicio que son el 39 % del total de pozos, de estos están detenidos 47 por falta de caudal, lo que implica que existe una escasez de agua en el municipio por lo cual estos pozos se les debe aumentar la profundidad para alcanzar el caudal necesario para sumarse a los pozos que si funcionan y de esta manera prestar el servicio al municipio.

1.2. El área del mercado

Se presenta la población que será la que conforme el mercado objetivo en el cual se establecerá la implementación del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos que se está estudiando.

Esta población está conformada por todos los hogares a los que la municipalidad les presta el servicio de agua potable en la zona 1 del municipio; estos hogares están conformados por las familias que viven en dicha área sin diferenciación en géneros, edades, raza o antigüedad de vivir en la zona.

La municipalidad presta el servicio de agua potable a todos los vecinos que lo requieran y que lo hayan contratado, la implementación de este sistema está enfocado a mejorar la calidad de dicho servicio en toda la zona 1 del municipio.

³ Según el cuadro de aforos estimados de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

1.2.1. Población consumidora

La población total del municipio de Mixco a los que se presta el servicio de agua al 2013 era de 47 015 hogares⁴, a su vez para el año 2014 se registró una población de 47 721 hogares con un crecimiento aproximado del 1,5 %, un incremento de 706 nuevos hogares a los cuales se les presta el servicio de agua.

1.2.2. Segmentación del mercado

Este es un proceso que consiste en dividir el mercado total (en este caso el municipio de Mixco) en varios grupos más pequeños que sean semejantes en cuanto a insuficiencias y diferentes necesidades que la población en general presenta.

La importancia de la segmentación es conocer realmente a los consumidores y de esta manera estudiar el comportamiento de la población en general.

Se trabajará en el área urbana de la zona 1 de Mixco, se realizará la investigación de mercado con la población de dicha área, ya que es una zona de fácil acceso y es un área donde se podrá recopilar la mayor cantidad de información debido a la cantidad de hogares que existen en el área, al 2014 son un total de 7 462.

1.2.3. Segmentación geográfica

⁴ Según el canon por colonias de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

Permite utilizar un parámetro geográfico para dividir la población objetivo en países, regiones, ciudades o barrios, pero para este tipo de segmentación es necesario conocer el número de población que vive en dicha área, en este caso la zona 1 de Mixco.

En la zona 1 de Mixco se encuentra la municipalidad; es una área centralizada y en la cual se podrán tener a la mano todos los datos que la investigación requiera y además se contará con el apoyo de la municipalidad y la Unidad de Planificación para realizar las diferentes diligencias para el estudio; así mismo, se conocerá la población del área, un total de 7 462 hogares⁵ al año 2014.

1.3. Investigación de mercado

Con la finalidad de conocer la situación del mercado para la realización de un estudio de prefactibilidad para la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en la zona 1 del municipio de Mixco, se recopilaron los datos primarios por medio de una encuesta⁶ tipo cuestionario para obtener información sobre la aceptación y necesidad de realizarse el estudio.

La encuesta se dirigió principalmente a recabar datos sobre los ingresos mensuales de los hogares, la aceptación del público ante la realización del estudio y la opinión que tiene la población respecto del actual servicio que presta la municipalidad de Mixco; además, se incluyeron algunas preguntas que permitieron enriquecer la información.

⁵ Según el canon por colonias de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

⁶ La encuesta se realizó en hogares de la zona 1, seleccionados al azar en el municipio de Mixco. Los resultados de la encuesta se muestran en los apéndices (ver apéndice 1).

La encuesta se realizó en octubre de 2014. Para los encuestados se definió la población objetivo, estos son los hogares en general, y al azar, se pasó el cuestionario en los hogares de la zona 1 del municipio de Mixco (ver encuesta anexo).

Con base en los datos proporcionados por la Unidad de Planificación de la municipalidad de Mixco, se determinó que el número de hogares a los que se les presta el servicio de agua potable en el año 2014 sería de 7 462.

Según la población objetivo, se estimó la muestra para la encuesta, aplicando la fórmula estadística para población conocida con los datos siguientes:

- N = tamaño de la población = 7 462
- e = error de muestreo = 10 % (0,1)
- Z = nivel de confianza del 95 %, área bajo la curva normal = 1,96
- P = proporción = 0,5

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{N * Z^2 * P(1-P)}{(N-1) * e^2 + Z^2 * P(1-P)}$$

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{7\,462 * (1,96)^2 * 0,5(1-0,5)}{(7\,462-1) * (0,1)^2 + (1,96)^2 * 0,5(1-0,5)}$$

Tamaño de la muestra = 98,72 aproximándolo 99 hogares a encuestar.

Como no se conoce la proporción exacta, se decidió utilizar el valor de 0,5 esto lo que representa es que el 50 % de los hogares aceptaría o estaría de acuerdo con la realización del estudio de prefactibilidad en el área.

Se presenta un formato del cuestionario que se utilizó para la realización de la cuenta en los hogares de la zona 1 del municipio de Mixco:

Figura 1. **Encuesta para el estudio de mercado**

Lugar a realizarse la encuesta: hogares de la zona 1 de Mixco

Fecha: octubre de 2014

Con el objetivo de determinar la opinión de los vecinos del área para la realización de un estudio que mejore los niveles de agua de los pozos mecánicos, se procede a realizar la presente encuesta, su opinión es muy importante para nuestro estudio. Marque con una **X** la opción que le parezca mejor.

1. ¿Cuál es su sexo?

Masculino

Femenino

2. ¿Qué edad tiene?

1-17

18-30

31-45

46-60

61 o más

3. ¿Cuántos años tienes de vivir en la zona 1?

1-10

11-20

21-30

30 o más

Continuación de la figura 1.

4. ¿Es la vivienda propia o alquila?

Propia

Alquilo

Otro

5. ¿Cuántos días cae agua en la zona?

Todos los días

Un día sí y uno no

Más de 4 días a la semana

Es irregular

6. ¿Cuántas horas al día cae agua?

1 a 2 horas

2 a 4 horas

4 a 6 horas

Más de 6 horas

Todo el día

7. ¿Con que nivel de presión llega el agua a su hogar?

Fuerte

Media

Baja

8. ¿Qué opinión le refiere el actual servicio que presta la municipalidad?

Excelente

Bueno

Regular

Malo

Continuación de la figura 1.

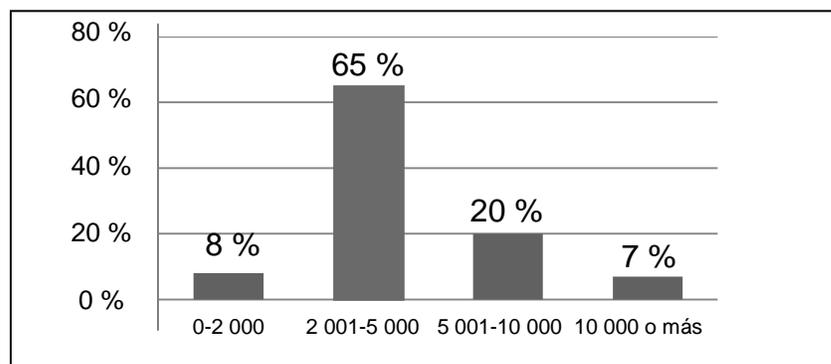
<p>9. ¿Considera necesaria la realización de un estudio para mejorar los niveles de agua de los pozos en el área de la zona 1?</p> <p>Necesario <input type="checkbox"/></p> <p>Indiferente <input type="checkbox"/></p> <p>Innecesario <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input type="checkbox"/></p> <p>10. ¿Cuál es el ingreso mensual que percibe? (en Q.)</p> <p>200-2 000 <input type="checkbox"/></p> <p>2 001-5 000 <input type="checkbox"/></p> <p>5 001-10 000 <input type="checkbox"/></p> <p>10 000 o más <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input type="checkbox"/></p> <p>11. ¿Si se presenta la oportunidad de realizar un estudio estaría dispuesto a que su impuesto de agua sufra algún incremento?</p> <p>Sí <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Otro <input type="checkbox"/></p>

Fuente: elaboración propia.

1.3.1. Ingresos de la población

Los ingresos mensuales de la población se determinaron mediante el apartado número 10 que se incluyó en el instrumento de medición utilizado en la investigación de campo (encuesta del estudio de mercado); con el fin de establecer el nivel de ingresos del encuestado, los resultados se presentan en la figura 2.

Figura 2. **Ingresos por hogar mensuales (en quetzales)**



Fuente: elaboración propia.

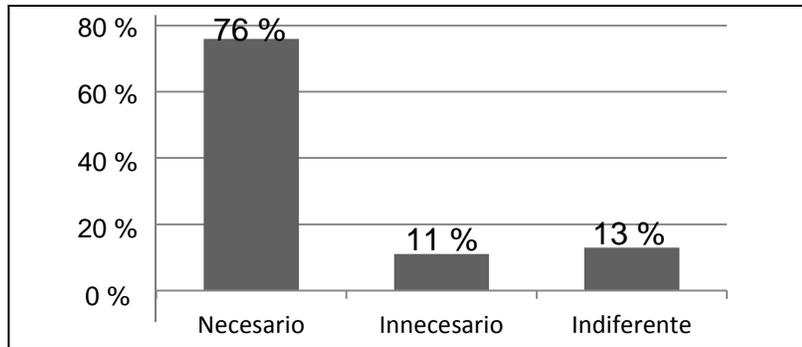
Según el gráfico, el 65 % de los hogares logran ingresos familiares en un rango de los Q 2 000 a los Q 5 000 al mes; el 20 % logran un ingreso familiar del rango de los Q 5 001 a los Q 10 000; el 8 % tienen ingresos menores a los Q 2 000 y un 7 % tienen ingresos superiores a los Q 10 000 mensuales.

Se observa según la encuesta que los ingresos mensuales que percibe la mayoría de hogares es de Q 2 000 o más, aunque este estudio será en sí de beneficio para toda la población en general, sin diferenciación de nivel socioeconómico, mejorando la calidad de vida a futuro de las personas del área.

1.3.2. Nivel de aceptación

El nivel de aceptación del encuestado se determinó mediante el apartado número 9 que se incluyó en la encuesta del estudio de mercado para conocer si el vecino consideraba necesaria la realización de un estudio para mejorar los niveles de agua de los pozos en el área, con el fin de determinar a futuro la realización de un estudio que permitiera aumentar los niveles de los mantos acuíferos de la zona 1 del municipio, los resultados se presentan en la figura 3.

Figura 3. Nivel de aceptación de la población



Fuente: elaboración propia.

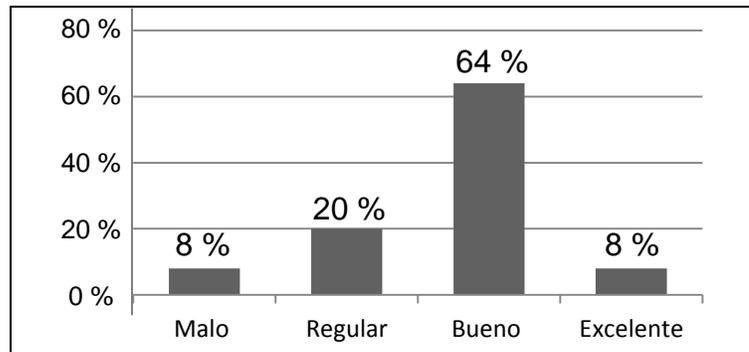
Según el gráfico, el 76 % de los hogares encuestados creen que realizar el estudio es necesario; el 13 % está conformado por las familias a quienes les parece indiferente la realización o no de un estudio y un 11 % de hogares creen que es innecesaria la realización de un estudio en el área.

Se observa que la mayoría de hogares encuestados está de acuerdo a que se realice un estudio que mejore las condiciones actuales del servicio de agua potable y aumentar los niveles acuíferos de los pozos en la zona 1, siendo de beneficio para toda la población del área.

1.3.3. Servicio actual

Para establecer el nivel del servicio actual que presta la municipalidad de Mixco, en el numeral 8 de la encuesta se colocó un apartado sobre la opinión que tenía el encuestado sobre el actual servicio, para determinar si los hogares del área están conformes con el actual servicio que se les presta, los resultados se presentan en la figura 4.

Figura 4. **Servicio actual prestado por la municipalidad**



Fuente: elaboración propia.

Según el gráfico, el 64 % es de los hogares que opinan que el servicio prestado por la municipalidad es bueno; el 20 % está conformado por las familias a quienes el servicio les parece regular, es decir, ni bueno ni malo; el 8 %, de los hogares opinaron que el servicio es malo y el otro 8 % cree que el servicio es excelente.

Se observa que el 64 %, de los hogares encuestados opinaron que el servicio prestado por la municipalidad es bueno, lo cual indica que la mayoría de población está conforme con el servicio actual; por lo tanto, la realización del estudio permitirá que se mejoren aún más las condiciones actuales que presta la municipalidad respecto al servicio de agua potable.

1.4. Tasa de crecimiento

Según datos estadísticos proporcionados por la municipalidad de Mixco, del año 2005 al 2014 se ha estimado un crecimiento del número de hogares anual del 4,6 %, este porcentaje es un aproximado de 316 hogares a los cuales prestarles el servicio anualmente; así mismo, actualmente al año 2014 la

población total en la zona 1 a la que se le presta el servicio de agua potable alcanzo los 7 462 hogares.

Se muestran los datos históricos de hogares en la zona 1 a los que se les presta el servicio de agua potable del periodo del 2005 al 2014.

Tabla I. **Datos históricos de hogares en la zona 1**

Año	Hogares
2005	4 607
2006	4 926
2007	5 240
2008	5 560
2009	5 875
2010	6 194
2011	6 511
2012	6 828
2013	7 142
2014	7 462

Fuente: elaboración propia.

1.5. Análisis de la demanda

Se presenta el análisis de la demanda para la zona 1, la cual fue justificada mediante la segmentación del mercado. De igual manera, los datos históricos proporcionados por la municipalidad están dados por número de hogares a los que se les presta el servicio de agua potable y estos datos están

separados por colonias y el número de servicios prestados a cada una de las 11 colonias principales de la zona.

1.5.1. Identificación de la demanda

La demanda que forma parte del mercado objetivo está dada por el número de hogares existentes en la zona 1, sin diferenciación socioeconómica o sociocultural, esto es indiferente para la municipalidad quien le presta el servicio de agua potable a todos los hogares que lo requieran y que lo hayan contratado.

1.5.2. Comportamiento histórico de la demanda

Los datos históricos con los que se cuenta y que fueron proporcionados por la Gerencia de Planificación, de la Unidad de Planificación de la municipalidad de Mixco son de los años 2005 a 2014, los cuales muestran la cantidad de hogares a los que se les ha prestado el servicio de agua potable.

Estos datos muestran el comportamiento de las colonias de la zona 1; muestra la demanda histórica y el aumento del número de hogares que existió en ese periodo de 10 años.

Tabla II. **Demanda histórica en la zona 1 (por número de hogares)**

Colonia	Datos históricos									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Asunción	210	220	225	236	244	252	260	268	273	284
Magueyes	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47

Continuación de la tabla II.

Colonia Municipal	107	112	117	122	127	132	137	142	147	152
Lomas de Portugal	555	575	595	615	635	655	675	695	715	735
Villa de Mixco	2 488	2 627	2 766	2 905	3 044	3 183	3 322	3 466	3 600	3 739
14 de Octubre	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Aldea Lo de Coy	904	1 016	1 128	1 240	1 350	1 464	1 576	1 688	1 800	1 910
Olivos	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
Mercado Mixco	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101
Manzanillo	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
Res. Gema	22	28	34	40	46	52	58	64	70	78
Total	4 607	4 926	5 240	5 560	5 875	6 194	6 511	6 828	7 142	7 462

Fuente: elaboración propia.

Además de los datos de la demanda histórica por número de hogares en la zona 1, se analizó el comportamiento de estos mismos hogares en cuanto a consumo de agua en metros cúbicos al día; estos datos fueron tomados de los años 2005 a 2014 y muestran el crecimiento de la demanda de agua en este periodo.

Tabla III. **Demanda histórica en la zona 1 (por m³ al día)**

Año	m³ al día
2005	11 273,67
2006	12 032,90

Continuación de la tabla III.

2007	12 792,13
2008	13 551,36
2009	14 310,59
2010	15 090,86
2011	15 815,61
2012	16 569,95
2013	17 340,26
2014	18 124,68

Fuente: elaboración propia.

Según los datos de la tabla anterior, se ha determinado un crecimiento de la demanda de agua de aproximadamente 761,22 metros cúbicos al día.

1.5.3. Proyección de la demanda

Mediante el uso de datos históricos de la zona 1 del municipio del año 2005 a 2014, se estimó un crecimiento aproximado del 4,6 % anual, lo cual proyecta que para el año 2015 la población total en la zona 1 a la que se le prestaría el servicio de agua potable alcanzarían aproximadamente los 7 776 hogares, mostrándose un crecimiento de 314 nuevos hogares respecto del año 2014.

Tabla IV. **Demanda en la zona 1 (por número de hogares)**

Colonia	Datos						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Asunción	268	273	284	292	300	308	316
Magueyes	41	44	47	50	53	56	59
Colonia Municipal	142	147	152	157	162	167	172
Lomas de Portugal	695	715	735	755	775	795	815
Villa de Mixco	3 466	3 600	3 739	3 875	4 015	4 156	4 296
14 de Octubre	90	95	100	105	110	115	120
Aldea Lo de Coy	1 688	1 800	1 910	2 024	2 136	2 249	2 360
Olivos	68	72	76	80	84	88	92
Mercado Mixco	91	96	101	106	111	116	121
Manzanillo	220	230	240	250	260	270	280
Res. Gema	64	70	78	82	88	94	100
Total	6 828	7 142	7 462	7 776	8 094	8 414	8 731

Fuente: elaboración propia.

Según el comportamiento que han tenido los hogares en consumo de agua en metros cúbicos al día desde el año 2005 a 2014, se determinó el crecimiento de la demanda de agua en los últimos 10 años; mediante estos datos se proyecta que para el año 2018 la demanda en metros cúbicos al día será de 21 143,65.

Tabla V. **Demanda en la zona 1 (por m³ al día)**

Año	m³ al día
2012	16 569,95
2013	17 340,26
2014	18 124,68
2015	18 865,96
2016	19 625,19
2017	20 384,42
2018	21 143,65

Fuente: elaboración propia.

Según los datos observados en la tabla anterior, se ha determinado una proyección del crecimiento de la demanda de agua de aproximadamente 762,28 metros cúbicos al día para los próximos 4 años.

1.6. Análisis de la oferta

La oferta para el caso en análisis estaría conformada por todos los oferentes del servicio de agua. Al no existir oferta especialmente de camiones repartidores de agua, que distribuyan agua en la zona 1, que estén registrados y a los cuales se les haya permitido prestar el servicio, se debe considerar para el análisis solo la oferta de la municipalidad.

La oferta tiene un conjunto de factores que la determinan:

- El aforo total de los pozos
- Los costos de prestar el servicio de agua

- El precio que deben de cobrar por el servicio

1.6.1. Oferta actual

El comportamiento de la oferta de agua de la municipalidad de Mixco en los hogares cada año ha ido en aumento, debido al crecimiento que sufre la demanda en el consumo de agua en metros cúbicos al día desde el año 2005 a 2014.

El crecimiento de la oferta en consecuencia anualmente ha sido aproximadamente del 5,0 %, por lo cual la oferta que deben tener los 15 pozos actualmente en funcionamiento hasta el año 2014 es de 18 450,94 metros cúbicos.

Tabla VI. **Oferta histórica y actual en la zona 1 (por m³ al día)**

Año	m³ al día
2005	10 844,64
2006	11 686,15
2007	12 527,66
2008	13 369,17
2009	14 210,69
2010	15 100,05
2011	15 859,01
2012	16 693,70
2013	17 572,32
2014	18 450,94

Fuente: elaboración propia.

1.6.2. Proyección de la oferta

El crecimiento de la oferta en los últimos 10 años ha sido aproximadamente del 5,0 % anual, supliendo la demanda de aproximadamente 316 nuevos hogares anuales a los cuales se les debe prestar el servicio de agua potable en la zona 1. Estimándose que al 2018, los pozos deberán tener una capacidad de producir 21 784,26 metros cúbicos, para los 8 731 hogares estimados, de lo contrario habrá una escasez de agua en el área.

Tabla VII. **Proyección de la oferta en la zona 1 (por m³ al día)**

Año	m³ al día
2013	17 572,32
2014	18 450,94
2015	19 259,73
2016	20 101,24
2017	20 942,75
2018	21 784,26

Fuente: elaboración propia.

1.7. Análisis de precios

El análisis del precio por prestar el servicio de agua potable está condicionado porque es la municipalidad quien lo determina, más aún, por no existir oferta de la competencia; solo se considerará para el análisis el servicio que presta la municipalidad en la zona 1 de Mixco.

El precio tiene un conjunto de factores que lo determinan:

- El costo que implica el no funcionamiento de 3 pozos
- El costo de prestar el servicio de agua de los 15 pozos restantes
- El crecimiento de la demanda de agua

1.7.1. Costo promedio

El costo promedio de la municipalidad de Mixco viene dado por el valor de un canon mensual por colonia, una cuota fija por cada vecino por el servicio de agua potable en su hogar.

El costo fijo mensual varía de una colonia a otra; la zona 1 cuenta con 39 colonias⁷, pero 11 son las principales colonias, con canon que van desde los 10 a los 65 quetzales; además, existe un costo por cada media paja de agua que el vecino desee contratar y algunas mensualidades.

Tabla VIII. Costo promedio en la zona 1 (por colonia)

Colonia	Mensual (Q)	1/2 Paja	Observaciones
Asunción	20	Q 2 555,00	Enganche de Q 355,00 y 11 Mensualidades de Q 200,00
Lomas de Portugal	65		
Residenciales Gema	45		
Villa de Mixco	40		
Aldea Lo de Coy	20		
14 de Octubre	45		
Villa de Mixco	40		
Olivos	20		

⁷ Según el mapa general de la zona 1 de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

Continuación de la tabla VIII.

Magueyes	20		
Colonia Municipal	20		
Mercado Mixco	10		

Fuente: elaboración propia.

1.7.2. Análisis histórico

Durante la actual administración en la municipalidad de Mixco los precios no han variado en los últimos 5 años; es esta la información con la que se cuenta, puesto que en el 2012 tomó posesión el actual alcalde.

Para el análisis, el canon mensual de los precios se ha mantenido constante a lo largo del actual periodo de la alcaldía y no ha sufrido incrementos, a pesar de que la demanda cada año ha ido en aumento.

Tabla IX. Análisis histórico en la zona 1 (por colonia)

Colonia	Canon Mensual (Q)				
	2009	2010	2011	2012	2013
Asunción	20	20	20	20	20
Lomas de Portugal	65	65	65	65	65
Residenciales Gema	45	45	45	45	45
Villa de Mixco	40	40	40	40	40
Aldea Lo de Coy	20	20	20	20	20

Continuación de la tabla IX.

14 de Octubre	45	45	45	45	45
Villa de Mixco (Manzanillo)	40	40	40	40	40
Olivos	20	20	20	20	20
Magueyes	20	20	20	20	20
Colonia Municipal	20	20	20	20	20
Mercado Mixco	10	10	10	10	10

Fuente: elaboración propia.

1.7.3. Proyección de precios

Debido a que durante la actual administración en la municipalidad de Mixco los precios se han mantenido estables en los últimos 5 años, determinar la proyección de los precios se hace difícil; pero según datos históricos, el canon mensual puede variar de una administración a otra y la presente administración no dejará el cargo hasta el año 2016.

Según lo anterior, los precios difícilmente se verán afectados probablemente hasta el año 2016; así mismo, cuando las mensualidades suben es un estimado de un 15 % a un 20 % sobre el costo actual, lo cual sufraga el incremento de la demanda anual en la zona 1, es por ello que debido a que no se cuentan con datos estadísticos que indiquen un patrón de periodo en que se realizan dichos incrementos, se hace la proyección de los incrementos hasta el año 2017.

Tabla X. **Proyección de los precios en la zona 1 (por colonia)**

Colonia	Canon mensual (Q)						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Asunción	20	20	20	20	20	30	30
Lomas de Portugal	65	65	65	65	65	75	75
Residenciales Gema	45	45	45	45	45	55	55
Villa de Mixco	40	40	40	40	40	50	50
Aldea Lo de Coy	20	20	20	20	20	30	30
14 de Octubre	45	45	45	45	45	55	55
Manzanillo	40	40	40	40	40	50	50
Olivos	20	20	20	20	20	30	30
Magueyes	20	20	20	20	20	30	30
Colonia Municipal	20	20	20	20	20	30	30

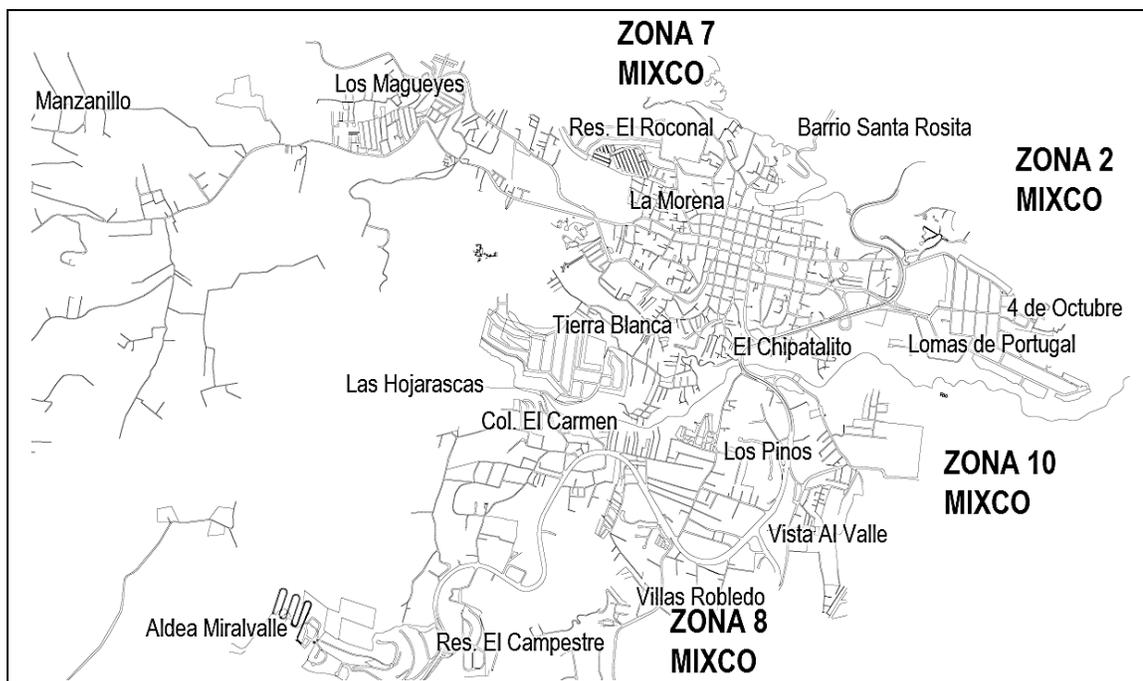
Fuente: elaboración propia.

2. ESTUDIO TÉCNICO DE INGENIERÍA

2.1. Localización

Se presenta información sobre la localización del área donde se realizará el estudio; la zona 1 de Mixco colinda con las zonas 2, 7, 8 y 10 del mismo municipio y tiene una extensión territorial aproximada de 5,70 kilómetros cuadrados⁸.

Figura 5. Mapa de la localización de la zona 1



Fuente: elaboración propia.

⁸ Según el mapa general de la zona 1 de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco.

2.1.1. Macrolocalización

Se realizará el estudio en la zona 1 del municipio de Mixco, dado que es una zona centralizada en el municipio; además, se tomaron en cuenta los siguientes factores para determinar como mejor ubicación la zona antes mencionada:

- Existencias de vías comunicacionales: el estudio está realizado sobre la vía pública, debido a que la municipalidad tiene jurisdicción ahí donde los trabajos que se realicen no tendrán inconvenientes con el vecino.
- Servicios públicos básicos: este es un factor muy importante, debido a que se hará uso de las aguas pluviales; por lo tanto, se tiene contemplado conectar las obras físicas a la red municipal de drenajes, de esta manera contar con lo que será la materia prima para la puesta en marcha de la implementación del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos.
- Topografía y estudio de suelos: un factor que es condicionante para la realización del estudio, ya que se determina si el suelo y subsuelo del área son aptos para absorber las aguas pluviales y de esta manera alimentar los mantos acuíferos subterráneos.
- Condiciones ambientales: el estudio busca la mejor utilización de los recursos naturales y aprovechamiento de los mismos, siendo estos la lluvia que anualmente se precipita en la zona 1, hecho que busca mejorar las condiciones ambientales del lugar y generar beneficios para el área.

- **Tamaño:** este está condicionado por el área de la zona 1, donde existen actualmente 11 colonias principales; a partir de esto se determinará el tamaño del estudio y la ubicación de las obras.
- **Disponibilidad de área para los requerimientos actuales y futuras ampliaciones:** al ser un área bastante extensa, la zona 1 que tiene un aproximado de 5,70 kilómetros cuadrados, las posibilidades de expandir aún más el alcance del estudio son muy amplias y a futuro el sistema podría crecer aún más y aprovechar mejor los recursos hídricos del área.

2.1.2. Microlocalización

Se debe tomar en cuenta que el estudio se debe realizar en el área central de la zona 1 del municipio de Mixco; para lo cual se deben tomar en cuenta la existencia de vías comunicacionales (calles) y la ubicación de los servicios públicos básicos (drenajes); de esta manera aprovechar mejor los recursos hídricos: las aguas pluviales. Para determinar donde realizar el estudio se debe elegir la mejor opción entre las 11 colonias principales actualmente de la zona 1:

Tabla XI. **Principales colonias de la zona 1**

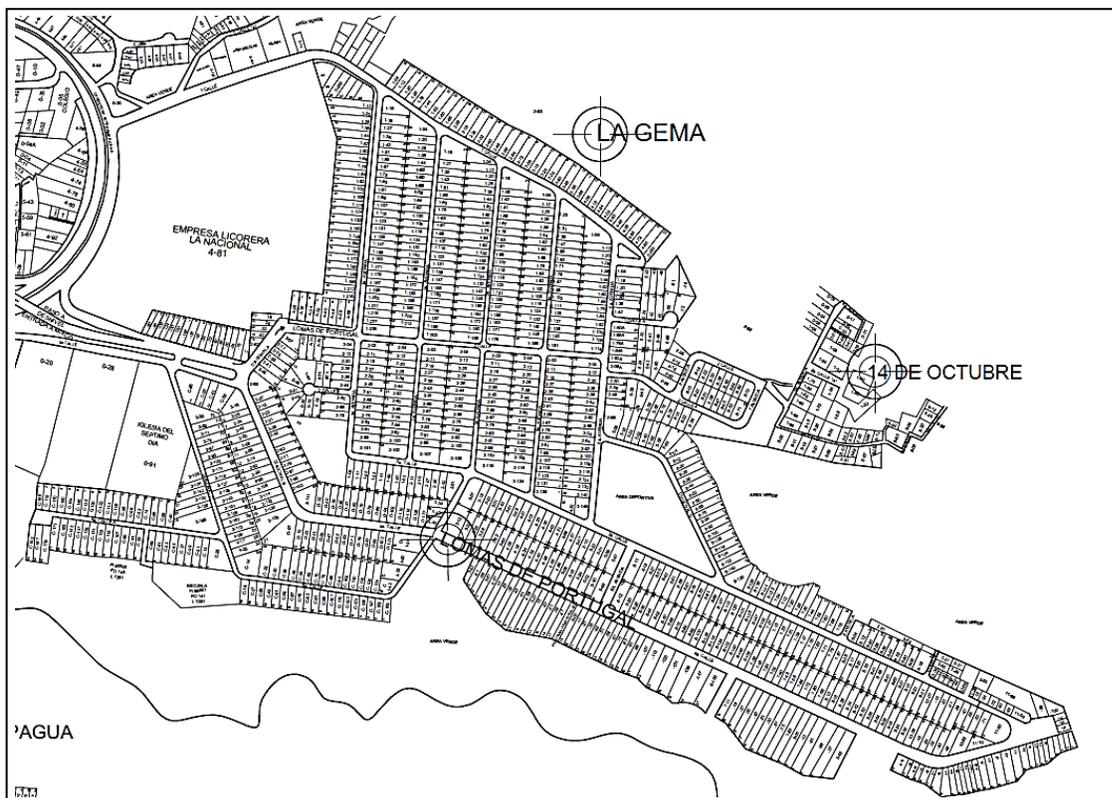
Asunción	14 de Octubre	Villa de Mixco	Mercado Mixco
Magueyes	Aldea lo de Coy	Manzanillo	Lomas de Portugal
Colonia Municipal	Olivos	Res. Gema	

Fuente: elaboración propia.

La zona 1 presenta gran cantidad de pozos mecánicos los cuales el sistema alimentará los mantos subterráneos; la colonia Lomas de Portugal es idónea para realizar dicho estudio dado que en esta área están perforados 6 pozos mecánicos de los 18 de toda la zona.

Así mismo, esta colonia es apta para la implementación del sistema debido a su área, es bastante extensa tomando en cuenta que es de un aproximado de 1,84 kilómetros cuadrados⁹.

Figura 6. **Mapa de la colonia Lomas de Portugal (calles, avenidas y lotes)**



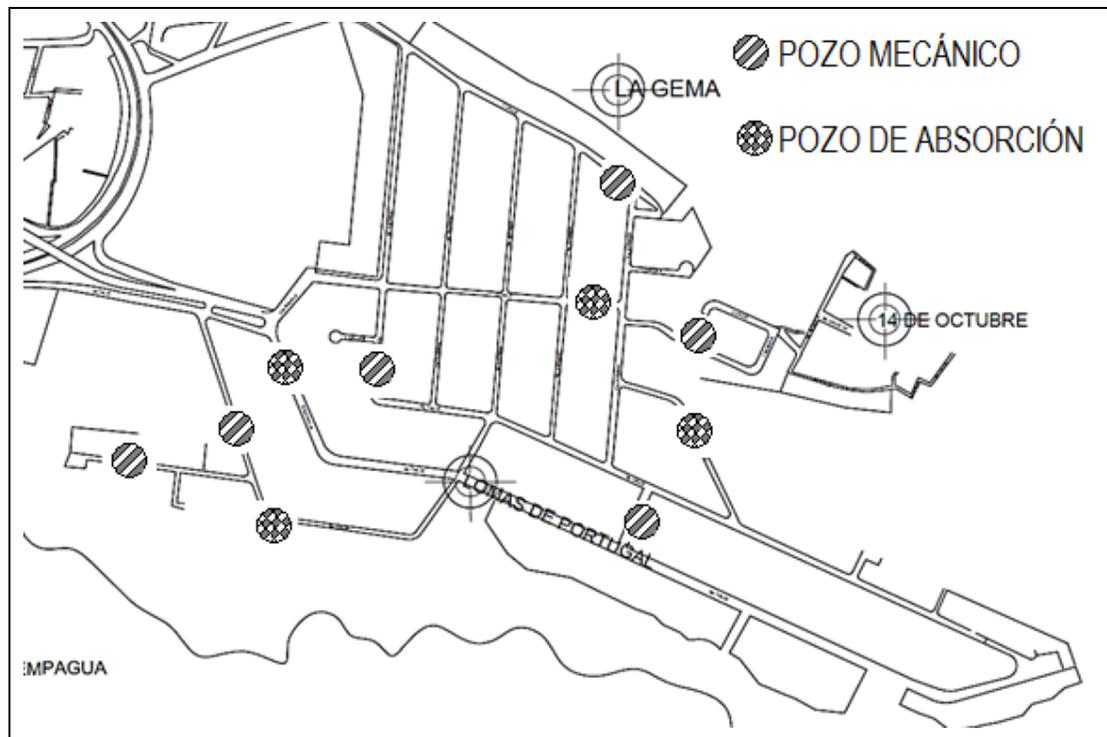
Fuente: Unidad de Planificación, Municipalidad de Mixco. Fecha: 28 de septiembre de 2014.

⁹ Según el mapa general de la zona 1 de la Unidad de Planificación de la Municipalidad de Mixco

2.1.2.1. Vías de acceso

Este factor además de ser de importancia para la microlocalización es de mucho interés para la ubicación de las obras físicas del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, dado que el mismo deberá conectarse con la red de drenajes de aguas pluviales de la municipalidad y estas redes están debajo de las calles y avenidas de la zona 1. En la colonia Lomas de Portugal se procedió a señalar la ubicación de los pozos mecánicos ya existentes, así como la ubicación recomendada para los pozos de absorción que está en el rango de los 20 metros a los 150 metros de la ubicación de los pozos mecánicos como se muestra en la figura 7.

Figura 7. **Mapa de la colonia Lomas de Portugal (calles y avenidas)**



Fuente: Unidad de Planificación, Municipalidad de Mixco. Fecha: 28 de septiembre de 2014.

2.1.3. Factores condicionales de la localización

Para tener un mejor criterio y determinar de mejor manera la localización, se tomaron en cuenta otros factores para establecer como mejor ubicación la zona antes mencionada:

- Región: para considerar los materiales, medios de transportes, combustibles, energía eléctrica, agua, entre otros.
- Comunidad: actitud de la comunidad, condiciones y nivel de vida, seguridad.
- Terrenos: área total del lugar, topografía, suelos, proximidad de vías de comunicación, proximidad con los servicios, limitación al tipo de construcción, drenajes.

Además, como se mencionó anteriormente, se han analizado los factores:

- Existencias de vías comunicacionales
- Servicios públicos básicos
- Topografía y estudio de suelos
- Condiciones ambientales
- Tamaño
- Disponibilidad de área para los requerimientos actuales y futuras ampliaciones

Con todo lo anterior, mediante la macrolocalización y microlocalización se ha establecido como mejor ubicación el área de la colonia Lomas de Portugal para efectuar la implementación del presente estudio.

2.2. Tamaño

Para la determinación del tamaño del estudio se deben analizar diversos factores: el mercado, donde existirá una necesidad básica insatisfecha de agua, la tecnología, el financiamiento, los recursos humanos y los insumos.

Determinar los factores antes mencionados permitirá lograr el dimensionamiento óptimo del estudio para la implementación del sistema en estudio.

2.2.1. Factores condicionales del tamaño

Para determinar el tamaño del estudio, se deben tomar en cuenta diferentes elementos que determinarán que tan grande o extenso deberá ser la implementación del estudio; estos factores permitirán analizar las dimensiones del estudio para no cometer el error de hacer un estudio muy grande con demasiada infraestructura o uno que sea todo lo contrario. Estos factores se determinarán a continuación:

- Relación tamaño - mercado

En Guatemala existe un alto nivel de hogares sin servicio de agua potable; Mixco es un municipio que tampoco escapa de este problema, al año 2005 existía un 13,13 % de necesidad básica insatisfecha del servicio de agua potable¹⁰.

¹⁰ Según las necesidades básicas insatisfechas al año 2005, INE.

Así mismo, según datos del crecimiento de la oferta del servicio de agua que presta la municipalidad en la zona 1, anualmente se incrementa un 5,0 % la distribución de agua (ver inciso 1.6.1).

Al aumentar anualmente la distribución de agua potable y la perforación de nuevos pozos ha disminuido la carencia de agua en el municipio; por lo cual al año 2014 el porcentaje de necesidad básica insatisfecha de agua potable era de 8,59 %.

Tabla XII. **Necesidades básicas insatisfechas de agua potable**

Año	Hogares sin agua
2005	13,13 %
2006	12,52 %
2007	11,95 %
2008	11,40 %
2009	10,87 %
2010	10,37 %
2011	9,90 %
2012	9,44 %
2013	9,01 %
2014	8,59 %

Fuente: elaboración propia.

- Relación tamaño – tecnología

Todos los elementos tecnológicos que intervienen en la implementación del sistema son máquinas y herramientas relacionadas a la perforación de los

pozos (palas, botes, tornos, poleas, equipo para suministrar oxígeno al pozo, etc.), elementos que permitirán la realización de las obras físicas de la infraestructura de la implementación del sistema.

- Relación tamaño - financiamiento

Para la realización de las obras físicas, la mano de obra y materiales se proyectarían el uso de capital de la municipalidad o de alguna empresa privada. El financiamiento es una variable que interviene en la decisión del tamaño del estudio, dado que entre más grande se hace el sistema mayor será el gasto.

- Relación tamaño - recursos humanos

Para elaborar las obras físicas, se debe contar con personal altamente calificado, que en esencia es la mano de obra del sector privado; también, con un lugar idóneo que cumpla con todos los criterios necesarios ya antes descritos como el número de pozos mecánicos en el área, tamaño del sector (ver inciso 2.1.2.), para obtener los mayores beneficios del estudio y de la implementación del sistema en general.

- Relación tamaño - insumos

Los insumos más importantes para la realización de las obras físicas son: cemento, pedrín, hierro, tubos de pvc, tubos de concreto, piedras bola. Todos estos insumos antes descritos están al fácil alcance en el mercado nacional, lo cual el conseguirlos no será un impedimento para la implementación del estudio.

2.2.2. Estrategia de tamaño

Una estrategia es un plan que especifica una serie de pasos o de conceptos a seguir, que tienen como fin la consecución de un determinado objetivo y llegar a la meta deseada.

Para definir el tamaño de la implementación del sistema y las obras físicas a lo largo del estudio, se deberá estimar la cantidad mínima de agua de lluvia que se utilizará cada año. Ya que el fin último de este estudio es que los pozos de absorción filtren las aguas pluviales y alimenten los mantos acuíferos subterráneos de los cuales se sustentan los pozos mecánicos del área.

Por lo cual se estima que se necesitan 4 pozos de infiltración de aguas pluviales, uno por cada pozo mecánico sin funcionar o con un nivel bajo de caudal que existe en el área; esta será la capacidad que tendrá de inicio el sistema; existe la posibilidad de crecimiento del mismo y poderse expandir aún más a futuro.

Se establece la capacidad de acumulación de agua que tendrán todas las obras físicas por unidad y en total, siendo de la siguiente manera:

Tabla XIII. **Capacidad de acumulación de agua de los pozos (en m³)**

Capacidad en m ³	
Unidad pozo	Total 4 pozos
23,32	93,28

Fuente: elaboración propia.

Con lo cual cada nuevo pozo estaría acumulando un total de 23,32 metros cúbicos de agua, la cual se irá absorbiendo mediante la filtración del suelo y subsuelo del que esté compuesto el área de la colonia Lomas de Portugal; a mayor número de pozos que existan la capacidad del sistema aumentará.

Hay que tomar en cuenta que lo anterior es solo la acumulación de agua, la cual al ser absorbida por el subsuelo aumenta la capacidad de cada pozo, debido a que en el subsuelo no se acumula el agua sino que es absorbida por los diferentes terrenos que existen en el área y este volumen de agua podrá ser absorbido en un periodo de aproximadamente 3 a 5 días, dando inicio al ciclo de filtración nuevamente para lograr la absorción de cientos de metros cúbicos de agua durante la época lluviosa y aumentar el nivel del caudal de los pozos mecánicos.

2.2.3. Consideraciones económicas

Tomando en cuenta que no se puede realizar un estudio demasiado extenso, que abarque demasiada infraestructura y cantidad de pozos a realizar, ya que esto genera mayores costos, se consideró abarcar solo la colonia Lomas de Portugal, para no extender demasiado el sistema y que los gastos de la implementación sean muy extensos.

Se busca mejorar los mantos acuíferos subterráneos y dado que en el área existe falta de caudal en varios pozos mecánicos, se estima que se deben realizar 4 pozos de infiltración; a la vez, es un área en constante crecimiento, el sistema puede llegar a expandirse, pero actualmente dadas las limitantes económicas como punto de partida se tomaría como inicio la cifra de perforaciones antes mencionada.

2.3. Elementos de ingeniería

Los elementos de ingeniería que son tomados en cuenta en la investigación están determinados por la necesidad de usar maquinaria y equipo para llevar a cabo la construcción de las obras físicas (camiones, equipo para mover tierra); así mismo, la mano de obra calificada tiene que ser de personal altamente capacitado quien realice los trabajos de las obras físicas, por último, la determinación de los costos de la mano de obra en el estudio.

De igual manera, la supervisión debe estar dada por personal capacitado en el área de construcción, para lograr que la implementación del sistema sea llevado a cabo de manera eficiente y correcta.

En este apartado se presentarán las valorizaciones de la maquinaria, equipo y de la mano de obra para la implementación del sistema; estos costos basados en cotizaciones solicitadas a empresas privadas (ver anexo 2).

2.3.1. Maquinaria y equipo

Para la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos el equipo que se usará es de uso privado, propiedad de la empresa que realice las obras físicas; en este factor no se tendrán gastos para comprar equipo para la perforación (palas, tornos, poleas, botes, equipo para enviar oxígeno al pozo, etc.), dado que la empresa privada deberá contar con este.

La realización de obras físicas implica el alquiler de camiones de volteo para extraer la tierra de cada pozo; es un aproximado de 4 camionadas de tierra que se deben extraer por pozo y debido a los altos costos de la maquinaria y las

facilidades que se tiene de alquilar los servicios de los camiones, se opta por su alquiler.

Tabla XIV. **Valorización de la maquinaria**

	Unidad por pozo	Total en los 4 pozos
Extracción de tierra c/camión, 4 camionadas por pozo y caja	Q 2 000,00	Q 8 000,00

Fuente: elaboración propia.

Además, con la finalidad que los trabajadores laboren bajo condiciones seguras, se presenta a continuación la valorización del equipo de seguridad e higiene.

Tabla XV. **Valorización del equipo de seguridad e higiene**

Descripción	Unidades	Precio unitario	Total
Equipo de protección personal	4	Q 428,50	Q 1 714,00
Cincho de seguridad	4	Q 150,00	Q 600,00
Botiquín de primeros auxilios	1	Q 616,00	Q 616,00
Total			Q 2 930,00

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Mano de obra

La mano de obra tiene que ser proporcionada por una empresa privada con personal capacitado. La perforación de pozos es un trabajo de alto riesgo,

por lo mismo, se debe contar con trabajadores altamente calificados para la mejor ejecución de las obras y minimizar todos los riesgos del trabajo.

Se contratarán los servicios de una empresa privada para la realización de los 4 pozos; así mismo, se estima que los trabajadores tomen aproximadamente un mes para poder terminar los 4 pozos y sus cajas, trabajos necesarios para la implementación del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos.

2.3.3. Valorización de la mano de obra

Para estimar los costos de mano de obra para la realización de las 4 obras físicas, primero se debe saber que trabajos se realizarían y estos están dados por la perforación de los 4 pozos, esto no implica más que gasto en personal que trabaje en el pozo y los gastos de colocación de la tubería de concreto en cada pozo.

La mayoría de empresas de perforación de pozos cobra un precio fijo por cada vara de terreno excavada, 40 varas por pozo, lo cual se debe calcular para el costo total de cada pozo y a su vez calcular el costo del total de perforaciones.

Es un total de 33 tubos los que se deben colocar por pozo; se debe calcular el costo unitario, el costo por pozo y el costo total en el sistema, más adelante se detallará el costo de compra de cada tubo.

Tabla XVI. **Valorización de la mano de obra**

	Unidades	Costo por pozo	Total en los 4 pozos
Pozos de 40 varas cada uno	4	Q 7 700,00	Q 30 800,00
Entubado	33	Q 4 554,00	Q 18 216,00
Total			Q 49 016,00

Fuente: elaboración propia.

2.4. Obras físicas

Se determinarán todos los elementos que conformarán las obras físicas para la implementación del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, la infraestructura que se realizará así como la valorización que tendrá cada una de las obras.

Es preciso determinar cada una de las obras a realizar además de las perforaciones de los 4 pozos para considerar todos los elementos necesarios de construcción para la implementación del sistema que se está analizando.

Así mismo, se deben valorizar dichas obras de infraestructura mediante las cotizaciones antes mencionadas.

2.4.1. Infraestructura

Es preciso considerar los elementos de infraestructura, a la vez, analizar la compra de los diferentes materiales necesarios para la implementación del sistema, estos se detallan a continuación:

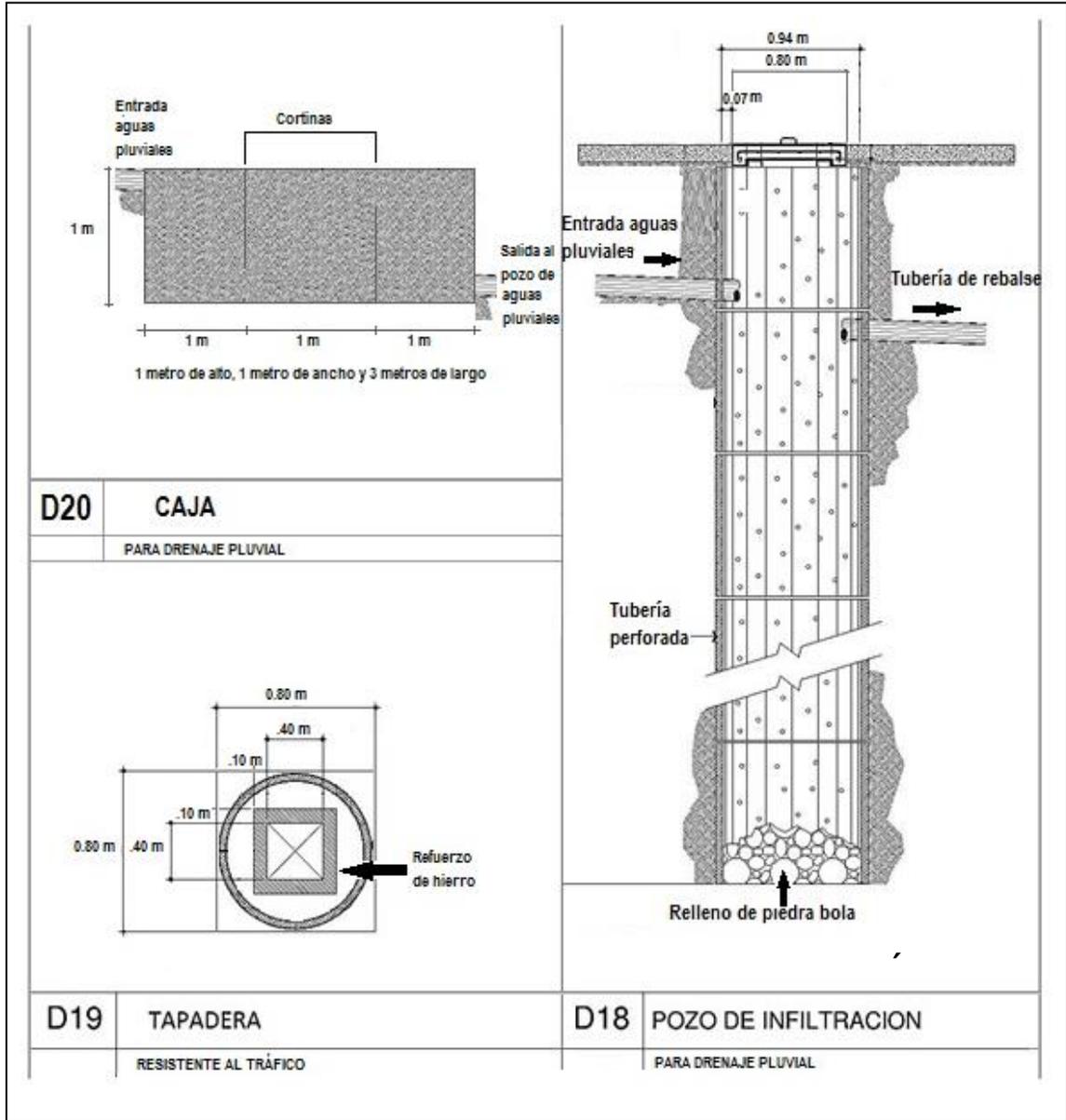
- 4 pozos de infiltración, de 40 varas de profundidad cada uno y con un diámetro de 37 pulgadas, aproximadamente 94 centímetros.
- Relleno de piedra bola en el fondo de cada pozo, un total de 1 metro necesario para los 4 pozos.
- 33 tubos de concreto de 36 pulgadas perforados, por pozo, que hace un total de 132 tubos para los 4 pozos.
- 4 tapaderas resistentes al tráfico reforzadas con hierro, de 80 centímetros de diámetro cada una y 10 centímetros de grosor.
- 4 cajas reforzadas con hierro y con 2 cortinas cada una, con materiales filtrantes.

Todos los elementos de infraestructura anteriores deberán ser realizados tomando en cuenta el sistema de drenajes de las calles y avenidas existentes en la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 (ver inciso 2.1.2.1), factores analizados anteriormente, debido a que es ahí donde se deben realizar todas las obras físicas.

Para la compra de los materiales necesarios descritos anteriormente, su valorización se detallará más adelante, según datos de las cotizaciones.

En la figura 8 se muestra un plano de un modelo de pozo de infiltración para aguas pluviales, con su respectiva tapadera resistente al tráfico.

Figura 8. Plano de un modelo de pozo de infiltración, para aguas pluviales



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.4.2. Valorización de obras físicas

Para determinar el costo de las obras físicas a realizar en los 4 pozos, primero se debe saber que trabajos se realizarían, lo cual se detalló en el inciso anterior, para calcular el costo unitario, el costo por pozo y el costo total para la implementación del sistema.

Los costos por la perforación de los 4 pozos ya están dados en la mano de obra (ver inciso 2.3.3.), por eso no se incluirán en la tabla de la valorización de las obras físicas.

Tabla XVII. Valorización de obras físicas

	Unidad	Unidad por pozo	Total en los 4 pozos
132 tubos de 36"	Q 385,00	Q 12 705,00	Q 50 820,00
4 cajas de concreto reforzados c/hierro de 1/2 para tráfico liviano y pesado		Q 2 145,00	Q 8 580,00
4 tapaderas de concreto con grosor de 0,10 metros		Q 935,00	Q 3 740,00
Tubos de PVC de 6 pulgadas para las mangas de los pozos y cajas, 2 unidades	Q 423,50		Q 847,00
Piedra bola para colocar en el fondo del pozo, 1 metro	Q 412,50		Q 412,00
TOTAL			Q 64 399,00

Fuente: elaboración propia.

2.5. Área del estudio

En este apartado se determinarán los elementos que forman parte del área donde será la implementación del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, ya que se necesitan conocer aspectos del suelo y subsuelo del municipio para determinar si estos son adecuados para las obras físicas.

También, es preciso conocer que datos pluviométricos tiene el área para determinar si la cantidad de lluvia es suficiente para toda la infraestructura que se realizará; al considerar los datos antes mencionados se determinará de mejor manera si el área de estudio es apta para la implementación del sistema que se está estudiando.

2.5.1. Tipos de suelos

Es de considerar que los suelos a estudiar son en general de todo el departamento de Guatemala, Mixco uno de sus municipios. En el área existen varios tipos de suelos, pero los que sobresalen son¹¹: arena y grava, caliza, diatomita, dolomita, perlita, pómez, limo y arcilla.

Estos tipos de suelos se clasificarán según un análisis cualitativo proporcionado por un especialista en esta rama: qué tan buen material es cada uno para absorber agua y en este caso aguas pluviales para realizar un juicio en general del tipo de suelo del área en estudio; todos los tipos de suelos absorben agua, pero algunos lo hacen de mejor manera que otros. Se presenta

¹¹ Según la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

una tabla donde se califican los suelos existentes en el municipio en su cualidad de absorber agua¹²:

Tabla XVIII. **Análisis cualitativo de los tipos de suelo**

Tipo de suelo	Excelente	Bueno	Malo
Arena y grava	X		
Caliza			X
Diatomita		X	
Dolomita			X
Perlita	X		
Pómez	X		
Limo	X		
Arcilla		X	

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior evidencia que el tipo de suelo del área de estudio es del orden de excelente a bueno para absorber aguas pluviales; por lo cual, la implementación del sistema tendría buenos resultados desde el punto de vista de los suelos y de la filtración que tendría el agua en el terreno.

2.5.2. Datos pluviométricos

Los datos pluviométricos representan un elemento a considerar para la implementación del sistema en estudio; estos datos de igual manera son en general para todo el departamento de Guatemala.

¹² Según análisis de la empresa privada Agua Pozos.

En el departamento de Guatemala se tienen datos meteorológicos de diferente índole; los relevantes para este análisis son los datos de precipitación de lluvia y de días de lluvia anuales, esta información está recopilada de diferentes estaciones meteorológicas del Insivumeh, pero convenientemente las más cercanas al municipio son la estación Suiza Contenta y la estación Insivumeh, las cuales ofrecen la información necesaria para tabular datos y promediar los registros históricos de los años 2004 a 2013.

Tabla XIX. **Datos pluviométricos (anuales)**

Año	Lluvia (mm)	Días de Lluvia
2004	650,25	111
2005	1 207,50	118
2006	1 424,50	138
2007	1 160,50	74
2008	1 599,40	120
2009	941,50	97
2010	1 742,30	123
2011	1 659,50	139
2012	1 079,50	N/D
2013	1 450,90	N/D
Promedio total	1 291,59	115

N/D= no dato

Fuente: elaboración propia.

Con lo anterior se puede denotar que el área de estudio es excelente para la implementación del sistema estudiado, debido a que la cantidad de lluvia

anual es muy elevada, es un recurso actualmente en desuso y que podría aprovecharse de buena manera y mejorar las condiciones de los mantos acuíferos subterráneos.

2.6. Requerimiento del proceso

Tomando en cuenta que son 4 obras físicas las que se implementarían en el estudio, en el apartado de estrategia de tamaño (ver inciso 2.2.2.) se calculó el volumen de aguas pluviales que estas obras podrán acumular; son un total por pozo de 23,32 metros cúbicos y en los 4 pozos se podría acumular un total de 93,28 metros cúbicos de agua; así mismo, con el análisis de suelos antes realizado (ver inciso 2.5.1.) se determinó que los suelos del área son buenos desde el punto de vista de absorción de agua para el sistema.

Se puede deducir que para el proceso del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, de toda el agua pluvial que se precipita sobre el área serán necesarios un mínimo de 93,28 metros cúbicos de agua en desuso cada 3 a 5 días para alimentar los 4 pozos del sistema.

Con lo anterior se estima que cada pozo estaría iniciando el proceso de filtración de aguas pluviales un aproximado de 20 veces al año, con un promedio anual de 460 metros cúbicos por pozo y de 1 800 metros cúbicos en todo el sistema; de esta manera la utilización de los recursos naturales con los que cuenta el área de estudio.

2.7. Proceso del sistema de alimentación de agua

El sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos consiste en encausar el agua pluvial que la lluvia deposita sobre la colonia Lomas de

Portugal de la zona 1 del municipio de Mixco: calles, avenidas, techos de casas, etc.; lluvia que anualmente ronda los 1 291 milímetros, recurso natural que actualmente está en desuso por la municipalidad. Se detallará paso a paso el proceso que esta agua tendrá para la alimentación del sistema:

- Las precipitaciones pluviales que anualmente caen sobre el área de estudio serán encausadas a los diferentes pozos que formarán parte del entramado del sistema, estos pozos estarán perforados convenientemente donde existan drenajes en las calles o avenidas de la zona, para estar interconectados con la red de drenajes de la municipalidad.
- El agua de los drenajes será dirigida a las cajas de cada pozo, donde la basura y los desechos sólidos se depositarán para evitar que lleguen a los pozos y se acumule.
- El agua que los drenajes conduzcan a los pozos será depositada en los mismos, los cuales tendrán la capacidad de encausar arriba de 23 metros cúbicos de agua cada 3 a 5 días; por la geología de los suelos absorberán el recurso hídrico para generar la alimentación de los mantos acuíferos subterráneos por medio de la filtración del suelo.
- El agua excedente cuando la lluvia sea demasiada será regresada al sistema de drenajes de la ciudad, por medio de tuberías de rebalse, esto cuando la lluvia sea excesiva y los pozos no se den abasto para absorber el agua.

De esta manera, anualmente, se estarán aprovechando arriba de 1 800 metros cúbicos de lluvia que se precipitan sobre la ciudad en los meses

lluviosos y creando filtración de la misma aun en el inicio del verano para alimentar los mantos acuíferos subterráneos del área y generar que sus niveles no disminuyan tan drásticamente; un estudio piloto que a futuro podrá expandirse a mas ciudades.

3. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

3.1. Planeación estratégica

En este apartado se presenta información sobre los objetivos, políticas y estrategias para proporcionar una correcta dirección del estudio y alcanzar la meta que es la implementación a futuro del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en el municipio de Mixco, todo mediante la correcta toma de decisiones que permitan llevar a cabo los objetivos ya planteados.

3.1.1. Objetivos

Los objetivos se han trazado para implementar a mediano o largo plazo el sistema de alimentación de mantos acuíferos en la zona 1 del municipio de Mixco, al llegar a este capítulo algunos objetivos ya se han alcanzado y se han cumplido, pero para proponer un sistema que demuestre sus beneficios se deben de implementar otros objetivos que de igual manera deberán ser logrados para alcanzar la meta de la implementación a futuro del estudio.

De esta manera, se detallarán los objetivos que en este punto del trabajo ya han sido alcanzados y cumplidos:

- Se han analizado las condiciones actuales de los niveles de los servicios de agua potable con lo cual se observó que los niveles no son suficientes para la demanda de agua en crecimiento en el área central del municipio.

- Se han determinado los bajos niveles de recursos hídricos con los que se cuenta en el área de la zona 1 de Mixco, los 18 pozos existentes en el municipio y la demanda de agua actual y la proyectada a futuro, todo para tener un adecuado manejo y mejor uso para el estudio.
- Se ha obtenido información que presentó un punto de partida para la estimación del número de 4 pozos de aguas pluviales que requerirá la implementación de este estudio, pozos a realizar en el área de la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 del municipio.
- Se determinará los alcances y beneficios para los niveles de los mantos acuíferos la implementación del estudio, al absorberse más 90 metros cúbicos de agua de lluvia cada 3 a 5 días, estos beneficios también son de ámbito social para la mejora de la calidad de vida de los vecinos del área.
- Mediante el estudio técnico de ingeniería y la asesoría de una empresa de carácter privado se identificó la colonia Lomas de Portugal como la ubicación más adecuada para la realización de los pozos que captarán las aguas pluviales y alimentarán de recursos hídricos todo el sistema.

Una vez detallados los objetivos ya alcanzados, se procede a plantear los nuevos objetivos:

- Se deberá hacer mención de los reglamentos y leyes vigentes en el país, que se deben cumplir para implementar dicho estudio.

- Se determinará el impacto que la realización de dicho estudio y su posible implementación generará en el medio ambiente y como en el entorno donde se realizará el estudio.
- Se debe determinar mediante una evaluación el monto de inversión que generaría la puesta en marcha del estudio y su implementación, mediante dicha evaluación se debe desglosar todos estos gastos.
- Se debe determinar mediante una evaluación en cuánto tiempo se recuperará la inversión realizada en el estudio y los gastos que generaría la puesta en marcha del sistema de alimentación de mantos acuíferos a futuro.

3.1.2. Políticas

Son los diferentes aspectos que permitirán alcanzar los objetivos anteriormente planteados, se deben conocer los diferentes puestos y el organigrama que se manejará, la contratación del personal (reclutamiento, selección y capacitación) y lo referente al aspecto laboral, todo esto se detallará más adelante en diferentes apartados específicos.

3.1.3. Estrategias

- Mediante la realización del estudio legal, se determinarán los reglamentos y las leyes vigentes actualmente en Guatemala que se deben cumplir para implementar el estudio.
- Mediante el estudio de impacto ambiental se determinará el impacto que la realización de dicho estudio y su posible implementación generará en

el medio ambiente, impactos negativos y positivos; de igual manera se detallarán los cambios que generarían en el entorno donde se realizará el estudio.

- Con la implementación del estudio económico, se determinará el monto de inversión que generará la puesta en marcha del estudio, los costos totales de la inversión, de administración y de operación y las fuentes de financiamiento necesarias para la implementación de este estudio.
- Mediante la evaluación del estudio económico y la evaluación del estudio financiero se determinará en cuánto tiempo se recuperará la inversión realizada en el estudio, proyecciones de gastos y proyecciones de ingresos.

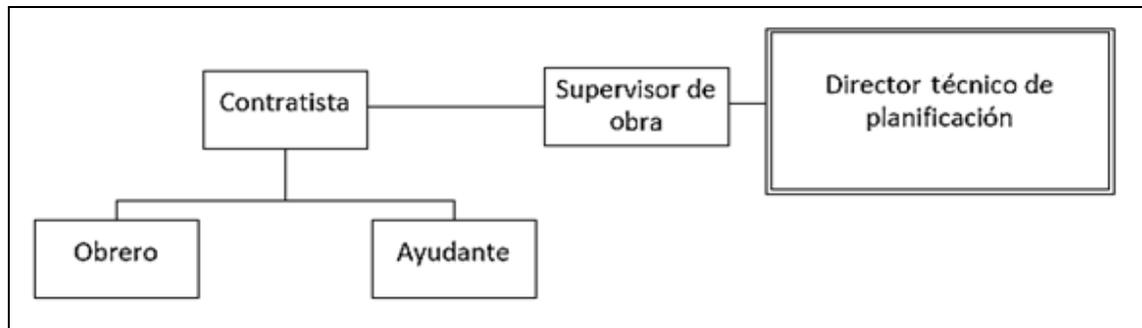
3.2. Organigrama

En forma gráfica se presenta información sobre la organización estructural funcional de la realización de dicho estudio, las descripciones y especificaciones de los puestos que habrá dentro de dicha organización para tener en cuenta los diferentes niveles en la estructura para conocer los puestos superiores inmediatos en el sistema.

Se proyectaría que la municipalidad de Mixco sea quien supervise estos trabajos, por lo mismo, se toma en cuenta a la Gerencia de Planificación para supervisar y dirigir la implementación del estudio.

3.2.1. Estructural

Figura 9. Organigrama estructural del sistema



Fuente: elaboración propia.

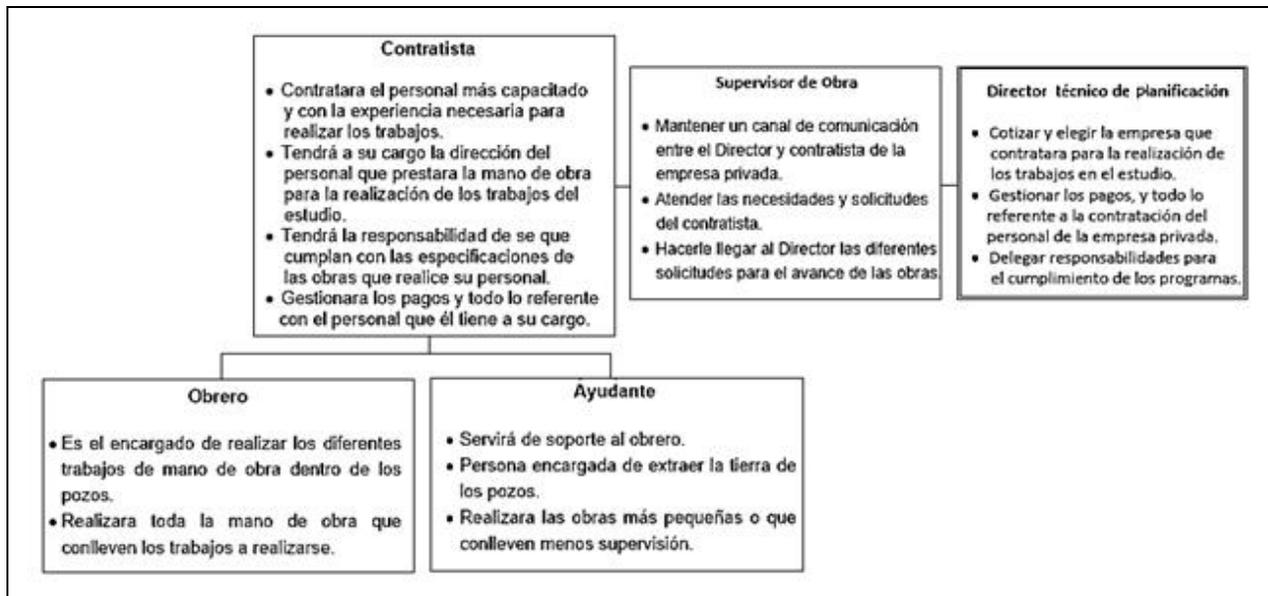
El puesto más alto dentro de la organización será el de director técnico de planificación, su función es dirigir y supervisar todo lo relacionado con la implementación y lo que conlleve el estudio; la responsabilidad a su cargo será delegada a la empresa privada que se contrate, los trabajadores del contratista (obreros y ayudantes) serán los encargados de velar y cumplir con los requerimientos de mano de obra desglosados en el estudio.

El supervisor de obra será el canal de comunicación entre el director técnico y el contratista, haciéndole llegar las necesidades y los requerimientos durante la implementación de este estudio.

Los puestos anteriores son superiores al del contratista, pero, en función del sistema que se planea implementar, el contratista tiene cierta autonomía para dirigir las actividades, cuya función principal es esa.

3.2.2. Funcional

Figura 10. Organigrama funcional del sistema



Fuente: elaboración propia.

Se han detallado cada una de las funciones principales de cada puesto existente en la organización del estudio, así como sus responsabilidades delegadas a cada uno de los puestos en la estructura.

3.2.3. Descripción de puestos

Según la figura 10, que describe el organigrama funcional del estudio, se procede a describir cada uno de los puestos de la organización:

- Director técnico de planificación: jefe superior inmediato, cotizará y elegirá la empresa que contratará y realizará las diferentes obras que conlleva el estudio.
- Supervisor de obra: persona encargada de mantener la comunicación fluida entre el director técnico de planificación y el contratista; se encargará de hacerle saber al director las necesidades que al contratista le surjan al realizar el estudio.
- Contratista: dueño de la empresa privada que realizará las diferentes obras, tendrá a su cargo el personal que prestará la mano de obra; su jefe inmediato superior será el director técnico de planificación.
- Obrero: será el encargado de realizar los diferentes trabajos dentro de los pozos, a su cargo estará la realización de toda la mano de obra de los trabajos; su jefe inmediato superior será el contratista.
- Ayudante: servirá de soporte al obrero, realizará las obras más pequeñas o con menos supervisión; su jefe inmediato superior será el obrero.

3.2.4. Especificación de puestos

En este apartado, se procede a detallar las especificaciones de cada uno de los puestos de la organización:

- El director técnico de planificación es el jefe superior inmediato a quien se le deben rendir cuentas; tendrá la responsabilidad de cotizar y contratar la empresa para la realización de dicho estudio; así mismo, gestionará los pagos y todo lo referente a la contratación de personal

para la realización del estudio y las obras; esta persona ya labora en la municipalidad actualmente.

- El supervisor de obra, la persona encargada de mantener la comunicación entre el director técnico de planificación y el contratista, se encargará de hacerle saber al director las necesidades que al contratista le surjan al realizar el estudio, así como hacerle llegar las diferentes solicitudes para el avance de las obras; al igual que el director técnico de planificación, esta persona ya labora actualmente en la municipalidad.
- El contratista, dueño de la empresa privada que se contratará y que realizará las diferentes obras; deberá tener a su cargo el personal que prestará la mano de obra; tendrá a su cargo el personal más capacitado y capaz para realizar los trabajos, es su responsabilidad que si cumpla con las especificaciones de las obras; así mismo gestionará los pagos y todo lo referente con el personal que él contrate, su jefe inmediato superior será el director técnico de planificación.
- El obrero, encargado de realizar los diferentes trabajos de mano de obra dentro de los pozos; los realizará (la excavación), de principio a fin; a su cargo estará la realización de toda la mano de obra de los trabajos a realizarse; todos los trabajos que se han descrito anteriormente en el estudio técnico de ingeniería; su jefe inmediato superior será el contratista.
- El ayudante, su puesto sirve de soporte al obrero; en la realización de los pozos se necesita una persona que excave dentro del pozo (obrero) y otra persona que extraiga la tierra (ayudante); así mismo realizará las

obras más pequeñas o que conlleven menos supervisión; su jefe inmediato superior será el obrero.

3.3. Planificación de recursos humanos

Son los procesos que llevará a cabo la municipalidad de Mixco, en coordinación con la Gerencia de Planificación para el reclutamiento, la selección y la capacitación del personal que hará las diferentes obras físicas en el estudio, ya que son trabajos para los cuales se necesita personal altamente capacitado y con los conocimientos necesarios en el área; al considerar los aspectos antes mencionados, se contratará al personal idóneo para la implementación del sistema en estudio.

3.3.1. Reclutamiento

Existen multitud de técnicas para el reclutamiento, todas con el fin de atraer interesados a esta oferta de trabajo. Pero existen dos tipos o fuentes de reclutamiento: internas y externas; son prioridad las externas, debido a que el trabajo debe ser realizado por personal capacitado y con la experiencia del caso.

Esta fase del estudio se proyectaría que la realice la municipalidad de Mixco en coordinación con la Gerencia de Planificación, debido a que se tiene que lanzar la convocatoria para la realización de un sistema de alimentación de mantos acuíferos; en dicha convocatoria se deben exponer todos los trabajos a realizar, su ubicación y todo lo detallado en el estudio técnico de ingeniería.

3.3.2. Selección

Se tienen que tomar en cuenta todas las propuestas de la convocatoria; luego, se debe analizar cada propuesta individualmente resaltando aspectos como: costos de realización, tiempo de realización de la implementación del sistema y garantías que ofrecería cada una de las empresas ofertantes.

La finalidad de contratar una empresa privada es porque al estar estas empresas dedicadas enteramente a la realización de este tipo de obras el resultado al final será el óptimo; en consecuencia, la empresa idónea que realice todos los trabajos permitirá obtener un sistema de alimentación de mantos acuíferos que llene las expectativas y las proyecciones sobre el mismo.

3.3.3. Capacitación

Este es un aspecto de ingeniería muy importante, debido a que la empresa que se contrate deberá tener un personal capacitado en el área y que realice todos los trabajos necesarios para la culminación de la implementación del sistema.

De igual manera se proyectaría que la capacitación también la implemente la municipalidad Mixco al personal interino, ya que los pozos, las cajas y todas las obras físicas que se realicen deben tener un mantenimiento preventivo cada cierto periodo de tiempo, mantenimiento que debe ser realizado por personal capacitado, tienen que tener un número determinado de empleados que realicen estos trabajos, los cuales en sí son de limpieza y reparaciones menores en la infraestructura del sistema.

Así mismo, un aspecto más importante sería la capacitación al personal para realizar mantenimientos correctivos, ya que con esto se incurriría en menores gastos a largo plazo debido a la contratación de empresas privadas para la realización de dichos mantenimientos.

3.4. Aspecto laboral

En este apartado se presenta información sobre aspectos importantes para este estudio, ya que su realización debe estar de conformidad con las leyes vigentes en Guatemala, las cuales contempla el contrato de trabajo y el reglamento de trabajo; dichos reglamentos regirán la relación laboral entre el empleador y el trabajador.

3.4.1. Contrato de trabajo

El contrato de trabajo es el vínculo económico-jurídico, mediante el cual un trabajador queda obligado a prestar sus servicios a un empleador, para así ejecutarle una obra, bajo dirección inmediata o delegada, a cambio de una retribución de cualquier clase.

De esta manera, la relación laboral será entre el empleador, que en este caso se proyecta que sería el director técnico de planificación de la municipalidad de Mixco, el contratista y los trabajadores que el contratista disponga para la realización de las obras de infraestructura, esta persona sería el dueño de la empresa privada que prestará sus servicios para la realización de las obras físicas que contempla el estudio.

Para esta relación laboral se utilizará el modelo de contrato de trabajo¹³, que explique claramente cuándo inició su trabajo, cuánto gana, cuál es su puesto, donde laborará, su horario; al final debe firmarlo y tener una copia. Sin importar el número de trabajadores de la empresa. Dicho modelo está disponible gratuitamente en línea.

3.4.2. Reglamento de trabajo

La relación laboral entre el empleador y el trabajador se regirá conforme a diferentes artículos del *Código de Trabajo* y de la *Constitución de la República de Guatemala*:

- Artículo 28 del *Código de Trabajo*: el contrato debe extenderse por escrito en tres ejemplares: uno que debe recoger cada parte en el acto de celebrarse y otro que el empleador queda obligado a hacer llegar a la Dirección General de Trabajo, dentro de los quince días posteriores a su celebración, modificación o renovación.
- Artículos 102 inciso g) de la *Constitución Política de la República de Guatemala* y 116, 117, 121 y 122 del *Código de Trabajo*: la jornada diurna está comprendida entre las 06 y las 18 horas del mismo día, no puede ser mayor de 8 horas diarias ni de 44 horas semanales. Así mismo todo trabajo realizado fuera de la jornada ordinaria debe de ser remunerado como mínimo con un 50 % del salario ordinario.

¹³ El modelo de contrato individual de trabajo es un formato gratuito, que está disponible en la Dirección General del Trabajo del Ministerio de Trabajo y Previsión Social (ver anexo 1).

- Artículo 128 del *Código de Trabajo*: el contratista puede hacer que sus trabajadores laboren durante los días de asueto y de descanso semanal, pero estos mismos se deben de tomar como trabajo extraordinario.

En el apartado de estipulaciones del contrato de trabajo se deben establecer todas las particularidades a que está sujeto: prestaciones, obligaciones, entre otros.

3.5. Plan de operación y mantenimiento

El estudio contempla la realización de obras físicas, estas en sí, al estar terminadas no necesitan de personal operativo que las supervise, son obras que no precisan operación, pero si necesitan mantenimiento preventivo y en algún momento de mantenimiento correctivo.

Su uso continuado, que debido a su naturaleza será principalmente en las épocas lluviosas, generará acumulación de desperdicios y basura que se acumulará en las cajas, las cuales deberán de ser limpiadas para evitar taponamientos y que las aguas pluviales no lleguen a los pozos y generen su proceso de filtración y absorción.

A las cajas se les da un mantenimiento preventivo, que consiste en una limpieza de toda la basura que tendrán acumuladas una vez al año; la época más idónea para la realización de estas obras es durante los meses de verano para evitar los meses lluviosos para la realización de estos trabajos; si se hace este mantenimiento anualmente se evitará los mantenimientos correctivos a los pozos, por acumulación de desechos.

4. ESTUDIO LEGAL

4.1. Estructura legal

El sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en el municipio de Mixco estará constituido como un sistema de mejoramiento de las capacidades de los pozos mecánicos a nivel de la zona 1; se proyecta que sea la municipalidad la encargada de aportar los conocimientos profesionales y/o técnicos, así como detectar sus posibilidades de expansión.

Para este estudio se analizó que la mayoría o en su totalidad los fondos para la implementación los aportaría la municipalidad; un sistema que beneficiará a la población en general de la zona 1 de Mixco, con lo cual la municipalidad debería gestionar los requisitos legales para su realización.

4.2. Marco legal del estudio

Se incluyen los aspectos legales relacionados con la realización del estudio: requisitos administrativos, aspectos laborales respecto a los trabajadores: salarios, jornadas laborales y prestaciones según la ley.

4.2.1. Requisitos administrativos

En el municipio de Mixco existe un Consejo Municipal, este órgano colegiado superior de deliberación de los asuntos municipales tiene la responsabilidad de tomar decisiones y tiene su sede en la cabecera de su

circunscripción municipal. Se integra por el alcalde, los síndicos y los concejales.

El alcalde es el encargado de ejecutar y dar seguimiento a las políticas, planes, programas y proyectos autorizados por el Concejo Municipal; por lo cual antes de realizar cualquier posible estudio se debe consultar y exponer la propuesta de este sistema ante dicha entidad, la cual, al aprobar dicho sistema, se puede continuar con los demás requerimientos municipales.

Se deben cumplir requisitos administrativos en el Departamento de Drenajes para la autorización del uso de los drenajes municipales en este estudio, así como la supervisión y apoyo de la Dirección de Ingeniería de la municipalidad de Mixco.

Todos estos requisitos deberán ser gestionados en la municipalidad de Mixco, también, los encargados de analizar la viabilidad y los beneficios de la implementación de este estudio, para llevar a cabo este sistema de alimentación de los mantos acuíferos.

4.2.2. Aspecto laboral

Los aspectos que se deben tomar en cuenta son los salarios de los trabajadores, las jornadas laborales y prestaciones de ley en Guatemala.

Cabe mencionar que para la implementación de este estudio hay que cumplir con ciertos aspectos laborales:

- La ley contempla los días que el trabajador descansará con goce de salario: 1 de enero, los días de semana santa (jueves, viernes, sábado

santo), 1 de mayo, 10 de mayo (solo las madres), 30 de junio, 15 de septiembre, 20 de octubre, 1 de noviembre, 24 de diciembre (medio día a partir de las 12:00 pm), 25 de diciembre, 31 de diciembre (medio día a partir de las 12:00 pm), día de feriado de la localidad (para el municipio de Mixco es el 4 de agosto). Los días asignados a los colegiados profesionales activos.

- Los patronos están obligados a proporcionar un lugar de trabajo seguro y limpio; todos tienen la obligación de proteger la vida y salud propia y la de los compañeros de trabajo, así se evitan accidentes en el trabajo y que la salud se deteriore. Se deben tener servicios sanitarios, buena luz, buena ventilación, lavamanos, lugares para comer. En algunos trabajos se debe utilizar mascarillas, guantes, cascos, cinchos de fuerza, zapatos especiales, etc. Todo debe ser proporcionado por los patronos ya que es su obligación hacerlo.
- Todo trabajador debe tener un contrato de trabajo, en donde se explique claramente cuándo inició su trabajo, cuánto será su remuneración, su jornada laboral, cuál es su puesto, dónde laborará; firmarlo y tener una copia del mismo. Este contrato es indiferente sin importar el número de trabajadores de la empresa, se debe elaborar.

4.2.2.1. Salarios

La implementación a futuro de este sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos se tendrá que planificar, dirigir y coordinar por medio de la municipalidad de Mixco, la encargada de contratar una empresa privada para la realización de estos trabajos y todas las obras físicas que dicho estudio contempla.

Esta empresa deberá cumplir las regulaciones que la ley impone, respecto al pago de sus empleados; se debe tomar en cuenta que el salario mínimo en Guatemala es de Q. 2 747,04¹⁴ mensuales, mismo que no puede ser menor, con lo cual el contratista deberá cumplir estas regulaciones.

Todos los trabajadores tienen derecho al salario mínimo, la única diferencia en el monto es si laboran en actividades agrícolas o no agrícolas; para la implementación de este estudio se muestra un trabajo no agrícola.

En cuanto a los puestos de director técnico de planificación y el supervisor de obra descritos anteriormente en el estudio administrativo, sus salarios devengados están bajo la jurisdicción de la municipalidad de Mixco, empleados que trabajan directamente para la Gerencia de Planificación de dicha municipalidad.

4.2.2.2. Jornadas laborales

En Guatemala la duración de la jornada ordinaria de trabajo se rige conforme a los artículos 102 inciso g) de la *Constitución Política de la República de Guatemala* y 116, 117 y 122 del *Código de Trabajo*, que contempla lo siguiente:

- Jornada diurna: está comprendida entre las 06 y las 18 horas del mismo día; la misma no puede ser mayor de 8 horas diarias ni exceder las 44 horas semanales.

¹⁴ Según datos del Ministerio de Trabajo y Previsión Social de Guatemala al año 2016.

- Jornada nocturna: está comprendida entre las 18 horas de un día y las 06 horas del día siguiente; la misma no puede ser mayor a 6 horas diarias ni exceder las 36 horas a la semana.
- Jornada mixta: abarca parte del día y parte de la noche, comprende mayor número de horas de trabajo durante el día. La misma no puede ser mayor de 7 horas diarias ni exceder las 42 horas a la semana.
- Jornada ordinaria: puede dividirse en dos o más períodos con intervalos de descanso que se adapten racionalmente a la naturaleza del trabajo y necesidades del trabajador.

Siempre que se pacte jornada ordinaria continua, el trabajador tiene derecho a un descanso mínimo de media hora dentro de esa jornada, que debe computarse como tiempo de trabajo efectivo según el artículo 119 del *Código de Trabajo*.

Las horas extras y las veladas no es obligación del trabajador laborarlas, si quiere puede trabajarlas y deben ser pagadas. Con lo cual todo trabajo realizado fuera de la jornada ordinaria debe ser remunerado como mínimo con un 50 % del salario ordinario, artículo 102 incisos g) de la Constitución y 121 del *Código de Trabajo*.

La ley contempla que todo trabajador tiene derecho a descansar 1 día completo a la semana (regularmente es el día domingo y medio día el sábado según horarios de la empresa).

Para la implementación de este sistema se determina que la jornada diurna es la que mejor se adecua a las diferentes necesidades respecto a la realización de las obras físicas de este estudio.

4.2.2.3. Prestaciones

Las prestaciones vigentes en Guatemala se calculan sobre el salario sin incluir la bonificación incentivo que es de Q 250,00 descrita en la *Ley de bonificación incentivo para los trabajadores del sector privado* según el Decreto 78-89 del Congreso de La República de Guatemala.

Los porcentajes utilizados actualmente para las prestaciones son:

- 8,33 % para el bono 14 según decreto 42-92 del *Código de Trabajo*.
- 8,33 % para el aguinaldo según artículo 102 literal J de la Constitución de la República, Decreto 76-78 de la *Ley reguladora del aguinaldo* y el artículo 1 Convenio 95 Artículo 88 literal c del *Código de Trabajo*.
- 4,17 % para las vacaciones: es derecho del trabajador a gozar de 15 días hábiles de descanso remunerado después de un año continuo de labores para un mismo patrono, según los artículos 130 al 137 del *Código de Trabajo*, artículo 82 literales C y D del *Código de trabajo* y artículo 1o. Convenio 95.

Se debe tomar en cuenta que el salario debe ser mayor que el salario mínimo (ver inciso 4.2.2.1), sobre este se deben de calcular las prestaciones laborales antes descritas.

4.2.3. Aspecto ecológico

En Guatemala existe un trámite que consiste en obtener una licencia ambiental, un mecanismo creado por el gobierno y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que garantiza que el sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos a realizarse cumpla con los requisitos necesarios para evitar la degradación de los recursos naturales.

4.2.3.1. Reglamentos

Un estudio de impacto ambiental (EIA) se aplica a proyectos que todavía no están desarrollados, en este caso la perforación de pozos y manejo de aguas pluviales de los drenajes.

Se deben cumplir ciertos reglamentos y ordenanzas, para tramitar una licencia ambiental:

- Se debe presentar una evaluación ambiental inicial, cuyo formato es propiedad del MARN, el cual se debe presentar en la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, de la delegación departamental.
- Si el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales lo considera necesario, solicitará que un consultor ambiental autorizado por dicho Ministerio realice un estudio de impacto ambiental para la implementación del estudio.

Este estudio de impacto ambiental inicial se hace para que se cumplan con los requisitos necesarios y se actué de conformidad con la ley para evitar incurrir en multas para la municipalidad.

La *Constitución Política de la República de Guatemala*, establece la obligación estatal, municipal y para todos los habitantes de propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico que dicte las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, la flora, la tierra y el agua, se realicen racionalmente para evitar su depredación.

Además, se debe actuar según lo estipulado en el Acuerdo Gubernativo 61-2015 del MARN, que es un listado taxativo, con el cual se obtiene una clasificación para las actividades que contemplan la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos.

4.3. Requisitos legales

Toda empresa interesada en ser la elegida para prestar sus servicios, debe presentar cierta papelería ante la Comisión Técnica de Adjudicaciones, los cuales están en un precalificado de requisitos para empresas mercantiles, como se describe en la figura 11.

Figura 11. Requisitos para empresas mercantiles

No.	REQUISITOS	No.	REQUISITOS
1	CEDULA DE VECINDAD O DPI completa del Propietario **	14	FOTOGRAFÍAS DEL PERSONAL FIJO REPORTADO EN SUS RESPECTIVAS ÁREAS DE TRABAJO no incluir fotografías con lugares vacío, ni reportadas en años anteriores
2	PATENTE DE COMERCIO **	15	DECLARACIÓN JURADA ante Notario, de que ni la entidad mercantil ni su representante legal, son deudores morosos del Estado ni de las entidades a que se refiere el Artículo 1 del Decreto No. 57-92, que contiene la Ley de Contrataciones del Estado.
3	Copia CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN Y ACTUALIZACIÓN, correspondiente al año 2011 o 2012, en el Registro Tributario Unificado de la Superintendencia de Administración Tributaria. **	16	DECLARACIÓN JURADA ante Notario, de que ni la entidad mercantil ni su representante legal, están comprendidos dentro de las prohibiciones que establece el Artículo 80 del Decreto No. 57-92, que contiene la Ley de Contrataciones del Estado.
4	Copia Pago del Impuesto al Valor Agregado, -IVA- correspondiente al mes o trimestre anterior a la fecha de presentación de la solicitud de precalificación. **	17	DECLARACIÓN JURADA ante Notario, donde indique que la dirección, correos electrónicos y números de teléfonos consignados en el formulario donde requiere su precalificación, son los verdaderos y actuales donde se ubica la entidad.
5	Copia Pago del Impuesto Sobre la Renta correspondiente al mes, trimestre o año anterior a la fecha de presentación de la inscripción. **	18	Certificación contable del último pago de IGSS
6	ESTADOS FINANCIEROS Al 31 de diciembre 2011 (originales, certificados por perito contador).	19	Constancia de Inscripción en Registro de proveedores de GUATECOMPRAS.
7	Resolución de aprobación de Facturas. **	20	FORMULARIO DE SOLICITUD
8	Copia CERTIFICADO PRECALIFICADO DE OBRAS - MICIVI - cuando corresponda. Vigente al año 2011 o 2012 con sus respectivas especialidades. ** No se aceptarán constancias en trámite).	INFORMACIÓN DE EXPERIENCIA CON FONAPAZ	
9	Copia FINIQUITOS O ACTAS de recepción de contratos de proyectos, u otro documento que demuestre su experiencia. **	A	Proyectos Contratados adjuntar copia de contratos **
10	CURRICULUM DE LA EMPRESA O del Propietario.	B	Proyectos Terminados adjuntar copia de Actas de Recepción/liquidación **
11	LISTADO DEL PERSONAL FIJO DE LA EMPRESA y sus respectivos curriculum	C	Proyectos en Ejecución-Estatus Adjuntar Certificación emitida por la autoridad correspondiente del FONAPAZ del Avance Físico y Financiero de los proyectos asignados.
12	Copia CERTIFICADO DE SEGEPLAN cuando corresponda. Vigente al año 2011 o 2012). **	D	Proyectos Rescindidos (Adjuntar copia de la Resolución correspondiente). ** Aquellas entidades que hayan sido rescindidas por incumplimiento, serán rechazadas. Se excluyen aquellas por caso fortuito o de fuerza mayor o causas inimputables al contratista (mutuo consentimiento).
13	FOTOGRAFÍAS: A) EXTERNAS: 1 donde se visualice la dirección de la entidad, 1 donde se visualice el nombre de la entidad; y B) INTERNAS de la entidad, no lugares vacíos, ni reportadas en años anteriores. así mismo FONAPAZ, se reserva el derecho de precalificar empresas cuya infraestructura física y maquinaria no sea acorde o afín al servicio que prestan u ofrecen		

Fuente: Fondo Nacional para la Paz, Comisión Técnica de Adjudicaciones.
www.guatecompras.gt/info/legislacion.aspx. Consulta: 20 de agosto de 2015.

Quando se cumplen los requisitos descritos anteriormente se procede a calificar las ofertas de los proyectos de infraestructura mediante criterios que utiliza la comisión de licitación, los cuales se especifican en el anexo 3.

4.4. Dominio legal de los inmuebles

Hace mención a los dominios legales sobre los bienes inmuebles en el municipio de Mixco, sus propietarios y los derechos de paso que podrían existir; si aplican a la hora de realizar la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en la zona 1.

4.4.1. Propietarios

Tomando en cuenta que las aguas pluviales conducidas por los drenajes se encuentran en la vía pública, se determina que no existirá conflicto con los propietarios de bienes inmuebles de la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 de Mixco, ya que es la misma municipalidad la que tiene potestad sobre la vía pública y no se trabajará sobre propiedad privada; de esta manera se evitará afectar a los vecinos respecto de la realización de obras de infraestructura.

4.4.2. Derechos de paso

Como se mencionó anteriormente, el sistema trabajará con las aguas pluviales que son conducidas por los drenajes que se encuentran en la vía pública (calles y avenidas de la colonia Lomas de Portugal de la zona 1); por lo tanto, no existirá conflicto con los propietarios de bienes inmuebles ni serán necesarios los derechos de paso, ya que es la misma municipalidad que tiene autoridad sobre la vía pública.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Identificación del área de influencia

Se debe identificar el área de influencia del estudio que se debe analizar durante su etapa de construcción y operación desde el punto de vista del desarrollo regional. De esta manera, se debe identificar la relación entre el medio biofísico y el socioeconómico-cultural que pueda ser afectado por la implementación del sistema.

El área de influencia directa se extiende 10 metros alrededor del perímetro de la construcción de las obras físicas: un total de 4 pozos con sus cajas respectivas; la construcción de estas obras físicas tendrá armonía con el entorno ya que estarán bajo el suelo y su acceso será rápido, para establecer libre movilidad para posibles contingencias.

La influencia directa de los impactos al componente físico ocupa una franja de terreno de 40 metros, distribuidos en toda la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 del municipio de Mixco. En casos particulares esta área se extenderá más allá del límite indicado, a efecto de la movilización del equipo y la maquinaria utilizada en la realización de las obras físicas.

5.2. Ubicación e instalaciones físicas

Se determinarán todos los elementos que conformarán las obras físicas y su ubicación.

Como se determinó anteriormente en el estudio técnico de ingeniería, el estudio se realizará en el área central de la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 del municipio de Mixco (ver inciso 2.1.2), tomando en cuenta la existencia de vías comunicacionales (calles) y la ubicación de los servicios públicos básicos (drenajes), de esta manera se aprovechará mejor los recursos hídricos: las aguas pluviales.

Las instalaciones físicas necesarias para la implementación del sistema serán:

- 4 pozos de infiltración, con su brocal, relleno de piedra bola en el fondo y con tubos de concreto en cada uno de los pozos.
- 4 cajas reforzadas con hierro.

Todos los elementos de infraestructura se realizarán tomando en cuenta el sistema de drenajes de aguas pluviales que recorren las calles y avenidas de la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 del municipio (ver inciso 2.1.2.1); es donde se deben realizar las instalaciones físicas del sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos.

5.3. Descripción del entorno biótico y abiótico

Se realiza con la finalidad de caracterizar el entorno donde se pretende establecer el sistema que se evalúa en este trabajo; a continuación, se realiza una breve descripción de los elementos bióticos y abióticos circundantes al área del mismo.

5.3.1. Entorno biótico

Al referirse a elementos bióticos, se abarca todo lo relacionado con la vida, es decir, elementos como la flora y la fauna que dan lugar a las diferentes comunidades naturales. Dentro de los factores bióticos se tiene:

- Protozoarios
- Hongos y bacterias
- Animales en general
- Plantas en general
- El hombre

El municipio cuenta con la reserva ecológica de Cerro Alux, con una superficie de 5 372 hectáreas, la cual es administrada por CONAP. La cobertura forestal del municipio es de un 34,05 % según datos de la municipalidad de Mixco.

Se estimó que para el año 2014 el número de hogares en la zona 1 del municipio de Mixco sería de 7 462 (ver inciso 1.5.3); en cada hogar habitan hombres, mujeres y niños, el mayor factor biótico del estudio.

En general, el entorno directo donde se ubicará el sistema (colonia Lomas de Portugal en la zona 1 de Mixco) se encuentra rodeado de árboles, plantas y se localiza fauna doméstica (perros, gatos, entre otros), ya que el área de estudio colinda con viviendas familiares, comercios e infraestructura pública, también, existe fauna silvestre en un pequeño porcentaje.

5.3.2. Entorno abiótico

Los elementos abióticos son todos los relacionados con la topografía, clima, geología y aspectos urbanísticos. Dentro de los factores abióticos se tiene:

- Aire
- Agua
- Clima
- Suelos
- Rocas
- Luz solar

El municipio de Mixco está bañado por los ríos: Pansalic, La Brigada, Mariscal, Molino, De Las Limas, El Zapote, Guacamaya; así mismo, por los riachuelos Tempiscal y Las Quebradas, El Aguacate, El Arenal, Pansiguir, Sancín.

Como un dato histórico a tomar en cuenta, el municipio de Mixco, su etimología podría ser del Náhuatl Mixconco que significa lugar cubierto de nubes, por sus condiciones atmosféricas, un lugar muy nuboso y bastante lluvioso.

El clima del municipio¹⁵ oscila entre los 13 °C y los 25 °C, más frío en los meses de diciembre a febrero con ráfagas de aire fuerte; se marcan las mismas dos estaciones a nivel de toda Guatemala; además, en el municipio de Mixco se

¹⁵ Datos del clima, precipitaciones anuales y horas promedio de luz solar tomados de los datos meteorológicos departamentales del INSIVUMEH.

registra un promedio de 1 281,59 mm de lluvia anuales (ver inciso 2.5.2) y un promedio de 203 horas al mes de luz solar.

En el departamento de Guatemala existen varios tipos de suelo, pero los que sobresalen son¹⁶: arena y grava, caliza, diatomita, dolomita, perlita, pómez, limo y arcilla.

Los factores bióticos y abióticos son inseparables, debido a que los organismos vivos se dan a la tarea de reciclar los componentes químicos. De esta manera, estos dos factores deben permanecer en cantidades y proporciones adecuadas, para ser una base para la vida misma que sustentan.

5.4. Identificación de desechos y residuos

Durante la etapa de construcción, se generarán residuos sólidos relacionados con los excesos de tierra, estos son debido a la realización de los pozos, la realización de las cajas, residuos de materiales que serán en gran porcentaje tierra (arena y grava, caliza, diatomita, dolomita, perlita, pómez, limo y arcilla), un aproximado de 25 metros cúbicos, por pozo, tomando en cuenta que son 4 pozos a realizarse, estos desechos se trasladarán a lugares donde sus propietarios acepten este tipo de material para relleno.

Durante la etapa de operación del sistema de alimentación de mantos acuíferos se generarán desechos en pequeñas cantidades, los cuales serán emitidos a la atmosfera como gases (en proporciones mínimas), por la acumulación de agua dentro de los pozos y su posterior absorción; también, la absorción de desechos sólidos (basura común) como bolsas plásticas (comida,

¹⁶ Según la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala.

empaque etc.), papel, botellas de bebidas, que podrían arrastrar las lluvias a las cajas por medio de los drenajes, donde estos se depositarían.

5.5. Identificación de impactos

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) se ha dado a la tarea de elaborar un formato de estudio de impacto ambiental (EIA) inicial, en el cual se requiere información general del proyecto a realizarse, además, este incluye un apartado para la identificación de los diferentes impactos, así como la clasificación de la empresa según su actividad.

Este listado taxativo está contenido en el Acuerdo Gubernativo 61-2015 del MARN, al analizar las actividades que conllevan la perforación de pozos y realización de trabajos de infraestructura de este estudio se obtiene la siguiente clasificación para las actividades que contemplan la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos:

- Código de identificación: PE pequeña empresa (hasta 25 empleados/PYMES)
- Categoría de tabulación: Electricidad, gas y agua
- Descripción: Diseño, construcción y operación de pozos artesanales
- Categoría: C1, de bajo impacto ambiental potencial

Con base en la clasificación anterior y los requerimientos contenidos en el formato de EIA inicial; a continuación, se procede a describir los impactos identificados para el estudio en sus etapas de construcción y operación:

- Emisiones a la atmósfera: se generarán emisiones a causa del polvo que se creará durante la etapa de construcción, debido a la perforación de los pozos y por las otras actividades de la construcción; también, se generará ruido, principalmente, por la realización de las obras físicas, estos ruidos son de niveles permisibles a la salud humana, por debajo de los 90 decibeles¹⁷. Durante la etapa de operación se generan algunos gases originados de la acumulación de aguas pluviales dentro de los pozos.
- Efecto de la actividad en el agua: la alimentación de este sistema se basa en la reutilización de las aguas pluviales, la cantidad a usar es de un aproximado de 1 200 a 1 800 metros cúbicos anuales en todo el sistema, pero hay que tomar en cuenta que la función de los pozos es absorber esta agua y filtrarla a los mantos acuíferos subterráneos, por lo cual siempre se realizara esta acción que hace imposible su cálculo preciso. A la vez se utilizará agua potable en la etapa de construcción.
- Efectos sobre el suelo: este aspecto se refiere principalmente al movimiento de tierras en la etapa de construcción; por actividades del manejo de tierras será necesario perforar pozos, que ocasionen excesos de tierra que serán movilizados para las áreas circundantes de los pozos, un aproximado de 10 metros alrededor de cada construcción y 40 metros

¹⁷ Nivel de ruido permisible para trabajadores industriales durante 8 horas diarias según la Occupational Safety and Health Act (OSHA).

en todo el sistema, para su posterior movilización a un área donde se permita depositar este tipo de material para relleno.

- Desechos sólidos: los desechos sólidos se generarán en un pequeño porcentaje en la etapa de construcción (basura y desechos industriales como sobrantes de tubos, pegamento, cemento, etc.); en la etapa de operación en su mayoría serán absorbidos por los sistemas de drenajes municipales y depositados en las cajas de los pozos; estos desechos sólidos serán: basura común (bolsas plásticas, papel, botellas de bebidas), tirada en las calles y que posteriormente será encausada a los drenajes que alimentarán el sistema.
- Uso de recursos: en la etapa de construcción se creará un impacto en el consumo de energía eléctrica, para la utilización de aparatos eléctricos ya que la implementación de este sistema necesitará de esta durante la realización de las obras físicas, pero se necesitará solamente corriente 110 voltios. Se necesitará uso de combustible de parte de los camiones que extraerán los excesos de tierra, mismos excedentes que serán un aproximado de 4 camionadas por pozo, con un total aproximado de 16 viajes de camión de volteo.

En la tabla XX, se clasifican los impactos descritos anteriormente por tipo y se marca la etapa cuando afectarán.

Tabla XX. Identificación de impactos negativos por etapa

Tipos de impactos	Etapas	
	Construcción	Operación
Emisiones a la atmosfera		
Gases		X
Polvo	X	
Ruido	X	
Efectos de la actividad en el agua		
Agua de lluvia		X
Agua potable	X	
Efectos sobre el suelo		
Movimientos de tierra	X	
Desechos sólidos		
Domésticos	X	X
Comerciales		X
Uso de recursos		
Energía eléctrica	X	
Combustible	X	

Fuente: elaboración propia.

La implementación de este sistema, también, tiene impactos positivos de carácter social, generará empleo para el personal que realizará las obras físicas; también, para el personal de la municipalidad que tendrá que darles mantenimiento a dichas obras y proporcionará un beneficio a largo plazo a los vecinos del área, contribuyendo a mejorar el municipio de Mixco.

5.6. Matriz de leopold

Tabla XXI. Matriz de magnitud de impactos

Metodología			Actividades				Cóputos		
Partiendo de las actividades identificadas, se califica de 1 a 5 la magnitud del impacto y si el impacto es beneficioso aparece solo el número, caso contrario aparece con el signo – 1= Muy bajo 2= Bajo 3= Medio 4= Alto 5= Muy alto 0= No aplica			Construcción			Operación			Construcción
			Perforación de pozos	Otras actividades de construcción	Camión de volteo	Acumulación de aguas pluviales			
			Clasificación de impactos identificados	Emisiones a la atmosfera	Gases	0	0	-1	-1
Polvo	-2	-1			-1	0	-4	0	
Ruido	-1	-1			-1	0	-3	0	
Efectos de la actividad en el agua	Agua de lluvia	0		0	0	-2	0	-2	
	Agua potable	-1		-1	0	0	-2	0	
Efectos sobre el suelo	Movimiento de tierra	-3		-1	-2	0	-6	0	
Desechos sólidos (generación)	Domésticos	-1		-1	0	0	-2	0	
	Comerciales	-1		-1	0	0	-2	0	
Uso de recursos (consumo)	Energía eléctrica	-2		-2	0	0	-4	0	
	Combustible	0		0	-2	0	-2	0	
Social y cultural	Empleo	2		2	1	1	5	1	
Cóputos				-9	-6	-6	-2		

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXI se presenta una matriz de magnitud de impactos donde se hace la valoración de cada uno de los impactos identificados en el inciso 5.5, según la clasificación propuesta en escala del 1 al 5.

En los resultados se observa que el mayor impacto negativo al ambiente es durante la etapa de construcción, que se origina por la perforación de los pozos y el uso del camión de volteo para el movimiento de tierra.

En la perforación y el movimiento de tierra se consumirá energía eléctrica y combustible, que generan el consumo de recursos. Además, se generará ruido en pequeñas cantidades y gases de combustión por el uso de combustible.

También, se observa que la generación de empleo constituye un impacto beneficioso de magnitud favorable al implementar dicho estudio, que generan fuentes de ingreso para un cierto grupo de personas y personal de la municipalidad.

5.7. Definición de medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son acciones que llevan a reducir los impactos negativos en el entorno, generados por la implementación del estudio en su entorno.

Con base en los impactos identificados en la tabla XX; a continuación, se presentan gestiones que reducirán el efecto de dichos impactos.

Tabla XXII. **Medidas de mitigación de los impactos negativos**

Tipos de impactos	Medidas de mitigación
Emisiones a la atmosfera	
Gases	Al colocarle tapadera a los pozos junto con sus cajas se minimizará en gran cantidad la generación de los gases.
Polvo	Como el impacto por el polvo se detectó en la fase de construcción, se puede regar con agua algunas áreas para evitar su exceso, si este fuese necesario.
Ruido	Este impacto es en la fase de construcción, se tratará de trabajar con máquinas que no produzcan ruido, tomando en cuenta que el tiempo para terminar cada pozo es de un aproximado de 4 semanas, el tiempo es muy corto y se generaría poco conflicto con los vecinos.
Efectos de la actividad en el agua	
Agua de lluvia	Al estar en un ambiente cerrado dentro de los pozos con su tapadera se evitará la propagación de enfermedades producidas por el estancamiento de agua.
Agua potable	Se utilizara en la etapa de construcción, pero se utilizará mínima cantidad para evitar desperdiciar este recurso hídrico.
Efectos sobre el suelo	
Movimiento de tierra	Los excesos de tierra ocasionados en la fase de construcción se trasladarán a las áreas libres del terreno y se pueden utilizar para los jardines del área. El sobrante será traslado a botaderos adecuados para relleno.
Desechos sólidos	
Domésticos	Los desechos se manejarán con empresas recolectoras de basura. Y la pequeña cantidad de ripio que se genere será tirado en lugares donde es aceptado por los dueños de los terrenos para relleno.
Comerciales	
Uso de recursos	
Energía eléctrica	Se usará poca energía eléctrica nada más para algún aparato especial que ayude a perforar los pozos, para ahorrar así en este recurso.
Combustible	Los dueños de los camiones planifican sus rutas para optimizar el consumo de combustible.

Fuente: elaboración propia.

5.8. Plan de manejo ambiental del estudio

Un plan de manejo ambiental constituye las acciones para prevenir, controlar y compensar los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por la implementación del estudio.

En la tabla XXII se describen las medidas de mitigación propuestas para cada impacto identificado; a continuación, se elabora un plan de evaluación y monitoreo, con base en lo que se define en dicho cuadro.

Tabla XXIII. Plan de manejo ambiental

Plan	Acciones	Ejecutor	Instrumento	Costo total
Tapado hermético de los pozos	Terminados los pozos se procederá a taparlos con su respectiva tapadera y de una manera hermética	Obrero y ayudantes	Materiales de construcción	Q 3 740,00
Adecuado manejo de la tierra	Se debe extraer la tierra y depositarla en lugares adecuados donde la acepten para relleno	Conductor del camión de volteo	Camiones de volteo	Q 8 000,00
Limpieza del área de trabajo	Mantener el área de trabajo limpia para evitar conflictos con los vecinos	Obrero y ayudantes	Materiales de limpieza domestica	Q 200,00
Mantenimiento	Charla al inicio sobre la limpieza de las cajas donde se depositará la basura que lleven las agua pluviales	Supervisor	Folletos	Q 500,00
	Mantenimiento preventivo realizado a las obras físicas de todo el estudio.	Obrero y ayudantes	Equipo de trabajo	Q 4 114,50

Fuente: elaboración propia.

Los gastos mencionados en la tabla XXIII, se harán únicamente una vez, en la etapa de construcción y cuando se ponga en funcionamiento el sistema. Para los años siguientes, se supone, solo será necesario invertir en la capacitación del personal nuevo que se contrate para darle mantenimiento a las cajas y se estima el costo con el valor que se registró.

5.9. Plan de higiene y seguridad industrial

La higiene y seguridad en el trabajo es una responsabilidad de todas las personas que laboran en el lugar, es bien sabido que los accidentes no solo suceden únicamente en las áreas de máquinas, también en áreas administrativas. Estas medidas se realizan con la finalidad de laborar bajo condiciones seguras.

Para el sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, este plan de higiene y seguridad industrial se basa primordialmente en facilitar la inscripción del personal al seguro social; en Guatemala se cuenta con el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), entidad donde podrán asistir para atención médica de cualquier tipo.

Además, todos los trabajadores tendrán a disposición un botiquín con medicamentos para primeros auxilios en caso de alguna eventualidad y que fuese necesario su uso.

Además, se deberá capacitar al personal de la municipalidad (al inicio de la relación laboral), sobre la limpieza de las cajas donde se depositará la basura que lleven las aguas pluviales

5.9.1. Plan de seguridad industrial

Con la finalidad de que los trabajadores que presten sus servicios en la construcción de la infraestructura del sistema laboren bajo condiciones seguras, se presentan a continuación algunas medidas de seguridad que deben realizarse:

- Dotación al personal de equipo de protección consistente en mascarillas, guantes y lentes.
- Dotación de un cincho de seguridad o de fuerza para cada uno de los ayudantes que estén en la perforación de los pozos.
- Dotación de botiquín de primeros auxilios.

Tabla XXIV. **Gastos previstos para la seguridad e higiene**

Descripción	Unidades	Total
Equipo de protección personal	4	Q 1 714,00
Cincho de seguridad	4	Q 600,00
Botiquín de primeros auxilios	1	Q 616,00
Total		Q 2 930,00

Fuentes: elaboración propia.

Los gastos mencionados en la tabla XXIV, se harán únicamente una vez, en el momento que se empiece la construcción de las obras físicas para la implementación del estudio.

5.9.2. Plan de contingencia

El plan de contingencia es un instrumento de análisis de los posibles impactos o problemas que surjan en el ámbito de influencia de un área o región y en el que se proponen un conjunto de acciones de mitigación, preparación, alerta, respuesta y rehabilitación ante la posibilidad de ocurrencia. A continuación, se describen las alternativas de un plan de contingencia:

- Mitigar: se basa en reducir el impacto de las amenazas.
- Preparar: es anticipar las medidas para actuar antes de la ocurrencia de un evento, su base es la alerta temprana que debe informar en forma oportuna y objetiva.
- Responder: se trata de minimizar los daños ocasionados después de ocurrido un evento.
- Rehabilitar: disminuir vulnerabilidades y generar actividades en un tiempo determinado.

El plan que se ha formulado y que se presenta para la implementación de este estudio es el siguiente:

- Ubicar las zonas de riesgo para evitar obras físicas en esas áreas.
- Analizar la magnitud y tiempo de ocurrencia de eventualidades o problemas en el área.

- Diseñar un sistema de organización local para la preparación y respuesta de emergencia ante cualquier eventualidad.
- Analizar la capacidad de respuesta local y de la municipalidad.
- Determinar las acciones de preparación y respuesta en caso de ocurrir una eventualidad.
- Conocer la capacidad de respuesta de las instituciones distritales, provinciales y regionales.
- Se debe darles mantenimiento a los pozos, esto es anualmente para evitar posibles daños a los mismos.
- Con el riesgo de socavamiento se debe tomar en cuenta la colocación de los tubos perforados en los pozos, para disminuir este peligro; si la municipalidad está en la disposición de un desembolso adicional de capital, se podría implementar el uso del filtro francés que consiste en la colocación de una capa de grava o piedrín entre la tubería y las paredes del pozo de un aproximado de 10 centímetros de grosor.

6. ESTUDIO ECONÓMICO

6.1. Costo total de la inversión

Se presentan los diferentes costos de inversión inicial que intervienen en la puesta en marcha del sistema.

Con base en los estudios técnico de ingeniería, legales y de impacto ambiental, se determinó el costo total de la inversión para la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en el municipio de Mixco, el cual será de Q 148 459,50 dicho valor se desglosará a continuación en los gastos de estudio, de construcción de las obras físicas, gastos de instalación y de ejecución.

6.1.1. Gastos de estudio

Se considera este costo por concepto de estudios complementarios para la implementación del sistema con un monto de Q 1 500,00 que forma parte de la inversión inicial.

6.1.2. Construcción de la obra física

Mediante el estudio técnico de ingeniería se determinó el costo de las obras físicas a realizar en los 4 pozos (ver inciso 2.4.2); primero se detalló que trabajos se realizarían, de esta manera se calculó el costo total de la implementación del sistema.

Los costos por la perforación de los 4 pozos están dados en la mano de obra, los cuales se detallarán más adelante, por eso no se incluirán en la tabla de la valorización de la construcción de las obras físicas.

Tabla XXV. **Resumen de la construcción de las obras físicas**

Descripción	Valor total
132 tubos de 36"	Q 50 820,00
4 cajas de concreto reforzados	Q 8 580,00
4 tapaderas de concreto con grosor de 0,10 metros	Q 3 740,00
2 unidades de tubos de PVC de 6 pulgadas	Q 847,00
Piedra bola para colocar en el fondo del pozo, 1 metros	Q 412,00
Limpieza del área de trabajo	Q 200,00
Total	Q 64 399,00

Fuente: elaboración propia.

6.1.3. Gastos de instalación

Con base en el estudio de impacto ambiental y con la finalidad de que los trabajadores que presten sus servicios en la construcción de la infraestructura del sistema laboren bajo condiciones de trabajo seguras se detalló el equipamiento de seguridad necesario; así mismo, como el costo de este equipo. Se incluye en este apartado los gastos del botiquín de primeros auxilios (ver inciso 5.9.1).

De igual manera para la instalación e implementación de dicho estudio se necesita tomar en cuenta la valorización de la maquinaria a utilizar, según el

estudio técnico de ingeniería está dada por la utilización de camiones de volteo para la extracción de la tierra fuera del área circundante de las obras físicas; se estima un total de 4 camionadas por pozo que da un total de 16 camionadas en total (ver inciso 2.3.1).

Tabla XXVI. **Resumen de los gastos de instalación**

Descripción	Valor total
Equipo de protección personal	Q 1 714,00
Cincho de seguridad	Q 600,00
Botiquín de primeros auxilios	Q 616,00
Extracción de tierra c/camión, 8 camionadas por pozo	Q 8 000,00
Total	Q 10 930,00

Fuente: elaboración propia.

6.1.4. Gastos de ejecución

Se tienen que tomar en cuenta los gastos legales detallados anteriormente en el estudio legal (ver inciso 4.3):

- Tramitar los requisitos para anteproyectos, como el plano de localización original, emitido por la Dirección de Catastro, plano de ubicación, certificación de nomenclatura original extendida en el catastro y la planta arquitectónica.
- Obtener una autorización del Departamento de Drenajes para permitir la utilización de los drenajes municipales en este estudio, así como un

manual de operación y mantenimiento de los sistemas de drenaje (plan de operación y mantenimiento).

- Se debe obtener una clasificación para las actividades que contemplan la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneo, mediante el Acuerdo Gubernativo 61-2015 del MARN.
- Se debe de obtener una licencia de construcción, así mismo tramitar los requisitos de urbanización.

Este estudio como se ha proyectado, será la municipalidad la que lo implementaría a futuro; los requisitos detallados anteriormente, la municipalidad en su momento gestionaría todos estos aspectos con la Gerencia de Infraestructura de Mixco; con lo anterior, los costos de los mismos se detallan en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Resumen de los gastos de ejecución**

Descripción	Valor total
Elaboración de planos	Q 5 000,00
Trámites legales	Q 10 000,00
Total	Q 15 000,00

Fuente: elaboración propia.

6.2. Costos totales de operación

Dentro de esta definición se mencionan los gastos de todos los costos de mano de obra y supervisión.

Con base en los estudios técnicos de ingeniería y de impacto ambiental, se determinó el costo total de operación para la implementación del sistema en el municipio de Mixco, el cual será de Q 52 016,00 dicho valor se desglosará a continuación.

6.2.1. Mano de obra

Según el estudio técnico de ingeniería se estimó que el costo de mano de obra para la realización de las 4 obras físicas no implicaría más que gasto en personal que trabaje en la realización de los pozos y los gastos que implica la colocación de la tubería de concreto en cada pozo (ver inciso 2.3.3).

Se procedió a calcular el costo total de cada pozo y a su vez se estimó el costo que tendría el total de perforaciones.

Se determinó el costo de la colocación de tubos, tomando en cuenta que son un total de 33 tubos que se deben de instalar por pozo, se procedió a calcular el costo total en el sistema.

Tabla XXVIII. **Resumen de los costos de mano de obra**

Descripción	Valor total
4 pozos de 40 varas cada uno	Q 30 800,00
Entubado	Q 18 216,00
Total	Q 49 016,00

Fuente: elaboración propia.

6.2.2. Supervisión

Dentro de los costos de esta área, se encuentran los honorarios del director técnico de planificación y del supervisor de obra, puestos que se describen en el estudio administrativo; los datos exactos no se tienen.

Dado lo anterior se tomaría en cuenta lo que se conoce como prorrateo. Para definir un pago extra que se abonará al director técnico de planificación y al supervisor de obra, dinero que les corresponde por las pagas extraordinarias de la ejecución del sistema.

Se considera este costo por concepto de supervisión para la implementación del sistema con un monto de Q 3 000,00.

6.3. Costos de administración

En este rubro se incluyen los costos relacionados con las actividades administrativas que deben realizarse durante la operación del sistema.

Dentro de los costos de esta área, se encuentran los honorarios del director técnico de planificación y del supervisor de obra; ambos puestos se describen anteriormente en el estudio administrativo y a la vez se determinó en el inciso anterior un costo por supervisión; dicho monto ya está calculado para este estudio.

De esta manera los costos de administración que se contemplan en la implementación del sistema se dividen en costos fijos y costos variables anuales.

Se determinó el costo total de administración para la implementación del sistema en el municipio de Mixco, el cual será de Q 4 714,50; dicho valor se desglosará a continuación.

6.3.1. Costos fijos al año

Se asigna un valor anual en concepto de papelería y útiles, los cuales cubren gastos en hojas de control y otros artículos para la oficina y se detallan a continuación:

Tabla XXIX. **Resumen de los costos fijos anuales**

Descripción	Valor total
Papelería y útiles	Q 100,00
Total	Q 100,00

Fuente: elaboración propia.

6.3.2. Costos variables al año

Tomando en cuenta que este es un sistema que no generará mayores gastos después de su implementación, en este apartado solo se asigna un valor anual por concepto de compra de materiales y uso de mano de obra para el mantenimiento de las obras físicas y la infraestructura del sistema, un estimado anual de Q 3 864,50.

Tabla XXX. **Resumen de los costos variables anuales**

Descripción	Valor total
Compra de materiales y mantenimiento preventivo anual	Q 4 614,50
Total	Q 4 614,50

Fuente: elaboración propia.

6.4. Recursos financieros para la inversión

Se analizarán aspectos como el presupuesto de inversiones, el capital de trabajo, el calendario de inversiones y la inversión inicial total; todos estos recursos financieros son necesarios en la inversión para el sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos en el municipio de Mixco.

6.4.1. Presupuesto de inversiones

Un presupuesto de inversión es la suma de un conjunto de pronósticos en términos financieros referentes a un periodo precisado, en este caso será para 6 meses según el estudio técnico de ingeniería (ver inciso 2.3.2) que permite a la dirección planear y controlar el recorrido de un estudio de modo que puedan realizarse sus objetivos en cuanto a servicios.

Se han tomado en cuenta para la realización de este presupuesto aspectos que corresponden a la inversión inicial; a continuación, se enumeran los conceptos:

- Construcciones y maquinaria

- Equipo de oficina
- Demás equipos auxiliares
- Gastos de instalación, organización y legales
- Gastos de estudio
- Todo gasto de pre operación

Estos aspectos se detallaron anteriormente y se dieron sus valores, dichos valores representarán el costo de todas las actividades necesarias a realizarse para la inversión en el estudio.

6.4.2. Capital de trabajo

La administración del capital de trabajo presenta aspectos que la hacen especialmente importante para la salud financiera de la empresa, para lo cual se describen en la siguiente tabla:

Tabla XXXI. **Capital de trabajo**

Tipo de costo	Valor
Gastos de estudio	Q 1 500,00
Construcción de obras	Q 64 399,00
Gastos de instalación	Q 10 930,00
Gastos de ejecución	Q 15 000,00
Gastos de operación	Q 52 016,00
Gastos de administración	Q 4 614,50
Capital de trabajo	Q 148 459,50

Fuente: elaboración propia.

6.4.3. Calendario de inversiones

Se considera que las inversiones se realizarán durante un periodo de 4 semanas, tiempo que se considera preciso para realizar los trabajos de infraestructura necesarios en el estudio (ver inciso 2.3.2).

En la tabla XXXII se presenta un calendario en el cual se proyectan 4 semanas del año cero y en cada una se especifica el tipo de inversión o actividad a realizar y su valor.

Dado que este estudio está basado en obras de construcción, se debe tomar en cuenta que la inversión total preferentemente debe estar disponible desde la primera semana de construcción; el valor total de cada semana representa el monto del capital para la inversión cuya disponibilidad debe ser efectiva al inicio de cada una.

Tabla XXXII. **Calendario de inversiones (cifras en quetzales)**

Gastos	Semanas de realización de la actividad			
	1	2	3	4
Estudio	Q 1 500,00			
Construcción	Q 16 099,75	Q 16 099,75	Q 16 099,75	Q 16 099,75
Instalación	Q 2 732,50	Q 2 732,50	Q 2 732,50	Q 2 732,50
Ejecución	Q 15 000,00			
Operación	Q 13 004,00	Q 13 004,00	Q 13 004,00	Q 13 004,00
Administración	Q 1 153,63	Q 1 153,63	Q 1 153,63	Q 1 153,63
Total	Q 49 489,88	Q 32 989,88	Q 32 989,88	Q 32 989,88

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXXIII se presenta la inversión acumulada por semana con su porcentaje respectivo, con la finalidad de conocer la cantidad de la inversión que debe estar ejecutada al final de cada semana.

El monto final asciende a Q 148 459,50 y corresponde al valor total de la inversión como se describe en la tabla XXXI.

Tabla XXXIII. **Calendario acumulado de inversiones**

Descripción	Semanas de aportación			
	1	2	3	4
Inversión acumulada (Q)	Q 49 489,88	Q 32 989,88	Q 32 989,88	Q 32 989,88
Porcentajes	33,34 %	55,56 %	77,88 %	100 %

Fuente: elaboración propia.

6.4.4. Inversión inicial total

En este apartado se colocará la suma del costo de todas las actividades necesarias a realizarse para la inversión inicial total y la puesta en marcha del sistema.

Se considera que las inversiones se realizarán durante un periodo de 4 semanas y como se especifica en la tabla XXXII se tomará la primera semana donde se detallan las actividades y el costo total de inversión necesaria para la puesta en marcha del estudio.

La inversión inicial total del estudio asciende al monto de Q 49 489,88 y se detalla a continuación:

Tabla XXXIV. **Inversión inicial total**

Descripción	Valor
Gastos de estudio	Q 1 500,00
Construcción de obras	Q 16 099,75
Gastos de instalación	Q 2 732,50
Gastos de ejecución	Q 15 000,00
Gastos de operación	Q 13 004,00
Gastos de administración	Q 1 153,63
Inversión inicial	Q 49 489,88

Fuente: elaboración propia.

6.5. Análisis y proyecciones financieras

Para el análisis de proyecciones financieras de la puesta en marcha de este sistema, se harán las proyecciones de gastos y de ingresos que deberán de existir en el periodo de la implementación del estudio.

6.5.1. Determinación de los ingresos

Como se ha mencionado a lo largo del presente estudio, se ha proyectado y se ha trabajado con la idea de que sea la municipalidad de Mixco la cual ponga en marcha la implementación de este sistema quienes sufraguen los gastos de su ejecución.

Si se proyecta a la municipalidad como la ejecutora de este sistema, los ingresos de capital para la implementación de este estudio serán producto de los ingresos del canon mensual que tiene la dirección de agua y drenajes de la zona 1 del municipio, estos dependen de la cobertura de la demanda de la población de estudio y la capacidad de producción de la municipalidad.

6.5.2. Proyecciones de los ingresos

La municipalidad debe suplir la demanda anual de aproximadamente 300 nuevos hogares a los cuales se les debe prestar los servicios de agua y drenajes en la zona 1 (ver inciso 1.6.2), lo cual proyecta que los ingresos crecen anualmente, debido a que la demanda anual crece en un 4,6 %.

6.5.2.1. Ingreso de capital

Los ingresos de capital para la implementación de este estudio serán producto de los ingresos del canon mensual que tiene la dirección de agua y drenajes de la zona 1, estos dependen de la cobertura de la demanda de la población de estudio y la capacidad de producción de la municipalidad.

Tabla XXXV. Ingreso de capital

Colonia	Número de hogares	Canon mensual	Total por colonia
Asunción	326	Q 20,00	Q 6 520,00
Magueyes	59	Q 20,00	Q 1 180,00
Colonia Municipal	197	Q 20,00	Q 3 940,00
Lomas de Portugal	772	Q 65,00	Q 50 180,00
Villa de Mixco	3 676	Q 40,00	Q 147 040,00

Continuación de la tabla XXXV.

14 de Octubre	101	Q 45,00	Q 4 545,00
Aldea Lo de Coy	1 825	Q 20,00	Q 36 500,00
Olivos	79	Q 20,00	Q 1 580,00
Mercado Mixco	100	Q 10,00	Q 1 000,00
Villa de Mixco (Manzanillo)	238	Q 40,00	Q 9 520,00
Residenciales Gema	76	Q 45,00	Q 3 420,00
Ingreso mensual total de capital			Q 265 425,00

Fuente: elaboración propia.

Según los datos de la tabla XXXV, se ha determinado que los ingresos de capital mensuales serían de Q 265 425,00.

Se toma en cuenta que anualmente en la zona 1 del municipio de Mixco hay un crecimiento en la demanda del servicio de agua potable de un 4,6 %, este crecimiento es de aproximadamente de 300 hogares (ver inciso 1.6.2), lo cual se debe multiplicar por el costo de media paja de agua por Q 2 555,00 por concepto de su compra; un enganche de Q 355,00 y el pago de 11 mensualidades de Q 200,00, lo anterior hace un aproximado anual de Q 843 150,00 por concepto de canon de nuevos hogares anuales (ver inciso 1.7.1).

Con lo anterior, el total de ingresos de capital mensual es de un aproximado de Q 335 687,50 por concepto de servicio de agua en la zona 1 del municipio.

6.5.2.2. Ingresos totales por año

Anteriormente en el inciso 6.5.2.1 se estimó que el ingreso de capital sería de un aproximado de Q 335 687,50; esta cantidad es por concepto de prestación de servicio de agua potable a los hogares de la zona 1 del municipio de Mixco.

6.5.3. Proyecciones de gastos

Debido a que cada año la municipalidad debe proyectar que la demanda del servicio de agua potable crece en un 4,6 % (ver inciso 1.5.3), traduciéndose este crecimiento también en gastos para la dirección de aguas y drenajes.

A su vez por el concepto de prestar el servicio se deben descontar de los ingresos pagos de los empleados de la dirección, gastos de energía eléctrica de los pozos y otros mantenimientos al sistema de aguas y drenajes, como gastos.

Con lo anterior y dado que no se conoce el monto exacto de estos gastos, se estima que por concepto de prestación de servicio de agua potable en la zona 1, la municipalidad reportaría un aproximado de Q 308 832,50 en gastos mensuales, lo cual sería un 92 % de los ingresos.

6.6. Tiempo de recuperación de la inversión

Al ser este estudio una implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos, el cual será realizado en un periodo de 4 semanas, para determinar el tiempo de recuperación de la inversión se deben tomar en cuenta ciertos aspectos de ingresos y costos del proyecto que tendrá la municipalidad de Mixco:

- Se han mencionado los ingresos que tendrá la municipalidad (ver inciso 6.5.2), a su vez tiene que existir un ingreso extra para recuperar la inversión total de la implementación del proyecto; refiriéndose a lo anterior, se puede sugerir el ingreso por concepto de prestación de aproximadamente 314 nuevos servicios de agua potable anuales, esto sería un estimado de Q 67 452,00 al año, lo que se traduce en un ingreso de Q 5 621,00 mensuales.
- Se determinó que el monto final de Q 148 459,50 corresponde al valor total de la inversión de la puesta en marcha del sistema.

De acuerdo a todo lo anterior se espera recuperar el capital de la inversión en el mes 28 luego de la implementación, por lo que se le sugiere a la municipalidad la retención de los ingresos mensuales por concepto de nuevos servicios de agua potable por un periodo de 2 años y 4 meses para recuperar los gastos totales de este proyecto.

7. ESTUDIO FINANCIERO

7.1. Balance general inicial

Se presenta el balance general para iniciar la implementación y puesta en marcha del sistema, este se describe a continuación:

Tabla XXXVI. Balance general inicial

Concepto	Descripción
Activo	
Circulante	
Caja y bancos	
Propiedades de planta	
Construcción	Q 64 399,00
Diferido	
Gastos de instalación	Q 10 930,00
Gastos de estudio	Q 1 500,00
Gastos de ejecución	Q 15 000,00
Gastos de administración	Q 4 614,50
Gastos de operación	Q 52 016,00
Suma de activo	Q 148 459,50
Cuenta capital	Q 148 459,50
Pasivo y capital	Q 148 459,50

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestran los egresos totales para este estudio, con lo cual se realizó el balance general inicial. Ahora se conoce el pasivo y capital con que debe contar la municipalidad de Mixco de ser quienes implementen el sistema, para obtener resultados positivos y lograr la puesta en marcha de la implementación del sistema en el municipio.

7.2. Flujo de efectivo

El flujo de efectivo de este estudio, solo se tomará en cuenta para 4 semanas; se debe reservar lo de 6 meses de ingresos para llegar a la semana 1 con la inversión total sufragada (ver inciso 6.6), este flujo se describe en la siguiente tabla:

Tabla XXXVII. **Flujo de efectivo**

Semana	Ingresos totales	Egresos totales	Flujo de efectivo
1	Q 40 282,50	Q 49 489,88	Q -9 207,38
2	Q 40 282,50	Q 32 989,88	Q 7 292,62
3	Q 40 282,50	Q 32 989,88	Q 7 292,62
4	Q 40 282,50	Q 32 989,88	Q 7 292,62
Flujo total de efectivo			Q 12 670,48

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se presenta el flujo de efectivo para todo el horizonte de la implementación del sistema y se muestran los ingresos y egresos mensuales para nuestro estudio. El flujo de efectivo total que se percibe es de Q 12 670,48 lo cual demuestra que los ingresos son mayores que los egresos, por lo que se tienen resultados positivos para la implementación.

7.3. Estado de resultados

Se presenta el estado de resultados para la implementación del sistema que se está estudiando que se describe a continuación:

Tabla XXXVIII. Estado de resultados

Descripción	Cantidad
Ingresos	Q 187 985,00
(-) Costos de implementación	Q 64 399,00
Utilidad marginal	Q 123 586,00
(-) Gastos de operación	Q 52 016,00
(-) Gastos de estudio	Q 1 500,00
(-) Gastos de instalación	Q 10 930,00
(-) Gastos de ejecución	Q 15 000,00
(-) Gastos de administración	Q 4 614,50
Utilidad bruta	Q 39 525,50
(-) Impuesto sobre la renta	Q 2 766,79
Utilidad neta	Q 36 758,71
Flujo de efectivo	Q 12 670,48

Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se muestran los ingresos y egresos totales para este estudio; así mismo, se muestra el valor de la utilidad marginal que asciende a Q 123 586,00, la utilidad bruta, Q 39 525,50, y la utilidad neta, Q 36 758,71, así como el flujo de efectivo, Q 12 670,48; con lo cual se percibe que los ingresos son mayores que los egresos; todo lo anterior son resultados positivos para la implementación del estudio.

7.4. Determinación de la tasa atractiva mínima de retorno

Para la implementación de este estudio se proyecta que será una inversión municipal: la municipalidad haría uso de su capital para la puesta en marcha del sistema; entonces, hay que tomar en cuenta que esta no invierte para hacer crecer el valor de esta inversión, este es un estudio para el beneficio de la población y sin fines de lucro.

Es erróneo pensar que por ser un proyecto/estudio municipal o gubernamental no importa realizar una evaluación económica; no hacerlo lleva a tomar decisiones equivocadas, pérdidas o proyectos mal ejecutados para la misma municipalidad.

La tasa atractiva mínima de retorno (TMAR o TRAMA) representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá al proyecto de tal manera que permita cubrir:

- La totalidad de la inversión inicial
- Los egresos de operación
- Los impuestos

Tomando en cuenta lo anterior y que este estudio es para la implementación de un sistema de alimentación de mantos acuíferos subterráneos con proyecciones de ser implementado por la municipalidad de Mixco, se ha establecido para la evaluación una tasa atractiva mínima de retorno de un 10 %, de acuerdo al resultado del valor actual neto del inciso 7.5.1 el cual es positivo; se confirma que con ese porcentaje no habrá pérdidas en este estudio.

7.5. Evaluación económica

Se realizará el análisis de las cifras generadas durante la implementación del sistema, todo con el fin de determinar la viabilidad económica del estudio y si es posible su puesta en marcha o no.

Se utilizarán tres principales indicadores de rentabilidad que determinarán la viabilidad financiera del estudio. Calcularlos y saber su interpretación son bases para llevar a cabo este estudio de manera exitosa, dichos indicadores son el valor actual neto (VAN o VPN), tasa interna de rentabilidad (TIR) y relación beneficio/costo (R B/C).

7.5.1. Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos de un proyecto/estudio, para luego determinar, si después de descontar la inversión inicial, quedaría alguna ganancia. Su objetivo es determinar si el resultado es positivo, el proyecto es viable, caso contrario el proyecto no es viable.

Como un análisis de evaluación económica se utilizará este método, una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones financieras, ya que permite un análisis que se anticipe al futuro y que evite posibles desviaciones y problemas posteriores.

El valor actual neto debe tener su representación económica para lo cual se debe considerar el flujo de caja económico. En la tabla IXL se muestra el detalle para el cálculo del VAN, para la evaluación de este caso se estimó una tasa mínima de interés del 10 %.

Tabla XXXIX. Valor actual neto

Semana	Costos totales	Beneficios totales	Factor de actualización	Costos actualizados	Beneficios actualizados	Flujo de efectivo actualizado
1	49 489,88	40 282,50	1,000	44 990,80	36,620,45	-8 370,35
2	32 989,88	40 282,50	0,909	27 264,36	33,291,32	6 026,96
3	32 989,88	40 282,50	0,826	24 785,79	30,264,84	5 479,05
4	32 989,88	40 282,50	0,751	22 532,53	27,513,49	4 980,96
Total	148 459,50	161 130,00	0,683	119 573,48	127,690,10	8 116,62

Fuente: elaboración propia.

El valor actual neto es un excedente de capital, un exceso de dinero después del periodo de implementación y ejecución del proyecto/estudio, es un beneficio adicional; como se observa al final del análisis, el VAN fue positivo con un valor total de Q 8 116,62 y dado que el VAN es mayor que 0; es decir, la rentabilidad del estudio es buena y, por lo tanto, se acepta el estudio.

7.5.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es un patrón de rendimiento utilizado en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones en proyectos/estudios.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos. Cuanto mayor sea la TIR de un proyecto, más aceptable será la decisión de llevar a cabo el proyecto/estudio.

Con la utilización de este método se pretende encontrar una tasa de interés en la cual se cumpla las condiciones buscadas en el momento de implementar el sistema.

Tabla XL. **Tasa interna de retorno**

Porcentaje	
TIR	45,26 %

Fuente: elaboración propia.

Para este estudio, la TIR encontrada fue de 45,26 % y es mayor al 10 % que se utilizó para calcular el VAN, por lo tanto, la rentabilidad del proyecto es mayor a la tasa mínima de rendimiento.

7.5.3. Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo (R B/C) es el resultado de dividir el valor actualizado de los beneficios del estudio (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos).

Los beneficios actualizados son todos los ingresos actualizados de la implementación, tienen que ser considerados todo tipo de entradas de dinero y los costos actualizados son todos los egresos actualizados o salidas de la puesta en marcha del sistema, desde costos de operación, costos de estudio, inversiones, etc.; de cada uno de los meses de implementación del estudio.

El cálculo es simple, se divide la suma de los beneficios actualizados de todos los meses entre la suma de los costos actualizados de todos los meses de la implementación del sistema.

Con el uso del flujo de efectivo de este estudio, se halla la relación de beneficio costo (R B/C), el cual equivale a 1,07 como se muestra en la tabla XL.

Tabla XLI. **Relación beneficio/costo**

Descripción	Cantidad
Beneficio	Q 127,690,10
Costo	Q 119 573,48
B/C	1,07

Fuente: elaboración propia.

El estudio se aprueba ya que la relación de beneficio costo (R B/C) es de 1,05 y esto es mayor a 1,0; significa que, además de recuperar la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento, se obtendrá una ganancia extra, un excedente en dinero después de cierto tiempo de la implementación del sistema.

CONCLUSIONES

1. Mediante un análisis de la oferta y la demanda del actual servicio de agua potable se determinó que no es suficiente para los requerimientos actuales en el área y a futuro será aún más escaso para cubrir los requerimientos de agua de la zona 1 del municipio.
2. Con la información recopilada se presentó un punto de partida para la estimación del número de pozos de aguas pluviales a realizarse en la zona 1 del municipio; estos son un total de 4 para alimentar los mantos subterráneos del área.
3. Mediante el estudio económico se determinó el monto de inversión necesario que genera la puesta en marcha del estudio el cual asciende a un total de Q 148 459,50.
4. Mediante la evaluación económica-financiera se espera recuperar el capital de la inversión en el mes 28 luego de la implementación, mediante los ingresos mensuales por concepto de prestación de nuevos servicios de agua potable en la zona 1 del municipio.
5. Se estimó que los niveles del recurso hídrico con los que se cuentan en el área de la zona 1 del municipio están en constante disminución debido al crecimiento de número de hogares a los cuales se les presta el servicio de agua potable, los cuales ascienden a un aproximado de 300 nuevos hogares cada año.

6. Se estima que mediante la utilización de aproximadamente 1 200 a 1 800 metros cúbicos anuales de agua de lluvia los niveles de los mantos acuíferos tengan una leve mejora, lo cual se traduce en que los vecinos no sufrirán demasiada escasez de agua a futuro.

7. Mediante una evaluación técnica y con la asesoría de un especialista en la rama y la indicación de una empresa privada dedicada a la perforación de pozos se identificó como la ubicación más adecuada para perforar los pozos que captarán las aguas pluviales la colonia Lomas de Portugal de la zona 1 del municipio, debido a que ahí se encuentran perforados la mayor cantidad de pozos mecánicos del área.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad crear políticas que regulen de mejor manera el servicio de agua, a su vez que los pozos mecánicos existentes deberán ser profundizados, ya que a futuro no se darán abasto para cubrir la demanda de agua de la zona 1 del municipio.
2. Si existe un mayor capital monetario sería más beneficioso para la población la realización de una infraestructura mayor a los 4 pozos que se analizaron en este estudio, ya que a mayor número de pozos más beneficios existirán.
3. Se estimó que el capital a utilizarse provenga de la municipalidad, pero si el mismo proviene de otras fuentes o iniciativa privada, el estudio también podría ampliarse a más zonas del municipio, no solamente a la zona 1.
4. Las municipalidades cada año dejan presupuestado el costo de cada proyecto del año siguiente, por lo cual se recomienda que antes de iniciar los trabajos se ahorren los ingresos por concepto de prestación de servicio de agua potable como mínimo de 6 meses, para sufragar los costos totales del proyecto desde la semana uno.
5. Que si existe algún afluente de agua limpia que no se esté usando, esta se podría entubar y formar parte del suministro de agua potable para los vecinos del municipio.

6. Este sistema se podría implementar a otras áreas de la zona 1, como la aldea El Manzanillo donde existen perforados 13 pozos de agua artesanales y dado que los pozos de absorción se perforan a una profundidad relativamente semejante a los pozos de agua, los beneficios de este sistema serían aún más visibles.

7. Que los pozos de absorción sean de un mínimo de 40 varas de profundidad o en su defecto hasta que se encuentre una capa de granza de varios metros, ya que este material es el mejor para absorber las aguas pluviales.

BIBLIOGRAFÍA

1. AHUJA, Walsh. *Ingeniería de costos y administración de proyectos*. México: Ediciones Alfa y Omega, 1989. 343 p.
2. BACA URBINA, Gabriel. *Evaluación de proyectos*. 4ª. ed. México: Editorial McGraw-hill, 2001. 158 p.
3. Congreso de la República de Guatemala. *Decreto 1441. Código de trabajo*. [En línea]. www.mcd.gob.gt/wp-content/uploads/2013/07/codigo-de-trabajo.pdf [Consulta: 21 de agosto de 2015].
4. _____. *Decreto 4292. Ley de bonificación anual para los trabajadores del sector privado y público*. [En línea]. www.mcd.gob.gt/wp-content/uploads/2013/07/bono-14-decreto-42-92.pdf [Consulta: 10 de septiembre de 2015].
5. _____. *Decreto 7678. Ley reguladora de la prestación del aguinaldo para los trabajadores del sector privado*. [En línea]. www.bvssan.incap.int/local/Legislacion/LDT019.pdf [Consulta: 02 de agosto de 2015].
6. _____. *Decreto 7889. Bonificación incentivo sector privado*. [En línea]. www.old.congreso.gob.gt/gt/mostrar_ley.asp?id=1322 [Consulta: 22 de agosto de 2015].

7. GUERRERO SPÍNOLA DE LÓPEZ, Alba Maritza. *Formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: USAC, 2004. 110 p.
8. Instituto Nacional de Estadística. *Censo nacional XI de población y VI de habitación*. 2002. [En línea]. <http://www.wikiguate.com.gt/xi-censo-nacional-de-poblacion-y-vi-de-habitacion/> [Consulta: 18 de agosto de 2015].
9. _____. *Encuesta nacional de condiciones de vida, ENCOVI*. 2014. [En línea]. www.ine.gov.gt/index.php/encuestas-de-hogares-y-personas/condiciones-de-vida [Consulta: 15 de septiembre de 2015].
10. _____. *Proyecciones de población 2000-2020 en base al censo del 2002*. [En línea]. www.ine.gov.gt/index.php/estadisticas/tema-indicadores [Consulta: 22 de agosto de 2015].
11. KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary. *Fundamentos de Mercadotecnia*. 6ª. ed. México: Editorial Prentice Hall, 1996. 680 p.
12. Metcalf & Eddy. *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento y reutilización*. 3ª. ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1999. 1505 p.
13. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Gubernativo 134-2005. Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades*. 2005. [En línea]. www.marn.gov.gt/Multimedios/4740.pdf [Consulta: 24 de agosto de 2015].

14. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. 2006. [En línea]. www.deguate.com/artman/publish/politica_articulos/acuerdo-gubernativo-236-2006-de-disposicion-de-aguas-residuales.shtml [Consulta: 29 de agosto de 2015].
15. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. *Manual de captación y aprovechamiento de agua de lluvia experiencias en América Latina*. Chile: Editorial FAO, 2000. 235 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Tabulación de la encuesta para el estudio de mercado

- ¿Cuál es su sexo?
 - El 71 % era femenino
 - El 29 % era masculino

- ¿Cuál es su edad?
 - El 35 % tenía entre 18 y 30 años
 - El 26 % tenía de 1 a 17 años
 - El 17 % tenía entre 31 y 45 años
 - El 15 % tenía entre 46 y 60 años
 - El restante 7 % más de 60 años

- ¿Cuántos años tienes de vivir en la zona 1?
 - El 55 % tenía entre 11 y 20 años
 - El 36 % de 0 a 10 años
 - El 14 % tenía entre 21 y 30 años
 - El 5 % tenía más de 30 años

- ¿Es la vivienda propia o alquila?
 - El 84 % afirmó que era propia
 - El 14 % afirmó que alquilaba
 - El 2 % marcó la opción otro

- ¿Cuántos días cae agua en la zona?
 - El 77 % afirmó que un día sí y un día no
 - El 10 % afirmó que cae agua más de 4 días a la semana

Continuación del apéndice 1.

- El 7 % afirmó que todos los días
 - El 6 % afirmó que era irregular

- ¿Cuántas horas al día cae agua?
 - El 85 % indicó que de 2 a 4 horas
 - El 7 % indicó que de 1 a 2 horas
 - El 6 % indicó que de 4 a 6 horas
 - El 2% indicó que más de 6 horas
 - El 0 % marcó la opción de todo el día

- ¿Con que nivel de presión llega el agua a su hogar?
 - El 76 % afirmó que la presión era media
 - El 18 % afirmó que la presión era fuerte
 - El 6 % afirmó que la presión era baja

- ¿Qué opinión le refiere el actual servicio de agua potable?
 - El 64 % opinó que el servicio es bueno
 - El 20 % opinó que el servicio es regular
 - El 8 % opinó que el servicio es malo
 - El 8 % opinó que el servicio es excelente

- ¿Cree necesario la realización de un estudio para aumentar los niveles acuíferos de los pozos en el área de la zona 1?
 - El 76 % opinó que realización del estudio es necesario
 - El 13 % les pareció indiferente la realización o no de un estudio
 - El 11 % opinó que la realización del estudio es innecesaria

Continuación del apéndice 1.

- ¿Cuál es el ingreso mensual que percibe?
 - El 65 % perciben ingresos de Q 2 000 a Q 5 000
 - El 20 % perciben ingresos de Q 5 001 a Q 10 000
 - El 8 % perciben ingresos menores de Q 2 000
 - El 7 % perciben ingresos superiores a Q 10 000
 - El 0 % marcó la opción otro

- ¿Si se presenta la oportunidad de realizar un estudio estaría dispuesto a que su impuesto de agua sufra algún incremento?
 - El 79 % marcó la opción sí
 - El 18 % marcó la opción no
 - El 3 % marcó la opción otro

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Contrato individual de trabajo

MINISTERIO DE TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL
DIRECCIÓN GENERAL DE TRABAJO
CONTRATO INDIVIDUAL DE TRABAJO
VER INSTRUCCIONES AL DORSO

_____ de
Nombres y apellidos del empleador o Representante Legal
_____, vecino de
edad _____, sexo _____, estado civil _____, nacionalidad _____,
con cédula de vecindad número de orden _____ y de registro _____ extendida por
el alcalde municipal de _____ del departamento
de _____ actuando en representación de

Nombre de la empresa y dirección completa y _____ nombres y apellidos del trabajador
_____, vecino de
edad _____, sexo _____, estado civil _____, nacionalidad _____ y
de registro _____, extendida por el alcalde municipal de _____,
_____ del departamento de _____, con residencia en: _____

Dirección completa
Quiénes en lo sucesivo nos denominaremos **EMPLEADOR Y TRABAJADOR**, respectivamente, consentimos en celebrar el **CONTRATO INDIVIDUAL DE TRABAJO**, contenido en las siguientes cláusulas:

PRIMERA: La relación de trabajo inicia el día _____, del mes de _____, del
nacionalidad _____, del
año _____. **SEGUNDA:** El trabajador prestará los servicios _____
siguientes: _____

indicar los servicios que el trabajador se obliga a prestar, o la naturaleza de la obra a ejecutar, especificando en lo posible las
características y las condiciones de trabajo
TERCERA: Los servicios serán prestados en _____
indicar dirección exacta donde se ejecutará el servicio

CUARTA: La duración del presente contrato es: _____

QUINTA: La jornada ordinaria de trabajo será _____ de horas diarias y de
_____ a la semana así: En jornada **DIURNA:** de las _____ a las
_____ horas y de las _____ horas a las _____ horas, excepto el día
_____ que será de las _____ horas a las _____ horas, para completar las
_____ horas de la semana. En jornada **NOCTURNA:** de las _____ a las _____
horas de Lunes a Sábado. En jornada **MIXTA:** de las _____ a las _____ horas de Lunes a Sábado. En
jornada **CONTINUA DIURNA:** de las _____ a las _____ horas de Lunes a Viernes excepto el día
Sábado que será de las _____ a las _____. El trabajador tiene derecho a un descanso mínimo de
media hora dentro de esa jornada el que debe computarse como tiempo de trabajo efectivo.

SEXTA: el salario será de _____ indicar monto del salario Bonificación
_____ y le será pagada en efectivo cada _____
en _____ Lugar de Pago
Mes, Semana, Quincena

SEPTIMA: Las horas extras, el séptimo y los días de asueto, le serán pagados de conformidad con los artículos 121, 126, 127 del Código de Trabajo.

OCTAVA: Es entendido que de conformidad con el artículo 122 del Código de Trabajo, la jornada ordinaria y extraordinaria no puede exceder de una suma total de 12 horas diarias.

NOVENA: El presente contrato se suscribe en _____

Lugar
El día _____ del mes de _____ del año _____.
En tres ejemplares 1 para c/u de las partes y el tercero que debe ser remitido al Departamento de Registro Laboral dentro de los 15 días siguientes a su suscripción.

firma o impresión digital del trabajador

firma o impresión digital del empleador

Continuación del anexo 1.

NOTA: El presente formato fue elaborado por el Departamento de Registro Laboral; el cual puede adecuarse a las necesidades de las partes contratantes conforme a la Ley. Instructivo en el reverso.

INSTRUCTIVO

Contrato Individual de Trabajo, sea cual fuere su denominación es el vínculo económico jurídico mediante el que una persona (*Trabajador*) queda obligada a prestar a otra (*Patrono*). Sus servicios personales o a ejecutarle una obra, personalmente, bajo dependencia continuada y dirección inmediata o delegada de esta última, a cambio de una retribución de cualquier clase o forma (*artículo 18 del Código de Trabajo*).

1. Conforme el artículo 28 del Código de Trabajo el contrato debe extenderse por escrito en tres ejemplares: uno que debe recoger cada parte en el acto de celebrarse y otro que el empleador queda obligado a hacer llegar a la Dirección General de Trabajo, directamente o por medio de la autoridad de trabajo más cercana, dentro de los quince días posteriores a su celebración, modificación o novación.
2. En las empresas en que ejecuten trabajos de naturaleza especial o de índole continua, según determinación que debe hacer el reglamento, o en casos concretos muy calificados, según determinación de la *Inspección General de Trabajo*, se puede trabajar durante los días de asueto y de descanso semanal, pero en estos supuestos el trabajador tiene derecho a que sin perjuicio del salario que por tal asueto o descanso semanal se le cancele el tiempo de trabajo, computándose como trabajo extraordinario (*artículo 128 del Código de Trabajo*).
3. En cuanto a la duración de la jornada ordinaria de trabajo, conforme a los artículos 102 inciso g) de la Constitución y 116, 117 y 122 del Código de Trabajo, observar lo siguiente:
 - a) **La jornada diurna:** (*comprendida entre las 06 y las 18 horas del mismo día*), no puede ser mayor de 8 horas diarias ni de 44 horas semanales.
 - b) **La jornada nocturna:** (*comprendida entre las 18 horas de un día y las 06 horas del día siguiente*), no puede ser mayor a 6 horas diarias, ni de 36 horas a la semana.
 - c) **La jornada mixta:** (*que abarca parte del día y parte de la noche, comprendiendo mayor número de horas de trabajo durante el día*). No puede ser mayor de 7 horas diarias, ni 42 horas a la semana; y
 - d) **La jornada ordinaria:** puede dividirse en dos o más períodos con intervalos de descanso que se adapten racionalmente a la naturaleza del trabajo y necesidades del trabajador. Siempre que se pacte jornada ordinaria continua, el trabajador tiene derecho a un descanso mínimo de media hora dentro de esa jornada, el que debe computarse como tiempo de trabajo efectivo (*artículo 119 del Código de Trabajo*).
4. TODO TRABAJO EFECTIVAMENTE REALIZADO FUERA DE LAS JORNADAS ORDINARIAS DE TRABAJO DEBE SER REMUNERADO COMO MÍNIMO CON UN 50% DEL SALARIO ORDINARIO (*artículo 102 inciso g) de la Constitución y 121 del Código de trabajo*).
Las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de doce horas diarias, salvo causas de excepción muy calificados, (véase artículos 122, 123 y 124 del Código de Trabajo).
5. En cuanto al monto del salario, éste no debe ser inferior al salario mínimo legal establecido.
6. En el apartado de *ESTIPULACIONES*, se deben consignar todas aquellas particularidades a que está sujeto el contrato o estén incluidas en el formato, como prestaciones, obligaciones y derechos que deriven del *reglamento interior de trabajo o del pacto colectivo de condiciones de trabajo*, jornadas extraordinarias, aprendizaje, sueldos diferidos, prestaciones en especie, etc.
7. La plena prueba del contrato escrito solo puede hacerse con el documento respectivo, por lo que es procedente mantenerlo a disposición de las autoridades de trabajo y exhibirlo cuando sea requerido por las mismas.

Fuente: Ministerio de Trabajo y Previsión Social.

www.asisehace.gt/media/contrato_de_trabajo.pdf Consulta: 17 de agosto de 2015.

Anexo 2. Cotizaciones

“AGUA POZOS”

JOSÉ MARIA REYES GARCIA

8ª. Avenida 1-34 La Florida, Zona 19.

Tel.: 2432-8463 Cel.: 5205-6512

Guatemala, Guatemala, C.A.

Guatemala, 27 de octubre de 2015.

Se presenta un cuadro donde se detallan los trabajos a realizar en la Colonia Lomas de Portugal en la zona 1 del municipio de Mixco, en esta cotización se detallan precios en los cuatro pozos a realizarse, así mismo la suma total de todos los rubros para hacer un total de todos los trabajos de mano de obra y compra de materiales.

	UNIDAD	UNIDAD POZO	TOTAL
4 Pozos de 40 varas	Q 192.50	Q 7,700.00	Q 30,800.00
132 Tubos de 36"	Q 385.00	Q 12,705.00	Q 50,820.00
Entubado	Q 138.00	Q 4,554.00	Q 18,216.00
4 Cajas de concreto reforzados c/hierro 1/2 para trafico liviano y pesado		Q 2,145.00	Q 8,580.00
4 Tapaderas de concreto con grosor de 0.10 según planos		Q 935.00	Q 3,740.00
Tubos de PVC de 6 pulgadas para las mangas de los pozos, 2 Unidades	Q 423.50		Q 847.00
Piedra chibola para colocar en el fondo del pozo, 1 metro	Q 412.00		Q 412.00
Extracción de tierra con camión, 8 camionadas por pozo	Q 500.00	Q 4,000.00	Q 16,000.00
Equipo de protección personal	Q 428,50		Q 428,50
Cincho de seguridad	Q 150,00		Q 150,00
Botiquín de primeros auxilios	Q 616,00		Q 616,00
		TOTAL	Q 130,609.50

El costo total asciende a Q 129,415.00 tomar en cuenta que estos costos tendrán un incremento al pasar 6 meses después de la fecha indicada en esta cotización, cualquier consulta puede hacerla sin ningún compromiso, sin otro particular nos quedamos a sus órdenes.

Atentamente,

JOSÉ MARIA REYES GARCIA

Continuación del anexo 2.



Guatemala, 29 de octubre de 2015

Adjunto detalle de cotización para los trabajos siguientes, en la Colonia Lomas de Portugal, zona 1 de Mixco Guatemala.

	UNIDAD	POZO	TOTAL
4 pozos de 40 varas	Q.198.00	Q.7,920.00	Q.31,680.00
132 tubos de 36°	Q.390.00	Q.12,870.00	Q.51,480.00
Entubado	Q.150.00	Q.4,950.00	Q.19,800.00
4 cajas de concreto reforzadas c/hierro de ½ para trafico liviano y pesado		Q.2,130.00	Q.8,520.00
4 tapaderas de concreto con grosor 0.10 según planos		Q.940.00	Q.3,760.00
2 tubos de PVC de 6 pulgadas	Q.425.00		Q.850.00
1 metro de piedra chibola, para colocar en el fondo de cada pozo	Q.415.00		Q.415.00
Extracción tierra con camión 8 camionadas por pozo	Q.500.00	Q.4,000.00	Q.16,000.00
Equipo de protección personal	Q.528.00		Q.528.00
Cincho de seguridad	Q.200.00		Q.200.00
Botiquín de primeros auxilios	Q.726.00		Q.726.00
Total			Q.133,959.00

Total final de Q.132,505.00 estos precios pueden variar sin previo aviso después de 6 meses de la fecha de esta cotización, cualquier duda comunicarse sin ningún compromiso.

Atentamente,
Antonio Reyes

Fuente: Perforaciones a mano Reyes y el artesano perforador. Fecha: 29 de octubre de 2015.

**Anexo 3. Criterios para calificar en concursos de cotización o
licitación**

**CRITERIOS PARA CALIFICAR OFERTAS DE PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA POR MEDIO DE CONCURSOS DE COTIZACIÓN O
LICITACIÓN**

No .	REQUISITOS PARA PRESENTACIÓN DE OFERTAS	PRESENTO DOCUMENTO		PONDERADO	PUNTOS
		SI	NO		
1	Carta de Presentación de oferta, firmada por el representante legal, indicar plazo en que se compromete a entregar el proyecto objeto de la cotización.			1	1
2	Presentación de oferta con precios unitarios e integración de costos en formulario de la municipalidad el cual puede adquirirse en la DAFIM.			1	1
3	Declaración jurada ante notario en la que se haga constar que cumplirá con las especificaciones Generales, contenido temático y demás disposiciones especiales establecidas en las Bases de este evento y el proyecto de Contrato.			1	1
4	Fianza de sostenimiento de oferta por el 5% del valor de la oferta que deberá de estar vigente hasta que sea sustituida por la fianza de cumplimiento en el caso del adjudicatario. En cualquier caso, la fianza de sostenimiento de oferta tendrá una vigencia de 120 días, según la ley, pudiéndose convenir su prórroga con el adjudicatario.			1	1
5	Constancia de precalificado extendida por el MICIVI, actualizada.			1	1
6	Constancia específica del proyecto, extendida por el MICIVI			1	1
7	Fotocopia autenticada de Patente de comercio o de la patenten de Sociedad (según sea el caso), Nit y DPI del representante legal, así como nombramiento del representante legal de la empresa.			1	1
8	Fotocopia legalizada de la inscripción de la Representación Legal en el Registro Mercantil; vigente			1	1
9	Declaración jurada que haga constar que toda la información y documentos anexos proporcionada por el oferente al Registro de Proveedores adscrito al Ministerio de Finanzas Públicas está actualizada y es de fácil acceso.			1	1
10	Constancia de RTU de la SAT actualizado a la fecha (original), (Fotocopia autenticada de la última declaración del IVA, ISR, ISO y otros vigentes), y solvencia de la SAT del último pago de los impuestos vigentes de acuerdo a lo que establece el Decreto			1	1

Continuación del anexo 3.

	Número 10-2012 Ley de Actualización Tributaria (original), Fotocopia autenticada de estados financieros del último año (Balance General, Estado de Pérdidas y Ganancias, Flujo de Efectivo)				
11	Fotocopia legalizada de Inscripción al IGSS., como patrono, constancia de solvencia ante el IGSS mes de marzo y fotocopia del último pago realizado.			1	1
12	Declaración jurada sobre lo siguiente: CLAÚSULA RELATIVA AL COHECHO: Yo el contratista, manifiesto que conozco las penas relativas al delito de cohecho así como las disposiciones contenidas en el Capítulo III del Título XIII del Decreto 17-73 del Congreso de la República, Código Penal. Adicionalmente, conozco las normas jurídicas que facultan a la Autoridad Superior de la entidad afectada para aplicar las sanciones administrativas que pudieren corresponderme, incluyendo la inhabilitación en el Sistema GUATECOMPRAS.			1	1
13	Declaración jurada sobre la inexistencia de conflicto de interés entre el oferente y el Banco que acredite la titularidad de sus cuentas bancarias. Certificado extendido por un banco del sistema que acredite la titularidad de las cuentas y operaciones bancarias que posea el oferente, con la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del cuentahabiente • Tipo de cuentas que posee en la entidad bancaria; • Promedio de cifras antes del punto decimal de los saldos que posee • Tiempo de manejo de cuenta • Clase de cuentahabientes • Determinación si posee créditos • Saldo del deudor; y • Clasificación o categoría del deudor de conformidad con la normativa correspondiente. 			1	1
14	Constancia de inscripción y actualización en Guatecompras.			1	1
15	Mostrar experiencia de trabajos en proyectos similares, de preferencia, fotocopias de actas de recepción, finiquitos, contratos autenticados.			0.5	0.5
16	Declaración jurada de que su empresa o en su caso, su representada no está comprendida dentro de las prohibiciones enumeradas en el artículo 80 de la Ley de Contrataciones del Estado y de no ser deudores morosos del Estado, conforme el numeral 10 del artículo 19 de dicha Ley. ORIGINAL.			1	1
17	Fotocopia autenticada de todo el expediente (un solo legajo,) se deberá presentar en ORIGINAL Y DOS COPIAS.			1	1

Continuación del anexo 3.

18	Curriculum de la empresa y del administrador de la empresas			1	1
19	Constancia de visita al proyecto firmada y sellada por el COCODE, O REPRESENTANTE DE LA MUNICIPALIDAD.			0.5	0.5
20	Constancia Original de Colegiado Activo del Ingeniero Civil responsable del proyecto.			0.5	0.5
21	Certificación emitida por Contador Público y Auditor registrado en la Superintendencia de Administración Tributaria, en donde conste que el oferente está solvente en el cumplimiento de sus obligaciones tributarias;			0.5	0.5
22	Todo el contenido de la oferta; debidamente FOLIADA, FIRMADA Y SELLADA por el propietario, representante legal o mandatario, según el caso. La oferta debe presentarse indicando los precios unitarios por cada uno de los renglones cotizados.			1	1
PUNTEO TOTAL					20

RESUMEN DE CRITERIOS

No .	Descripción	Punteo
1	Presentación de documentos de acuerdo a bases	20
2	Precio ofertado	50
3	Plazo de entrega	10
4	Calidad del proyecto ofertado en base a materiales	20
TOTAL DE PUNTOS OBTENIDOS		100

ATENTAMENTE:

COMISIÓN DE LICITACIÓN

Fuente: Guatecompras. www.guatecompras.gt Consulta: 21 de febrero de 2016.

