Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ

Jaime Alexander Aguirre Ramos
Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ENERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 31 de octubre de 2013.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 17 de septiembre de 2014
Ref.EPS.DOC.971.09.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor–Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jaime Alexander Aguirre Ramos con carné No. 200818410,** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
29 de septiembre de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jaime Alexander Aguirre Ramos, con Carnet No. 200818410, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

ESCUELA INGENIERIA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

/bbdeb.

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2015

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
24 de noviembre de 2014

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DIEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jaime Alexander Aguirre Ramos, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

ESCUELA INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de noviembre de 2014
Ref.EPS.D.597.11.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jaime Alexander Aguirre Ramos, carné 200818410,** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo como Asesor–Supervisor de EPS y Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SJRS/ra

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Jaime Alexander Aguirre Ramos, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ,** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, enero 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2019

Universidad de San Carlos
De Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.023-2015

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 Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1 Y DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO DEL MUNICIPIO DE IXCÁN, QUICHÉ,** presentado por el estudiante universitario: **Jaime Alexander Aguirre Ramos,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, enero 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	Jaime Leonel Aguirre y Berta Amanda Ramos. Por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional a lo largo de mi vida; y porque este triunfo es de ustedes.
Mis abuelas	Berta Cerezo (q.e.p.d.) y Yolanda Cerezo, por alentarme y apoyarme en mi superación personal, por su cariño incondicional.
A toda mi familia	Con aprecio por su apoyo y afecto.
Mis colegas y compañeros	Pablo Díaz, Marlon Ambrocio, Julio Santizo, Floridalma Quintana, Carlos Jiménez y Sergio Aragón, por haber compartido incansables semestres de estudios.

AGRADECIMIENTOS A:

Municipalidad de Ixcán, Quiché	Por su confianza, colaboración y permitir realizar mi EPS en tan bonito lugar.
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Por su asesoría, atención, apoyo técnico y moral brindado en la realización del presente trabajo de graduación.
La Facultad de Ingeniería	Por permitirme adquirir el conocimiento técnico y científico, y formarme como profesional.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme ser parte de tan importante casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VII
LISTA DE SÍMBOLOS XI
GLOSARIO XIII
RESUMEN XVII
OBJETIVOS XIX
INTRODUCCIÓN XXI

1. FASE DE INVESTIGACIÓN 1
1.1. Monografía de las aldeas Rumor de los Encantos 1, Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento 1
1.1.1. Características físicas 1
1.1.1.1. Localización y colindancias 1
1.1.1.2. Ubicación geográfica 3
1.1.1.3. Topografía 4
1.1.1.4. Situación demográfica 4
1.1.1.5. Población 5
1.1.1.6. Salud 7
1.1.1.7. Educación 11
1.1.1.8. Clima 15
1.1.2. Características socioeconómicas 16
1.1.2.1. Antecedentes históricos 16
1.1.2.2. Actividad económica 19
1.1.2.3. Comercio 20
1.1.2.4. Idioma y religión 21
1.1.2.5. Cultura 21

1.1.2.6. Organización social y productiva 22
1.1.3. Características de infraestructura 22
1.1.3.1. Vías de acceso 23
1.1.3.2. Servicios públicos 26
1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Rumor de los Encantos 1, Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento 27
1.2.1. Descripción de las necesidades 28
1.2.2. Priorización de las necesidades 28

2. FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL 29
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 29
2.1.1. Descripción del proyecto 29
2.1.2. Localización de la fuente de abastecimiento 30
2.1.3. Aforos de las fuentes de abastecimiento 30
2.1.4. Calidad del agua 31
2.1.4.1. Análisis fisicoquímico 32
2.1.4.2. Análisis bacteriológico 32
2.1.5. Levantamiento topográfico 33
2.1.5.1. Planimetría 33
2.1.5.2. Altimetría 33
2.1.6. Criterios y parámetros de diseño 33
2.1.6.1. Período de diseño 34
2.1.6.2. Tasa de crecimiento poblacional 34
2.1.6.3. Población actual 34
2.1.6.4. Estimación de la población futura 34
2.1.6.5. Dotación 35
2.1.6.6. Caudal de diseño 36

2.1.6.7. Bases de diseño 36
2.1.6.8. Caudal medio diario..... 37
2.1.6.9. Caudal máximo diario..... 37
2.1.6.10. Caudal máximo horario 38
2.1.7. Diseño hidráulico 39
2.1.7.1. Diseño y tipo de tubería..... 39
2.1.7.2. Captación 40
2.1.7.3. Línea de conducción 40
2.1.7.4. Tanque de almacenamiento 43
2.1.7.5. Sistema de desinfección..... 53
2.1.7.6. Línea de distribución 54
2.1.7.7. Red de distribución..... 56
2.1.7.8. Conexiones domiciliares..... 58
2.1.8. Obras hidráulicas..... 58
2.1.8.1. Caja de captación..... 58
2.1.8.2. Pasos de zanjón 59
2.1.8.3. Pasos aéreos..... 60
2.1.9. Válvulas 88
2.1.9.1. Válvula de limpieza..... 89
2.1.9.2. Válvula de aire..... 89
2.1.9.3. Válvula de compuerta..... 89
2.1.9.4. Válvula de globo 89
2.1.10. Programa de operación y mantenimiento 90
2.1.11. Propuesta de tarifa 91
2.1.12. Elaboración de planos y detalles 95
2.1.13. Especificaciones técnicas..... 96
2.1.13.1. Renglones de trabajo a considerar.. 97
2.1.13.2. Descripción de la instalación de la tubería 102

2.1.14. Integración del presupuesto 114
2.1.15. Cronograma de ejecución..... 116
2.1.16. Evaluación socioeconómica 116
2.1.16.1. Valor Presente Neto (VPN) 117
2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)..... 119
2.1.17. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) 120
2.2. Diseño del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Renacimiento y El Progreso 123
2.2.1. Descripción del proyecto 123
2.2.2. Levantamiento topográfico 124
2.2.2.1. Planimetría 125
2.2.2.2. Altimetría 125
2.2.2.3. Secciones transversales..... 125
2.2.3. Diseño geométrico de carreteras..... 126
2.2.3.1. Alineamiento horizontal 126
2.2.3.2. Alineamiento vertical 132
2.2.4. Normas para el diseño de caminos rurales 138
2.2.5. Cálculo de subrasante..... 138
2.2.6. Seccionamiento transversal..... 139
2.2.7. Cálculo de áreas de secciones transversales..... 139
2.2.8. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, balance y diagrama de masas..... 141
2.2.9. Diseño de drenaje 144
2.2.9.1. Drenaje transversal (descripción)..... 144
2.2.9.2. Drenaje transversal propuesto..... 144
2.2.9.3. Drenaje longitudinal (descripción)..... 148
2.2.9.4. Drenaje longitudinal propuesto..... 150

2.2.10. Estudio de suelos para la subrasante 154
2.2.10.1. Ensayo de razón soporte california 154
2.2.10.2. Análisis granulométrico 155
2.2.10.3. Límites de consistencia 155
2.2.10.4. Ensayo de compactación 155
2.2.11. Estudio de suelos para la carpeta de rodadura .. 156
2.2.11.1. Ensayo de peso unitario suelto 156
2.2.11.2. Análisis granulométrico 156
2.2.11.3. Límites de consistencia 156
2.2.11.4. Ensayo de compactación 157
2.2.12. Diseño de la carpeta de rodadura 157
2.2.12.1. Balasto 157
2.2.13. Elaboración de planos y detalles 158
2.2.14. Especificaciones técnicas 158
2.2.15. Presupuesto 176
2.2.15.1. Integración de precios unitarios 176
2.2.16. Cronograma de ejecución física y financiera 178
2.2.17. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) 178

CONCLUSIONES 183
RECOMENDACIONES 185
BIBLIOGRAFÍA 187
APÉNDICE 189
ANEXOS 191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa del municipio de Ixcán…….. 2
2. Diagrama de momentos en la losa del tanque de distribución……. 46
3. Detalle de muro del tanque de distribución…….. 48
4. Diagrama de flujo de efectivo proyecto agua potable……... 118
5. Elementos que componen una curva simple……. 127
6. Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras…… 141
7. Representación geométrica de la distancia de paso para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras…… 142
8. Diagrama y balance de masas de estación 0+000 a 2+000…… 143
9. Diagrama y balance de masas de estación 2+000 a 3+743…..... 143
10. Delimitación de área a drenar en la sección crítica de carretera……..... 145
11. Delimitación del área tributaria para el diseño de las cunetas…… 151
12. Sección transversal propuesta de las cunetas……..…… 152

TABLAS

I. Población de la aldea Rumor de los Encantos 1……. 6
II. Población de la aldea Esquipulas…….……. 6
III. Población de la aldea El Progreso……. 7
IV. Población de la aldea El Renacimiento…….…… 7

V. Aforo de la fuente de agua para la aldea Rumor de los Encantos 1…… 31
VI. Cálculo de momentos actuantes respecto de A……..….. 51
VII. Localización de pasos de zanjón del sistema de abastecimiento de agua potable……... 60
VIII. Localización de pasos aéreos del sistema de abastecimiento de agua potable…… 61
IX. Cálculo de la flecha de paso aéreo de 40 metros de luz……..... 63
X. Longitud de las péndolas del paso aéreo de 40 metros de luz…... 66
XI. Datos de la columna de paso aéreo de 40 metros de luz…… 67
XII. Cálculo de la flecha de paso aéreo de 20 metros de luz……..... 77
XIII. Longitud de las péndolas del paso aéreo de 20 metros de luz…… 80
XIV. Datos de la columna del paso aéreo de 20 metros de luz…..... 81
XV. Índice de planos del sistema de abastecimiento de agua potable……... 96
XVI. Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea Rumor de los Encantos 1……... 115
XVII. Cronograma de ejecución físicofinanciero del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1……..……... 116
XVIII. Resumen diseño geométrico horizontal…….…… 132
XIX. Valores de k según velocidad de diseño…… 135
XX. Resumen diseño geométrico vertical……... 137
XXI. Tabla de relaciones de taludes…… 140
XXII. Parámetros A, B y n para períodos de retorno de T=2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75 y 100 años en la estación meteorológica Chixoy……... 146
XXIII. Índice de planos del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento……... 158

XXIV. Presupuesto general del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento……... 177

XXV. Cronograma de ejecución físicofinanciero del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento…….. 178

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Δ	Ángulo de deflexión entre dos rectas
As	Área de acero requerido
W	Carga uniformemente distribuida
Q	Caudal
C	Coeficiente de escorrentía
Vc	Cortante que resiste el concreto
Vu	Cortante último
Φ	Diámetro de varilla
DH	Distancia horizontal
Esb	Esbeltez
S	Espaciamiento entre varillas
E	External
FQM	Factor de caudal medio
G	Grado de curvatura
hab	Habitantes
I	Intensidad de lluvia
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
l/s	Litros por segundo
Lc	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
mca	Metros columna de agua
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
M_{CM}	Momento por carga muerta

M_{cv}	Momento por carga viva
Mu	Momento último
k	Parámetro de curva vertical según su tipo
d	Peralte efectivo
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{cc}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
Po	Población actual
Pf	Población futura
%	Porcentaje
PU	Precio unitario
PC	Principio de curva circular simple
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
pulg	Pulgada
PI	Punto de intersección de las tangentes
PIV	Punto de intersección vertical
R	Radio
f'c	Resistencia del concreto
St	Subtangente
r	Tasa de crecimiento poblacional
Ton	Tonelada
VPN	Valor Presente Neto
V	Volumen (corte o relleno)

GLOSARIO

AASHTO Asociación Oficial Americana de Carreteras y Transportes.

Acimut Ángulo horizontal referido desde un norte magnético o arbitrario en sentido de las manecillas del reloj, y varia de 0 a 360 grados.

Aforo Acción de medir el caudal de una fuente

Agua potable Agua exenta de microorganismos patógenos y sustancias químicas dañinas a la salud humana.

ASTM American Society for Testing and Materials

Balasto Material graduado que se coloca sobre la subrasante de una carretera.

Caudal Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo

CBR California Bearing Ratio

Compactación Procedimiento de aplicación de energía potencial al suelo para consolidarlo y así eliminar toda relación de vacíos, aumentando así su densidad y en

consecuencia su capacidad de soportar cargas cíclicas.

Concreto Material pétreo artificial obtenido de la mezcla elaborada de cemento, agregados finos y gruesos, agua y aditivos.

Cuneta Son zanjas laterales paralelas al eje de la carretera, y su función es evacuar las aguas que caen sobre la superficie de la carretera, taludes y áreas adyacentes.

Densidad Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo

Dotación Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.

Especificaciones Son los documentos en los cuales se definen las normas técnicas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras.

Estación Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, para cualquier operación de levantamiento planímetro o de nivelación.

Hipoclorador Aparato que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades de hipoclorito de calcio a la entrada de un tanque de distribución de agua potable.

Línea central	Es el punto de referencia de donde van a partir todos los anchos o componentes de la carretera.
Losa	Elemento estructural plano que soporta directamente las cargas y las transmite a diferentes apoyos.
Mampostería	Es un sistema constructivo que se basa en los elementos que van unidos entre sí, por medio de una mezcla conocida como mortero (arena y cemento) para soportar cargas que se le apliquen.
Subrasante	Es la capa del terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que, una vez compactada y afinada tiene las secciones y pendientes específicas del terreno.
Talud	Son planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica y delimitan los volúmenes de corte y relleno; están comprendidos entre la cuneta y el terreno original.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
Velocidad de diseño	Es la velocidad máxima en la que un vehículo puede transitar con seguridad en una carretera trazada con determinadas características.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene un informe sobre dos proyectos elaborados en el Ejercicio Profesional Supervisado en aldeas que forman parte del municipio de Ixcán, en la cual se elaboró una investigación sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos. A través de esta investigación se determinó que se deberán atender las siguientes necesidades:

En la aldea Rumor de los Encantos 1, se tiene como prioridad la introducción del servicio de agua potable a toda la aldea, ya que los pobladores de la misma tienen que recorrer grandes distancias para contar con el servicio, por lo que se realizó el estudio correspondiente, que incluye estudios topográficos como altimetría y planimetría, diseño del tanque de distribución, cálculo de diámetros y cantidad de tubos, tanto para la conducción de la distribución, seguidamente se procedió a realizar los planos y presupuesto.

En el caso de las aldeas El Progreso y El Renacimiento se tiene como prioridad la construcción de una carretera que las comunique con la aldea Esquipulas y de esta manera lograr transportar sus cosechas, por lo cual se realizó el estudio correspondiente, que incluye los levantamientos topográficos, el diseño geométrico adecuado, el diseño del drenaje transversal y longitudinal, la elaboración de los planos y el presupuesto.

Con lo anterior se cumple el objetivo del Ejercicio Profesional Supervisado, ya que se está prestando el servicio técnico profesional a las comunidades más necesitadas del municipio de Ixcán.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 y el camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento.

Específicos

1. Obtener la monografía y el diagnóstico de las principales necesidades en cuanto a servicios básicos e infraestructura de las comunidades del municipio de Ixcán, Quiché.

2. Elevar el nivel de vida de los habitantes de la aldea Rumor de los Encantos 1, mediante el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable que permita llevar el servicio a las 85 viviendas de la comunidad de una manera eficiente.

3. Mejorar la calidad de vida de los habitantes de las aldeas El Progreso y El Renacimiento, al tener mayor acceso a productos de consumo diario y aumentar la frecuencia en las visitas a centros de salud, disminuyendo el contagio de enfermedades.

INTRODUCCIÓN

A pesar del crecimiento intelectual y los avances en la tecnología que ha desarrollado el ser humano en Guatemala, se observa que existen comunidades situadas en niveles de pobreza y subdesarrollo. La construcción de los proyectos planteados mejorará el nivel de vida de los pobladores de las aldeas beneficiadas, logrando un desarrollo económico y social en el municipio de Ixcán.

El presente informe constituye el documento final de la planificación de los proyectos: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 y el camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento del municipio de Ixcán, departamento de Quiché. Dicho informe respalda el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado con el apoyo de la Municipalidad y como un aporte de la Universidad de San Carlos de Guatemala específicamente por la Faculta de Ingeniería a la sociedad, con el fin primordial de contribuir a la solución de los problemas y necesidades del sector de salud y comunicación de Guatemala.

El contenido de este informe se resume en dos etapas: fase de investigación y del servicio técnico profesional. La primera de estas fases constituye; características físicas, características económicas, características de infraestructura y diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestuctura de los sectores donde se planifican los proyectos. La fase del servicio técnico profesional comprende el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable constituido por el levantamiento topográfico, criterios y parámetros de diseño, diseño hidráulico, obras hidráulicas, programa de operación y mantenimiento, propuesta de tarifa, elaboración de planos,

especificaciones técnicas y Evaluación del Impacto Ambiental; y en cuanto al proyecto del camino rural comprende el levantamiento topográfico, diseño geométrico, normas de diseño de caminos rurales y otros.

La fase del servicio técnico profesional constituye la propuesta directa a la solución de los problemas, el cual contiene los elementos principales que servirán como base para la ejecución de los proyectos, así como los objetivos, actividades, beneficiarios, presupuestos y los recursos.

Finalmente se incluyen en este informe, las conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos generales y específicos, fuentes bibliográficas, apéndice y anexos, así como referencias generales de los proyectos que respaldan la veracidad de los mismos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de las aldeas Rumor de los Encantos 1, Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento[1]

La investigación desarrollada integra las características sociales, económicas y físicas, niveles de escolaridad, climas de la región, actividades económicas, comercio, vías de acceso y otras que constituyen las dimensiones del desarrollo local de la población.

1.1.1. Características físicas

El municipio de Ixcán forma parte del departamento de Quiché, localizado en la parte noroccidental de la cabecera departamental, con una altitud que oscila entre 180 metros sobre el nivel de mar y 700 metros sobre el nivel del mar, con una extensión territorial de 1 575 kilómetros cuadrados.

1.1.1.1. Localización y colindancias

A nivel de macro localización, los proyectos se encuentran localizados en el municipio de Ixcán que pertenece al departamento de Quiché. El municipio limita al norte la República de México, al este con los municipios de Cobán y Chisec del departamento de Alta Verapaz; al oeste con el municipio de Santa Cruz Barillas del departamento de Huehuetenango y al sur con los municipios de Chajul y San Miguel Uspantán del departamento de Quiché.

[1] Oficina Intermunicipal de Planificación MMFN. Plan de desarrollo municipal Ixcán.

Figura 1. **Mapa del municipio de Ixcán**

Fuente: elaboración propia, con programa FreeHand 11.

La comunidad Rumor de los Encantos 1, se encuentra en el área sur del municipio en la microregión VI, a una distancia de 68 kilómetros de la cabecera municipal. La aldea Rumor de los Encantos 1; colinda al norte con las comunidades Santa Elena Copón, Arenal, Porvenir y Las Margaritas, al oeste con la comunidad Rumor II, al sur con El río Copón y al este con la finca Juventino Urízar, todas ellas comunidades pertenecientes a la microregión VI.

La aldea Esquipulas se encuentra en el área sur del municipio en la microregión VI, la aldea Esquipulas se encuentra a una distancia de 41 kilómetros de la cabecera municipal. La comunidad Esquipulas colinda al norte con las comunidades: El Esfuerzo, Saacte y Saacte 1; al oeste con: El Progreso y Nuevo

Amanecer; al sur con Chactela y al este con Las Flores, aldeas pertenecientes a la microregión VI.

La aldea El Progreso se encuentra en el área sur del municipio en la microregión VI, a una distancia de 60 kilómetros de la cabecera municipal. La aldea El Progreso colinda al norte con Saacte 1 y El Remolino, al oeste con Esquipulas y El Esfuerzo, al sur con el río Chixoy y al este con El Renacimiento, todas ellas comunidades pertenecientes a la microregión VI.

La comunidad Renacimiento se encuentra en el área sur del municipio en la microregión VI, a una distancia de 52 kilómetros de la cabecera municipal. El Renacimiento colinda al norte con El Progreso, al oeste con Esquipulas, al sur con Nueva Vida y al este con el río Chixoy, todas ellas comunidades pertenecientes a la microregión VI.

1.1.1.2. Ubicación geográfica

La aldea Rumor de Los Encantos 1 se encuentra a una altitud de 311 metros sobre el nivel de mar y sus coordenadas son 15º 42’ 22” de latitud norte y 90º 49’ 42” de longitud oeste.

La aldea Esquipulas se encuentra a una altitud de 223 metros sobre el nivel de mar y sus coordenadas son 15º 45’ 34” de latitud norte y 90º 50’ 07” de longitud oeste.

La aldea El Progreso se encuentra a una altitud de 317 metros sobre el nivel de mar y sus coordenadas son 15º 46’ 06” de latitud norte y 90º 49’ 26” de longitud oeste.

La aldea El Renacimiento se encuentra a una altitud de 220 metros sobre el nivel de mar y sus coordenadas son 15º 45’ 26” de latitud norte y 90º 48’ 46” de longitud oeste.

1.1.1.3. Topografía

El municipio de Ixcán presenta relieve ondulado con pocas formaciones rocosas. Los bosques son del tipo latifoliado. Los suelos son profundos de textura liviana moderadamente drenados.

1.1.1.4. Situación demográfica

De las 510 personas que habitan en la comunidad de Rumor de los Encantos 1, las mujeres representan el 49 por ciento de la población y los hombres el 51 por ciento. El promedio de la población es muy joven, menor de 20 años. En resumen, la población de El Rumor de los Encantos es mayoritariamente masculina y joven. En la aldea Rumor de los Encantos viven 85 familias con un promedio de 6 miembros por familia. El idioma predominante es el q’eqchi’.

De las 368 personas que habitan en la comunidad de Esquipulas, las mujeres representan el 48,36 por ciento de la población y los hombres el 51,63 por ciento, por lo que la mayoría en un 3,27 por ciento de hombres. La población es muy joven, menor de 20 años: en la comunidad hay un 17,46 por ciento de niños menores de 4 años, el 35,18 por ciento de 5 a 14 años, 13,76 por ciento de jóvenes y señoritas de 15 a 19 años. En resumen, se puede decir que la población de Esquipulas es mayoritariamente masculina y joven. En la comunidad de Esquipulas viven 66 familias con un promedio de 6 a 7 miembros por familia en las 60 viviendas. El idioma predominante es el q’eqchi’.

De las 117 personas que habitan en la comunidad de El Progreso, las mujeres representan el 46,15 por ciento de la población y los hombres el 53,85 por ciento. Como se puede ver el 65,82 por ciento de la población es muy joven, menor de 20 años: en la comunidad hay un 22,22 por ciento de niños menores de 4 años, el 29,92 por ciento de 5 a 14 años, 13,68 por ciento de jóvenes y señoritas de 15 a 19 años. En resumen, se puede decir que la población de El Progreso es mayoritariamente masculina y joven. En El Progreso viven 18 familias con un promedio de 6 a 7 miembros por familia. El idioma predominante es el q'eqchi' y algunos hablan exclusivamente el castellano.

De las 68 personas que habitan en la comunidad de El Renacimiento, las mujeres representan el 41 por ciento de la población y los hombres el 59 por ciento. La población es muy joven, menor de 20 años: en la comunidad hay un 15 por ciento de niños menores de 4 años, el 31 por ciento de 5 a 14 años, 14 por ciento de jóvenes y señoritas de 15 a 19 años. En resumen, se puede decir que la población de Renacimiento es mayoritariamente masculina y joven. En El Renacimiento viven 11 familias con un promedio de 6 a 7 miembros por familia. El idioma predominante es el q'eqchi'.

1.1.1.5. Población

La población desempeña un papel decisivo en el proceso productivo, ecónomico y social del municipio, lo que hace analizar los datos estadísticos en función de los indicaciones principales.

En todo análisis poblacional es importante conocer la estructura de la población por grupos de edad, esta forma permite visualizar los patrones de fecundidad, mortalidad, sector estudiantil, la población en edad de trabajar, senelidad.

Tabla I. **Población de la aldea Rumor de los Encantos 1**

Edad	Mujeres	Hombres	Total	Porcentaje
0-4	32	52	84	16,47%
5-9	49	34	83	16,27%
10-14	26	31	57	11,18%
15-20	47	58	105	20,59%
21-25	47	29	76	14,90%
26-50	42	37	79	15,49%
51 ó mas	8	18	26	5,10%
TOTAL	251	259	510	100,00%

Fuente: padrón comunitario.

Tabla II. **Población de la aldea Esquipulas**

Edad	Mujeres	Hombres	Total	Porcentaje
0-4	31	35	66	17,46%
5-9	33	38	71	18,78%
10-14	32	30	62	16,40%
15-20	27	25	52	13,76%
21-25	11	25	36	9,52%
26-50	40	39	79	20,90%
51 ó mas	4	8	12	3,17%
Total	178	200	378	100,00%

Fuente: padrón comunitario.

Tabla III. **Población de la aldea El Progreso**

Edad	Mujeres	Hombres	Total	Porcentaje
0-4	14	12	26	22,22%
5-9	13	10	23	19,66%
10-14	4	8	12	10,26%
15-20	5	11	16	13,68%
21-25	7	7	14	11,97%
26-50	8	13	21	17,95%
51 ó mas	3	2	5	4,27%
Total	54	63	117	100,00%

Fuente: padrón comunitario

Tabla IV. **Población de la aldea El Renacimiento**

Edad	Mujeres	Hombres	Total	Porcentaje
0-4	2	8	10	14,71%
5-9	8	7	15	22,06%
10-14	2	4	6	8,82%
15-20	5	5	10	14,71%
21-25	3	7	10	14,71%
26-50	4	5	9	13,24%
51 ó mas	4	4	8	11,76%
Total	28	40	68	100,00%

Fuente: padrón comunitario

1.1.1.6. Salud

La situación de la salud para la población ha mejorado, ya que gran parte de la población toma medidas preventivas para evitar enfermedades (cloración de agua, vacunación, letrinas, entre otros), sin embargo el problema sigue siendo serio en los sectores más pobres de la sociedad ixcaneca.

- Aldea Rumor de los Encantos

Las enfermedades que afectan a los habitantes dependiendo del sexo y la edad, son por orden de incidencia las siguientes: artritis, paludismo, infección respiratoria, diarrea, infección intestinal.

En la comunidad se cuenta con la presencia de agentes de la salud, pues son miembros de la comunidad; hay 2 promotores de salud, 1 comadrona y 2 vigilantes de la salud, a quienes acuden las personas en busca de asistencia ante diversas enfermedades comunes o para la atención de las mujeres embarazadas y el parto en el caso de las comadronas, todos ellos hablan el idioma de la comunidad.

Además se cuenta con la presencia de un médico ambulante y un enfermero, que hacen presencia para hacer consultas en la comunidad cada mes, estos no hablan el idioma q'eqchi. En el centro poblado no se encuentra ninguna instalación que realice atención sanitaria, por lo que los comunitarios son atendidos por el promotor y/o comadrona en casa particulares, o bien acuden al puesto de Salud situado en la comunidad San Juan Chactela, la cual se encuentra a 8 kilómetros y el traslado les toma 2 horas y media a pie.

Cuando la enfermedad es muy grave o se da una emergencia, los enfermos son trasladados en avioneta al hospital general de la ciudad de Cobán, Alta Verapaz o al centro de salud tipo A ubicado en la cabecera municipal, el cual utilizan dos horas y media a pie, luego 2 horas en carro particular. El programa mundial sobre malaria de la Organización Mundial de la Salud (OMS) no ha realizado el control de vectores de enfermedades: mosquitos, ratas, cucarachas, zancudos entre otros, para prevenir las enfermedades que transmiten.

- Aldea Esquipulas

Las enfermedades que afectan a los habitantes dependiendo del sexo y la edad, son por orden de incidencia las siguientes: migraña, dolor de muelas, resfriado, dolor de cintura, reumatismo, gastritis, fiebre y diarrea.

En la comunidad se cuenta con la presencia de agentes de la salud, pues son miembros de la comunidad; 1 promotor de salud, 2 comadronas con preparación empírica, 2 capacitadas y 1 naturista, a quienes acuden las personas en busca de asistencia ante diversas enfermedades comunes o para la atención de las mujeres embarazadas y el parto en el caso de las comadronas, todos ellos hablan el idioma de la comunidad.

En el centro poblado se encuentra una casa instalada que realiza atención sanitaria, por lo que los comunitarios son atendidos por el promotor y/o comadrona en cada lugar, o acuden al puesto de Salud situado en la comunidad de San Juan Chactelá, la cual se encuentra a 41 kilómetros y el traslado toma cuesta 3 horas cuando disponen de vehículo.

Cuando la enfermedad es muy grave o se da una emergencia, los enfermos son trasladados hasta Playa Grande en vehículos particulares contratados. En el último año no ha fallecido ninguna mujer debido al parto o posparto, solamente se han muerto 2 niños recién nacidos.

La organización de Malaria realiza cada año tiempo control de vectores de enfermedades: mosquitos, ratas, cucarachas, zancudos entre otros, para prevenir las enfermedades que transmiten.

- Aldea El Progreso

La comunidad cuenta con un Centro de Convergencia, el cual cuenta con un edificio en mal estado, el mobiliario se encuentra en regular estado, además dispone de poco medicamento para los pacientes que acuden a él.

En caso de enfermedad común los habitantes de El Progreso acuden al centro. Cuando la enfermedad es muy grave o se da una emergencia, los enfermos son trasladados hasta el centro de salud tipo A ubicado en Playa Grande Ixcán. La cual recorren en transporte público, también a través de vía acuática por medio de lancha.

Según en la observación realizada por los promotores de campo con información de los propios habitantes es que: en el centro actualmente no hay personal permanente para la atención a los pacientes. En la comunidad hasta el momento no realizan actividades en control de vectores de enfermedades: mosquitos, ratas, cucarachas, zancudos entre otros, para prevenir las enfermedades que transmiten.

- Aldea El Renacimiento

Las enfermedades que afectan a los habitantes dependiendo del sexo y la edad, son por orden de incidencia las siguientes: Infección intestinal, infección urinaria, paludismo, infección pulmonar y bronquitis.

En la comunidad se cuenta con la presencia de un vigilante de salud, a los cuales acuden las personas en busca de asistencia ante diversas enfermedades comunes. Además se cuenta con la presencia de un médico ambulante que hace presencia cada 3 meses.

En el centro poblado no se encuentra ninguna instalación que realice atención sanitaria, por lo que los comunitarios son atendidos por el vigilante de salud en casas particulares, o bien acuden al puesto de salud situado en la comunidad Primavera, la cual se encuentra a 8 kilómetros y el traslado les toma 2 horas a pie.

Cuando la enfermedad es muy grave o se da una emergencia, los enfermos son trasladados hasta el centro de salud tipo A ubicado en la cabecera municipal, para llegar se viaja a pie, lancha y carro.

En el último año no han fallecido mujeres debido al parto o posparto, pero si ha fallecido un niño recién nacido.

La organización Malaria realiza cada año el control de vectores de enfermedades: mosquitos, ratas, cucarachas, zancudos entre otros, para prevenir las enfermedades que transmiten.

1.1.1.7. Educación

La educación es uno de los problemas agudos del municipio de Ixcán, la problemática educativa es consecuencia de la falta de priorización del gobierno, a esto se suma las consecuencias del conflicto armando, ya que Ixcán fue uno de los municipios más afectados.

- Aldea Rumor de los Encantos 1

El nivel de escolaridad de los habitantes de la comunidad Rumor de los Encantos 1 es muy bajo, ya que la mayor parte de la población adulta no tuvo posibilidades de recibir educación primaria, habiendo un 85 por ciento que no

sabe leer y escribir. Este problema afecta principalmente a las mujeres, que representan un 56 por ciento del total de analfabetos. Actualmente, hay 5 personas en proceso de alfabetización que reciben los cursos de idioma español, matemática y q'eqchi.

Junto a estos, hay un 15 por ciento que tiene primaria incompleta, ya que por falta de recursos económicos y por no haber escuela en la comunidad no tuvieron la posibilidad de terminar este nivel de estudios. Actualmente solo hay 3 personas estudiando el nivel básico y ninguno el diversificado. La comunidad cuenta con una escuela de autogestión con PRONADE, está localizada al sur de la comunidad.

Dicha escuela atiende a 50 niños de preprimaria y primaria; de primero a segundo grado. La tasa de escolaridad de los niños menores de 15 años es 68 por ciento, siendo el 32 por ciento entre las niñas. El centro educativo dispone de 3 aulas y 2 maestros, de los cuales uno atiende la preprimaria y el otro primero y segundo grado. El centro presenta varias carencias, principalmente: hace falta material didáctico (libros), mobiliario (pizarrón) y letrinas aboneras. La educación se imparte de manera monolingüe (castellano).

- Aldea Esquipulas

Actualmente hay 40 personas en proceso de alfabetización, asistiendo a los siguientes cursos: matemática y lectoescritura. Actualmente unas 2 personas han concluido el nivel básico y 3 el diversificado, equivalentes a un 1,18 por ciento y 1,77 por ciento de la población adulta total, respectivamente. La comunidad cuenta con una escuela de autogestión comunitaria, está localizada al este del centro de la comunidad. Este edificio además es utilizado para la dirección del establecimiento.

Dicha escuela atiende a 112 niños de preprimaria y primaria; de primero a sexto grado, todos los alumnos son de la comunidad. La tasa de escolaridad de los niños menores de 15 años es 56,28 por ciento, siendo de 23,11 por ciento entre las niñas. El centro educativo dispone de 2 aulas y 2 maestros, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: uno atiende a primero, segundo y tercer grado y el otro a cuarto, quinto y sexto grado. El centro presenta varias carencias, principalmente: material didáctico y edificio adecuado. La educación se imparte de forma bilingüe q'eqchi' y castellano. Los de la comunidad Esquipulas no reciben ninguna clase de refacción escolar.

- Aldea El Progreso

El nivel de escolaridad de los habitantes de la comunidad El Progreso es muy bajo, ya que la mayor parte de la población adulta no tuvo posibilidades de recibir educación primaria, habiendo un 44,64 por ciento que no sabe leer y escribir. Este problema afecta principalmente a los hombres, que representan un 80 por ciento del total de analfabetos. Actualmente en la comunidad no hay programas de alfabetización para la nivelación académica de las personas adultas.

Junto a estos, hay un 21,42 por ciento que tiene primaria incompleta, ya que por falta de recursos económicos no tuvieron la posibilidad de terminar este nivel de estudios, siendo solo el 1,78 por ciento que tiene la primaria completa. Actualmente unas 3 personas han concluido el nivel básico y 1 el diversificado, equivalentes a un 5,36 por ciento y 1,78 por ciento de la población adulta total, respectivamente. La comunidad cuenta con una escuela mixta *de* autogestión comunitaria, está localizada al oeste del centro de la comunidad. Este edificio además es utilizado para la dirección de la misma.

Dicha escuela atiende a 35 niños de preprimaria y primaria de primero a sexto grado. La tasa de escolaridad de los niños menores de 15 años es 100 por ciento, siendo de 42,86 por ciento entre las niñas. El centro educativo dispone de 2 aulas y 1 maestro, el cual atiende los grados de preprimaria y de primero a sexto primaria. El centro presenta varias carencias, principalmente: letrinas, panel solar y biblioteca.

La educación se imparte de forma bilingüe q'eqchi' y castellano. Además se da una refacción consistente en una galleta escolar y un vaso de Bienestarina.

- Aldea El Renacimiento

El nivel de escolaridad de los habitantes de la comunidad Renacimiento es muy bajo, ya que la mayor parte de la población adulta no tuvo posibilidades de recibir educación primaria, habiendo un 67 por ciento que no sabe leer y escribir. Este problema afecta principalmente a las mujeres, que representan un 68 por ciento del total de analfabetos y desafortunadamente no hay ninguna persona en proceso de alfabetización.

Junto a estos hay un 33 por ciento que tiene primaria incompleta, ya que por falta de recursos económicos y por no haber escuela en la comunidad no tuvieron la posibilidad de terminar este nivel de estudios. Dentro de la comunidad ninguno ha concluido la primaria completa, como también ninguno ha culminado el nivel básico ni el diversificado.

La comunidad cuenta con una escuela de autogestión comunitaria de PRONADE, está localizada en el centro de la comunidad. Este edificio además es utilizado para dirección. Dicha escuela atiende a 16 niños de primaria; de primero a quinto grado. La tasa de escolaridad de los niños menores de 15 años

es 76 por ciento, siendo de 47 por ciento entre las niñas. El centro educativo dispone de 3 aulas y 1 maestro, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: uno atiende a los 5 grados. El centro presenta varias carencias, principalmente: panel solar, equipamiento escolar, biblioteca y su reparación.

La educación se imparte en idioma bilingüe q'eqchi' y castellano. En esta escuela no se da refacción o almuerzo a los alumnos.

1.1.1.8. Clima

La temperatura promedio anual en Ixcán es de 32 grados Celsius y la precipitación promedio de 2 632 milímetros. Oscilando entre los 2 136 y los 4 327 milímetros. La humedad relativa anual es del 81 por ciento.

Existen dos estaciones; el verano que es la época seca que va aproximadamente de diciembre a abril y el invierno de mayo a noviembre. Los meses más lluviosos suelen ser de junio a noviembre, en los que sobrepasan los 600 milímetros y los menos lluviosos de febrero a abril, en los que no se llega a los 100 milímetros.

En cuanto a la temperatura, la época más calurosa suele ser entre abril a septiembre, bajando en los meses que van de octubre a marzo, siendo los meses más calurosos de abril a junio, en los cuales sobrepasa la temperatura media anual.

Según la clasificación de *Thorntwhite*, en el territorio del municipio de Playa Grande Ixcán existen dos tipos de climas, predominando el clima cálido y en menor cantidad el semicálido.

1.1.2. Características socioeconómicas

Su importancia radica en el análisis de las condiciones de vida de los habitantes, así como destacar las actividades agrícola, pecuearia, artesanal y agroindustrial.

1.1.2.1. Antecedentes históricos

El proceso de inmigración tuvo lugar en 1962 con la movilización de campesinos oriundos de la costa sur, las verapaces, el occidente y oriente en busca de tierra. En 1964 la Franja Transversal del Norte (FTN) en la que se incluye Ixcán, fue declarada zona de desarrollo económico de Guatemala.

- Aldea Rumor de los Encantos 1

La comunidad de Rumor de los Encantos 1 empezó a poblarse en 1914. Anteriormente el lugar que habitan era una finca, un grupo pequeño de personas llegaron a estos lugares a trabajar para los finqueros, el dueño de la finca era don Carlos Urizar. Al pasar de los años estas personas empezaron a gestionar tierra propia. En la década de los 80 a los 90 los pobladores ya trabajaban por su cuenta. Fue en 1994 cuando las familias logran legalizar provisionalmente la aldea.

Los primeros habitantes fueron 20 familias, provenientes de la comunidad de Chaylá, río Azul del municipio de Uspantán, Quiché. Se fueron de su lugar de origen porque carecían de tierra propia donde trabajar y ganarse el sustento diario de sus familias.

A la comunidad le pusieron el nombre de Rumor de los Encantos 1 debido a que en la densa vegetación que había en el área, los habitantes escuchaban ruidos de animales.

La comunidad de Rumor de los Encantos 1 pertenece a la microregión VI del municipio de Ixcán desde que esta se formó. Anteriormente dependía del municipio de Uspantán del departamento de Quiché. Ha sido reconocida como comunidad en 1994, gracias a las gestiones de los propios comunitarios que gestionaron la legalización y reconocimiento de esta comunidad. Desde 1994 cuenta con alcalde auxiliar y el primero en ocupar el cargo fue don Santiago.

En 1992 antes de que legalizaran a la comunidad se instaló una escuela provisional. Fue entonces en 1994 cuando el Fondo de Inversión Social (FIS) construyó una escuela formal. Años posteriores se construyó una iglesia y un proyecto de techo mínimo. Logros obtenidos por los señores del comité promejoramiento y miembros del comité cristiano.

- Aldea Esquipulas

La comunidad de Esquipulas se fundó en 1957, uno de los primeros habitantes: don Samuel Choc. Los fundadores de la comunidad vivían anteriormente en la finca El Rosario Copalá, Cobán Alta Verapaz, el origen por la cual fue desarraigada la gente de la finca El Rosario, fue que el patrón amenazó a la gente con arma de fuego, entonces a partir de ese momento, empezaron a buscar finca para formalizar su vida, como resultado se encontró la finca arriba mencionada, donde actualmente vive la gente y cultivan maíz y cardamomo para el consumo y sobre vivencia familiar.

El significado del nombre que lleva la comunidad: Esquipulas fue sencillamente por el simple hecho de haber comprado un Cristo de la iglesia en el municipio de Esquipulas.

- Aldea El Progreso

La comunidad El Progreso se fundó el 25 de octubre de 1986, por dos familias de etnia q'eqchi' que venían de la finca La Palma del departamento de Quiché. Se instalaron aquí por los avisos a través de radio, donde decían que en ese lugar había tierra para cultivar, fue así como ellos llegaron a dicho lugar.

La comunidad lleva ese nombre porque el señor Augusto López dijo: "que en esta comunidad tenemos que progresar y hacerla brillar de desarrollo". Los primeros habitantes de esta comunidad se dedicaban a la agricultura, es decir la siembra de maíz, fríjol y otros. La categoría del lugar es de comunidad El Progreso, desde 1986 para su reconocimiento apoyó la zona militar número 22 de Playa Grande.

- Aldea El Renacimiento

La aldea El Renacimiento empezó a poblarse en 1990. Anteriormente en el lugar que hoy ocupa, había árboles, animales silvestres y una naturaleza llena de vida. Los primeros habitantes fueron don Domingo Yat, don Eugenio Pop y Fidel Tzoc Baleu, provenientes de la comunidad de San Marcos Rocnima del municipio de Ixcán, departamento de Quiché. Se fueron de su lugar de origen por motivo de que no contaban con tierra para trabajar y cultivar los granos básicos.

A la aldea le pusieron el nombre de El Renacimiento debido a que en ese lugar fue donde vivieron las personas que durante el conflicto armado tuvieron que abandonar sus tierras. Es por ello que al volver a ocupar sus tierras los habitantes volvieron a renacer.

Para asentarse las primeras familias, recibieron el apoyo de la zona militar N° 22 y el apoyo moral de don Rodolfo Choc, quien los aconsejó formar un nuevo asentamiento. Después de formar su comunidad los comunitarios empezaron a limpiar el centro para construir sus viviendas y luego empezaron a trabajar en sus tierras, cultivando el cardamomo, ya que es el único producto que los sostuvo económicamente, posteriormente se sembró un poco de maíz, fríjol para el sustento diario de las familias.

La comunidad de Renacimiento pertenece a la microregión VI del municipio de Ixcán desde que esta se formó. Anteriormente dependía del municipio de Uspantán, del departamento de Quiché. Ha sido reconocida como aldea en 1990, gracias a las gestiones de las autoridades locales y de don Rodolfo Choc que gestionaron la legalización y el reconocimiento de esta comunidad. Desde 1977 cuenta con alcalde auxiliar.

1.1.2.2. Actividad económica

La población del municipio de Ixcán es predominantemente agrícola como en la mayoría de Guatemala, la base de producción es el maíz, cardamomo y otros productos agrícolas en menor escala. Un porcentaje reducido de la población se dedica a la ganadería en pequeña escala.

- Aldea Rumor de los Encantos 1

Las familias de la comunidad se dedican a la agricultura, en un 100 por ciento y 3 de los que trabajan en la agricultura, también se dedican a la ganadería. Además existen 3 familias que se dedican al comercio, en el cual se cuenta con 3 establecimientos y 3 empleados. Según información proporcionada por agricultores de Rumor de los Encantos 1, el cardamomo es vendido en la comunidad por intermediarios. Además, el maíz y fríjol se cultivan exclusivamente para consumo familiar.

- Aldeas Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento

La mayoría de las familias de la comunidad se dedica a la agricultura, en un 100 por ciento, además de la agricultura hay 5 familias que también se dedican a la ganadería. Además existe una minoría de personas que se dedican a la actividad del comercio (tienda) en la venta de los productos de la canasta básica.

1.1.2.3. Comercio

El comercio es uno de los sectores de la economía más importantes del municipio después de la agricultura. La actividad comercial está centrada en la cabecera municipal, aunque hay aldeas que tienen un día de mercado semanal.

El comercio informal prevalece sobre el formal, este último a modo de establecimientos comerciales: tiendas, abarroterías, ferreterías y los dedicados a la construcción.

También existe una gran actividad comercial con México y Cobán, esta ciudad también centraliza la salida de los productos de exportación y dedicados

al comercio nacional, principalmente a través de intermediarios ixcanecos o cobaneros.

1.1.2.4. Idioma y religión

El idioma predominante en las familias es el q'eqchi' y en su mayoría los habitantes de las aldeas son católicos.

1.1.2.5. Cultura

Debido a la histórica conformación del municipio de Ixcán, la población mayoritaria es indígena con un 78 por ciento, mientras la no indígena es del 22 por ciento contrastando con que la mayoría de la población indígena se encuentra en el área rural.

Mientras Ixcán se caracteriza por su diversa población que incluye indígenas mayas, mam, q'anjob'al, ixil, k'iche, kaqckikel, chuj, achi y hasta xincas, garífunas y ladinos. La mayoría de las aldeas alrededor son principalmente de etnia maya q'eqchi'. Sin embargo, también se encuentran comunidades pobladas en su mayoría por retornados, que permanecieron en México como refugiados durante el conflicto interno. Estos poblados varían también en su estructura étnica.

Debido a esta gran variedad de lenguas y culturas, ya desde el tiempo de las cooperativas en las actividades comunitarias predominaba, y aún hoy predomina, el uso del idioma castellano para facilitar la comunicación e integración entre los diferentes grupos. Asimismo, se dio un clima de gran respeto y solidaridad intercultural, que ha llegado hasta la actualidad.

1.1.2.6. Organización social y productiva

Por rangos de edad la población de Ixcán tiene la característica general de la población de los países en vías de desarrollo, concentrada principalmente en los grupos etéreos más jóvenes, viendo que casi el 80 por ciento de esta población es de menos de 30 años de edad. Esta estructura poblacional podría servir para que en un futuro cercano incentivar la capacidad humana productiva de este municipio, orientando hacia ellos proyectos productivos y sociales.

Si se habla de proyectos productivos, se podría tal vez orientarlos hacia la agricultura o algún otro tipo de producción relacionada con el campo, ya que el 90 por ciento de esta población está ubicada en la zona rural, siendo principalmente de origen étnico indígenas, perteneciendo en su mayoría a los grupos lingüísticos mayas.

La población ixcaneca es primordialmente joven. La tasa de natalidad del 3,4 por ciento anual la convierte en una de las más altas del país, por lo tanto el 64 por ciento de la población es menor de 19 años. Esto implica que existe una gran presión de la población por la demanda de servicios básicos y complementarios.

1.1.3. Características de infraestructura

Se han realizado varios proyectos de urbanización en los principales centros poblados. También se han balastado algunas carreteras internas y se ha señalizado el casco urbano. Un obstáculo a la hora de implementar proyectos de urbanización es la inseguridad jurídica sobre la tenencia de la tierra. Además existen otros problemas como por ejemplo la ausencia de servicios de agua potable, sistema de drenajes y tratamiento de aguas negras y pluviales.

1.1.3.1. Vías de acceso

La distancia de la ciudad capital de Guatemala a la cabecera del municipio, es de 374 kilómetros vía Cobán – Chisec en el departamento de Alta Verapaz, de los cuales 297 kilómetros son asfaltados y 77 kilómetros son de terracería.

Existe una ruta alterna que tiene 350 kilómetros de la ciudad de Guatemala a la cabecera municipal de Ixcán, vía Cobán-Cubilhuitz-aldea Salacuín, Alta Verapaz, de los cuales 272 kilómetros están asfaltados y 78 son de terracería.

El municipio también se conecta con el departamento de Huehuetenango, a través de una carretera de terracería en muy malas condiciones, sobre el cual recientemente fue construido un puente vehicular.

El municipio de Ixcán no cuenta con carretera que lo comunique con el resto del departamento de Quiché y más complicado aún con la cabecera departamental, por tal razón la población mantiene una mayor identificación con el departamento de Alta Verapaz. Para llegar a Santa Cruz de Quiché, forzosamente hay que pasar a Cobán o Huehuetenango.

Recientemente se han construido carreteras internas que comunican a las comunidades rurales con la cabecera municipal, estas son en su totalidad de terracería, algunas son intransitables en la temporada de lluvias. Se puede decir que de las 143 comunidades que proporcionaron información un 63,9 por ciento cuenta con acceso vehicular a las cabeceras micro regionales. El resto no cuenta con acceso vehicular, por lo que los habitantes tienen que caminar. Por otro lado existen grandes diferencias de la cobertura vial de una microregión a otra. La microregión VII cuenta con acceso vehicular en la totalidad de las comunidades; en la I y en la V se tiene acceso en un 90 por ciento de las comunidades; mientras

que en la microregión IV, solo el 25 por ciento de sus comunidades tienen acceso vehicular, y la VI apenas el 18 por ciento.

La falta de vías y medios de comunicación son las grandes carencias que el municipio ha tenido que afrontar durante su existencia; Ixcán es considerado uno de los municipios con más dificultades de comunicación a nivel nacional, esta difícil situación lo ha mantenido aislado del resto del país.

- Vías de acceso a aldea Rumor de los Encantos

El acceso se hace por medio de carretera de terracería, desde la cabecera municipal hasta la comunidad de San Juan Chactelá, habiendo una distancia de 60 kilómetros, los cuales se hacen en carro en 2 horas y luego se camina a pie 8 kilómetros de brecha en 2 horas la vía de terracería es transitable todo el año.

Cabe mencionar que en la parte sur del centro urbano de la comunidad existe una pista de aterrizaje, donde aterrizan las avionetas que trasladan a los enfermos a la ciudad de Cobán, Alta Verapaz.

Para ir al centro de la microregión San Juan Chactelá, del cual los separan 8 kilómetro, emplean 2 horas a pie por la misma vía. Para movilizarse hacia Playa Grande, los comunitarios no disponen de transporte público por carretera, el cual tienen que caminar a la comunidad de San Juan Chactelá, donde abordan los carros para el municipio, el cual sale a partir de las 4:00 horas y de regreso desde la cabecera municipal el último es a las 11:00 horas.

- Vías de acceso a aldea Esquipulas

El acceso a la comunidad de Esquipulas se hace por medio de carretera de terracería desde la cabecera municipal, habiendo una distancia de 41 kilómetros, los cuales se hacen en carro durante 3 horas, esta vía es transitable todo el año, solamente con dificultad de acceso en el período de invierno. Para ir al centro de la microregión de San Juan Chactelá del cual los separan 4 kilómetro, emplean 1 horas a pie y 10 minutos en carro.

Para movilizarse hacia Playa Grande, los comunitarios disponen de transporte particulares por carretera, el cual sale a las 4:00 y 5:00 horas y regresan a las 12:00 horas.

- Vías de acceso a aldea El Progreso

El acceso se hace por medio de carretera de terracería hasta la aldea Esquipulas y posteriormente caminan para llegar hasta la aldea El Progreso desde la cabecera municipal, habiendo una distancia de 60 kilómetros, los cuales se hacen en carro en 2 horas y el resto 1 hora de caminata desde Esquipulas hasta El Progreso; pero también se puede llegar a la comunidad a través de lancha por medio del río Chixoy, lo cual se hace en 1 hora.

Para ir al centro de la microregión San Juan Chactelá, del cual los separan 6 kilómetros, emplean 1,5 horas a pie. Para movilizarse hacia Playa Grande los comunitarios disponen de transporte público por carretera y río, el cual sale a partir de las 4:00 y 5:00 horas, en cuanto al regreso se hace a partir de las 11:00 horas.

Como se menciona anteriormente que también se utiliza lancha para el municipio y viceversa, pero los comunitarios no especificaron el tiempo que se lleva en cuanto a la movilización.

- Vías de acceso a aldea El Renacimiento

El acceso se hace por medio de carretera de terracería desde la cabecera municipal, habiendo una distancia de 52 kilómetros; los cuales 44 kilómetros se hacen en carro en hora y media, luego se navega 8 kilómetros en lancha haciéndose 1 hora, esta vía es transitable todo el año. Para ir al centro de la microregión San Juan Chactelá, del cual los separan 6 kilómetros, emplean 1 hora y media a pie, por otra vía en el lado oeste.

Para movilizarse hacia Playa Grande, los comunitarios disponen de transporte público por carretera y por el río, el cual sale a partir de las 4:00 horas el primero y el último a las 5:00 horas y de regreso desde la cabecera municipal el último es a las 11:00 horas.

1.1.3.2. Servicios públicos

Se han realizado varios proyectos de urbanización de los principales centros poblados. También se han balastado algunas carreteras internas y se ha señalizado el casco urbano. Un obstáculo a la hora de implementar proyectos de urbanización es la inseguridad jurídica sobre la tenencia de la tierra. El trabajo de regularización y legalización de la tenencia de la tierra le corresponde al Fondo Nacional de Tierras y es un trabajo que recién se inicia.

Además, existen otros problemas, como por ejemplo la ausencia de servicios de agua potable, sistemas de drenajes o tratamiento de aguas negras y pluviales.

El alumbrado público es proporcionado por la Empresa Municipal Rural de Electricidad (EMRE) en la cabecera municipal y el abastecimiento de energía proviene de una planta de combustible, por lo que encarece el servicio. En cuanto a infraestructura básica el municipio cuenta con edificios de diferente caracterización como son salones comunales o de usos múltiples (en un 35 por ciento aproximadamente de las comunidades), auxiliaturas o alcaldías auxiliares (en un 12 por ciento aproximadamente de las comunidades).

El único edificio destinado para mercado se encuentra en construcción, ubicado en la cabecera municipal, el cual tendrá la capacidad de absorber gran parte de la actividad comercial, pero actualmente se encuentra estancada dicha construcción, debido a problemas con la empresa constructora. También existe en la cabecera municipal un edificio destinado para el destace de reses.

La mayoría de servicios se encuentran centralizados en el casco urbano, por lo que en la mayoría de veces se vuelve inaccesible para la población del área rural.

1.2. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Rumor de los Encantos 1, Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento

De acuerdo con la información aportada por las comunidades de la microregión VII y luego de un análisis diagnóstico y priorización de necesidades, se propone la implementación de alternativas de solución.

1.2.1. Descripción de las necesidades

A través de un diagnóstico comunitario, se estableció que las necesidades básicas se enfatizan en los sectores de educación, salud y vías de comunicación.

De acuerdo con la información proporcionada por la Oficina Municipal de Planificación, personas de las comunidades y las visitas de campo, las necesidades urgentes son las siguientes:

- Introducción de agua potable
- Mejoramiento del sistema vial
- Puestos de salud
- Ampliación de energía eléctrica
- Carreteras
- Ampliación de escuelas

1.2.2. Priorización de las necesidades

Tomando en consideración que la falta de vías de comunicación son grandes carencias del municipio, se detecta que la necesidad del diseño del camino rural y el sistema de abastecimiento de agua potable.

2. FASE DEL SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se elaboró el diseño del sistema de conducción y distribución de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 del municipio de Ixcán, Quiché.

2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de agua potable será por gravedad, esto debido a la topografía del terreno donde se ubica la fuente de abastecimiento, el tanque de distribución y la población beneficiada.

Un sistema de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores. El sistema básico incluye la infraestructura necesaria para captar el agua de una fuente que reúna condiciones aceptables, realizar un tratamiento previo para luego conducirla, almacenarla y distribuirla a la comunidad en forma regular.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable, deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización. El sistema de abastecimiento de este trabajo se clasificará como uno de agua proveniente de manantial natural, ya que su fuente de abastecimiento es agua subterránea que aflora a la superficie.

El proyecto de diseño de la línea de conducción y distribución consiste en determinar la cantidad, calidad y diámetro adecuado de la tubería para poder conducir el agua necesaria que satisfaga las demandas de la población.

Primero se tiene que determinar la dotación que se utilizará en el diseño del sistema de acuerdo con la necesidad de la población, asimismo se determinarán los valores para cuantificar las demandas máximas diarias y horarias que requiera el proyecto.

Se verificarán después si la fuente de agua propuesta es capaz de cubrir la demanda, y si la fuente no tiene impedimentos técnicos o legales que impidan su empleo.

2.1.2. Localización de la fuente de abastecimiento

El tipo de fuente para el proyecto es de nacimiento de tipo manantial, brote definido. Este nacimiento se encuentra en la aldea Rumor de los Encantos 1.

2.1.3. Aforos de las fuentes de abastecimiento

Se define como la cantidad de agua que produce una fuente, se debe realizar en época de estiaje de la cuenca. El municipio de Ixcán cuenta con nacimientos que son el resultado de la percolación del agua superficial a través de diferentes estratos del terreno y por su recorrido dentro del acuífero, experimenta una filtración que generalmente la hace de buena calidad para el consumo humano.

El aforo se realizó con el Método Volumétrico en el nacimiento, teniendo un caudal de 3,46 litros por segundo.

En la siguiente tabla se observan los resultados del aforo realizado, el cual fue hecho en el nacimiento en la aldea Rumor de los Encantos 1.

Tabla V. **Aforo de la fuente de agua para la aldea Rumor de los Encantos 1**

Prueba	Volumen en litros	Tiempo en segundos
1	18,75	5,36
2	18,75	5,46
3	18,75	5,42
4	18,75	5,39
5	18,75	5,45

Fuente: elaboración propia.

Tiempo promedio = 5,416 segundos

$$Q=\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo promedio}}$$

$$Q=\frac{18{,}75\ \text{l}}{5{,}461\ \text{s}}$$

$$Q=3{,}46\ \text{l/s}$$

2.1.4. Calidad del agua

Para que el agua sea potable debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Las muestras de agua fueron tomadas con base en las especificaciones del INFOM, y luego llevadas al Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala para su respectivo análisis.

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin substancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

- Bacteriológico
- Fisicoquímico

Para garantizar que el agua pueda ser bebida por una población, es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las Normas COGUANOR NGO 29-001.

2.1.4.1. Análisis fisicoquímico

El análisis fisicoquímico es necesario para determinar las características del agua, como lo es el color, sabor, turbidez, olor. La Norma COGUANOR NGO 29001 indica que estas determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. Esto establece que el agua es adecuada para el consumo humano.

2.1.4.2. Análisis bacteriológico

El agua que debe usarse para consumo no debe tener ningún organismo que sea de origen fecal, de acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que

el agua es potable, debido que este resultado es de un instante, se incorporará un sistema de desinfección.

2.1.5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para todo el proyecto se hizo por poligonales abiertas.

2.1.5.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados para tomar en el campo los datos geométricos que permiten construir una figura semejante a la del terreno, proyectado sobre un plano horizontal. Para realizar levantamientos planimétricos existen diferentes métodos, los que por su grado de exactitud se utilizan en diferentes tipos de trabajo.

2.1.5.2. Altimetría

Es el conjunto de trabajos que proporcionan los elementos para conocer las diferencias de altura del terreno, para poder ser proyectado en un plano vertical. Existen varios métodos, pero los básicos son la nivelación diferencial y nivelación taquimétrica.

2.1.6. Criterios y parámetros de diseño

Para garantizar la unidad de criterios dispersos en el diseño y construcción, se emplean las normas para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

2.1.6.1. Período de diseño

Es el período de tiempo estimado en el cual el sistema de abastecimiento de agua potable prestará un servicio satisfactorio. Se recomienda para obras civiles 20 años y para equipos mecánicos de 5 a 10 años.

El período de diseño que recomiendan instituciones como Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR); es de 20 años. También se debe tomar en consideración el tiempo que se lleva en realizar el diseño, gestión y ejecución de la obra, por lo que se le agrega un año más, siendo de 21 años para el período de diseño para este proyecto.

2.1.6.2. Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística y de la información proporcionada por la Oficina de Planificación Municipal, se optó por una tasa del 3,74 por ciento, tomada en cuenta para estimar la población futura.

2.1.6.3. Población actual

De acuerdo al censo que se practicó conjuntamente con el COCODE, se verificó que existen 85 vivienda y 510 habitantes.

2.1.6.4. Estimación de la población futura

La población futura del sistema de abastecimiento de agua potable se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

$$Pf = Po(1+r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

n = número de años en el futuro

Sustituyendo datos en la fórmula de crecimiento geométrico se obtiene para la aldea Rumor de los Encantos 1:

$$Pf = 510(1+0{,}0374)^{21}$$

$$Pf = 1044 \text{ habitantes}$$

2.1.6.5. Dotación

Es la gasto de agua que se le asignará a un habitante en un día, la dotación esta expresada en litros por habitante por día (l/hab/día).

Para fijar la dotación se tomarán en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere. A falta de estos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 l/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 l/hab/día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 l/hab/día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 l/hab/día.

De acuerdo con las normas y al clima predominante cálido, se decidió adoptar una dotación de 120 litros por habitante por día. El tipo de servicio útil en el área rural, es el servicio de conexiones prediales o domiciliares, y de acuerdo con la producción de la fuente, el tipo de servicio más adecuado y factible en el diseño de esta red de distribución, es el de conexiones domiciliares.

2.1.6.6. Caudal de diseño

El caudal a utilizar en la línea de distribución es el caudal máximo horario (Qmh), habiendo considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal máximo horario y el caudal simultáneo, utilizando el mayor de los dos; y por medio del criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

2.1.6.7. Bases de diseño

Las bases de diseño en el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 son los siguientes:

- Población actual 510 habitantes
- Viviendas actuales 85 viviendas
- Período de diseño 21 años
- Tasa de crecimiento poblacional 3,74 %
- Población futura 1 044 habitantes
- Dotación 120 l/hab/d
- Factor día máximo 1,2
- Factor hora máxima 2
- Aforo 3,46 l/s

2.1.6.8. Caudal medio diario

Es un parámetro de diseño que resulta de multiplicar la dotación por la población futura dividido por el número de segundos que contiene un día.

$$Qmd = \frac{Dot \times Pf}{86\ 400}$$

Donde**:**

Qm = caudal medio diario en l/s

Dot = dotación en l/hab/día

Pf = número de habitantes proyectados al futuro

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$Qmd = \frac{120\ l/hab/dia \times 1\ 044\ habitantes}{86\ 400\ s}$$

$$Qmd = 1{,}45\ l/s$$

2.1.6.9. Caudal máximo diario

Primero deberá verificarse si existe un registro de este parámetro para la población específica. De lo contrario deberá considerarse como el producto del caudal medio diario (Qmd) por un factor que va de 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para mayores de 1 000 habitantes.

Se deberá justificar el factor que haya seleccionado. El consumo de agua no es igual en un día de verano como en un día de invierno. El Factor Máximo Diario (FMD) aumenta el caudal medio diario de un 20 a 50 por ciento, considerando el posible aumento del caudal.

$$QMD = Qmd \times FMD$$

Donde:

QMD = caudal máximo diario en l/s

Qmd = caudal medio diario en l/s

FMD = factor máximo diario

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$QMD = 1{,}45 \text{ l/s} \times 1{,}2$$

$$QMD = 1{,}74 \text{ l/s}$$

2.1.6.10. Caudal máximo horario

Es un parámetro de diseño que considera la variación del consumo de agua debido a la hora de su uso, porque a la media noche el consumo es mínimo, mientras que entre las 5 y 7 horas el consumo es máximo, el caudal máximo horario resulta de la multiplicación del caudal medio diario por un factor que va de 2 a 3 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. La selección del factor es inversa al número de habitantes a servir. Se deberá justificar el factor que haya seleccionado.

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$QHM = FHM \times Qmd$$

Donde:

QHM = caudal máximo horario o de hora máxima

FHM = factor de hora máxima

Qmd = caudal medio diario

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$QHM = 2{,}0 \times 1{,}45 \ l / s$$

$$QHM = 2{,}90 \ l / s$$

2.1.7. Diseño hidráulico

Debido a la topografía donde se encuentra ubicado el proyecto, el diseño hidráulico será por gravedad, tanto en la línea de conducción como en la línea de distribución.

2.1.7.1. Diseño y tipo de tubería

Para el diseño hidráulico el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo con el tipo de sistema, para todo diseño se debe utilizar el diámetro interior de la tubería.

En sistemas de abastecimiento de agua potable se utiliza regularmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y tubería de hierro galvanizado (HG). La línea de conducción llevará las siguientes características; debido a la topografía del mismo.

- Tubería de PVC de 160 psi

Cuando se emplea la fórmula de Hazen Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, el coeficiente de fricción C es 150 y para tuberías de HG es 100.

La presión hidrostática debe ser menor de 80 metros columna de agua. La máxima presión permisible es de 90 metros columna de agua. La presión hidrodinámica en la línea no debe ser mayor de 60 metros columna de agua. La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0,3 y 4,0 metros por segundo, en todo el sistema.

2.1.7.2. Captación

La captación recolecta el agua proveniente de fuentes o nacimientos, en el caso de este proyecto el agua se recolectará de un nacimiento de brote definido ladera. La estructura de esta obra se compone de un filtro que será construido de piedra bola y grava, rebalse, desagüe para limpieza, pichacha y tapadera con sello sanitario para la inspección. El tanque será de mampostería de piedra bola y deberá protegerse con una cuneta para evitar el ingreso de corrientes pluviales; finalmente se circula con cerco perimetral para evitar el ingreso de personas y animales.

Para más detalle de los componentes de la captación ver en apéndices en los planos constructivos.

2.1.7.3. Línea de conducción

Para fines de este diseño se estableció con tubería de PVC, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites estimados por sus fabricantes, y solo se utilizará tubería de HG donde existan pasos aéreos o pasos de zanjón.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- Capacidad para transportar el caudal día máximo (Qc).
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

- Diseño de la línea de conducción

Datos: E-0 a E-3

E-0: Cota 100,00 m

E-3, Cota 91,37 m

Longitud(+5%) = 261,96 m

Caudal (Qc) = 1,74 l/s

C = 150

Hf = 8,63 m

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams para obtener el diámetro teórico:

$$D=\sqrt[4,87]{\frac{1743,81141*L*Qc^{1,85}}{Hf*C^{1,85}}}$$

$$D=\sqrt[4,87]{\frac{1743,81141*261,96\ m*1,74\ l/s^{1,85}}{8,63\ m*150^{1,85}}}$$

D = 1,717"

Este diámetro teórico se encuentra entre los diámetros comerciales de 1 ½ y 2 pulgadas:

D comercial = 1 ½", cuyo diámetro interno es; Di = 1,754"

D comercial = 2", cuyo diámetro interno es; Di = 2,193"

Luego se verifica la pérdida para los diámetros comerciales 1 ½" y 2".

$$Hf = \frac{1743{,}81141 * L * Qc^{1{,}85}}{D^{4{,}87} * C^{1{,}85}}$$

$$Hf1_{(2")} = \frac{1\,743{,}81141 * 261{,}96\ m * 1{,}74\ l/s^{1{,}85}}{2{,}193\ pulg^{4{,}87} * 150^{1{,}85}} \qquad Hf1_{(2")} = 2{,}62\ m$$

$$Hf2_{(1\ 1/2")} = \frac{1\,743{,}81141 * 261{,}96\ m * 1{,}74\ l/s^{1{,}85}}{1{,}754\ pulg^{4{,}87} * 150^{1{,}85}} \qquad Hf2_{(1\ 1/2")} = 7{,}77\ m$$

Luego se determina la longitud de tubería para cada diámetro:

$$L1 = L - L2 \qquad L2 = L\left(\frac{Hf - Hf1}{Hf2 - Hf1}\right)$$

$$L2 = 261{,}96\ m * \frac{8{,}63\ m - 7{,}77\ m}{2{,}62\ m - 7{,}77\ m}$$

$$L2 = -\ 43{,}66\ m$$

La longitud es muy corta para utilizar dos diámetros de tubería.

Conclusión: se utilizarán 44 tubos de diámetro de 2 pulgadas en la longitud total de conducción de 261,96 metros.

Verificación de la velocidad:

Velocidad diámetro 2 pulgadas.

$$V = 1{,}973525241 \times Qc / Di^2$$

$$V = 1{,}97352541 \times 1{,}47 \text{ l/s} / (2{,}193 \text{ m})^2$$

$$V = 0{,}60 \text{ m/s} \qquad \text{OK} \qquad 0{,}3 < V < 4 \text{ m/s}$$

Cota Piezométrica

$$CP(E\text{-}3) = 100{,}00 \text{ m} - 2{,}62 \text{ m} = 97{,}38 \text{ m}$$

$$\text{Presión dinámica en E-3} = 97{,}38 - 91{,}37 = 6{,}01 \text{ m}$$

2.1.7.4. Tanque de almacenamiento

De acuerdo a las características del terreno y a los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y en los tanques elevados predomina el uso de acero.

El tanque para éste caso se construirá de concreto ciclópeo, debido a la facilidad que hay en el lugar de conseguir piedra, por lo que bajan los costos de materiales para el mismo.

El tanque se realizará con el método de muros por gravedad. Dichos muros son fáciles de construir y su estabilidad depende de su propio peso.

- Determinación del volumen de almacenamiento

En este caso se construirá un tanque de distribución con muros y cimiento de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40 por ciento del consumo medio diario estimado en este proyecto.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40\% \times Qmd$$

Datos:

Qmd =1,45 l/s

1día = 86 400 segundos

1 m^3 = 1 000 litros

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$\text{Volumen} = 0{,}40 \times 1{,}45\ l/s\ (86\ 400\ s/1\ 000\ l)$$

$$\text{Volumen} = 50\ m^3$$

El tanque tendrá una capacidad para almacenar 50 metros cúbicos de agua, sus muros estarán semienterrados, también cuenta con un hipoclorador.

- Diseño de la losa del tanque de distribución

Datos:

Carga viva = 100 kg/m^2

Peso específico concreto: γ_c = 2 400 kg/m^3

f'c = 210 kg/cm^2

fy = 2 810 kg/cm^2

Sobre carga = 90 kg/m^2

a= 5,45 m

b= 5,45 m

Espesor de la losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} \rightarrow \quad t = \frac{5{,}45\text{ m}+5{,}45\text{ m}+5{,}45\text{ m}+5{,}45\text{ m}}{180} \quad \rightarrow \quad t = 0{,}12\text{ m}$$

$$m = \frac{a}{b} \rightarrow \quad m = \frac{5{,}45\text{ m}}{5{,}45\text{ m}} \quad \rightarrow \quad m=1 \rightarrow \quad m > 0{,}5 \quad \rightarrow \text{losa en dos direcciones}$$

Integración de cargas

CV = carga viva

CM = carga muerta

CU = carga última

M = momento nominal

Peso propio de la losa = 2 400 kg/m^3 x 0,12 m x 1,00 m = 288 kg/m

CV= 100 kg/m^2 x 1,00 m = 100 kg/m

CU= 1,7 CV + 1,4 CM

CU= 1,7(100 kg/m) + 1,4(288 kg/m + 90 kg/m)

CU = 170 kg/m + 529,2 kg/m

CU= 700 kg/m

Momentos actuantes

Según el Método 3 del ACI:

$$M_a^+ = c_a * CM * la^2 + c_a * CV * lb^2$$

$$M_b^+ = c_b * CM * la^2 + c_b * CV * lb^2$$

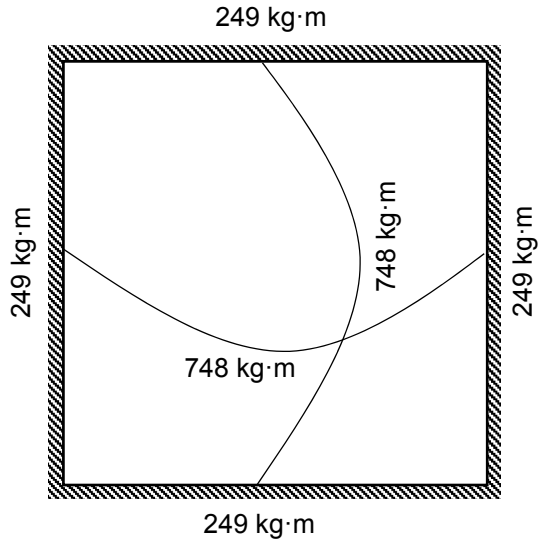
$$M^-_{(a,b)} = {}^1/_3\ M^+$$

M_a^+=0,036 (529,2 kg/m)(5,45 m)^2 +0,036 (170,0 kg/m)(5,45 m)^2 → $M_{(a)}^+$= 748 kg·m

M_b^+=0,036 (529,2 kg/m)(5,45 m)^2 +0,036 (170,0 kg/m)(5,45 m)^2 → $M_{(b)}^+$= 748 kg·m

$M_{(a,b)}^-$= $^1/_3$ M^+ → $M_{(a,b)}^-$= $^1/_3$ (748) → $M_{(a,b)}^-$= 249 kg·m

Figura 2. **Diagrama de momentos en la losa del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

Cálculo del peralte efectivo

Asumiendo acero de 3/8”

$$d = t - rec - \phi/2$$

d= 12,00 cm – 2,00 cm – 0,95/2 cm → d= 9,50 cm

Cálculo de refuerzo mínimo requerido

b = 100 cm

d= 9,5 cm

$$As_{min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$$

$$As_{min} = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{fy}\right)\cdot b\cdot d$$

Donde:

$As_{mín}$ = área de acero mínimo

fy = resistencia del acero

b = franja unitaria en la losa

d = peralte efectivo

$$Asmin = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{2\,810\ kg/cm^2}\right)(100\ cm)(9{,}50\ cm)$$

$$\rightarrow\ Asmin = 1{,}91\ cm^2$$

Cálculo del refuerzo requerido:

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu*b}{0{,}003825*f'c}}\right] * \frac{0{,}85*f'c}{fy}$$

$$As = \left[100*9{,}5 - \sqrt{(100*9{,}5)^2 - \frac{748*100}{0{,}003825*210}}\right] * \frac{0{,}85*210}{2810}$$

$$\rightarrow\ As = 3{,}20\ cm^2$$

Cálculo del espaciamiento:

S = (área de la varilla * base) / As

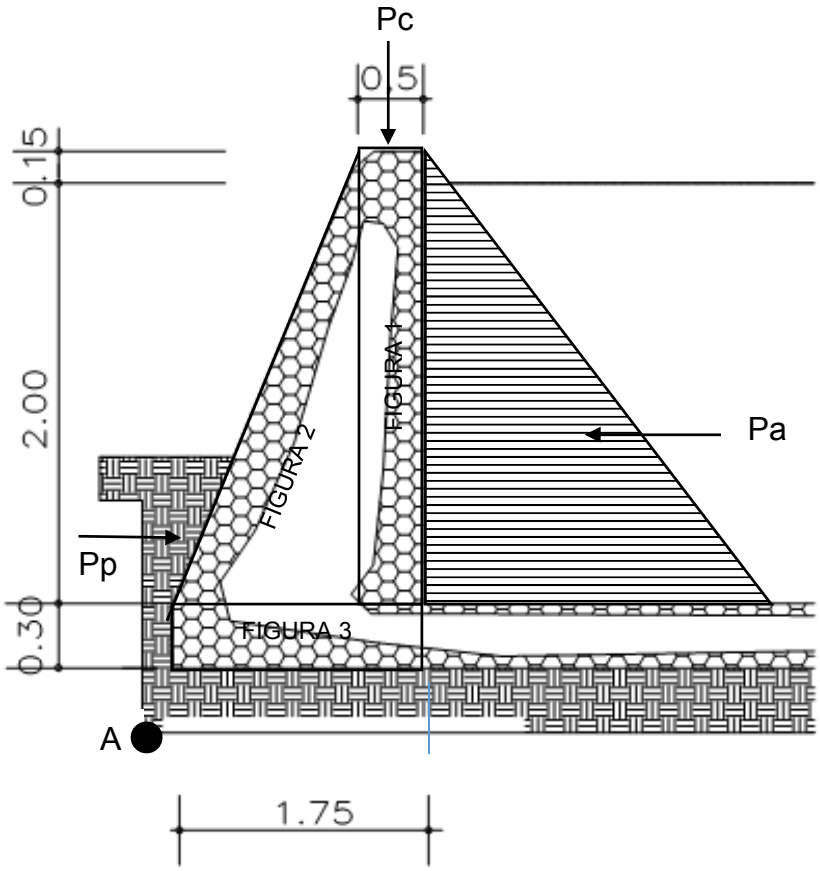
$S = (0{,}71\ cm^2 x 100\ cm) / 3{,}20\ cm^2$

S = 22,19 cm

Armado: utilizar varillas de acero N° 3 @ 0,20 en ambos sentidos.

- Diseño del muro del tanque

Figura 3. **Detalle de muro del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2014.

Datos:

Ángulo fricción interna:	$\Phi = 30º$
Peso específico del agua:	$\gamma_{agua} = 1\ 000\ kg/m^3$
Peso específico del concreto:	$\gamma_c = 2\ 400\ kg/m^3$
Peso específico del concreto ciclópeo:	$\gamma_{cc} = 2\ 500\ kg/m^3$
Valor soporte del suelo:	$VS = 20\ Ton/m^2$
Peso de la losa como carga puntual	Pc

Cálculo del peso de la losa:

$$W_{losa} = \frac{CuxA}{L}$$

Donde:

Cu = carga última de la losa

A = área tributaria de la losa

L = longitud de muro

$$W\ losa = 700\frac{kg}{m} x\ \frac{12{,}50\ m^2}{7{,}30\ m}$$

$$W\ losa = 1\ 200\ kg$$

$$Pc = 1\ 200\ Kg$$

Cálculo de la presión activa:

$$Pa = \frac{Ca\ x\ \gamma_{agua}\ xH^2}{2}$$

Donde:

γ_{agua} = peso específico del agua (1 000 kg/m^3)

H = altura efectiva del muro

Ca = coeficiente de fricción, que va ser igual a:

$$Ca = \frac{1\text{-sen}\ \Phi}{1\text{+sen}\ \Phi}$$

$$Ca = \frac{1\text{-sen}\ 30}{1\text{+sen}\ 30}$$

$$Ca=0,33$$

$$Pa = \frac{0,33 \text{ x } 1\,000 \text{ kg/m}^3 \text{ x } (2 \text{ m})^2}{2}$$

$$Pa = 660 \text{ kg}$$

Cálculo de la presión pasiva:

$$Pp= \frac{Cp \text{ x } \gamma_{suelo} \text{x } h^2}{2}$$

Donde:

γ_{suelo} = peso específico del suelo (1 800 kg/m^3)

h = altura efectiva de trabajo

Cp = coeficiente de fricción, que va ser igual a:

$$Cp= \frac{1+\text{sen } \Phi}{1-\text{sen } \Phi}$$

$$Cp= \frac{1+\text{sen } 30}{1-\text{sen } 30}$$

$$Cp=3,00$$

$$Pp = \frac{3,00 \text{ x } 1\,800 \text{ kg/m}^3 \text{ x } (0,68 \text{ m})^2}{2}$$

$$Pp = 1\,248,48 \text{ kg}$$

Cálculo del momento de volteo respecto del punto A:

$$Mv = Pa \times brazo$$

$$Mv = (660\ kg)\ (0{,}30\ m + \frac{2}{3} m)$$

$$Mv = 638\ kg \cdot m$$

Tabla VI. **Cálculo de momentos actuantes respecto de A**

Fig.	Peso específico	Área	Fuerza kg	Brazo de palanca	Momento kg-m
1	2 500	2,15*0,5	2 687,50	1,50	4 031,25
2	2 500	0,5*1,25*2,15	3 359,38	0,83	2 798,36
3	2 500	1,75*0,3	1 312,50	0,88	1 148,44
Losa	----------	----------	1 200,00	1,50	1 800,00
		Sumatoria	8 559,38		9 778,05

Fuente: elaboración propia.

Chequeo contra volteo:

$$FSV = MR/Mv$$

$$FSV = \frac{9\ 778{,}05\ kg \cdot m}{638\ kg \cdot m}$$

$$FSV = 15,\ 06$$

FSV >1,5 por lo cual si resistirá el momento de volteo.

Chequeo contra deslizamiento:

$$Ff = \mu \times \text{sumatoria de fuerzas}$$

Donde:

Ff = fuerza de fricción entre el suelo y el muro

μ = factor de deslizamiento entre el muro y el suelo

$$Ff = 0{,}45 \times 8\,559{,}37 \text{ kg}$$

$$Ff = 3\,851{,}72 \text{ kg}$$

$$FSD = \frac{Pp+Ff}{Pa}$$

$$FSD = \frac{1\,248{,}48 \text{ kg} + 3\,851{,}72 \text{ kg}}{660 \text{ kg}}$$

$$FSD = 7{,}72$$

FSD > 1,5 por lo tanto chequea contra deslizamiento

Chequeo de capacidad de carga del suelo:

$$X = \frac{MR - MV}{W}$$

Donde:

X = distancia aplicada

MR = momento resistente

MV = momento volteo

W = carga del muro

$$X = \frac{9\ 778{,}05\ kg \cdot m - 638\ kg \cdot m}{8\ 559{,}38\ kg}$$

$$X = 1{,}07\ m$$

$$e = X - l/2$$

$$e = 1{,}07\ m - 1{,}75\ m/2$$

$$e = 0{,}195\ m$$

$$q = w/l \pm 6 \times e \times w/l^2$$

$$q = 8\ 559{,}38\ kg/1{,}75\ m \pm 6 \times 0{,}195\ m \times 8559{,}38\ kg/(1{,}75\ m)^2$$

$$q_{máx} = 11\ 829{,}41\ kg/m^2$$

$$qmáx < 20\ 000\ kg/m^2$$

$qmáx < q_{soporte}$, por lo tanto sí resistirá el suelo la presión que se le haga.

2.1.7.5. Sistema de desinfección

Para este proyecto se propone utilizar un hipoclorador. Se usará uno solo, que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65 por ciento diluido en agua en pequeñas dosis directamente al caudal de entrada en el tanque de distribución.

La dosis de cloro necesario para aplicar la solución a la entrada del tanque, es decir, el flujo de cloro (Fc) en gramos por hora se calcula de la siguiente manera:

$$Fc = Qe*Dc*0{,}06$$

Donde:

Qe = caudal de agua en la entrada del entrada del tanque en litros por segundo

Dc = demanda de cloro mg/litro (se estima una demanda de cloro de 0,02 mg/l)

$$Fc = 104{,}40\ l/min * 2\ PPM * 0{,}06 = 12{,}53\ g/hr$$

El flujo de cloro del hipoclorador es de 12,53 gramos por hora, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$$\frac{12{,}53\ g}{hr} * \frac{24\ hr}{dia} * \frac{30\ dias}{mes} * \frac{1\ tableta}{300\ g} = 30{,}07 \frac{tabletas}{mes}$$

Total= 30 tabletas / mes

2.1.7.6. Línea de distribución

En el diseño de la línea de distribución, se consideran los siguientes factores:

- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
- La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad durante el período de diseño.
- Se deberá servir directamente al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliares, aunque se podrían instalar llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.
- Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Para diseñar la red de distribución, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La máxima presión estática que soportan las tuberías es de 160 libras por pulgada cuadrada o 90 metros columna de agua, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 libras por pulgada cuadrada o tubería HG.
- En la línea de distribución la máxima presión estática permitida es de 80 metros columna de agua, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.
- La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 metros columna de agua, que es la necesaria para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de grifo. Se pueden tener presiones hasta 7 metros columna de agua siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 metros columna de agua, pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.
- En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del fluido, para saber si esta se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0,30 hasta 4,00 metros por segundo. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobre presión, que se debe al golpe de ariete.

2.1.7.7. Red de distribución

Es un sistema de tuberías unidas entre sí que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor. Se utilizó un sistema de ramales abiertos.

- Ejemplo de diseño de línea de distribución

Datos:
E-3 a E-5
E-3: cota 91,37 m
E-5: cota 76,90 m
Longitud (+5%) = 93,471 m
Caudal (Qd) = 2,90 l/s
C = 150 (tubería PVC)
Presión anterior = 0 mca

Cálculo presión estática = 91,37m – 76,90 m = 14,47 mca

Aplicando la ecuación de Hazen-Williams para obtener el diámetro teórico:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743.81141 * L * Qd^{1,85}}{Hf * C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743.81141 * 93,471\ m * (2,90\ l/s)^{1,85}}{14,47\ m * 150^{1,85}}}$$

D = 1,517"

Este diámetro teórico se encuentra entre los diámetros comerciales de 1½ y 2 pulgadas.

Utilizando el diámetro comercial de 2 pulgadas, cuyo diámetro interno es 2,193 pulgadas para ser conservadores por ser el tramo inicial de la línea de distribución y de esta manera disminuir la pérdida de carga.

Luego se verifica la pérdida para el diámetro comercial 2 pulgadas.

$$Hf = \frac{1\,743{,}81141 * L * Qd^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$Hf(2") = \frac{1\,743{,}81141 * 93{,}471\ m * 2{,}90\ l/s^{1,85}}{2{,}193^{4,87} * 150^{1,85}}$$

$$Hf_{(2")} = 2{,}40\ m$$

Verificación de la velocidad:

Velocidad diámetro 2”.

$$V = 1{,}973525241 \times Qc/Di^2$$

$$V = 1{,}97352541 \times (2{,}90\ l/s) / (2{,}193\ pulg)^2$$

$$V = 1{,}2\ m/s \quad OK \quad 0{,}3\ m/s < V < 4\ m/s$$

Luego se verifica la presión disponible:

Presión disponible = presión anterior + presión estática – pérdida de carga

Presión disponible = 0 mca + 14,47 mca – 2,40 mca

Presión disponible = 12,07 mca OK

Cota piezométrica = cota terreno final + presión disponible

Cota piezométrica = 76,90 mca + 12,07 mca

Cota piezométrica en E-5 = 88,97 mca

2.1.7.8. Conexiones domiciliares

Las conexiones domiciliares de un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como finalidad suministrar el vital líquido en condiciones aceptables a la población, a través de un servicio domiciliar. En total serán instaladas 85 conexiones domiciliares, cada instalación contará con tubería de acometida PVC de diámetro ½ pulgada. Hoy en día se construyen con tubería y accesorios de PVC y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua).

2.1.8. Obras hidráulicas

Utilizadas en las líneas de conducción y distribución se tiene una caja de captación, pasos aéreos y de zanjones, cajas unificadoras de caudal, cajas distribuidoras de caudal y cajas para válvulas.

2.1.8.1. Caja de captación

Obra hidráulica que tiene como fin recolectar el agua necesaria para luego trasladarla al tanque de distribución. Su objetivo principal es dotar al tanque de almacenamiento de flujo de agua previsto durante todo el año. El tipo de obra que se puede emplear, depende de la fuente y estas son las siguientes:

- Manantial de ladera: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.

- Manantial con fondo concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.
- Manantial de fondo difuso: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento en zonas verticales en un área extensa.
- Galerías de infiltración: son usadas en caso de fuentes subsuperficiales o en aquellas fuentes superficiales que no reúnen condiciones de potabilidad requeridas o que tiene una turbidez por encima de los límites establecidos por las normas. Constituyen un método de captación indirecta, en el cual se aprovecha la filtración natural para mejorar las condiciones de potabilidad del agua superficial. Pero en el área rural su uso es limitado debido a su alto costo de construcción y a lo difícil de su mantenimiento.
- Pozos escavados: se emplean en casos de fuentes del subsuelo o para la captación indirecta de aguas superficiales, cuando la contaminación y turbidez está por encima de los límites aceptados.
- Pozos perforados: estos tienen la característica de que se usan cuando la fuente se encuentra muy profunda.
- Aguas superficiales: estas aguas son captadas a nivel superficial y que poseen en su mayoría agua de lluvia, pero además poseen agua que corre por el suelo o que brota de la tierra.

2.1.8.2. Pasos de zanjón

Cuando es necesario salvar irregularidades del terreno, depresiones pronunciadas o atravesar arroyos pequeños se pueden utilizar las obras de arte denominados pasos de zanjón. Para los pasos de zanjón se utiliza tubería HG del mismo diámetro en donde se instale la tubería expuesta, ver anexos para detalles constructivos.

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1, se utilizaron cuatro pasos de zanjón tipo B y un paso de zanjón tipo A.

Tabla VII. **Localización de pasos de zanjón del sistema de abastecimiento de agua potable**

Pasos de zanjón tipo B	**Pasos de zanjón tipo A**
Entre las estaciones	En la estación:
E-PM2/13-14 y E-14	E-21
E-PM32-33 y E-33	
E-39 y E-39,2	

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.3. Pasos aéreos

Los pasos aéreos se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, ríos, quebradas, entre otros. Los pasos aéreos están constituidos por dos torres de concreto reforzado debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero, el cual va sujetado a dos pesos muertos (anclajes) que están enterrados uno a cada lado; esto con la finalidad de que este cable cuelgue por medio de péndolas. Para el proyecto se ubicaran 4 pasos aéreos de 40 metros de longitud y 2 pasos aéreos de 20 metros de longitud.

Tabla VIII. **Localización de pasos aéreos del sistema de abastecimiento de agua potable**

Pasos aéreos Luz = 40 ml		**Pasos aéreos Luz = 20 ml**	
Inicio del paso	Fin del paso	Inicio del paso	Fin del paso
E-0.1	E-0.3	E-PM 6,1	E-PM 6,3
E-8.1	E-8.3	E-35,1	E-35,3
E-11.1	E-11.3		
E-20	E-PM1/20-21		

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de paso aéreo de 40 metros de luz

Datos:

Luz del claro = 40 metros = 131,23 pies

Diámetro tubo HG = 3 pulgadas

Peso propio del tubo HG = 7,58 lb/pie

Peso propio del tubo HG = 11,3 kg/m

Peso del cable = 1,85 lb/pie

Peso de los accesorios = 0,52 lb/pie

Peso del agua = 62,4 lb/pie^3

Cálculo de cargas verticales:

Carga muerta

CM = peso tubería + peso del agua + peso del cable

W tubería = peso tubería + peso accesorios

W tubería = 8,1 lb/pie

Vol. agua = luz*(D^2/4)*π

Vol. Agua = 11 131,52 $pulg^2$

Vol. del agua = 6,44 pie^3

Peso del agua = vol * peso agua / luz

Peso del agua = 3,06 lb/pie

CM = 8,10 lb/pie + 3,06 lb/pie +1,85 lb/pie

CM = 13,01 lb/pie

Carga viva

CV = peso promedio de una persona / 20 pies

CV = 150 lb / 20 pies

CV = 7,50 lb / pie

Cálculo de Cargas Horizontales

Velocidad del viento = 67 km/h (caso extremo Guatemala)

Presión del viento = 20 lb/pie^2

W = diámetro tubería*presión del viento

Wv= 2" * (1'/12") * 20 lb/pie^2

Wv = 5,00 lb/pie

Integración de cargas según ACI 318, la mayor entre:

U1= 0,75 (1,4 CM +1,7 CV + 1,7 Wv) y U2=1,4CM+1,7CV

U1 = 0,75 (1,4 (13,01 lb/pie) + 1,7(7,50 lb/pie) + 1,7(3,33 lb/pie))

U1 = 29,60 lb/pie

U2 = 1,4 (13,01 lb/pie) + 1,7(7,50 lb/pie)

U2 = 30,97 lb/pie

Entonces U = 30,97 lb/pie

- Diseño del cable principal

De acuerdo al *Wire Rope Handbook 1963* Sección 3, las tensiones del cable están dadas por:

$$TH = (U*S^2)/(8d)$$

$$T = TH*(1+(16*d^2/S^2))^{(1/2)}$$

$$TV = (T^2 - TH^2)^{(1/2)}$$

Donde:

TH = tensión del cable

T = tensión máxima del cable

TV = tensión vertical

U = carga última

S = luz

Según el Dr. Steinman recomienda una relación económica de flecha y luz de S/9 hasta S/12:

S/12 = 40 m/12 = 3,33 m

S/9 = 40 m/9 = 4,44 m

Tabla IX. **Cálculo de la flecha de paso aéreo de 40 metros de luz**

U(lb/pie)	S(pies)	d(m)	d(pie)	TH (lb)	T(lb)	TV(lb)
30,97	131,232	2,59	8,50	7 845,62	8 104,492	2 032,01
30,97	131,232	2,96	9,71	6 864,92	7 159,340	2 032,01
30,97	**131,232**	**3,33**	**10,93**	**6 102,15**	**6 431,585**	**2 032,01**
30,97	131,232	3,70	12,14	5 491,93	5 855,801	2 032,01
30,97	131,232	3,95	12,95	5 148,69	5 535,165	2 032,01
30,97	131,232	4,44	14,57	4 576,61	5 007,439	2 032,01

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se seleccionó la flecha de 3,33 metros, donde se tiene la tensión máxima del cable, considerando la relación económica.

El cable que se utilizará es cable de alma de acero de 6 x 26 hilos. Los cables deben diseñarse con un factor de seguridad > 3, se propone utilizar cable diámetro 1 pulgada. Cable diámetro 1 pulgada, esfuerzo de ruptura 103 180 libras, peso = 1,85 libras por pie.

Longitud total del cable

La longitud suspendida entre soportes se define con la fórmula siguiente:

$l = S+(8d^2)/(3S)$ $\quad$ $l = 40\ m + 8\ (3{,}33\ m)^2/(3 \times 40\ m)$

$l = 40{,}74$ metros

$l = 41$ metros

Según Steinman recomienda la relación adecuada de S/4 como longitud de tensor:

Long. tensor = (40 m /4) = 10 metros

La longitud total del cable (L) está determinada por la longitud suspendida entre soportes, más la longitud del tensor multiplicada por 2, ya que hay un tensor a cada lado del paso aéreo.

L = l + 2*(long. tensor)

L = 61 metros

La longitud del cable se incrementará en un 15 por ciento por dobleces de anclajes y por los empalmes:

L(+15%)=70,15 metros

- Cálculo de péndolas o tirantes

Separación máxima 2,00 metros; el tirante central debe ser mayor o igual a 0,50 metros.

Carga de trabajo:

$$Qt = U*L$$

Donde:

U = carga última

L = separación entre péndolas

$$Qt = (23{,}08\ lb/pie)*(2{,}00\ m*(3{,}28\ pies/1\ m))$$

$$Qt = 203{,}15\ libras$$

Se usará cable con alma de acero de ½ pulgada de diámetro con una resistencia a la ruptura de 26 620 libras. La longitud de las péndolas se calcula con la fórmula siguiente:

$$Y = (U*X(S-X)) / (2*TH)$$

Donde:

Y = variación de la flecha

U = 30,97 lb/pie → 46,13 kg/m

TH = 6 102,15 lb → 2 771,18 kg

X = variable

S = 40 metros

Tabla X. **Longitud de las péndolas del paso aéreo de 40 metros de luz**

Péndola N°	X(m)	S-X (m)	U/(2*TH)	Y (m)	Longitud péndola	# pend	Long.x#pend (m)
1	2,00	38,00	0,0083	0,63	2,97	2	5,93
2	4,00	36,00	0,0083	1,20	2,40	2	4,80
3	6,00	34,00	0,0083	1,70	1,90	2	3,80
4	8,00	32,00	0,0083	2,13	1,47	2	2,94
5	10,00	30,00	0,0083	2,50	1,10	2	2,21
6	12,00	28,00	0,0083	2,80	0,80	2	1,61
7	14,00	26,00	0,0083	3,03	0,57	2	1,14
8	16,00	24,00	0,0083	3,20	0,40	2	0,81
9	18,00	22,00	0,0083	3,30	0,30	2	0,61
10	20,00	20,00	0,0083	3,33	0,27	1	0,27
					sumatoria long.		24,12

Fuente: elaboración propia.

Debido a los cables y abrazaderas, la longitud total de las péndolas se debe aumentar en 15 por ciento. La longitud total es de 27,74 metros.

- Columnas

Datos:

Resistencia a compresión concreto: f'c = 210 kg/cm^2

Módulo de Elasticidad del concreto: Ec = 15 100$\sqrt{f'c}$

Ec = 15 100*$\sqrt{f'c}$ → Ec = 15 100√(210 kg/cm^2) → Ec = 218 820 kg/cm^2

Ec = 2,2 x 10^9 kg/m^2

fy = 2 810 kg/cm^2

Peso específico del concreto: ɣc = 2,4 Ton/m^3

Peso específico del suelo: ɣs = 1,6 Ton/m^3

Peso específico del concreto ciclópeo: $\gamma cc = 2{,}0$ Ton/m^3

Valor soporte del suelo: Vs= 20 Ton/m^2

Ángulo de fricción interna: $\phi = 30º$

Datos de la columna:

Sección de la columna: 1,00 x 1,00 metros

Altura total: 4,00 metros

Esbeltez, para que la columna sea esbelta 22 < K * Lu/rG < 100; por razones económicas se diseñaran como columnas cortas: 22 > K* Lu/rG

Inercia: $I = BH^3/12$

Chequeo de esbeltez: esb = K*Lu/rG

Donde:

K=2 (constante por las condiciones de empotramiento de la columna)

Lu = luz libre

$rG = (I/A)^{1/2}$

Tabla XI. **Datos de la columna del paso aéreo de 40 metros de luz**

B(m)	h(m)	Inercia (m^4)	Radio de giro rG	Esbeltez altura (m) 3,00	Esbeltez altura 3,50 m	Esbeltez altura 4,00 m
0,80	0,80	0,0341	0,23	25,98	30,31	34,64
0,90	0,90	0,0547	0,26	23,09	26,94	30,79
1,00	**1,00**	0,0833	0,29	**20,78**	24,25	27,71
1,10	1,10	0,1220	0,32	18,90	22,04	25,19

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados de la tabla anterior se adopta una columna de sección de 1,0mx1,0m y una altura libre de 3,00 metros.

Carga crítica de una columna (Pcr)

Para una columna en voladizo se utiliza la fórmula de Euler:

$Pcr = (2*Ec*I*\pi^2)/(K*Lu)^2$

$Pcr = (2*Ec*I*\pi^2)/(K*Lu)^2$

$Pcr = (2*2,2*E+09\ kg/m^2*0,0833\ m^4*\pi^2)/(2,00*3,00\ m)^2$

Pcr = 1E+08 kg

Pcr = 99984,9 Ton

$$Pcr = (2*Ec*I*\pi^2)/(K*Lu)^2$$

$$Pcr = (2*2,2\ E+09\ kg/m^2*0,0833\ m^4*\pi^2)/(2*3,00\ m)^2$$

$$Pcr = 1x10^8\ kg$$

$$Pcr = 99\ 985\ Ton$$

- Refuerzo en la columna

Considerando que en la columna solo está actuando una carga axial muy pequeña, en comparación con la resistencia de la columna al tener un valor de:

TV = 2 032,01 lb → 0,92 Ton

Según criterios del ACI 318 establece que cuando un elemento tiene una sección transversal mayor a las requeridas para las condiciones de carga, se puede emplear un área efectiva reducida:

As min= (0,01*área gruesa)/2

As min= (0,01*100 cm*100 cm)/2

As min = 50 cm^2

Armado será de 18 varillas N° 6, teniendo un área de: As(18 N° 6) = 51,57 centímetros cuadrados, por lo tanto el refuerzo transversal será de estribos N° 3 @ 0,20 metros.

- Zapatas

Se propone una zapata de 1,90 por 1,90 metros y un espesor de 0,40 metros, con un recubrimiento mínimo de concreto de 0,075 metros.

Factor de carga última

$$Fcu = U/(CM+CV)$$

$$Fcu = 30{,}97\ lb/pie/(13{,}01\ lb/pie+7{,}50\ lb/pie)$$

$$Fcu = 1{,}51$$

Integración de cargas que soporta la zapata Pz:

Tensión vertical: TV = 0,92 Ton

Peso de la columna = 7,2 Ton

$(1{,}00\ m)^2*3{,}00\ m*2{,}4\ Ton/m^3)$

Peso del suelo = 4,18 Ton

$1{,}00\ m*((1{,}90\ m)^2 - (1{,}00\ m)^2)*1{,}6\ Ton/m^3$

Peso de la zapata = 3,47 Ton

$(1{,}90\ m x 1{,}90\ m x 0{,}40\ m)*2{,}4\ Ton/m^3$

$$Pz = 15{,}76\ Ton$$

Chequeo de capacidad de soporte de la zapata:

$$Pz/Az < Vs$$

Donde:

Pz = suma de cargas que actúan sobre la zapata

Az = área de la zapata

Vs =valor soporte

$$\frac{15{,}76 \text{ Ton}}{3{,}61 \text{ m}^2} < 20 \text{ Ton/m}^2$$

$$4{,}37 \text{ Ton/m}^2 < 20 \text{ Ton/m}^2 \quad \text{OK}$$

Cálculo de la carga última que soporta la zapata:

$$Wuz = Pz*Fcu$$

$$Wuz = 15{,}76 \text{ Ton} * 1{,}51$$

$$Wuz = 23{,}80 \text{ Ton}$$

Chequeo por corte simple:

$$Va < Vc$$

Donde:

Va = corte actuante debido a la carga

Vc = corte resistente del concreto

$$Va=Wuz*Lz*(Lz-B-rec)$$

$$Va=23{,}80 \text{ Ton}*1{,}90 \text{ m}*(1{,}90 \text{ m}-1{,}00 \text{ m}-0{,}075 \text{ m})$$

$$Va = 37{,}31 \text{ Ton}$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{f'c})*Lz*d$$

$$d = t-rec-\phi/2, \text{ asumiendo varillas N° 3}$$

$$d = 0{,}40\ m - 0{,}075\ m - (0{,}0127\ m)/2$$

$$d = 0{,}3187\ m$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{210\ kg/cm^2})*190\ cm*31{,}87\ cm$$

$$Vc = 39\ 525{,}01\ kg$$

$$Vc = 39{,}53\ Ton$$

$$Va = 37{,}71\ Ton < Vc = 39{,}53\ Ton \quad OK$$

Chequeo por corte punzonante:

$$Va < Vc$$

$$Va = Wuz(Az-Ap)$$

Donde:

Az = área de la zapata

Ap = área punzonante

Wuz = carga última de la zapata

$$Ap = (B+d)^2$$

Donde:

B = base de la sección de la columna

d = peralte

$$Ap = (1{,}00\ m + 0{,}3187\ m)^2$$

$$Ap = 1{,}74\ m^2$$

$$Va = 23{,}80\ Ton*(3{,}61\ m^2 - 1{,}74\ m^2)$$

$$Va = 44{,}53\ Ton$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{f'c})*(\text{perímetro punzonante})*d$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{f'c})*(4(B+d))*d$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{210\ kg/cm^2})*(4(100\ cm+31{,}87\ cm))*31{,}87\ cm$$

$$Vc = 109\ 747\ kg$$

$$Vc = 109{,}75\ Ton$$

$$Va = 44{,}53Ton < 109{,}75\ Ton \quad OK$$

Chequeo por flexión:

$$Mu = (Wuz*B^2)/2$$

$$Mu = (23{,}80\ Ton*(1{,}00\ m)^2)/2$$

$$Mu = 11{,}90\ Ton\cdot m$$

$$Mu = 11\ 899{,}65\ kg\cdot m$$

Cálculo del refuerzo:

Mu = 11 899,65 kg·m

fy = 2 810 kg/cm^2

f'c = 210 kg/cm^2

Peralte d = 31,87 cm

Base b = 100 cm

Área de acero requerida:

$$As = \left((b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \left(\frac{Mu*b}{0{,}003825*f'c} \right)} \right) *0{,}85*\frac{f'c}{fy}$$

$$As = \left((100*31,87) - \sqrt{(100*31,87)^2 - \left(\frac{11899,65*100}{0,003825*210}\right)} \right) *0,85* \frac{210}{2810}$$

$$As = 15,35\ cm^2$$

$$\rho_c = As/(bd)$$

$$\rho_c = 0,0048$$

$$\rho_{min} = (0,40*14,1)/fy$$

$$\rho_{min} = 0,002$$

$$As_{min} = \rho_{min}*b*d$$

$$As_{min} = (0,0020*100\ cm*31,87\ cm)$$

$$As_{min} = 6,40\ cm^2$$

Utilizando varillas N° 6 se tiene:

15,54 cm²	→	100 cm
2,8652 cm²	→	S

S=18,44 cm

Armado de zapata: se colocará hierro N° 6 @ 0,15 m en ambos sentidos.

- Anclajes o muertos de concreto

Los anclajes soportaran las tensiones de los cables:

TH=	6 102,15	lb	TH=	2,77	kg
T=	6 431,58	lb	T=	2,92	kg
TV=	2 032,01	lb	TV=	0,92	kg

Utilizando los factores de Rankin:

Kp =	3,00	$W = h^3 * \gamma cc$	
Ka =	0,33	$W = 2h^3$	
	$Pa = Ka*\gamma s*h^3/2$	$Pa = 0,33*1,6*h^3/2$	$Pa = 0,264h^3$
	$Pp = Kp*\gamma s*h^3/2$	$Pp = 3*1,6*h^3/2$	$Pp = 2,4h^3$

Mp = Pp*h/3	Mp = (2,4h^3)*h/3	$Mp = 0,80h^4$
Mact = Pa*h/3	Mact = (0,264h^3)*h/3	$Mact = 0,088h^4$

Chequeo contra volteo:

Se aplica la ecuación: ∑ MR < 1,5 MA para hallar la altura del anclaje

$$Mp + W*(h/2)=1,5*((TV*h/2)+(TH*h/2)+Mact)$$

$$0,80\ h^4+2\ h^3*(h/2)=1,5*((0,92)*h/2+2,77*h/2+0,088\ h^4)$$

$$h = 1,18\ m$$

Verificación contra deslizamiento:

$$\sum FHres/\sum FHact > 1,5$$

$$(Cfs*(W-TV)+Pp)/(TH+Pa) > 1,5$$

Donde:

Cfs = 0,90*tg(30º)

Cfs = 0,5196

$$W = 2h^3 \rightarrow W = 2(1,18)^3 \rightarrow W = 3,29Ton$$

$$Pa = 0,264h^3 \rightarrow Pa = 0,264(1,18)^3 \rightarrow Pa = 0,43Ton$$

$$Pp = 2,4\ h^3 \rightarrow Pp = 2,4(1,18)^3 \rightarrow Pp = 3,94\ Ton$$

(0,5196*(3,29+B383 Ton-0,92 Ton)+3,94 Ton)/(2,77 Ton+0,43 Ton) > 1,5

1,61 > 1,50 OK

Las dimensiones del anclaje serán de: base = 1,20 m, alto = 1,20 m, ancho=1,20m.

- Diseño de paso aéreo de 20 metros de luz

Datos:

Luz del claro = 20 metros = 65,62 pies

Diámetro tubo HG = 3 pulgadas

Peso propio del tubo HG = 7,58 lb/pie = 11,30 kg/m

Peso del cable = 1,85 lb/pie

Peso de los accesorios = 0,52 lb/pie

Peso específico del agua = 62,4 lb/pie^3

Considerar columnas a la misma altura

Cálculo de cargas verticales

CM = peso tubería + peso del agua + peso del cable

W tubería = peso tubería + peso accesorios

Vol. agua = luz*π*(D^2/4)

Vol. agua = 5 565,76 pulg^3

Peso del agua = vol. * peso agua / luz

Peso del agua = 3,06 lb/pie

CM= 8,1 lb/pie + 3,06 lb/pie + 1,85 lb/pie

CM = 13,01 lb/pie

Carga viva

CV = peso promedio de una persona / 20 pies

CV = 150 lb / 20 pies

CV = 7,50 lb / pie

Cálculo cargas horizontales

Velocidad del viento = 67 km/h (caso extremo Guatemala)

Presión del viento = 20 lb/pie^2

W = diámetro tubería*presión del viento

Carga horizontal

Wv= 2"*(1'/12") * 20 lb/pie^2

Wv = 5,00 lb/pie

Integración de cargas, según ACI 318

La mayor entre :

U_1 = 0,75 (1,4 CM +1,7 CV + 1,7 Wv) y U_2 = 1,4CM+1,7CV

U_1 = 0,75 (1,4 (13,01) + 1,7 (7,50 lb/pie) + 1,7 (5 lb/pie))

U1 = 29,60 lb/pie

U_2 = 1,4 (13,01 lb/pie) + 1,7 (7,50 lb/pie)

U2=30,97 lb/pie entonces U = 30,97 lb/pie

- Diseño del cable principal

De acuerdo al *Wire Rope Hand Book 1963* Sección 3, las tensiones del cable está dada por:

$TH = (U*S^2)/(8d)$

$T = TH*(1+(16*d^2/S^2))^{(1/2)}$

$TV = (T^2-TH^2)^{(1/2)}$

Donde:

TH = tensión del cable

T = tensión máxima del cable

TV = tensión vertical del cable

U = carga última

S = luz

d = flecha

Según Dr. Steinman se recomienda una relación económica de flecha y luz de S/9 hasta S/12.

S/12 = 20 m/12 = 1,67 m

S/9 = 20 m/9 = 2,22 m

Tabla XII. **Cálculo de la flecha de paso aéreo de 20 metros de luz**

U(lb/pie)	S(pies)	d(m)	d(pie)	TH (lb)	T (lb)	TV (lb)
30,97	65,616	1,12	3,67	4 535,75	4 648,15	1 016,01
30,97	65,616	1,30	4,28	3 897,73	4 027,97	1 016,01
30,97	65,616	1,49	4,88	3 417,07	3 564,91	1 016,01
30,97	**65,616**	**1,67**	**5,48**	**3 041,94**	**3 207,12**	**1 016,01**
30,97	65,616	1,85	6,08	2 741,03	2 923,27	1 016,01
30,97	65,616	1,98	6,48	2 571,45	2 764,89	1 016,01
30,97	65,616	2,22	7,28	2 288,31	2 503,72	1 016,01

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se selecciona la flecha de 1,67 metros, donde se tiene la tensión máxima del cable considerando la relación económica.

El cable que se utilizará es cable de alma de acero de 6 x 19 hilos. Los cables deben diseñarse con un factor de seguridad > 3, se propone utilizar cable diámetro 1 pulgada. Cable diámetro 1 pulgada, esfuerzo de ruptura 103 180 libras, peso = 1,85 libras por pie.

Longitud total del cable

La longitud suspendida entre soportes se define con la fórmula siguiente:

$$l = S+(8d^2)/(3S)$$

$$l = 20\ m+8\ (1,67\ m)^2/(3x20\ m)$$

$$l = 20,37\ m$$

$$l = 21\ m$$

Según Steinman recomienda la relación adecuada de S/4 como longitud de tensor:

$$\text{Longitud del tensor} = 20\ m/4$$

$$\text{Longitud del tensor} = 5,00\ m$$

La longitud total del cable (L), está determinada por la longitud suspendida entre soportes más la longitud del tensor multiplicada por 2, ya que hay un tensor a cada lado del paso aéreo.

$$L = l+2*(\text{long tensor})$$

$$L = 21,00\ m+2(5,00\ m)$$

$$L = 31,00\ m$$

La longitud del cable se incrementará en un 15 por ciento por dobleces de anclajes y por los empalmes: L(+15%)=35,65 m

- Cálculo de péndolas o tirantes

Separación máxima 2,00 metros; el tirante central debe ser mayor o igual a 0,50 metros.

Carga de trabajo: Qt = U*L

Donde:

U = carga última

L = separación entre péndolas

Qt = (30,97 lb/pie)*(2,00 m*(3,28 pies/1 m))

Qt = 203,15 lb

Se usará cable con alma de acero de ½ pulgada de diámetro con una resistencia a la ruptura de 26 620 libras. La longitud de las péndolas se calcula con la fórmula siguiente:

Y = (U*X(S-X)) / (2*TH)

Donde:

Y = variación de la fleca

U = 30,97 lb/pie → U = 46,13 kg/m

TH = 3 041,94 lb → TH = 1 381,44 lb

X = variable

S = 20 m

Tabla XIII. **Longitud de las péndolas del paso aéreo de 20 metros de luz**

Péndola N°	X(m)	S-X (m)	U/(2*TH)	Y (m)	Longitud péndola	# pend	Long.x#pend (metros)
1	2,00	18,00	0,0167	0,60	2,00	2	4,00
2	4,00	16,00	0,0167	1,07	1,53	2	3,06
3	6,00	14,00	0,0167	1,40	1,20	2	2,40
4	8,00	12,00	0,0167	1,60	1,00	2	1,99
5	10,00	10,00	0,0167	1,67	0,93	1	0,93
					Sumatoria long.		12,38

Fuente: elaboración propia.

Debido a los cables y abrazaderas, la longitud total de las péndolas, se debe aumentar en 15 por ciento la longitud total, siendo de 14,24 metros.

- Diseño de la columna

Datos:

Resistencia a compresión concreto: f'c = 210 kg/cm^2

Módulo de elasticidad del concreto: Ec = 15 100$\sqrt{f'c}$

$$Ec = 15\,100 * \sqrt{f'c} \rightarrow Ec = 15\,100\sqrt{(210\ kg/cm^2)} \rightarrow Ec = 218\,820\ kg/cm^2$$

$$Ec = 2{,}2x10^9\ kg/m^2$$

fy = 2810 kg/cm^2

Peso específico del concreto: γc = 2,4Ton/m^3

Peso específico del suelo: γs = 1,6Ton/m^3

Peso específico del concreto ciclópeo: γcc = 2,0Ton/m^3

Valor soporte del suelo: Vs = 20Ton/m^2

Ángulo de fricción interna: ϕ = 30º

Datos de la columna:

Sección de la columna: 0,70 x 0,70 metros

Altura total: 3,00 metros

Esbeltez: para que la columna sea esbelta 22 < K*Lu/rG < 100; por razones económicas se diseñaran como columnas cortas: 22 > K*Lu/rG

Inercia: $I = BH^3/12$

Chequeo de esbeltez: Esb = K*Lu/rG

Donde:

K = 2 (constante por las condiciones de empotramiento de la columna)

Lu = Luz libre

$rG = (I/A)^{1/2}$

Tabla XIV. **Datos de la columna del paso aéreo de 20 metros de luz**

B	**h**	**Inercia**	**Radio de giro**	**Esbeltez** altura (m)	**Esbeltez** altura (m)	**Esbeltez** altura (m)
m	m	(m^4)	rG	2,00	2,50	3,00
0,60	0,60	0,0108	0,17	23,09	28,87	34,64
0,70	**0,70**	0,0200	0,20	**19,79**	24,74	29,69
0,80	0,80	0,0341	0,23	17,32	21,65	25,98

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados de la tabla anterior se adopta una columna de sección de 0,70 x 0,70 metros y una altura libre de 2,00 metros, más 1,00 metro de desplante.

Carga crítica de una columna (Pcr)

Para una columna en voladizo se utiliza la fórmula de Euler:

$$Pcr = (2*Ec*I*\pi^2)/(K*Lu)^2$$

$$Pcr = (2*2{,}2E+09\ kg/m^2*0{,}0200\ m^4*\pi^2)/(2{,}00*2{,}00\ m)^2$$

$$Pcr = 54\ 014\ 368\ kg$$

$$Pcr = 54\ 014\ Ton$$

Refuerzo en la columna:

Considerando que en la columna solo está actuando una carga axial muy pequeña, en comparación con la resistencia de la columna, al tener un valor de: TV = 1 016,01 lb → TV = 0,46 Ton. Según criterios del ACI 318, establece que cuando un elemento tiene una sección transversal mayor a las requeridas para las condiciones de carga, se puede emplear un área efectiva reducida:

$$As\ mín = (0{,}01*área\ gruesa)/2$$

$$As\ mín = \frac{0{,}01*70\ cm*70\ cm}{2} \rightarrow As = 24{,}5\ cm^2$$

Por tal motivo el armado será de 9 varillas N° 6 longitudinales y el refuerzo transversal de varillas N° 3 @ 0,20 metros.

- Zapatas

Se propone una zapata de 1,20 por 1,20 metros y un espesor de 0,40 metros, con un recubrimiento mínimo de concreto 0,075 metros.

Factor de carga última

$$Fcu = U/(CM+CV)$$

$$Fcu = 30{,}97\ lb/pie/(8{,}10\ lb/pie+7{,}50\ lb/pie) \rightarrow Fcu=1{,}51$$

Integración de cargas que soporta la zapata Pz:

Tensión vertical: TV= 0,46 Ton

Peso de la columna = 2,35 Ton

$(1{,}00\ m)^2*2{,}00\ m*2{,}4\ Ton/m^3)$

Peso del suelo = 1,52 Ton

$1{,}00\ m*((1{,}20\ m)^2-(0{,}70\ m)^2)*1{,}6\ Ton/m^3$

Peso de la zapata = 1,38 Ton

$(1{,}20\ m \times 1{,}20\ m \times 0{,}40\ m)*2{,}4\ Ton/m^3$

$$Pz = 5{,}72\ Ton$$

Chequeo de capacidad de soporte de la zapata

$$Pz/Az<Vs$$

Donde:

Pz = suma de cargas que actúan sobre la zapata

Az = área de la zapata

Vs = valor soporte

$$\frac{5{,}72\ Ton}{1{,}44\ m^2} < 20\ Ton/m^2$$

$$3{,}97\ Ton/m^2 < 20\ Ton/m^2 \quad OK$$

Cálculo de la carga última que soporta la zapata

$$Wuz = Pz*Fcu$$

$$Wuz = 5,72\ Ton*1,51$$

$$Wuz = 8,63\ Ton$$

Chequeo por corte simple

$$Va < Vc$$

Donde:

Va=Corte actuante debido a la carga

Vc=Corte resistente del concreto

$$Va = Wuz*Lz*(Lz-B-rec)$$

$$Va = 8,63\ Ton*1,20\ m*(1,20\ m-0,70\ m-0,075\ m)$$

$$Va = 4,40\ Ton$$

$$Vc =(0,85*0,53*\sqrt{f'c})*Lz*d$$

$$d = t-rec-\phi/2$$

Asumiendo varillas N° 3

$$d = 0,40\ m-0,075\ m-0,0127\ m/2$$

$$d = 0,3187\ m$$

$$Vc = 0,85*0,53*\sqrt{(210\ kg/cm^2)}*120\ cm*31,87\ cm$$

$$Vc = 24\ 963\ kg$$

$$Vc = 24,96\ Ton$$

$$Va = 4,40\ Ton < Vc = 24,96\ Ton \quad OK$$

Chequeo por corte punzonante

$$Va < Vc$$

$$Va = Wuz(Az-Ap)$$

Donde:

Az = área de la zapata

Ap = área punzonante;

Wuz = carga última de la zapata

$$Ap = (B+d)^2$$

Donde:

B = base de la sección de la columna

d = peralte

$$Ap = (0{,}70\ m+0{,}3187\ m)^2$$

$$Ap = 1{,}04 m^2$$

$$Va = 8{,}63\ Ton*(1{,}44\ m^2-1{,}04\ m^2)$$

$$Va = 3{,}47\ Ton$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{f'c})*(\text{perímetro punzonante})*d$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{f'c})*(4(B+d))*d$$

$$Vc = (0{,}85*0{,}53*\sqrt{210\ kg/cm^2})*(4(0{,}7\ cm+31{,}87\ cm))*31{,}87\ cm$$

$$Vc= 27\ 105{,}93\ kg$$

$$Vc = 27{,}11\ Ton$$

$$Va = 3{,}47\ Ton < Vc = 27{,}11\ Ton \quad OK$$

Chequeo por flexión

$$Mu = (Wuz*B^2)/2$$

$$Mu = (8{,}84Ton*(0{,}70m)^2)/2$$

$$Mu = 2{,}11\ Ton\text{-}m \rightarrow Mu = 2\ 114{,}12\ kg$$

Datos:

Mu = 2 114,12 Kg

fy = 2 810 kg/cm^2

f'c = 210 kg/cm^2

Peralte: d = 31,87 cm

Base: B = 100 cm

Cálculo del refuerzo

Área de acero requerida

$$As = \left((b*d) - \sqrt{(b*d)^2 - \left(\frac{Mu*b}{0{,}003825*f'c} \right)} \right) *0{,}85* \frac{f'c}{fy}$$

$$As = \left((100*31{,}87) - \sqrt{(100*31{,}87)^2 - \left(\frac{2\,114{,}12*100}{0{,}003825*210} \right)} \right) *0{,}85* \frac{210}{2\,810}$$

$$As = 2{,}64 \text{ cm}^2$$

$$\rho c = As/bd$$

$$\rho c = 2{,}64 \text{ cm}^2/(100 \text{ cm}*31{,}87 \text{ cm})$$

$$\rho c = 0{,}0008$$

$$\rho min = (0{,}40*14{,}1)/fy$$

$$\rho min = (0{,}40*14{,}1)/2\,810$$

$$\rho min = 0{,}002$$

$$Asmín = \rho min*b*d$$

$$Asmín = (0{,}0020*100 \text{ cm}*31{,}87 \text{ cm})$$

$$Asmín = 6{,}40 \text{ cm}^2$$

Utilizando el área de acero mínimo, varillas N° 4 se tiene:

$$6{,}40\ cm^2 \rightarrow 100\ cm$$
$$1{,}2668\ cm^2 \rightarrow S\ cm$$
$$S = 19{,}80\ cm$$

Armado zapata: se colocará hierro N° 4 @ 0,15 m en ambos sentidos.

- Anclajes o muertos de concreto

Los anclajes soportaran las tensiones de los cables:

TH =	3 041,94	lb	TH=	1,38	kg
T =	3 207,13	lb	T=	1,46	kg
TV =	1 016,01	lb	TV=	0,46	kg

Utilizando los factores de Rankin:

Kp =	3,00	$W = h^3 * \gamma cc$	
Ka =	0,33	$W = 2h^3$	
	$Pa = Ka*\gamma s*h^3/2$	$Pa = 0{,}33*1{,}6*h^3/2$	$Pa = 0{,}264h^3$
	$Pp = Kp*\gamma s*h^3/2$	$Pp = 3*1{,}6*h^3/2$	$Pp = 2{,}4h^3$
	$Mp = Pp*h/3$	$Mp = (2{,}4h^3)*h/3$	$Mp = 0{,}80h^4$
	$Mact = Pa*h/3$	$Mact = (0{,}264h^3)*h/3$	$Mact = 0{,}088h^4$

Chequeo contra volteo: se aplica la ecuación $\sum MR<1{,}5MA$ para hallar la altura del anclaje.

$$Mp+W*(h/2)=1{,}5*((TV*h/2)+(TH*h/2)+Mact)$$

$$0{,}80h^4+2h^3*(h/2)=1{,}5*((0{,}46)*h/2+1{,}38*h/2+0{,}088h^4)$$

$$h = 0{,}94m$$

Verificación contra deslizamiento:

$$\sum FHres/\sum FHact>1{,}5$$

$$(Cfs*(W-TV)+Pp)/(TH+Pa)>1{,}5$$

Donde:

Cfs = 0,90*tg(30º)

Cfs = 0,5196

$W = 2h^3$	W =	1,65	Ton
$Pa = 0{,}264h^3$	Pa =	0,22	Ton
$Pp = 2{,}4h^3$	Pp =	1,99	Ton

$$\frac{0{,}5196*(1{,}65\ Ton - 0{,}46\ Ton)+1{,}99\ Ton}{1{,}38\ Ton + 0{,}22\ Ton} > 1{,}5$$

$$1{,}63 > 1{,}5\ OK$$

Las dimensiones de los anclajes o muertos de los pasos aéreos de 20 metros de luz serán de: base = 1,00 metro, alto = 1,00 metro, ancho= 1,00 metro.

2.1.9. Válvulas

Son accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo y se pueden clasificar en función de la acción específica que realizan. Las válvulas más comunes en una red de distribución son las válvulas de limpieza, válvulas de aire y válvulas de compuerta.

2.1.9.1. Válvula de limpieza

Es una instalación especial que sirve para extraer los sedimentos que se pudieran depositar en las partes bajas de la tubería, cuenta con una válvula de compuerta que está conectada a un tubo de expulsión de diámetro mínimo de 2 pulgadas. En este proyecto se ubicarán en el punto más bajo entre las estaciones.

2.1.9.2. Válvula de aire

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire que se acumula en las partes altas de las tuberías. Existen diferentes tipos de estas válvulas, pero las utilizadas para sistemas de agua potable deben ser de inclusión y expulsión.

2.1.9.3. Válvula de compuerta

Es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana, que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se aplica para una apertura total o cierre total del agua, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente.

2.1.9.4. Válvula de globo

Reciben ese nombre por la configuración del cuerpo. El flujo en esta válvula se dirige hacia arriba o abajo por una abertura circular en el laberinto que se puede cerrar, ya sea al mover un disco reemplazable contra un asiento plano o al introducir un macho metálico cónico en un asiento cónico. La válvula de globo es excelente para regular el flujo en la gama desde moderado hasta flujo pleno.

2.1.10. Programa de operación y mantenimiento

Cada día aumenta la demanda de agua de las comunidades, las continuas sequías han agravado seriamente estos problemas, pero la principal condición es el aumento en el estándar de vida y el marcado crecimiento de la población, adicional a esto los problemas de fugas en las tuberías. Para que un sistema de abastecimiento de agua potable funcione correctamente, se tiene que contemplar un programa de operación y mantenimiento, tanto para los equipos como para la infraestructura, situación que va a determinar la vida útil del proyecto, garantizando la cantidad y calidad del agua suministrada.

- Operación

Se refiere a las acciones internas que se ejecutan a las instalaciones o equipos y que de algún modo alteran su naturaleza o partes constitutivas del sistema. Estas acciones internas tienen por objeto la prevención o reparación de daños.

Hay dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.

Mantenimiento correctivo: consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos. Este tipo de mantenimiento no se puede programar, debido a que los daños pueden ser de diferente índole y por diferentes circunstancias. Para ello es necesario que se disponga de personal especializado y equipo idóneo.

Mantenimiento preventivo: consiste en la ejecución de un conjunto de acciones internas en las instalaciones o el equipo, para evitar dentro de lo posible que se produzcan daños. Todas las intervenciones en las instalaciones o equipos

deben programarse usando un calendario, con intervalos periódicos basados en otras experiencias de sistemas similares y ajustarlos a las necesidades propicias del acueducto correspondiente. Es importante tomar en cuenta, además los informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones que provienen de los lugares de fabricación.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo de un sistema son:

- Inventario técnico de las instalaciones o equipos.
- Clasificación en grupos de acuerdo con características similares.
- Identificación individual de cada una de las instalaciones o equipos.
- Formularios necesarios para el control del mantenimiento preventivo.
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes.
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, que se recomienda sea anual.
- Archivos técnicos de mantenimiento.

2.1.11. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable sea sostenible para el período para el cual se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Se calculó la tarifa de acuerdo a los siguientes costos:

- Costos de operación y mantenimiento

En un sistema de agua potable no es únicamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y mantenimiento adecuado para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto

implica que es necesario contar con los recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo, y cuando sea necesario; mantenimiento correctivo. Dichos recursos solo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa por el usuario, la cual se calcula con un horizonte no mayor de 5 años, debido a que en el área rural difícilmente los habitantes aceptan incrementos constantes.

- Costo de operación

Contempla pago a un fontanero por efectuar revisiones periódicas al sistema; en obras de arte, tanque de distribución y operación del sistema de cloración. Se estima que el fontanero trabaja 10 días al mes, se toma relación con las veces que tiene que preparar la solución para la cloración del agua, además, en este tiempo tendrá que realizar las revisiones que están dadas en el programa de operación y mantenimiento, según se programe por el comité de agua. El cálculo de salario se hace con base a las leyes laborales vigentes en el país, y se recomienda respetar el mismo.

Salario por día Q. 100,00 (diario), por lo tanto el fontanero en 10 días proyectados devengará Q. 1 000,00. Por lo tanto el costo de operación Q. 1 000,00/mes.

$$Co=1\ 000{,}00/mes$$

- Costo de mantenimiento

Este costo consiste en la compra de materiales para reemplazarlos cuando se requiera, además de herramienta que será utilizada por el fontanero en el

renglón operación. Se estima el quince por millar del costo total del proyecto presupuestado para el período de diseño.

Costo total del proyecto = Q. 685 819,74

4 por millar = Q. 2 743,28

Costo de mantenimiento = Q. 2 743,28 / 21

Cm = Q130,63/mes

- Costo de tratamiento

Este costo consiste específicamente en la compra de hipoclorito de calcio, no se incluye la aplicación, ya que va incluida en la operación; se calcula de acuerdo a las normas del INFOM-UNEPAR de la siguiente forma:

$$Ct = \frac{(30*C_{HTH}*Q_{HM}*R_{AC}*86\ 400)}{45\ 400*Cc}$$

Donde:

Ct = costo de tratamiento

C_{HTH} = costo de 100 libras de hipoclorito de calcio

Q_{HM} = caudal máximo horario

R_{AC} = relación agua cloro en una parte por millar

45 400 = gramos en 100 libras

30 = días calendario del mes

Cc = concentración del hipoclorito de calcio al 65%

$$Ct = \frac{(30*1\ 500{,}00*2{,}90\ l/s*0{,}001*86\ 400)}{45\ 400*0{,}65}$$

Ct = Q382,08/mes

- Gastos administrativos

Estos servirán para mantener un fondo para gastos de útiles de oficina, viáticos u otros gastos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema, se puede estimar un 10 por ciento de la suma de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$G_A = 10\%(Co + Cm + Ct)$$

$$G_A = 0{,}10*(Q1\,000/mes + Q130{,}63/mes + Q382{,}08/mes)$$

$$G_A = Q151{,}27/mes$$

  - Costo de reserva

Se utilizará para cubrir cualquier gasto inesperado tal como; sabotajes y desastres naturales. Y se calcula de la misma manera que el gasto de operación.

$$C_R = 10\% \ (Co + Cm + Ct)$$

$$C_R = 0{,}10*(Q1\,000/mes + Q130{,}63/mes + Q382{,}08/mes)$$

$$C_R = Q151{,}27/mes$$

- Tarifa adoptada

Considerando las características económicas y socioculturales de la comunidad, se optará por aplicar el sistema de tarifa uniforme. En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema y se divide por el número de conexiones domiciliares.

Costo de operación:	Q1 000,00
Costo de mantenimiento:	Q 130,63
Costo de tratamiento:	Q 382,08
Gastos administrativos:	Q 151,27
Costo de reserva:	Q 151,27
Total:	Q1 815,25

Dividiendo el total de Q 1 815,25 entre 85 viviendas; da Q 21,36, este valor se puede redondear a Q 22,00.

2.1.12. Elaboración de planos y detalles

Los planos constructivos del sistema de abastecimiento de agua potable es el producto final del proceso de campo y de cálculo descrito anteriormente, además se toma en cuenta para su elaboración escalas adecuadas, redacción clara y concisa para que el constructor y el supervisor tengan una guía clara del proyecto y como debe construirse para que tenga un el funcionamiento según la necesidad que el proyectista planificó.

El juego de planos del sistema de abastecimiento de agua potable, contiene los siguientes planos:

Tabla XV. **Índice de planos del sistema de abastecimiento de agua potable**

Descripción	Plano
Planta de conjunto o planta general	1/18
Planta general densidad de vivienda	2/18
Planta general de distribución de hojas	3/18
Planta general de diseño hidráulico	4/18
Planta perfil línea de conducción (E-0 a E-3)	5/18
Planta perfil línea de distribución ramal 1, ramal 1.1 y ramal 1.2	6/18
Planta perfil línea de distribución ramal 1.1.1, ramal 1.1.1.A y ramal 1.1.1.A.1	7/18
Planta perfil línea de distribución ramal 1.1.2, ramal 1.1.1.B y ramal 1.1.1.A.2	8/18
Detalles de captación y anclajes de tubería	9/18
Detalle planta y sección de tanque de distribución de 50 m^3	10/18
Detalle refuerzo de losa de tanque de distribución de 50 m^3	11/18
Detalle tapadera de metal tanque de distribución de 50 m^3	12/18
Detalles del tanque de distribución	13/18
Detalles del paso aéreo de 20 metros	14/18
Detalles del paso aéreo de 40 metros	15/18
Detalles del sistema de desinfección	16/18
Detalles de pazos de zanjón	17/18
Detalles de cajas de válvulas y conexión domiciliar	18/18

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Especificaciones técnicas

Las obras que se proponen para ser implementadas en el diseño y en la construcción, son las frecuentemente utilizadas en estos sistemas.

Las obras que se describen y especifican en el documento están acordes con las normas de diseño y especificaciones de construcción que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) han aceptado.

2.1.13.1. Renglones de trabajo a considerar

Las especificaciones técnicas de construcción corresponden a los trabajos a realizar en la línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución y en el sistema de desinfección.

- Línea de conducción

Tubería que en su mayoría es de PVC, sale de la fuente hacia el tanque de distribución, en esta se consideran las siguientes obras:

  - Caja de válvula de limpieza: estructura que se colocará en las partes con grandes depresiones o donde el suelo hidráulico lo indique, y servirá para la protección de la válvula de limpieza. Se hará de mampostería de piedra, sus muros deben tener un espesor de 0,15 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, y servirá para eliminar los sedimentos que contenga la línea de conducción.
  - Caja de válvula de aire: estructura que se colocará en la línea de conducción después de una depresión y en la parte más alta o donde el diseño hidráulico lo indique, y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Esta se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0,15 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.
  - Instalación de tubería (esta información se ampliará en la sección de instalación de tubería): estas en su mayoría, serán de PVC y

estarán a una profundidad de 0,80 metros, a menos que en las bases especiales se diga lo contrario y con excavación de zanjas de 0,40 metros de ancho; después de probada la tubería se tendrá que rellenar la zanja con el material extraído. En casos de suelos duros se harán de hasta 0,60 metros y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. Para casos donde el PVC no soporte altas presiones, se utilizará HG o donde el diseño hidráulico lo indique.

- Pasos de zanjón: son estructuras con pequeñas columnas de concreto reforzado que se instalan en pequeñas depresiones o en pasos de ríos donde se coloque tubería HG; en algunos casos estos se pueden realizar para tuberías PVC con vigas de mampostería de piedra, que atraviesan las depresiones o pasos de río, con el fin de soportar cualquier impacto dinámico que se les ocasione.
- Anclajes de tubería: son obras de mampostería de piedra, que se colocan para sujetar la tubería de conducción en pendientes pronunciadas, curvas con ángulos cerrados y en descargas de los desagües. Las dimensiones serán de base de 0,30 x 0,30 y un alto de 0,80 metros.

- Tanque de distribución

Depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, en la mayoría de los casos igual al 40 por ciento del caudal medio diario, y se compone de las siguientes obras:

- Depósito principal: esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo.

- Caja de válvula de entrada: esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se hará de mampostería de piedra; los muros deben ser de un espesor de 0,15 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
- Caja de válvula de salida: esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de salida del depósito principal. Se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0,15 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. A la entrada del tanque de distribución se deberá instalar un clorador. Vea las especificaciones para clorador.

- Red de distribución

Son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos de toma, que pueden ser llenacántaros, conexiones domiciliares, o conexiones prediales según se especifique en cada proyecto. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos. Estos para su ejecución, se componen de:

- Instalación de tubería (información ampliada en la sección de instalación de tuberías): estas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 0,80 metros, o la que se indique en las bases especiales y con excavación de zanjas de 0,40 metros de ancho para la instalación; después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros se

harán hasta de 0,60 metros y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra.

- Cajas de válvulas de compuerta: esta estructura servirá para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal. Se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0,15 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

- Desinfección

Se utilizará equipo adecuado para desinfectar el agua con pastillas de hipoclorito de calcio, como se especifica más adelante. El sistema de cloración será por medio de inyección de cloro en línea de bombeo.

- Hipoclorador

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red, que este en el rango entre 0,70 y 1,50 partes por millón.

Deberá tener las siguientes características:

- Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$ con no menos del 65 por ciento de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3 1/8 pulgadas, alto 1 ¼ pulgadas, peso 300 gramos.

- Funcionamiento: deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.
- Dimensiones: deberá ser pequeño, con dimensiones aproximadas a 0,30 metros de diámetro y 0,90 metros de alto.
- Rango de flujo: el rango de flujo a través del clorador, deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.
- Ubicación del clorador: el ejecutor deberá instalar el clorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, este entre 0,70 y 1,50 partes por millón.
- Plano de instalación y manual de operación y mantenimiento: el ejecutor deberá entregar al director de control y seguimiento antes de la recepción de la obra: dos copias del plano de instalación y dos del manual de operación del sistema de cloración, debidamente identificadas con el nombre del proyecto, datos del autor del manual y lugar a donde se harán las consultas relacionadas con el uso del equipo. Si el proyecto incluye más de un clorador el manual deberá contener un esquema general del sistema de abastecimiento de agua con la localización e identificación de cada clorador y las instrucciones para graduación de flujo, frecuencia de recargado de tabletas para cada clorador instalado y además, deberá incluir cualquier otra instrucción que se considere necesaria para el funcionamiento del sistema.
- Caja para hipocloroso: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales, incluyendo a su vez una tapadera de registro con pasador y candado. Como

referencia tómense como dimensiones interiores 1,00 x 1,00 metros en planta por 1,00 metro de altura.

2.1.13.2. Descripción de la instalación de la tubería

Este comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

- Generalidades

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanjeo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos y descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

- Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es completa responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.
- Se colocaran indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
- Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.
- Las tuberías se colocaran en el lugar y niveles indicados en los planos, o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.

- Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
- Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de electricidad, será reparado a la brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello compensación adicional.
- Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.

- Limpia, chapeo y desmonte

  - La línea para instalación de la tubería, deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1,20 metros; 0,60 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.
  - El supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
  - Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas o incinerado.

- Zanjeo

  - Las tuberías se emplazaran siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor o las bases especiales.
  - Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería, dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto:

- En terrenos cultivados, caminos o áreas de transito liviano: 0,80 metros.
- En caminos de tránsito pesado: 1,00 metro.
- Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo: 0,80 metros.

- El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja, rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.
- En los suelos con poca estabilidad, se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes. Se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
- En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse esta hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.
- Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios, porque pueden causar asentamientos desiguales o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0,20 metros o más si lo indica el supervisor, reponiéndolo con material satisfactorio, debidamente compactado.
- El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

- Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios para permitir una adecuada instalación de las uniones.
- El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales, deberá ser de 0,40 metros, más el diámetro exterior de la tubería.

- Soportes para tubería

  - Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, deberá hacerse sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección.
  - El espaciamiento de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soporte, el contratista deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos por cada tubo y distribuidos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el supervisor.

- Anclajes de tubería

  - En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño tal que, absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes serán de mampostería o de concreto y

deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorio en el punto de inflexión.

- Se podrá omitir tales anclajes, siempre que no se indique lo contrario en los planos o descripción, en los siguientes casos:
  - Tubería con uniones de tipo capaz de absorber la tensión cuando este enterrada a las profundidades normales de instalación.
  - En tubería con uniones que no absorban tensión, cuando estén enterradas a profundidades normales y cuando el accesorio con que se logre la inflexión de un esfuerzo unitario de 1 kilogramo por centímetro cuadrado o menor sobre el terreno, calculado por la fuerza de empuje resultante de la presión interna y la proyección del área del accesorio en la dirección del empuje. Se exceptúan los casos en que el empuje sea hacia arriba, dentro de los 45 grados con la vertical en que siempre deberá hacerse el anclaje.
- Todas las tuberías colocadas a una pendiente de 30 por ciento o mayor, deberán ser ancladas por medio de soportes que aseguren cada cuarto tubo en los casos de tubería con uniones que no absorban tensión, y cada 50 metros, en los casos de tubería con uniones de tipo que absorban tensión. Estos anclajes deberán ser capaces de absorber el empuje producido por el peso de la tubería entre anclajes, sus accesorios y el agua que contiene en la dirección del eje de la tubería a la inclinación en que se instale.
- Se podrán omitir tales anclajes en los casos de tuberías enterradas a profundidades normales, cuando el empuje producido en la dirección del tubo por el peso de la tubería, sus accesorios y el agua que contiene sea menor que la fricción del tubo contra la tierra, calculada a 1 900 kilogramos por metro cuadrado de área exterior

del tubo. En los casos que el empuje sea mayor que la fricción, los anclajes deberán ser diseñados solo para absorber la diferencia.

- Instalación de tubería de PVC

  - Se cortará la tubería a escuadra, utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.
  - Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el mismo empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.
  - Antes de aplicarse el cemento solvente, se debe quitar toda clase de suciedad, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio por medio de un trapo seco.
  - El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente, ya que el cemento seca en dos minutos, aproximadamente. No se usará mucho solvente, sino que solo el necesario para darle un revestimiento a las dos piezas.
  - Para el ensamble se deberá hacer una rotación de ¼ de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
  - La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla, que los operarios no se paren en ella.

- La tubería se colocará zigzagueándola en la zanja y se cubrirá dejando expuestas las uniones para hacer la prueba que más adelante sea específica.
- Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana, cuando este fría y no dilatada por la acción del calor.

- Instalación de tubería de hierro galvanizado

  - Los cortes de la tubería se harán con cortador de disco para lograrlos perfectamente a escuadra.
  - Las roscas se harán con tarraja para que sea cónica. Si se usan nipes prefabricados, estos deberán tener rosca cónica. Las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin destornillamientos.
  - Si por el manipuleo las roscas de fábrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular, se deberán cortar y rehacerlas de nuevo.
  - Al hacer las uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de 5 hilos de la rosca y no dejar más de 3 hilos expuestos. Se pintará con anticorrosivo a base de cromito de zinc, el tramo de la rosca que quede fuera del accesorio; si se usa PERMATEX o su equivalente se colocará en la rosca macho.
  - La tubería y las uniones entre tubo y accesorio deberán ser en línea recta. Los accesorios torcidos serán sustituidos.
  - Se colocaran uniones universales junto a todas las válvulas, tees, cruces o puntos donde sea necesario para permitir separar la tubería por ramales. En tramos largos se colocará una unión por lo menos cada 100 metros.

- Prueba de tuberías

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y estanquidad, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita un soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar, deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 libras por pulgada cuadrada o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20 por ciento) según la que sea mayor y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

- Relleno de zanjas

Las zanjas de instalación de tubería deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

El relleno se hará de la siguiente manera: abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 7 centímetros perfectamente compactados, hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 centímetros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 centímetros. El material para rellenar las zanjas hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel de relleno total, se hará en

capas no mayores de 30 centímetros y el material podrá contener piedras hasta de 20 centímetros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario.

En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno. En cualquier caso todo el material de zanjeo sobrante, deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria. En los casos de terrenos con 20 por ciento o más de inclinación en el eje de instalación, se deberá construir muros de retención del relleno; transversales al eje de la tubería y de ancho tal que, queden firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja. Tales muros de retención podrán ser construidos de mampostería o concreto ciclópeo de tamaño y diseño aprobado por el supervisor. El espaciamiento de los muros de retención no será mayor de 30 metros.

Igualmente en todos los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada o sobre el terreno, deberá construirse un muro de retención del relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería.

- Lavado y desinfección interior de la tubería

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas, deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente. Primero se procederá al lavado, para lo cual se hará circular agua a velocidad no menor de 0,75 metros por segundo por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.

Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos por litro de cloro la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección. Después de las 24 horas se vaciaran las tuberías o se procederá a lavarlas, haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final, será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

- Materiales
  - Tubería y accesorios de PVC
    - La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) será rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la Norma ASTM-D2467-67 y CS-256-63. Sera para una presión de trabajo mínima de: 315 libras por pulgada cuadrada para tubo de ½ pulgada, 250 libras por pulgada cuadrada para tubo de ¾ de pulgada, luego para tubo de diámetro igual o mayor de 1 pulgada la presión que se indique en las bases especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.
    - Los accesorios serán de la misma clase para una presión mínima de 250 libras por pulgada cuadrada para tubos de diámetro mayor a 1 pulgada y 315 libras por pulgada cuadrada para diámetros menores.

- La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Fundation) o de otra institución similar.
- El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería.
- Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocaran de manera que permitan una fácil inspección.
- Se almacenaran bajo techo o a la intemperie protegidos de manera que no reciban directamente los rayos del sol.
- Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

- Tubería y accesorio de hierro galvanizado
  - La tubería de acero galvanizado deberá ser sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente tipo mediano para 900 libras por pulgada cuadrada de presión de trabajo, salvo que en los planos se indique una presión mayor. Deberá ser del tipo Standard Americana y cumplir con las Normas ASTM-A57T, acoplados mediante manguito y rosca, y traer sus respectivos protectores. Las roscas se ajustaran a las normas ASPT.
  - Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 libras por pulgada cuadrada con refuerzo plano y roscas, según normas ASPT. Deben satisfacer la especificación federal WW-P521 tipo II.
  - En todas las uniones roscadas se usará PERMATEX # 2, mínimo o su equivalente.

- Válvulas de compuerta: salvo indicación de otro tipo en los planos o en bases especiales, las válvulas de compuerta de hasta 4 pulgadas serán de bronce, con vástago ascendente, disco de cuna sencillo o doble para una presión de 250 libras por pulgada cuadrada, excepto que se indique otra presión en los planos. Las válvulas de compuerta para tubería mayor de 4 pulgadas serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce. Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas, aseguradas con pernos o con los extremos roscados.
- Válvulas automáticas de aire: serán de bronce o de hierro fundido que permitan admisión y expulsión de aire según el caso. Se deben unir con una rosca hembra que cumpla con la norma ASPT.
- Materiales de albañilería y refuerzo: las siguientes especificaciones se aplicaran los materiales de este tipo que se usen en la obra
  - Concreto ciclópeo: material compuesto de piedra bola en un 67 por ciento, con un 33 por ciento de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y piedrín en una proporción volumétrica 1:2:3.
  - Concreto: material compuesto de cemento, arena y piedrín en una proporción volumétrica de 1:2:2 o con una proporción que garantice una resistencia f'c igual a 210 kilogramos por centímetro cuadrado (3 000 psi).
  - Mampostería de piedra: material compuesto de piedra bola en un 67 por ciento, con un 33 por ciento de mortero. El mortero será de sabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.
  - Alisado: material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que

guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción de 2:1.

- Repello: material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción de 1:2 de cemento y arena de río cernida.
- Refuerzo: el refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en los planos y con una resistencia no menor a 2 100 kilogramos por centímetro cuadrado (30 000 psi) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.
- Seguridad: en todas las tapaderas del proyecto se anclaran ganchos de hierro de ½ pulgada de tal forma que puedan cerrarse con candado.

2.1.14. Integración del presupuesto

El presupuesto se compone de costos directos e indirectos. Los precios de materiales y de mano de obra se establecieron de acuerdo a cotizaciones realizadas en el casco urbano de Ixcán.

A continuación se muestra un resumen del presupuesto por renglones generales:

Tabla XVI. **Presupuesto general del sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea Rumor de los Encantos 1**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL (Q)	TOTAL ($)
1	**TRABAJOS PRELIMINARES**					
1,1	Limpieza, chapeo y destronque	3 779	ml	Q 0,73	Q 2 767,40	$ 358,19
1,2	Replanteo topografico, trazo y estaquead	3 779	ml	Q 1,23	Q 4 655,88	$ 602,61
			Total Renglon 1		Q 7 423,28	$ 960,80
2	**CAPTACIÓN**					
2,1	Obra de captación	1	global	Q 13 541,50	Q 13 541,50	$ 1 752,69
			Total Renglon 2		Q 13 541,50	$ 1 752,69
3	**CONDUCCIÓN**					
3,1	Tuberia PVC 160 PSI diámetro 2"	219,48	ml	Q 40,31	Q 8 847,28	$ 1 145,11
3,2	Caja para válvulas	5	unidad	Q 1 153,32	Q 5 766,60	$ 746,38
3,3	Válvulas de control	3	unidad	Q 945,11	Q 2 835,33	$ 366,98
			Total Renglon 3		Q 17 449,21	$ 2 258,47
4	**TANQUE DE DISTRIBUCIÓN**					
4,1	Tanque de almacenamiento 50 m³	1	global	Q 73 193,45	Q 73 193,45	$ 9 473,51
			Total Renglon 4		Q 73 193,45	$ 9 473,51
5	**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**					
5,1	Tubería PVC 160 PSI diámetro 2"	260,56	ml	Q 48,22	Q 12 564,09	$ 1 626,18
5,2	Tubería PVC 160 PSI diámetro 3"	795,11	ml	Q 70,24	Q 55 847,43	$ 7 228,39
5,3	Tubería PVC 160 PSI diámetro 1"	630,26	ml	Q 33,56	Q 21 149,28	$ 2 737,37
5,4	Tubería PVC 250 PSI diámetro 3/4"	1 403,99	ml	Q 29,85	Q 41 904,17	$ 5 423,70
5,5	Tubería PVC 250 PSI diámetro 1 1/2"	441,36	ml	Q 41,00	Q 18 093,73	$ 2 341,89
			Total Renglon 5		Q 149 558,70	$ 19 357,54
6	**CONEXIÓN DOMICILIAR**					
6,1	Conexión domiciliar	85	viviendas	Q 1 314,40	Q 111 724,27	$ 14 460,59
			Total Renglon 6		Q 111 724,27	$ 14 460,59
7	**PASOS AÉREOS DE 40 M (4 unidad)**	4	unidad	Q 41 379,72	Q 165 518,89	$ 21 423,29
7,1	Contrapesos o muertos (1,20*1,20*1,20)	8	unidad	Q 1 816,26	Q 14 530,07	$ 1 880,64
7,2	Columna (1,00*1,00*4,00)	8	unidad	Q 8 005,16	Q 64 041,27	$ 8 288,93
7,3	Zapatas (1,90*1,90*0,40)	8	unidad	Q 3 733,67	Q 29 869,33	$ 3 866,02
7,4	Cables del paso aéreo	160	ml	Q 356,74	Q 57 078,22	$ 7 387,70
			Total Renglon 7		Q 165 518,89	$ 21 423,29
8	**PASOS AÉREOS DE 20 M (2 unidad)**					
8,1	Anclajes o muertos (1,00*1,00*1,00)	4	unidad	Q 1 069,22	Q 4 276,87	$ 553,56
8,2	Columna (0,70*0,70*3,00)	4	unidad	Q 4 366,64	Q 17 466,58	$ 2 260,72
8,3	Zapatas (1,20*1,20*0,40)	4	unidad	Q 2 366,31	Q 9 465,25	$ 1 225,10
8,4	Cables del paso aéreo	40	ml	Q 370,20	Q 14 807,88	$ 1 916,60
			Total Renglon 8		Q 46 016,58	$ 5 955,98
9	**PASOS DE ZANJÓN**					
9,1	Pazos de zanjon tipo A	1	unidad	Q 2 163,40	Q 2 163,40	$ 280,01
9,2	Pazos de zanjon tipo B	4	unidad	Q 3 262,57	Q 13 050,30	$ 1 689,11
			Total Renglon 9		Q 15 213,70	$ 1 969,13
	COSTOS DIRECTOS				**Q 599 639,58**	**$ 77 611,99**
10	**GASTOS ADMINISTRATIVOS**					
10,1	Administración	1	5%		Q 29 981,98	$ 3 880,60
10,2	Supervisión técnica	1	5%		Q 29 981,98	$ 3 880,60
10,3	Imprevistos	1	5%		Q 29 981,98	$ 3 880,60
	COSTOS INDIRECTOS				**Q 89 945,94**	**$ 11 641,80**
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				**Q 689 585,52**	**$ 89 253,79**

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Cronograma de ejecución

Es la secuencia lógica de las actividades de ejecución del proyecto, se muestra en forma resumida en la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Cronograma de ejecución físicofinanciero del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1**

No.	RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1	TRABAJOS PRELIMINARES	3779,00	ml						
2	CAPTACIÓN	1,00	global						
3	CONDUCCIÓN	219,48	ml						
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	1,00	global						
5	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	3559,52	ml						
6	CONEXIÓN DOMICILIAR	85	vivienda						
7	PASOS AEREOS DE 40 ML	4	unidad						
8	PASOS AÉREOS DE 20 ML	2	unidad						
9	PASOS DE ZANJÓN	5	unidad						
INVERSION ESTIMADA MENSUAL (%)				20,00	20,00	20,00	15,00	15,00	10,00
INVERSION ESTIMADA MENSUAL (Q)				Q 137 917,10	Q 137 917,10	Q 137 917,10	Q 103 437,83	Q 103 437,83	Q 68 958,55
INVERSION ESTIMADA ACUMULADA MENSUAL (Q)				Q 137 917,10	Q 275 834,21	Q 413 751,31	Q 517 189,14	Q 620 626,97	**Q 689 585,52**

Fuente: elaboración propia.

2.1.16. Evaluación socioeconómica

La función de la evaluación económica es aquella que identifica los méritos propios del proyecto, independientemente de la manera como se obtengan y se paguen los recursos financieros que necesite y de cómo se distribuyan los excedentes o utilidades que genera.

Si bien el objetivo de cualquier ente responsable ejecutor, es encontrar una ganancia real que supere los costos de inversión total antes que el ente responsable tome la decisión de llevar a cabo la ejecución, debe de evaluar si realmente generará ganancias para la misma.

Los métodos que se utilizan para realizar una evaluación económica son el Valor Presente Neto (VPN) que toma como base la inversión, reconoce que la moneda tiende a devaluarse con el paso del tiempo, es decir que una inversión actual valdría más que una futura; de esta manera cualquiera que no tome en cuenta lo anterior no puede evaluar correctamente un proyecto. El otro método es la Tasa Interna de Retorno (TIR) y se describe como un descuento al método de Valor Presente Neto.

2.1.16.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este proyecto por tratarse de parte de un saneamiento básico rural, forma parte de proyectos sociales, que son necesidad básica para la sobrevivencia del ser humano. Por lo que la inversión será gubernamental y esta nunca recuperará su inversión inicial, el beneficio se reflejará en la calidad de vida de los habitantes. El valor presente se interpretará de la siguiente forma:

Inversión inicial (costo total del proyecto) = Q 685 819,74

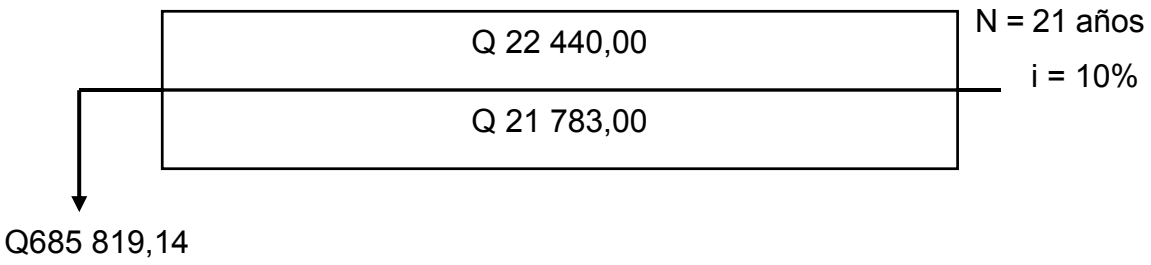
Costos de operación y mantenimiento.

Costo de operación:	Q1 000,00/mes
Costo de mantenimiento:	Q 130,63/mes
Costo de tratamiento:	Q 382,08/mes
Gastos administrativos:	Q 151,27/mes
Costo de reserva:	Q 151,27/mes
Total:	Q1 815,25/mes

Costo de operación y mantenimiento Q 21 783,00/anual

Estos costos tendrán que erogar la población anualmente durante 21 años, indicados por medio de la siguiente gráfica.

Figura 4. **Diagrama de flujo de efectivo proyecto agua potable**



Fuente: elaboración propia.

Utilizando signo negativo para los egresos y positivo para los ingresos, se tiene:

$$VPN = - \text{costo inicial} - \text{costos anuales}(1+i)^n + \text{ingresos anuales}(1+i)^n$$

$$VPN = - 685\,819{,}14 - 21\,783{,}00(1+0{,}10)^{21} + 22\,440\,(1+0{,}10)^{21}$$

$$VPN = - 685\,819{,}14 - 161\,199{,}65 + 166\,061{,}61$$

$$VPN = - Q680\,957{,}78$$

Se puede observar que el Valor Presente Neto calculado es menor que cero, es importante mencionar que esto es solo el entorno matemático y que se deben tener en cuenta otros factores que influyen en la toma de decisiones, tales como: el factor social, político o la naturaleza por la que se generó el proyecto; con esto se beneficiará a muchas familias y mejorará la calidad de vida de los habitantes de la aldea Rumor de los Encantos 1.

2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se interpreta como Tasa Interna de Retorno la tasa mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social donde no se recuperará la inversión inicial, no tiene Tasa Interna de Retorno. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión, es de costo/beneficio; éste se determina de la siguiente manera:

Costo	C = inversión inicial
Costo	C = Q 685 819,74
Beneficio	B = habitantes beneficiados (a futuro)
Beneficio	B = 1 044 habitantes

Determinación del análisis socioeconómico:

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}}$$

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Q 685 819,74}}{\text{1 044 habitantes}}$$

$$\frac{C}{B} = \frac{\text{Q 656,92}}{\text{habitante}}$$

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.1.17. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el proceso formal empleado, para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa a la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo.

- Impactos negativos potenciales

Un sistema de abastecimiento de agua potable tiene un impacto positivo en la salud y el bienestar de muchas personas, sin embargo la construcción de sus componentes y la inapropiada operación del sistema pueden generar impactos negativos, entre los cuales están:

  - La erosión de los terrenos por donde se instalará la tubería y se construirán los distintos componentes del sistema.
  - Un desmedido incremento de enfermedades de origen hídrico, debido a la inadecuada operación y mantenimiento de las estructuras; así como la falta de desinfección del agua.
  - En áreas adyacentes contaminación por la inadecuada disposición de los desechos líquidos, debido al aumento del caudal servido por la construcción del proyecto.

- Medidas de mitigación

Toda medida de mitigación es la opción técnica más adecuada y de menor costo de acuerdo con la magnitud del proyecto.

Tales medidas se pondrán en marcha durante la ejecución:

- Se hará de su conocimiento al ente responsable de la ejecución de normas de seguridad y de medidas de conservación del medio ambiente ya establecidas.
- Durante el funcionamiento la Dirección Municipal de Planificación (DMP) capacitará al COCODE de la comunidad beneficiada con el proyecto para el correcto funcionamiento, administración y mantenimiento del sistema; garantizando la conservación del medio ambiente y período de diseño del proyecto.
- Durante el desarrollo del proyecto.
  - La entidad responsable de la construcción tendrá que conocer las normativas sanitarias necesarias para evitar todo tipo de riesgo para la salud de los trabajadores.
  - La entidad responsable de la construcción tiene la obligación de proveer a sus trabajadores de los servicios de agua potable y de instalaciones sanitarias temporales durante la construcción del proyecto.
  - La entidad responsable de la construcción velará porque su personal siga las medidas de higiene antes del consumo de alimentos en cada tiempo de comida para prevenir riesgos de enfermedades de origen estomacal, asimismo tendrá la responsabilidad de proporcionar mascarías al personal para evitar enfermedades respiratorias por la presencia de polvo originado por la cal, cemento, tierra, ripio o inhalaciones como thinner, o solventes para pegar tubería PVC.
  - La entidad responsable de la empresa ejecutora, deberá velar por el manejo adecuado de los materiales que se utilizarán en la construcción.

- Normas de seguridad

La entidad responsables de la construcción tendrá que contar con un profesional para la dirección técnica que dirigirá el buen mantenimiento y ejecución de la obra y deberá instruir adecuadamente al personal encargado de manipular los materiales y herramientas peligrosas; piedras, blocks, cemento, cal, varillas o herramientas punzo cortantes, señalizar las áreas de peligro, coordinando con los miembros del COCODE para evitar riesgos de accidentes. La entidad responsable de la construcción se asegurará que todos los restos de materiales utilizados en la obra: alambres, clavos, estacas, ripio, maderas, entre otros, sean retirados al finalizar la construcción y evitar molestias con la actividad de la población.

- Medidas de conservación del medio ambiente

    - No utilizar maquinaria pesada para evitar excavaciones en períodos de vientos fuertes.
    - Rellenar y nivelar áreas removidas y restaurar vegetación afectada, ya que el terreno plano se presta para ello.
    - Manejar adecuadamente los desechos sólidos como; bolsas de cal y cemento, recipientes de vidrio y plásticos, para evitar la contaminación por sobrantes de la construcción.
    - Permitir la supervisión de INFOM-UNEPAR y la información requerida para el buen funcionamiento de sus funciones.

- Durante el desarrollo del proyecto

Con el fin de evitar erosionar lugares por donde se construirán los diferentes componentes del sistema debido al chapeo y destronque, se propone reforestar

estas áreas como las adyacentes. Para evitar el incremento de enfermedades de origen hídrico por el mal funcionamiento, administrativo y mantenimiento de los componentes del sistema, la DMP deberá lograr comunicación con las entidades de INFOM-UNEPAR y con la empresa ejecutora del proyecto para capacitar a los operadores del sistema y a la comunidad por medio del COCODE, y de esta manera poder cumplir con el programa de operación y mantenimiento preventivo.

- Impactos ambientales positivos

    - Se da un incremento económico debido a que se genera empleo para la localidad de manera permanente.
    - Mejoramiento de la calidad de vida como las condiciones de salud y bienestar de la población, porque con la construcción de este sistema se distribuirá agua de mejor manera y de buena calidad, que repercute en la disminución de enfermedades de origen hídrico.

2.2. Diseño del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Renacimiento y El Progreso

El camino beneficiará a los habitantes de las comunidades de la microregión VI San Juan Cháctela, la capa de rodadura en pendientes menores de 14 por ciento será de material balasto que cumple con las especificaciones; y empedrados en pendientes mayores a 14 por ciento.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un camino rural que comunicará la aldea Esquipulas con las aldeas El Progreso y El Renacimiento, que cumpla con los requisitos mínimos de diseño, debido a la topografía montañosa y que a

su vez viene a influir mucho en el costo del proyecto por el movimiento de tierras. Después de la inspección inicial detallada y del levantamiento topográfico, se procede al diseño geométrico horizontal y vertical, presentando las mejoras necesarias, ajustándose en la medida de lo factible a las normas de referencia de la Dirección General de Caminos para un camino tipo F.

El tramo a construir consiste en una longitud total de 3,74 kilómetros, con un ancho de rodadura de 5,50 metros. Construcción de cunetas revestidas en pendientes mayores del 8 por ciento, cunetas naturales donde el terreno lo permita y el supervisor que se encargará del proyecto, decida colocación de drenajes transversales con tubería de concreto de 30 pulgadas de diámetro.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico se utilizó el sistema de poligonal abierta por el método de coordenadas totales y localización de eje central.

El equipo utilizado para dicho levantamiento fue el siguiente: estación total Nikon C-100 precisión de 5 pulgadas con su respectivo trípode, dos plomadas de 1 libra, una cinta métrica, un estadal de aluminio de 4 metros, estacas, trompos, pintura y machetes.

La municipalidad colaboró con personal local para seguridad del equipo, cadenero y un vehículo para transportar el equipo de ida y vuelta.

En cada estación se levantaron secciones transversales, hasta una distancia máxima de 7,00 metros a cada lado de la línea central. Se consideró que con esta distancia es suficiente para diseñar la ruta.

2.2.2.1. Planimetría

Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala sobre una superficie plana de todos los detalles interesantes del terreno prescindiendo de su relieve.

El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte y distancias con estaciones intermedias a cada 20 metros.

2.2.2.2. Altimetría

La altimetría comprende los métodos y procedimientos para determinar la cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Es la proyección del terreno en el plano vertical. La unión de trabajos de planimetría y altimetría, proyecta en un plano toda la información requerida del terreno, siendo la base para el diseño geométrico de la carretera.

Es recomendable dibujar el perfil que se ha levantado durante el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles. Lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

2.2.2.3. Secciones transversales

Las secciones transversales tendrán un ancho de 15,00 metros, por medio de las cuales se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado.

En los puntos de intersección, la sección transversal se medirá sobre la bisectriz del ángulo interior de la poligonal abierta. También deberán sacarse secciones transversales en los fondos de zanjones y en donde deba ir tubería de drenaje transversal, donde haya obstáculos tales como: casas u otras construcciones. En la libreta deben anotarse aspectos de importancia tales como: casas, peñascos, paredones, ubicación de alcantarillas transversales, tipo de suelo, estructuras existentes, si las hay.

2.2.3. Diseño geométrico de carreteras

Corresponde principalmente a un análisis geométrico con requisitos mínimos que deben ser cumplidos para garantizar el correcto diseño y funcionamiento de la carretera.

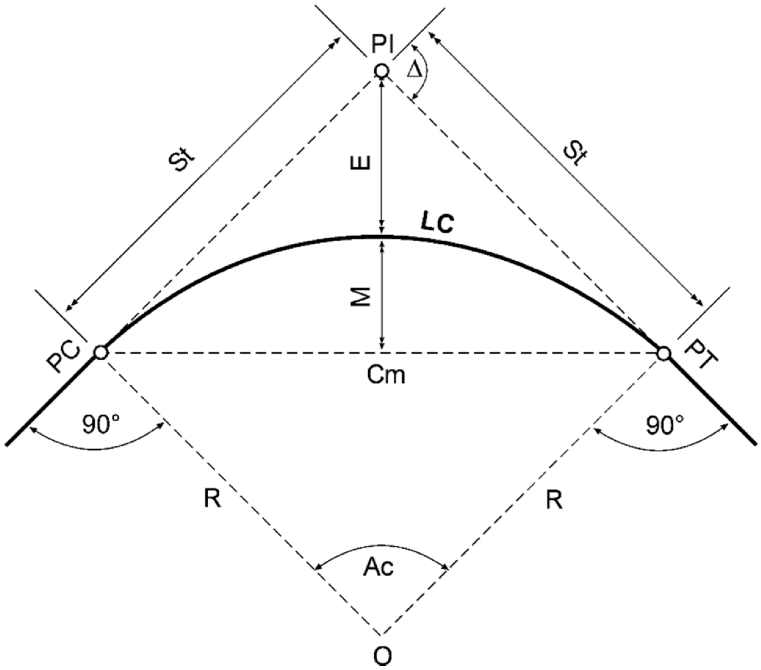
2.2.3.1. Alineamiento horizontal

Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subrasante del camino. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son: tangentes, curvas horizontales y las curvas de transición.

- Cálculo de elementos de curvas horizontales

Luego de haber definido el alineamiento horizontal, se procede a calcular los elementos de curva horizontal, con la información de las distancias entre cada PI, las deflexiones angulares entre tangentes Δ, el grado de curvatura G y la velocidad de diseño, la cual se selecciona de acuerdo con las tablas de *Especificaciones de la Dirección General de Caminos.*

Figura 5. **Elementos que componen una curva simple**



Fuente: elaboración propia, con programa FreeHand 11.

Donde:

PC = principio de curva

PT = principio de tangente

ST = subtangente

PI = punto de intersección

O = centro de la curva circular

Δ = ángulo de deflexión

R = radio

Ac = ángulo central de la curva circular

G = grado de curvatura

E = external

M = ordenada media

C = cuerda

CM = cuerda máxima

LC = longitud de curva

- Las tangentes

Son las proyecciones sobre el plano horizontal de las rectas que unen las curvas, así la tangente es la longitud comprendida entre el fin de la curva anterior (PT) y el principio de la siguiente (PC). A cualquier punto preciso de la alineación horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina Punto Obligado de Tangencia (POT). La longitud de una tangente está condicionada por la seguridad, los accidentes geográficos y topográficos; por su longitud puede ser máxima o mínima. La máxima por seguridad no debe ser muy larga, pues es causa potencial de accidentes, conviene limitar la longitud de ellas; además, durante la noche favorecen los deslumbramientos. La mínima está definida por la longitud necesaria para poder permitir el desarrollo de las curvas de transición.

- Curvas simples

Estas se presentan cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular. El sentido del caminamiento puede ser hacia la izquierda o derecha.

- Curvas compuestas

Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas.

Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas, cuando son de sentido contrario se llaman compuestas inversas. En caminos rurales deben evitarse estas últimas, porque producen cambios de curvatura peligrosos.

Sin embargo, en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre los dos radios consecutivos no sobrepase de dos y se resuelva satisfactoriamente la transición de sobre elevación.

- Curvas de transición

Cuando un vehículo pasa por un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobre elevación. Para lograrlo se usan estas curvas y su definición será: la curva que une una tangente con una curva circular simple, teniendo como característica la variación continua en el valor del radio de curvatura a través de su longitud, desde el infinito en la tangente al que corresponde para la curva circular.

- Peralte

Es la pendiente transversal que se da en las curvas a la vía de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso la inercia del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la vía. El objetivo del peralte es contrarrestar la fuerza centrífuga que empuja al vehículo hacia el exterior del vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar las aguas de la calzada, exigiendo una inclinación mínima de 0,5 por ciento.

- Sobreancho

Cuando el vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en la recta. Esto es debido a que por la rigidez y dimensiones del vehículo sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el eje del carril de circulación correspondiente.

- Ejemplo de curva horizontal

Para ejemplificar el cálculo de los elementos de curva horizontal, se tomó la curva N° 1 del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento.

Datos curva 1.
Delta: Δ = 40º35’28,39”
PI = 0+076,45

Con el valor de Δ se busca un grado de curvatura que se asemeje a este valor, en las tablas de especificaciones para curvas circulares de la Dirección General de Caminos, en este caso G = 35 grados.

Radio

$$R=\frac{1\ 145{,}9156}{G}=\frac{1\ 145{,}9156}{35^{o}}=32{,}74\ m$$

Longitud de curva

$$Lc = 20*\frac{\Delta}{G} = 20*\frac{40º35'28,39''}{35º} = 23,19\ m$$

Subtangente

$$St = R*\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 32,74\ m*\tan\left(\frac{40º35'28,39''}{2}\right) = 12,11\ m$$

Cuerda máxima

$$Cmáx = 2R*sen\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2(32,74\ m)*sen\left(\frac{40º35'28,39''}{2}\right) = 22,71\ m$$

External

$$E = \frac{R}{\cos(\Delta/2)} - R = \frac{32,74\ m}{\cos(40º35'28,39''/2)} - 32,74\ m = 2,1672\ m$$

Ordenada Media

$$M = R*\left[1-\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right] = 32,74m*\left[1-\cos\left(\frac{40º35'39''}{2}\right)\right] = 2,0327\ m$$

Cálculo de estacionamientos

$$PC1 = POT+Tg_1 = (0+000)+64,34 = 0+064,34$$

$$PT1 = PC_1+Lc_1 = (0+064,34)+23,19 = 0+088,56$$

Tabla XVIII. **Resumen diseño geométrico horizontal**

No. de Curva	Deflexion Δ	Grado de curvatura G	Radio R	St	Longitud de curva Lc	External E	Ordenada media M	Cuerda máxima	Caminamiento		Ls	e%	Sa
									PC	PT			
PI-1	40,5912	35	32,74	12,1082	23,19	2,1672	2,0327	22,7129	0+064,34	0+087,54	23	5,34	1,27
PI-2	25,2287	28	40,93	9,1587	18,02	1,0123	0,9879	17,8753	0+176,23	0+194,25	18	4,30	0,95
PI-3	16,1197	22	52,09	7,3758	14,65	0,5196	0,5145	14,606	0+248,07	0+262,73	14	3,32	0,67
PI-4	11,3741	18	63,66	6,3398	12,638	0,3149	0,3133	12,6172	0+298,50	0+311,14	13	3,00	0,60
PI-5	12,3475	19	60,31	6,5240	12,997	0,3518	0,3498	12,9723	0+442,77	0+455,76	13	3,00	0,60
PI-6	18,3097	24	47,75	7,6947	15,26	0,6160	0,6082	15,1933	0+522,48	0+537,73	15	3,66	0,77
PI-7	36,6575	34	33,70	11,1651	21,56	1,8012	1,7098	21,1973	0+574,84	0+596,41	22	5,20	1,22
PI-8	19,3002	25	45,84	7,7939	15,44	0,6579	0,6486	15,3673	0+658,30	0+673,74	16	3,82	0,81
PI-9	21,1505	26	44,07	8,2285	16,27	0,7615	0,7486	16,1774	0+821,77	0+838,04	17	3,98	0,86
PI-10	11,6792	18	63,66	6,5110	12,98	0,3321	0,3304	12,9544	0+863,16	0+876,14	13	3,00	0,60
PI-11	10,0945	16	71,62	6,3254	12,62	0,2788	0,2777	12,6018	0+957,67	0+970,29	13	3,00	0,60
PI-12	58,4669	43	26,65	14,9142	27,19	3,8895	3,3941	26,0293	1+071,97	1+099,16	28	6,40	1,63
PI-13	27,5108	29	39,51	9,6730	18,97	1,1667	1,1333	18,7912	1+116,98	1+135,95	19	4,45	1,00
PI-14	10,6986	16	71,62	6,7061	13,37	0,3133	0,3119	13,3538	1+175,98	1+189,36	13	3,00	0,60
PI-15	21,0519	26	44,07	8,1892	16,19	0,7544	0,7417	16,1029	1+400,62	1+416,81	17	3,98	0,86
PI-16	34,6515	33	34,72	10,8327	21,00	1,6505	1,5756	20,6823	1+583,03	1+604,03	21	5,05	1,18
PI-17	11,9657	18	63,66	6,6719	13,30	0,3487	0,3468	13,2711	1+703,17	1+716,46	13	3,00	0,60
PI-18	4,9485	7	163,7	7,0737	14,14	0,1528	0,1526	14,1342	1+767,19	1+781,32	13	3,00	0,00
PI-19	47,0791	39	29,38	12,8000	24,14	2,6670	2,4451	23,4696	1+874,75	1+898,89	26	5,89	1,45
PI-20	8,3234	13	88,15	6,4139	12,81	0,2330	0,2324	12,7939	2+076,16	2+088,96	13	3,00	0,00
PI-21	4,3103	7	163,7	6,1604	12,32	0,1159	0,1158	12,3122	2+135,31	2+147,62	13	3,00	0,00
PI-22	21,8510	26	44,07	8,5076	16,81	0,8136	0,7989	16,7068	2+462,18	2+478,99	17	3,98	0,86
PI-23	57,6820	43	26,65	14,6754	26,83	3,7736	3,3055	25,7101	2+588,78	2+615,61	28	6,40	1,63
PI-24	31,5133	31	36,97	10,4299	20,33	1,4432	1,3890	20,0759	2+702,59	2+722,92	20	4,76	1,09
PI-25	44,3152	37	30,97	12,6122	23,95	2,4696	2,2872	23,3616	2+741,45	2+765,40	24	5,62	1,36
PI-26	23,1386	27	42,44	8,6883	17,14	0,8802	0,8623	17,0235	3+062,58	3+079,72	18	4,14	0,90
PI-27	12,3910	19	60,31	6,5471	13,04	0,3543	0,3523	13,0178	3+181,21	3+194,26	13	3,00	0,60
PI-28	8,0809	13	88,15	6,2264	12,43	0,2196	0,2191	12,4218	3+378,18	3+390,62	13	3,00	0,00
PI-29	62,3158	44	26,04	15,7464	28,33	4,3902	3,7569	26,9498	3+479,87	3+508,20	28	6,52	1,68
PI-30	21,4777	25	45,84	8,6931	17,18	0,8171	0,8028	17,0817	3+544,44	3+561,62	16	3,82	0,81

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.2. Alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales. Aparte de la topografía del terreno, también la determinan las características del alineamiento horizontal, la seguridad, visibilidad, velocidad de diseño del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la subrasante.

- Determinación de una curva vertical

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra. Estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cubicas y otras. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la DGC es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las longitudes mínimas de las curvas verticales dadas por la Dirección General de Caminos, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

- Velocidad de diseño

La velocidad de diseño adoptada para el diseño de la carretera es de 20 kilómetros por hora considerando la topografía montañosa del lugar, catalogando el camino como un tipo F según la Dirección General de Caminos.

- La pendiente mínima

Se fija para permitir el drenaje; en los terraplenes puede ser nula 0 por ciento, dado que en ese caso actúa el drenaje transversal; en los cortes se recomienda el 0,5 por ciento mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

- Pendiente máxima

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen y composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico para salvar ciertos obstáculos.

- Longitud de curvas verticales

Al momento de diseñar se deben considerar las longitudes mínimas permisibles de curvas, con el objeto de evitar el traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En los diseños de carreteras para áreas rurales se ha normalizado entre los diseñadores, usar como longitud mínima de curva vertical, la que sea igual a la velocidad de diseño.

- Valores de k para visibilidad de parada

Para calcular la longitud mínima de las curvas verticales, se utiliza la siguiente expresión recomendada por la Dirección General de Caminos empleada en el diseño geométrico de carreteras.

$$L = k * A$$

Donde:
L = longitud mínima de la curva vertical en metros
A = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %
k = parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en siguiente tabla

Tabla XIX. **Valores de k según velocidad de diseño**

Velocidad de Diseño K.P.H.	Valor de **K** según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: VALLADARES, Jorge Félix. *Guía teórica practica del curso de vías terrestres 1*, p. 31.

- Ejemplo de curva vertical

A continuación se muestra el cálculo de la curva vertical N° 1, los datos se muestran a continuación.

Datos:

Se = +3,45%

Ss = +14,00%

PCV = 0+028,63

PTV = 0+053,63

PIV = 0+041,13

LCV = 25 m

Diferencia algebraica de pendientes

$$A = |Ss-Se| = |14-3,45| = 10,55$$

La longitud mínima de la curva vertical es igual a la velocidad de diseño, entonces la longitud mínima de las curvas verticales para este proyecto es de 20 metros.

Criterio de seguridad

$$LCV = k*A = 2*10,55 = 21,10 \text{ m}$$

En base a este valor se propone un valor de LCV = 25 m

Criterio de apariencia

$$\frac{LCV}{A} \geq 30 \rightarrow \frac{25}{10,55} \geq 30 \rightarrow \ 2,37 < 30$$

El criterio de apariencia no es necesario cumplirlo en carreteras rurales con velocidades de diseño baja, ya que encarece el proyecto y depende del tipo de topografía montañosa.

Criterio de comodidad

$$\frac{LCV}{A} \geq \frac{V^2}{395} \rightarrow \frac{25}{10,55} \geq \frac{20^2}{395} \rightarrow \ 2,37 \geq 1,01$$

Si cumple el criterio de comodidad, lo que indica que las personas que transiten tendrán un manejo adecuado.

Criterio de drenaje

$$\frac{LCV}{A} \leq 43$$

Se aplica al proyecto de curvas verticales convexas o cóncavas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto deber ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. Debido a que esta curva cóncava está alojada en relleno, no se le aplica el criterio de drenaje.

Tabla XX. **Resumen diseño geométrico vertical**

No. de curva	PIV EST	ELEV PIV	Pendiente porcenjate	Cambio de pendiente A=ISs-SeI	Tipo de curva / alojamiento	K de Visibilidad		LCV minima= velocidad de diseño	Criterio de seguridad LCV=k*A	LCV de diseño (apropiada)	Criterio de apariencia (conc) LCV/A ≥ 30		Criterio de comodidad (conc) LCV/A ≥ (V^2/395)		Criterio de drenaje (conc y conv) en corte LCV/A ≤ 43		EST PCV	EST PTV	ORDENADA MAXIMA OM=LCV*(Ss-Se)/800
						conc.	conv.						LC/A ≥ 1,013						
-	0+000,00	100,00	3,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0+041,13	101,43	14,00	10,55	concava/relleno	2	1	20,00	21,10	25,00	2,37	No cumple	2,37	Ok	-	-	0+028,63	0+053,63	0,3297
2	0+080,00	106,86	4,78	9,22	convexa/corte	2	1	20,00	9,22	20,00	-	-	-	-	2,17	Ok	0+070,00	0+090,00	0,2305
3	0+114,29	108,50	8,27	3,49	concava/corte	2	1	20,00	6,98	25,00	7,16	No cumple	7,16	Ok	7,16	Ok	0+101,79	0+126,79	0,1091
4	0+156,66	112,00	13,30	5,03	convexa/corte	2	1	20,00	10,06	20,00	3,98	No cumple	3,98	Ok	3,98	Ok	0+146,66	0+166,66	0,1258
5	0+189,77	116,40	-9,46	22,76	convexa/corte	2	1	20,00	22,76	25,00	-	-	-	-	1,10	Ok	0+177,27	0+202,27	0,7113
6	0+236,29	112,00	14,00	23,46	concava/corte	2	1	20,00	46,92	50,00	2,13	No cumple	2,13	Ok	2,13	Ok	0+211,29	0+261,29	1,4663
7	0+296,72	120,46	8,18	5,82	convexa/corte	2	1	20,00	5,82	20,00	-	-	-	-	3,44	Ok	0+286,72	0+306,72	0,1455
8	0+340,00	124,00	-4,38	12,56	convexa/corte	2	1	20,00	12,56	20,00	-	-	-	-	1,59	Ok	0+330,00	0+350,00	0,3140
9	0+411,92	120,85	8,56	12,94	concava/corte	2	1	20,00	25,88	30,00	2,32	No cumple	2,32	Ok	2,32	Ok	0+396,92	0+426,92	0,4853
10	0+453,53	124,41	-1,51	10,07	convexa/corte	2	1	20,00	10,07	20,00	-	-	-	-	1,99	Ok	0+443,53	0+463,53	0,2518
11	0+557,69	122,84	-14,00	12,49	convexa/corte	2	1	20,00	12,49	25,00	-	-	-	-	2,00	Ok	0+545,19	0+570,19	0,3903
12	0+667,37	107,49	-1,92	12,08	concava/relleno	2	1	20,00	24,16	30,00	2,48	No cumple	2,48	Ok	-	-	0+652,37	0+682,37	0,4530
13	0+750,55	105,89	2,69	4,61	concava/relleno	2	1	20,00	9,22	30,00	6,51	No cumple	6,51	Ok	-	-	0+735,55	0+765,55	0,1729
14	0+850,84	108,59	13,45	10,76	concava/relleno	2	1	20,00	21,52	30,00	2,79	No cumple	2,79	Ok	-	-	0+835,84	0+865,84	0,4035
15	0+905,93	116,00	-3,14	16,59	convexa/corte	2	1	20,00	16,59	20,00	-	-	-	-	1,21	Ok	0+895,93	0+915,93	0,4148
16	0+957,24	114,39	-14,00	10,86	convexa/corte	2	1	20,00	10,86	20,00	-	-	-	-	1,84	Ok	0+947,24	0+967,24	0,2715
17	1+060,00	100,00	-4,03	9,97	concava/relleno	2	1	20,00	19,94	20,00	2,01	No cumple	2,01	Ok	-	-	1+050,00	1+070,00	0,2493
18	1+086,87	98,92	-14,00	9,97	convexa/corte	2	1	20,00	9,97	20,00	-	-	-	-	2,01	Ok	1+076,87	1+096,87	0,2493
19	1+279,22	71,99	3,62	17,62	concava/relleno	2	1	20,00	35,24	40,00	2,27	No cumple	2,27	Ok	-	-	1+259,22	1+299,22	0,8810
20	1+359,29	74,89	-2,69	6,31	convexa/relleno	2	1	20,00	6,31	40,00	-	-	-	-	-	-	1+339,29	1+379,29	0,3155
21	1+403,78	73,69	-16,00	13,31	convexa/corte	2	1	20,00	13,31	20,00	-	-	-	-	1,50	Ok	1+393,78	1+413,78	0,3328
22	1+750,03	18,30	-14,00	2,00	concava/relleno	2	1	20,00	4,00	55,00	27,50	Ok	27,50	Ok	-	-	1+722,53	1+777,53	0,1375
23	1+830,95	6,97	-11,82	2,18	concava/relleno	2	1	20,00	4,36	70,00	32,11	Ok	32,11	Ok	-	-	1+795,95	1+865,95	0,1908
24	1+889,98	0,00	-14,00	2,18	convexa/corte	2	1	20,00	2,18	20,00	-	-	-	-	9,17	Ok	1+879,98	1+899,98	0,0545
25	2+106,78	-30,35	1,02	15,02	concava/corte	2	1	20,00	30,04	40,00	2,66	No cumple	2,66	Ok	2,66	Ok	2+086,78	2+126,78	0,7510
26	2+164,68	-29,76	-14,00	15,02	convexa/corte	2	1	20,00	15,02	20,00	-	-	-	-	1,33	Ok	2+154,68	2+174,68	0,3755
Hacia aldea El Racimiento																			
-	-	-	-13,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	2+390,38	54,68	-9,97	4,02	concava/relleno	2	1	20,00	8,04	25,00	6,22	No cumple	6,22	Ok	-	-	2+377,88	2+402,88	0,1256
28	2+471,69	46,57	-8,11	1,86	concava/corte	2	1	20,00	3,72	25,00	13,44	No cumple	13,44	Ok	13,44	Ok	2+459,19	2+484,19	0,0581
29	2+538,61	41,14	13,99	22,10	concava/relleno	2	1	20,00	44,20	50,00	2,26	No cumple	2,26	Ok	-	-	2+513,61	2+563,61	1,3813
30	2+730,05	67,92	-6,82	20,81	convexa/corte	2	1	20,00	20,81	25,00	-	-	-	-	1,20	Ok	2+717,55	2+742,55	0,6503
31	2+862,18	58,91	-16,00	9,18	concava/relleno	2	1	20,00	9,18	30,00	-	-	-	-	-	-	2+847,18	2+877,18	0,3443
32	3+320,95	-14,49	-7,65	8,35	concava/relleno	2	1	20,00	16,70	25,00	2,99	No cumple	2,99	Ok	-	-	3+308,45	3+333,45	0,2609
33	3+426,21	-22,54	-3,07	4,58	concava/relleno	2	1	20,00	9,16	25,00	5,46	No cumple	5,46	Ok	-	-	3+413,71	3+438,71	0,1431
34	3+487,36	-24,42	-5,73	2,66	concava/relleno	2	1	20,00	2,66	25,00	-	-	-	-	-	-	3+474,86	3+499,86	0,0831
35	3+528,80	-26,80	1,59	7,32	concava/corte	2	1	20,00	14,64	25,00	3,42	No cumple	3,42	Ok	3,42	Ok	3+516,30	3+541,30	0,2288
36	3+653,80	-24,81	-1,52	3,11	concava/relleno	2	1	20,00	3,11	25,00	8,04	No cumple	8,04	Ok	-	-	3+641,30	3+666,30	0,0972

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Normas para el diseño de caminos rurales

Se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o el diseño de la línea de localización. Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, estos dependiendo del criterio adoptado que a su vez dependen del volumen del tránsito y la velocidad de diseño a utilizar.

Existen factores que influyen en el diseño de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, obligando a hacer excepciones de parámetros establecidos, por lo que es necesario tomar una serie de criterios generales originados de la práctica y del sentido común.

El incumplimiento de normas de diseño solamente puede darse cuando sean justificables por razones económicas, esto sin dejar de lado la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.2.5. Cálculo de subrasante

La subrasante es la línea proyectada sobre el perfil longitudinal del terreno que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria. La subrasante queda debajo de la base y capa de rodadura en proyectos de asfaltos y debajo del balasto en proyectos de terracería.

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución, por lo que la subrasante es el elemento determinante del costo de la obra. Por esta razón un buen criterio para diseñar es obtener la subrasante más económica.

El proceso de selección de subrasante es por medio de tanteos, reduciéndose el número de estos únicamente con la experiencia del diseñador. Es necesario apuntar que el relleno es mucho más caro que el corte, por lo que hay que tomar en cuenta tal situación para definir el óptimo diseño.

Para efectuar el diseño de la subrasante se debe contar con la siguiente información:

- Haber definido el ancho de la carretera (la sección típica)
- Conocer el alineamiento horizontal del tramo
- Tener el perfil longitudinal del tramo
- Conocer las secciones transversales, las especificaciones necesarias y los datos de la clase de terreno
- Haber determinado puntos obligados; de preferencia el diseñador deberá haber realizado una inspección en el lugar del tramo que va a diseñar, para tener un mayor número de controles.

2.2.6. Seccionamiento transversal

Por medio de las secciones transversales de 15 metros de ancho, se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado. El intervalo de las secciones se realiza a cada 20 metros.

2.2.7. Cálculo de áreas de secciones transversales

Para el cálculo de las áreas se deben tener dibujadas las secciones transversales de la línea de localización en estaciones a cada 20 metros y sobreponerle la sección típica que fue seleccionada con sus taludes que delimitan las áreas de corte y relleno.

El procedimiento más común es el gráfico, permitiendo medir las áreas por medio de un planímetro graduado. Para la medición de las secciones, deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Otro procedimiento es a través de las coordenadas que delimitan a la sección de corte y relleno establecidas por determinantes. Este procedimiento es el Método Analítico, por lo que se asignan coordenadas totales considerando los vértices del polígono de la sección transversal; teniendo identificados todos los vértices del polígono, se aplica el Método de Determinantes para encontrar el área.

Otro factor a considerar para el cálculo de las secciones transversales, es la inclinación del talud de la carretera que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tienen estos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierra, es recomendable usar la siguiente tabla:

Tabla XXI. **Tabla de relaciones de taludes**

Corte		**Relleno**	
Altura (m)	H-V	Altura	H-V
0 – 3	1 – 2	0 – 3	2 – 1
3 – 7	1 – 2	> 3	3 – 2
> 7	1 – 3		

Fuente: PÉREZ MÉNDEZ, Augusto René. *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras,* p. 65

2.2.8. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, balance y diagrama de masas

El cálculo de volumen se realiza entre estaciones, regularmente cada 20 metros, si las dos secciones donde se desea obtener el volumen se encuentran en corte o en relleno, es posible hacerlo con el volumen de un prisma irregular, que es el resultado de la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las estaciones.

$$V = \frac{A1+A2}{2} * d$$

Donde:

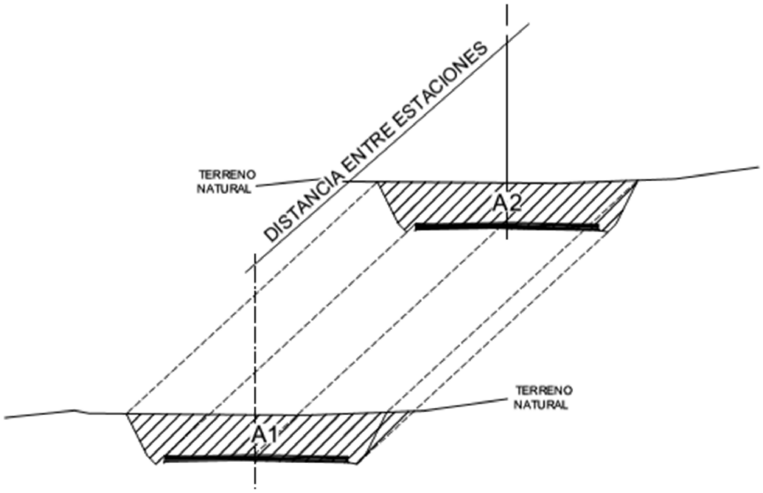
V = volumen (corte o relleno)

A1 = área estación 1

A2 = área estación 2

d= distancia entre estaciones (20 m)

Figura 6. **Representación geométrica para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Cuando las secciones a tratar contemplan áreas de corte y relleno, deben de calcularse las distancias de paso que corresponden al punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$D1 = \frac{R}{C+R} * D \qquad VR = \frac{R}{2} * D1$$

Donde:

D1 = distancia de paso

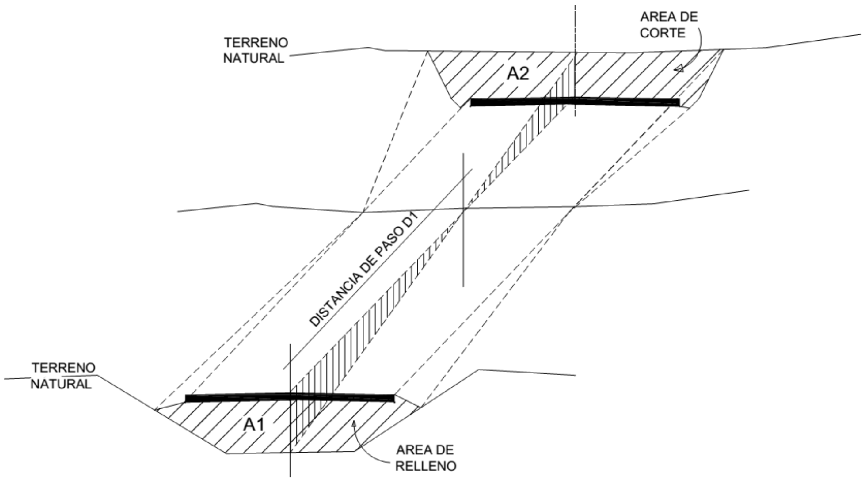
C = área de corte

R = área de relleno

D = distancia entre estaciones

VR = volumen de relleno

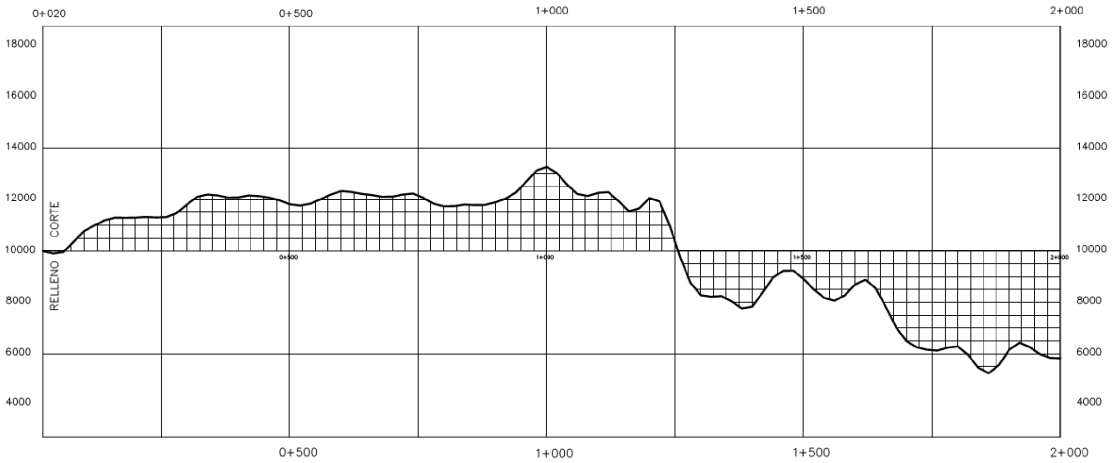
Figura 7. **Representación geométrica de la distancia de paso para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

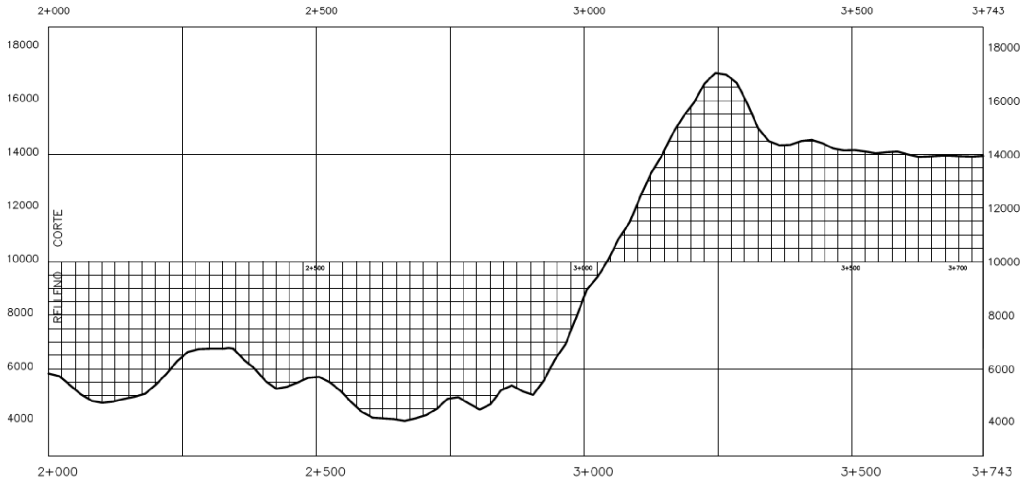
El cálculo de volumen de corte y relleno se realizó por medio del software AutoCAD Civil 3D 2014, los resultados de volúmenes de corte y relleno se presentan en el apéndice C.

Figura 8. **Diagrama y balance de masas de estación 0+000 a 2+000**



Fuente: elaboración propia con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

Figura 9. **Diagrama y balance de masas de estación 2+000 a 3+743**



Fuente: elaboración propia con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

2.2.9. Diseño de drenaje

El drenaje tiene la función de evacuación del agua o la humedad que en cualquier forma pueda perjudicar a la carretera. Cuando el agua perjudica la carretera, se encarece el costo de construcción o el mantenimiento a la misma y hasta se puede llegar a paralizar el tránsito. El estudio del drenaje no sólo debe realizarse para el cruce de ríos y riachuelos, sino que para cualquier obra de drenaje por pequeña que sea, ya que de este diseño depende en gran parte la vida de la carretera.

2.2.9.1. Drenaje transversal (descripción)

Sirve para dar paso al agua que no puede desviarse en otra forma y que tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

En estas obras de drenaje se pueden usar tuberías, las cuales evacuan las aguas provenientes de cunetas y de cuencas definidas, y pueden ser permanentes como los riachuelos o variables como las aguas de lluvia. Las tuberías que únicamente desaguan aguas de lluvia deben inspeccionarse con frecuencia, especialmente al inicio y durante el invierno.

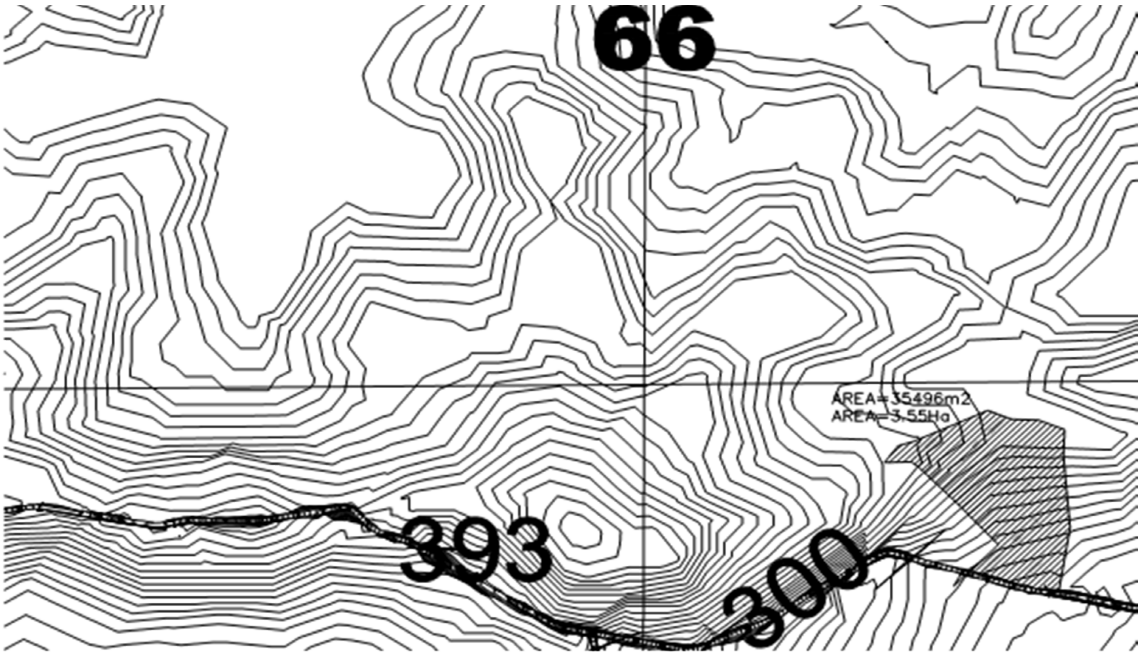
2.2.9.2. Drenaje transversal propuesto

La fase más importante de los drenajes transversales es determinar el diámetro correcto de la tubería para evacuar toda el agua sin dañar la capa de rodadura de la carretera. La tubería a utilizar será de lámina corrugada.

- Cálculo del diámetro de la tubería

A continuación se presenta el cálculo del diámetro de la tubería en la sección crítica de la carretera:

Figura 10. **Delimitación de área a drenar en la sección crítica de carretera**



Fuente: elaboración propia con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

El área tributaria en la sección típica de carretera fue analizada a través del software AutoCAD Civil 3D 2014 en el análisis de áreas de captación de lluvia: *catchment area, ground data,* con la cual se delimita la microcuenca de 3,55 hectáreas generada por las curvas de nivel de las hojas cartográficas de la región proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), véase figura 10.

La intensidad de lluvia se determina con la ecuación $I = A/(B+t_c)^n$; donde A, B y n son parámetros estadísticos proporcionados por el Departamento de Investigación y Servicios Hídricos del INSIVUMEH; para la estación meteorológica Chixoy los parámetros de ajuste se muestran a continuación:

Tabla XXII. **Parámetros A, B y n para períodos de retorno T = 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75 y 100 años de la estación meteorológica Chixoy**

T (años)	2	5	10	15	20	25	30	50	75	100
A	1468	847	716	674	650	636	626	603	590	583
B	20,40	6,10	2,00	0,50	-0,30	-0,90	-1,30	-2,20	-2,80	-3,10
N	0,87	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68	0,68	0,66	0,66	0,65
Error relativo	0,008	0,058	0,084	0,096	0,103	0,113	0,113	0,122	0,129	0,134

Fuente: INSIVUMEH. Estudio de intensidad de precipitación de la República de Guatemala.

El tiempo de concentración en microcuencas generalmente se considera de 12 minutos. En cuencas grandes debe hacerse un análisis considerando la pendiente promedio de la cuenca y la velocidad de la partícula de agua:

$$tc = \left(\frac{0,86*L^3}{H}\right)^{0,385} *60$$

Donde:

tc = tiempo de concentración en minutos

L= Longitud del cauce principal

H = diferencia de elevaciones entre los puntos extremos del cauce

Para un período de retorno de 25 años y un tiempo de concentración 12 minutos los parámetros de ajuste son A = 636, B = -0,90, n = 0,68:

$$I = \frac{636}{(12+-90)^{0,68}} = 123,78 \text{ mm/h}$$

Para estimar caudales por el método racional se emplea la expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m^3/s

C = coeficiente de escorrentía =0,30

I = intensidad de lluvia en mm/h

A = área en hectáreas = 3,55 Ha

$$Q = \frac{0,30 * 123,78 \text{ mm/h} * 3,55 \text{ Ha}}{360} = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$$

Condiciones de diseño:

S = 3%

Lleno al 90%

d = 30 plg (diámetro mínimo de diseño)

Velocidad y caudal a sección llena (utilizando la ecuación de Manning):

$$V = \frac{0,03429*D^{2/3}*S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429*(30")^{2/3}*(0,03)^{1/2}}{0,014} = 4,10 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = V * A = (4,10 \text{ m/s}) * \left[\frac{\pi}{4}*(30")^2*\left(\frac{2,54 \text{ cm}}{1"}\right)^2 * \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^2\right]$$

$$Q = 1{,}87\ m^3/s$$

Relaciones hidráulicas

$$\frac{q_{diseño}}{Q_{sección\ llena}} = \frac{0{,}37 m^3/s}{1{,}87 m^3/s} = 0{,}1979$$

$$\frac{v}{V} = 0{,}7789 \rightarrow v = 0{,}7789\ V \rightarrow v = 0{,}7789(4{,}10\ m/s)$$

$$v = 3{,}19\ m/s \quad \rightarrow \quad v < 5\ m/s \quad OK$$

$$\frac{d}{D} = 0{,}30 < 0{,}90\ OK$$

El tirante hidráulico está comprendido entre 0,10 y 0,90, por lo cual el diámetro de tubería de 30 pulgadas cumple con todos los requerimientos de diseño.

2.2.9.3. Drenaje longitudinal (descripción)

Se refiere a las obras de captación y defensa como cunetas, contracunetas y bombeo.

- Cunetas

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos. Es importante que el fondo de la cuneta se conserve como se especifique en el diseño: la profundidad debe estar más baja que el nivel de la subrasante, para interceptar el agua subterránea proveniente de los diferentes

elementos que constituyen un pavimento. Sin embargo cuando es muy fuerte y los territorios son muy deleznables, deben revestirse para evitar su erosión. En algunos casos es necesario modificar la pendiente con gradas para disipar la energía de las altas velocidades.

El revestimiento de las cunetas puede hacerse utilizando diferentes materiales que van desde la piedra bola o cantos rodados, ligados con mortero de arena y cemento, hasta planchas de concreto hidráulico fundidas en el lugar.

En los rellenos todas las cunetas deben protegerse, revistiéndolas por alguno de los medios ya señalados o protegiéndolos con plantas gramíneas. Es importante que la cuneta quede lo suficientemente retirada del talud, formando entre ambos un hombrillo mínimo de 60 centímetros, el cual debe ser protegido.

En el presente caso se diseñó la cuneta en forma triangular, debido a que no se erosionan fácilmente.

- Contracunetas

Estas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos.

Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contracunetas. Una buena práctica de trabajo es la de inspeccionar todos los drenajes cuando suceden lluvias intensas para determinar su correcto funcionamiento. En el presente estudio no se consideró el diseño de estos elementos.

- Bombeo

A la pendiente de la sección transversal de un camino se le llama bombeo, cuyo objetivo es drenar hacia los lados (cunetas) el agua que cae en el camino. El bombeo utilizado en este proyecto es de 3 por ciento.

- Mantenimiento y reparación

Por ser el agua no controlada el mayor problema natural de las carreteras, es importante el mantenimiento de las cunetas y contra cunetas para mantener el mayor tiempo posible los elementos que constituyen una carretera en óptimas condiciones. Es decir, la reparación y mantenimiento de las obras de drenaje debe ser continuo y cuidadoso.

2.2.9.4. Drenaje longitudinal propuesto

El drenaje longitudinal se toma como base las pendientes de diseño de subrasante y perfil existente, así como los cursos de agua natural y fondos de cuenca que necesariamente interceptan la ruta, se recomienda construir cunetas tipo triangular de terrenos naturales y cunetas revestidas en pendientes mayores a 10 por ciento.

- Cálculo de cunetas

Para evitar que la carretera se deteriore como consecuencia de la escorrentía provocada por las precipitaciones, se presente el cálculo a continuación:

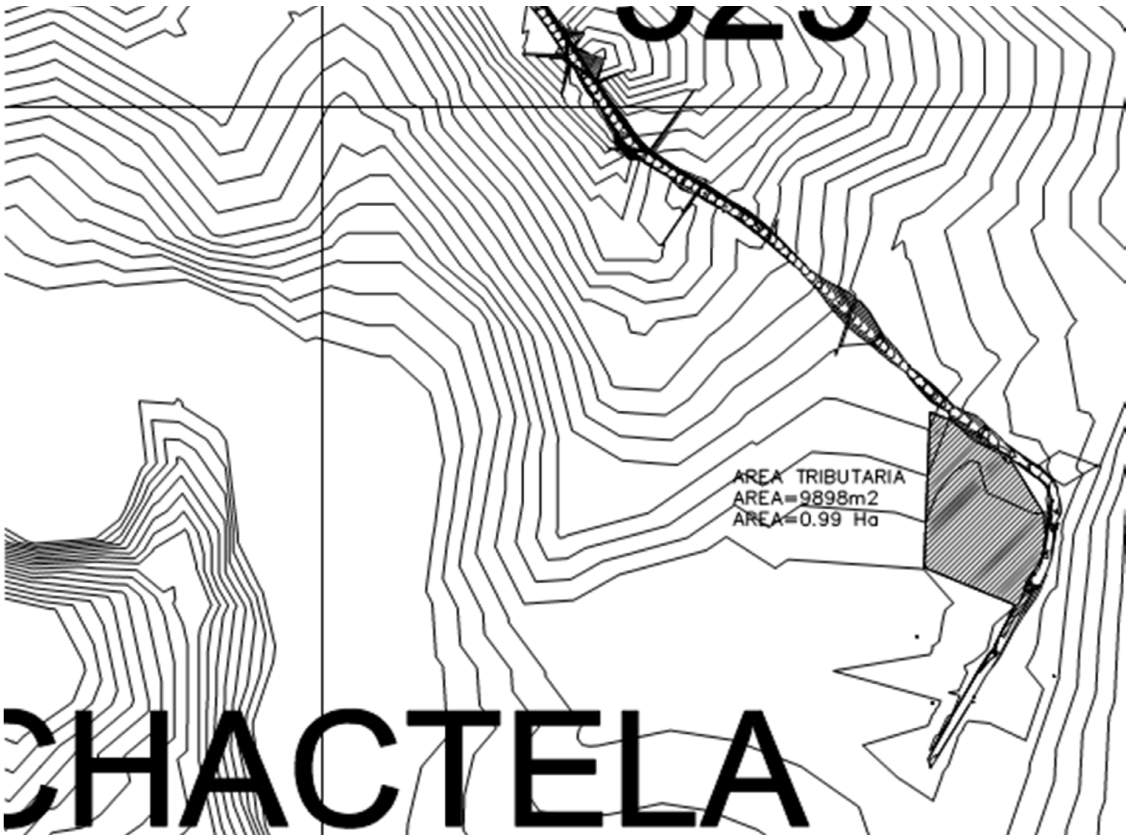
Área = 0,99 Ha

C = 0,30

I = 123,78 mm/h

El área tributaria que aporta a la cuneta fue analizada a través del software AutoCAD Civil 3D 2014 en el análisis de áreas de captación de lluvia: *catchment area, ground data,* con la cual se delimita la región de terreno generada por las curvas de nivel de las hojas cartográficas de la región del Instituto Geográfico Nacional (IGN), véase figura 11.

Figura 11. **Delimitación del área tributaria para el diseño de las cunetas**



Fuente: elaboración propia con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

Para estimar los caudales por el método racional, se emplea la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m^3/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en mm/h

A = área en hectáreas

$$Q = \frac{0{,}30 * 123{,}78 \text{ mm/h} * 0{,}99 \text{ Ha}}{360}$$

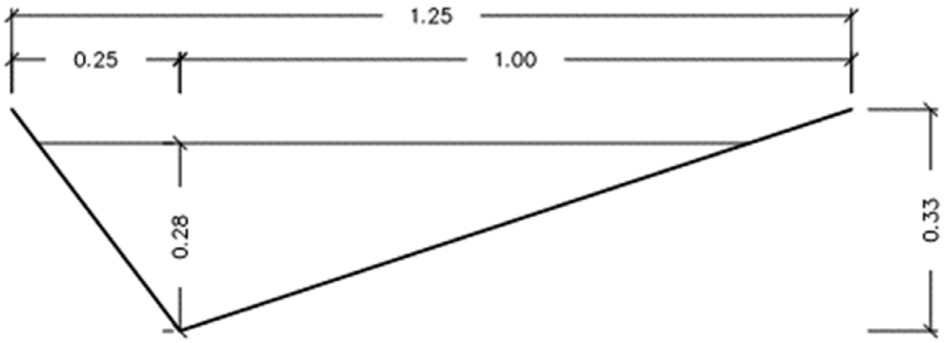
$$Q = 0,\ 10 m^3/s$$

Condiciones de diseño:

S = 0,0159

Lleno al 70%

Figura 12. **Sección transversal propuesta de las cunetas**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD Civil 3D 2014.

Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P} = \frac{\text{Área}}{\text{perímetro mojado}}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0{,}14\ m^2}{1{,}24\ m} = 0{,}1129$$

Usando la ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0{,}015} * 0{,}14 * 0{,}1129^{2/3} * 0{,}0159^{1/2}$$

$$Q_{70\%} = 0{,}1484\ m^3/s$$

$$Q_{diseño} = 0{,}10\ m^3/s$$

$$Q_{70\%\ secc.} = 0{,}28\ m^3/s$$

$$Q_{70\%secc.} > Q_{diseño}$$

$$0{,}28\ m^3/s > 0{,}10\ m^3/s \quad \rightarrow \quad OK$$

Conclusión: el área de la cuneta propuesta es suficiente para transportar el caudal de diseño.

2.2.10. Estudio de suelos para la subrasante

Los resultados de los ensayos de laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) del material que será utilizado como subrasante, se ilustran en el anexo B.

2.2.10.1. Ensayo de razón soporte california

El ensayo de CBR mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo simplemente como: relación de soporte y esta normado con el número ASTM D 1883-73. Se aplica para evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de subbases y bases granulares que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 milímetros, y que es retenido en el tamiz de 20 milímetros.

Se recomienda que la fracción no exceda del 20 por ciento. Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado. Ensayo de CBR (valor Soporte California): el número CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria en kilogramos por centimetros cuadrado (libras por pulgadas cuadrada) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón (con un área de 19,4 centímetros cuadrados) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado.

2.2.10.2. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico consiste en determinar la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de granos presentes en una muestra de suelo. En la práctica, se trabaja con rangos de tamaños.

El análisis granulométrico permitió obtener la cantidad de suelo que pasa en una serie de mallas o tamices normalizados. La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, graficando los diámetros de partículas en función del porcentaje que pasa (en peso) o también llamado porcentaje más fino.

2.2.10.3. Límites de consistencia

Son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria, ya que la muestra de suelo al ser ensayada se encuentra con su estructura original destruida por la acción de remoldeo.

2.2.10.4. Ensayo de compactación

Actualmente existen muchos métodos para reproducir, al menos teóricamente en laboratorio las condiciones dadas de compactación en terreno. Históricamente, el primer método respecto a la técnica que se utiliza actualmente, es el debido R.R. Proctor y que es conocido como Prueba Proctor estándar. El más empleado actualmente es denominado prueba Proctor Modificado en el que se aplica mayor energía de compactación que el estándar, siendo el que está de acuerdo con las solicitaciones que las modernas estructuras imponen al suelo.

2.2.11. Estudio de suelos para la carpeta de rodadura

Los resultados de los ensayos de laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) del material balasto que será utilizado como carpeta de rodadura, se ilustran en el anexo C.

2.2.11.1. Ensayo de peso unitario suelto

El peso unitario aparente o peso volumétrico es la relación entre el peso de un material y el volumen ocupado por el mismo, expresado en kilogramos por metro cúbico. El valor se utiliza para convertir pesos a volumen y viceversa.

2.2.11.2. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tiene los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. En la clasificación de los suelos para el uso en ingeniería se está acostumbrado utilizar algún tipo de análisis granulométrico, este ensayo constituye una parte de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras.

2.2.11.3. Límites de consistencia

Sirven para determinar las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos están representados por su contenido de humedad.

2.2.11.4. Ensayo de compactación

Es todo proceso por medio del cual se aumenta el peso volumétrico de un material. La densidad que se puede obtener de un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. El contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad), se llama contenido óptimo de humedad para aquel método de compactación. En general esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

2.2.12. Diseño de la carpeta de rodadura

Para la carpeta de rodadura se utilizará material balasto extraído del río Chixoy, que es utilizado como banco de materiales por la cercanía de las comunidades.

2.2.12.1. Balasto

Es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. Conforme se vaya terminando de construir la subrasante, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la subrasante en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto será de 20 centímetros.

Se considera la construcción de empedrados en lugares con pendientes fuertes (mayores al 14 por ciento), para evitar la erosión de la rodadura y proporcionar a los vehículos una fricción y agarre suficiente para el ascenso y descenso.

2.2.13. Elaboración de planos y detalles

Los planos realizados contienen todos los detalles de la planta y del perfil del terreno. Se detallan las longitudes de tangentes, el kilometraje de cada principio de tangente y principio de curva; en el perfil se especifica la velocidad de diseño de la carretera, los diferentes niveles de cada punto, cambios de pendientes y los datos de las curvas verticales.

El juego de planos del camino rural, contiene los siguientes planos:

Tabla XXIII. **Índice de planos del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento**

Descripción	Plano
Planta general de curvas de nivel	1/10
Planta perfil estación 0+000 a 0+780	2/10
Planta perfil estación 0+780 a 1+540	3/10
Planta perfil estación 1+540 a 2+300	4/10
Planta perfil estación 2+300 a 3+060	5/10
Planta perfil estación 3+060 a 3+740	6/10
Secciones transversales 0+000 a 1+420	7/10
Secciones transversales 1+440 a 2+920	8/10
Secciones transversales 2+920 a 3+740	9/10
Detalles constructivos	10/10

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas utilizadas en el diseño son proporcionadas por las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos.

- Limpia y chapeo

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar a la carretera o a cualquier propiedad.

Antes de efectuar la tala de árboles, el contratista deberá cumplir con los requisitos correspondientes del INAB y del CONAP. Al efectuar la tala de árboles, estos se deben botar hacia el centro del área que deba limpiarse, de tal manera que no se dañen las propiedades adyacentes o los árboles que deban permanecer en su lugar.

En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 0,60 metros debajo de la superficie de la subrasante; y el área total debe ser limpiada de matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales u orgánicas susceptibles a descomposición.

Las áreas que se deban cubrir con terraplenes, se deben desraizar a una profundidad no menor de 0,30 o a 0,60 metros cuando los troncos estén deteriorados, en ambos casos debajo del terreno original. Los troncos en buen estado se pueden dejar en su lugar, siempre que se corten por lo menos a 1,00 metro debajo de la subrasante terminada, o a no más de 0,15 metros sobre el terreno original.

- Topografía

Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo. El personal, equipo y material deberá cumplir con lo siguiente: el contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla.

El contratista debe suministrar instrumentos de topografía y equipo de soporte capaces de alcanzar las tolerancias especificadas.

El contratista debe suministrar herramientas e insumos aceptables del tipo y de la calidad utilizada normalmente en los trabajos de levantamientos topográficos efectuados en carreteras y adecuados para el uso indicado. Debe suministrar estacas y mojones de una longitud, tal que provean un empotramiento sólido en el terreno y con un área superficial afuera del terreno, suficiente para colocar las marcas legibles necesarias.

- Replanteo de la línea central

El personal de la supervisora colocará las referencias de los puntos de control horizontal y vertical establecidos en los planos, consistentes en monumentos de concreto y corresponderá al contratista hacer el replanteo en detalle a cada 20 metros de la línea central. El personal de la supervisora también suministrará los datos a utilizarse en el establecimiento de controles de los principales elementos del proyecto. Para el trazo de curvas horizontales se debe

usar la definición arco (grado de curva horizontal: es el ángulo en el centro que subtiende un arco de 20 metros).

En el lugar de construcción de cada puente o bóveda, el personal de la supervisora deberá colocar como mínimo dos monumentos de concreto debidamente referenciados y ubicados convenientemente, los que indicarán la exacta localización de la estructura y su elevación (BM).

En adición a la información dada en los planos, el personal de la supervisora entregará los datos de rasante, pendientes, entre otros. El contratista debe realizar los cálculos adicionales para el uso conveniente de los datos suministrados por el personal de la supervisora. El contratista debe dar aviso al personal de la supervisora inmediatamente al notar discrepancias o errores encontrados, así como error o discrepancia en los planos y disposiciones especiales para que se resuelva lo procedente.

- Levantamientos topográficos para construcción

El contratista con las referencias entregadas por la supervisora y la información suministrada en los planos y/o programas o archivos computarizados del diseño geométrico, colocará las estacas de construcción. Antes de efectuar un levantamiento topográfico para construcción, el contratista deberá discutir y coordinar con el delegado residente lo siguiente:

  - Métodos a utilizar para el levantamiento topográfico
  - Referencias para el replanteo
  - Control de niveles para capas de materiales
  - Control de estructuras
  - Cualquier otro procedimiento y control necesarios para ejecutar el trabajo

Antes de iniciar los trabajos de construcción, el contratista deberá notificar al delegado residente la falta de puntos de control o referencias. El delegado residente restablecerá dichos puntos de control y referencias antes de que inicie los trabajos de construcción.

El contratista deberá conservar todas las referencias iniciales y los puntos de control. Después de iniciar los trabajos de construcción, deberá reponer todas las referencias o puntos de control iniciales que hayan sido destruidas o perturbadas y que sean necesarias para la ejecución del trabajo.

Las notas de campo deberán ser presentadas por el delegado residente en un formato aprobado. Se deberá suministrar todas las anotaciones topográficas. Se deberán suministrar los cálculos que respalden las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y los documentos de soporte pasarán a ser propiedad del Estado. Cuando el replanteo haya sido aceptado, se podrá iniciar la construcción.

- Excavación

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la construcción de la carretera. Cuando se hayan completado todos los rellenos y demás elementos, con el material proveniente del corte y exista material sobrante, este tendrá que desperdiciarse cuando así haya sido contemplado en el diseño o por que el material es inadecuado. Para efectos de pago, toda la excavación será no clasificada.

Excavación no clasificada de desperdicio es el material resultante de la excavación que de acuerdo con los planos constituye sobrante o que sea material inadecuado para la construcción de la obra.

- Excavación no clasificada para préstamo

Cuando todo el material proveniente del corte sea insuficiente para completar los rellenos y terraplenes de conformidad con los planos, tendrá que recurrirse a obtener materiales provenientes de áreas ubicadas fuera de los límites de construcción o bancos de préstamo.

- Límites de construcción

Es el área de terreno comprendida entre las intersecciones de los planos de los taludes con el terreno original. En algunos casos, estos límites se extienden más allá de los correspondientes al derecho de vía.

- Remoción de derrumbes

Es la operación de remover el derrumbe o deslizamiento del talud original que caiga sobre la carretera. La prevención de derrumbes es la previsión necesaria, ya sea indicada en los planos o establecida por el delegado residente, para evitar que tal derrumbe o deslizamiento pueda ocurrir.

- Subexcavación

Es la operación de remover el material inadecuado que se encuentre debajo del nivel de la subrasante en las secciones de corte o debajo del nivel del terreno natural en secciones de terraplén o relleno.

- Relleno y compactación

Es la estructura que se construye con los materiales que se especifican en esta sección y en capas sucesivas hasta la elevación indicada en los planos. El relleno debe ser construido en capas sucesivas horizontales y de tal espesor que permita la compactación especificada. En los rellenos cada capa se debe compactar como mínimo al 90 por ciento de la densidad máxima, determinada según el Método AASHTO T-180; y los 0,30 metros superiores deben compactarse como mínimo al 95 por ciento de la densidad máxima determinada.

- Conformación y estabilización de subrasante

Este trabajo consiste en la eliminación de toda la vegetación y materia orgánica o cualquier otro material existente sobre el área de subrasante a reacondicionar, así como la escarificación, mezcla, homogenización, humedecimiento, conformación y compactación del suelo de la subrasante, efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 0,20 metros.

Subrasante es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Son materiales inadecuados para la construcción de la subrasante, los siguientes:

  - Los clasificados en el grupo A-8, AASHTO M 145, que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una inspección visual y no depende del porcentaje que

pasa el tamiz 0,075 milímetros (Nº. 200), del límite líquido, ni del índice de plasticidad. Están compuestos principalmente de materia orgánica parcialmente podrida y generalmente tienen una textura fibrosa, de color café oscuro o negro y olor a podredumbre. Son altamente compresibles y tienen baja resistencia. Además basuras o impurezas que puedan ser perjudiciales para la cimentación del pavimento.

- Las rocas aisladas mayores de 0,10 metros que se encuentran incorporadas en los 0,30 metros superiores de la capa de suelo de subrasante.

- Materiales adecuados para subrasante

Son suelos de preferencia granulares, con menos de 3 por ciento de hinchamiento de acuerdo con el ensayo AASHTO T-193, que no tengan características inferiores a los suelos que se encuentren en el tramo o sección que se esté reacondicionando.

- Operaciones de construcción

El contratista debe proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la subrasante a reacondicionar. El delegado residente debe delimitar los tramos que el contratista tiene que reacondicionar, indicando claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo.

Cuando en la subrasante aparezcan áreas con material inadecuado, el delegado residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado. Durante estas operaciones el contratista debe señalizar dichas áreas para evitar accidentes.

En las áreas que necesiten reacondicionamiento, el contratista debe proceder a escarificar el suelo de subrasante hasta una profundidad de 0,20 metros, eliminando las rocas mayores de 0,10 metros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 0,20 metros. El suelo de subrasante en toda el área a reacondicionarse, debe humedecerse adecuadamente antes de la compactación. El control de humedad puede efectuarse secando el material, o por el método con carburo, AASHTO T217.

La subrasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de más menos 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T-180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T-191; con la aprobación escrita del ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Para el caso de subrasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico.

- Construcción, conformación y/o reconstrucción de cunetas naturales

El proceso a seguir para la conformación, construcción o reconstrucción de cunetas, deberá hacerse de acuerdo al diseño y las dimensiones de la sección típica especificada, según el detalle facilitado dentro de los planos.

Deberán conformarse y limpiarse las cunetas para permitir el libre paso de las aguas.

Donde existan las cunetas erosionadas que no cumplan con la profundidad que aparecen indicadas en la sección típica seleccionada, se deberá reconstruir con el equipo adecuado.

La construcción o reconstrucción de las cunetas erosionadas deberá hacerse en forma coordinada con la construcción o mejoramiento del resto de la superficie de rodadura, considerando ambas como un solo cuerpo para la definición correcta de la sección típica especificada.

Donde existan cunetas azolvadas por pequeños desprendimientos de material proveniente de taludes de corte y por materiales depositados en ellas por otras causas, siempre y cuando dichos materiales se encuentren dentro de los límites de ancho de la cuneta especificada, dicha remoción será realizada como parte de la actividad de conformación de la subrasante.

Todas las cunetas se conformarán sobre el terreno natural, con una pendiente lateral del 10 por ciento como mínimo, hasta llegar al pie de talud, debiendo conformar la cuneta con el apoyo de una moto niveladora. Vibro compactando a partir del punto de unión con la capa de rodadura.

- Colocación de la capa de balasto

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y colocación del material con la humedad requerida; conformación y compactación de la capa de balasto, de acuerdo con el espesor total mostrado en los planos.

Conforme se vaya terminando de construir la subrasante, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la subrasante en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros.

Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una subrasante existente, esta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido en 203.01 del Libro Azul de Caminos, estos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la subrasante.

Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95 por ciento de la densidad máxima determinada por el Método AASHTO T 180.

El contratista debe controlar el contenido de humedad adecuado del material, por medio de ensayos de laboratorio y campo, secando el material y determinando la humedad a peso constante o por el Método del Carburo de Calcio, AASHTO T-217, a efecto de obtener la compactación especificada. La capa debe ser nivelada con equipo apropiado para asegurar una compactación uniforme y no se aprobará la compactación hasta que se llenen los requisitos correspondientes especificados.

La medida se debe hacer por el número de metros cúbicos de capa de balasto con aproximación de dos decimales, debidamente construidos por el

contratista y aceptados por el delegado residente. El volumen debe ser el del material compactado en su posición final calculado por procedimientos analíticos. Para el cálculo la dimensión longitudinal debe ser la realmente cubierta por la capa medida en proyección horizontal; la dimensión transversal debe ser el ancho también en proyección horizontal, mostrado en los planos u ordenado por escrito por el delegado residente y realmente cubierto por el contratista; y el espesor será el mostrado en los planos.

- Balasto

Es un material clasificado que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.

Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto no menor de 1 450 kilogramos por metro cúbico (90 lb/pie^3) determinado por el Método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de ⅔ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor debe ser separado, ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el delegado residente.

La porción del balasto retenida en el tamiz 4,75 milímetros (N° 4), debe estar comprendida entre el 60 y el 40 por ciento en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el Método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0,425 milímetros (N° 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el Método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el Método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz

0,075 milímetros (N° 200), no debe exceder de 15 por ciento en peso, determinado por el método AASHTO T11.

- Especificaciones especiales

  - Colocación de la tubería

Después de realizar la excavación, nivelación y la debida compactación de la subrasante, se procederá al tendido o revestimiento de material selecto (balasto) con un espesor de 15 centímetros debidamente compactados, con el fin de evitar hundimientos de las mismas.

Todas las tuberías se colocaran comenzando en el extremo aguas abajo de la alcantarilla con la parte en dirección aguas arriba y con fondo del tubo de acuerdo a la pendiente indicada por el supervisor, antes de colocar el siguiente tubo, se alineará de modo que las superficies interiores de los tubos continuos quede al ras y uniformes.

La unión deberá ser tal que quede de acuerdo a su respectiva especificación. Después de colocado el tubo se rellenará con selecto, a fin de no causarle deformaciones a su alrededor y provocar con eso el deterioro más rápido del mismo. Este relleno se debe realizar con equipo especial de compactación (bailarina o pata de cabra).

Cuando se construya la tubería con cabezales o se conecte con estructuras de desagüe, los extremos expuestos de la tubería se deberán colocar o recortar al ras de la cara de la estructura.

El precio incluirá toda la provisión, acarreo y colocación de material necesario, el retiro de materiales sobrantes y la instalación de alcantarillas de tubo provisionales que se requieran como desagüe cuando se construya el terraplén.

Para realizar el trabajo de excavación (zanjeo para tubería) deberá contemplarse una máquina retroexcavadora para realizar dicha excavación, cuyos costos deberán estar incluidos en el costo de ML de tubería.

- Mampostería de piedra

Este trabajo consistirá en la construcción y reparación de cabezales, muros de contención y demás estructuras de mampostería. La piedra deberá ser un material de cantera labrada o no labrada. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia por la intemperie.

Además la superficie de las piedras debe de estar libre de tierra, arcilla o cualquier materia extraña que puedan obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar entre 10 a 25 centímetros.

La arena será la porción de agregado que puede ser triturada o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y cualquier material que pueda impedir la adhesión de estos con el cemento. El cemento deberá ser Pórtland 4 000 libras por pulgada cuadrada.

Preparación y colocación de la piedra. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas para quitar la tierra, arcilla o cualquier

materia extraña. Deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden eliminar por medio de agua y cepillo.

Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar, de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares. La separación entre piedra y piedra no debe ser menor de 1,50 ni mayor de 3,00 centímetros. Cada piedra debe ir completamente cubierta por el mortero.

El mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales como se indica en la sección 512.04 de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes, edición 2001. La mampostería se debe mantener húmeda durante tres días después de haber sido terminada. No se debe de aplicar ninguna carga exterior contra o sobre la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días, después de haber terminado el trabajo.

No se reconocerá pago por mayor volumen resultante de la construcción con mayores dimensiones a las indicadas, salvo que las modificaciones hayan sido ordenadas por el supervisor del contratante.

- Cabezales de salida

En la construcción de cabezales de salida en drenajes transversales, se especifica una caja de entrada y un cabezal de salida en cada tramo de tubería con diámetro como se indica en los planos, para el drenado de la carretera; en ambos casos para evitar la erosión de la rodadura y proporcionar facilidad de limpieza.

En los planos se indica su geometría, haciendo énfasis que el tipo de construcción a utilizar es de mampostería, quedando totalmente prohibido el

empleo de cualquier tipo de block; en todo caso la superficie interior de la caja y el cabezal tendrá un acabado liso, y en el exterior un acabado blanco para que pueda ser distinguido por los conductores, quedando sobre estas un bordillo de veinte (20) centímetros de altura para facilitar la advertencia de esta obra de arte.

Se debe considerar las dimensiones, de acuerdo a los diámetros de la tubería a utilizar, ver garabito de cabezales de salida en los planos de planta-perfil para las medidas y especificaciones de las mismas.

- Conformación de cuneta natural

La conformación de la cuneta natural se ejecutará con motoniveladora, dejando en la pendiente lateral superior al 10 por ciento (bombeo) procediendo a compactar toda el área con rodillo vibro compactador para estabilizar el fondo y la pared del lado de la subrasante. El ancho de las cunetas terminadas será de 1,25 metros por 0,28 metros de profundidad sobre la extensión total de la carretera ubicadas a ambos lados de la misma.

- Disposiciones especiales

La empresa ejecutora deberá realizar los trabajos de replanteo topográfico, correspondiente para la correcta ejecución del proyecto. Antes de iniciar el proyecto se deberá marcar para hacer un cercado con señalizador tubular plástico de 1,00 metro de altura con dos líneas de cinta de demarcación reflexiva a fin de proteger la zona demarcada y para evitar accidentes.

No se hará ninguna medida por la limpia, chapeo y destronque que sean requeridos en la construcción de campamento y caminos de acceso.

Una vez contempladas las actividades para el mejoramiento y apertura de la carretera, se deberá proceder al retiro de todo el material sobrante o desperdicio.

Es importante que las cunetas queden bien definidas, tal y como se indica en el plano (detalles) y especificaciones técnicas.

El compactado del balasto que se colocará, debe ser con la maquinaria indicada en las especificaciones técnicas, para que el balasto no quede suelto o esponjoso y esto tienda a deteriorarse fácilmente.

La empresa constructora o contratista que ejecute este proyecto, será el responsable de brindarle la seguridad adecuada a sus trabajadores, vecinos que transiten por el proyecto, maquinaria y equipo. El proyecto deberá entregarse en perfectas condiciones a esta municipalidad y el personal nombrado para su recepción deberá de estar a su entera satisfacción, caso contrario reportará cualquier inconformidad para realizar las reparaciones necesarias.

Al constructor, se le recomienda tener el libro de bitácora en el área del proyecto en un lugar visible donde tenga acceso el supervisor. La bitácora deberá de permanecer desde el inicio hasta la finalización de la construcción del proyecto.

Se deberá de limpiar el banco de préstamo y después de su explotación, se deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, evitando el estancamiento de agua en el sitio del banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como material vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, donde no se tienda a la dispersión.

- Explotación de materiales

Las fuentes de materiales (bancos de préstamo), deben ser aprobados por la supervisión. La aprobación de un banco de préstamo no es definitiva, si durante la explotación surgiese un material similar al aprobado originalmente.

Los procedimientos, equipos de explotación y el sistema de almacenamientos; deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el contratista no cumple con estos requisitos, el supervisor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

La separación de las partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe de efectuar preferentemente en el sitio de la explotación.

Cuando los materiales de los bancos de préstamo no reúnan individualmente las características requeridas, será necesario hacer la mezcla o combinación de (2) dos o más bancos para lograr la calidad deseada del material, una vez que el supervisor ha definido la proporción en que serán mezclados los materiales a usarse, el contratista procederá a colocar a lo largo de la calzada los bultos de cada material en el mismo orden en que fue definida dicha proporción.

Una vez terminada la colocación se procederá con la moto niveladora a formar camellones de material de balasto a lo largo del tramo, debiendo mezclar los materiales pasándolos de un lado a otro de la superficie de rodadura con la moto niveladora, hasta que el material mezclado presente una apariencia homogénea. La mezcla deberá hacerse en seco, a menos que el supervisor apruebe u ordene otra forma.

El contratista deberá de limpiar el banco de préstamo y después de su explotación, deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, evitando el estancamiento de agua en el sitio del banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como material vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, donde no se tienda a la dispersión.

2.2.15. Presupuesto

Para elaborar el presupuesto se aplicó el método de renglones de trabajo, tomando los costos indirectos con un valor de 35 por ciento del total del costo directo.

2.2.15.1. Integración de precios unitarios

El presupuesto se compone de costos directos e indirectos. Los precios se basan en la integración de precios unitarios, estos se establecieron de acuerdo a cotizaciones realizadas en el casco urbano de Ixcán. Ver en apéndice la integración de precios unitarios.

A continuación se muestra un resumen del presupuesto por renglones generales.

Tabla XXIV. **Presupuesto general del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento**

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL						
UBICACIÓN: DE ALDEA ESQUIPULAS HACIAS LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO						
MUNICIIPIO: IXCÀN, QUICHÈ.						
LONGITUD: 3+743 KM			ANCHO DE RODADURA: 5,50 METROS			
DERECHO DE VIA: 15 METROS			ESPESOR DE BALASTO: 0,20 METROS			
N°.	**RENGLON**	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**P.U.**	**TOTAL (Q)**	**TOTAL ($)**
1	**TRABAJOS PRELIMINARES**	**5,61**	**Ha**	**Q 21 962,56**	**Q 123 122,03**	**$ 15 935,82**
1,1	Limpia, chapeo y destronque	5,61	Ha	Q 20 611,60	Q 115 548,53	$ 14 955,57
1,2	Replanteo topografico	3,74	km	Q 2 025,00	Q 7 573,50	$ 980,25
		Total Renglon 1			Q 123 122,03	$ 15 935,82
2	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**29 135,94**	**m³**	**Q 25,91**	**Q 754 827,26**	**$ 97 698,10**
2,1	Excavación no clasificada	28618	m³	Q 26,10	Q 746 871,09	$ 96 668,33
2,1	Excavación no clasificada de desperdicio	517,94	m³	Q 15,36	Q 7 956,17	$ 1 029,78
		Total Renglon 2			Q 754 827,26	$ 97 698,10
3	**REACONDICIONAMIENTO DE SUBRASANTE**	**20 570,00**	**m²**	**Q 12,51**	**Q 257 351,67**	**$ 33 309,30**
3,1	EscarificaciónN, conformación y compactación e=0,20	20570	m²	Q 12,51	Q 257 351,67	$ 33 309,30
		Total Renglon 3			Q 257 351,67	$ 33 309,30
4	**DRENAJES TRANSVERSALES**	**250,00**	**ml**	**Q 3 003,33**	**Q 750 832,92**	**$ 97 181,11**
4,1	Excavación estructural para alcantarilla	450,43	m³	Q 11,04	Q 4 972,25	$ 643,56
4,2	Suministro, provisión y colocación de alcantarilla	250,00	ml	Q 1 256,57	Q 314 143,45	$ 40 659,92
4,3	Cajas y cabezales para alcantarillas	272,20	m³	Q 1 586,06	Q 431 717,22	$ 55 877,62
		Total Renglon 4			Q 750 832,92	Q 97 181,11
5	**CUNETAS REVESTIDAS e = 0,10 m**	**6 832,80**	**m²**	**Q 141,18**	**Q 964 680,97**	**$ 124 859,69**
5,1	Cunetas revestidas de piedra ligada con mortero	6832,80	m²	Q 141,18	Q 964 680,97	$ 124 859,69
		Total Renglon 5			Q 964 680,97	$ 124 859,69
6	**CAPA DE BALASTO e = 0,20 m**	**3 149,30**	**m³**	**Q 44,30**	**Q 139 517,16**	**$ 18 057,86**
6,1	Corte, carga, acarreo y compactación del balasto	3149,30	m³	Q 44,30	Q 139 517,16	$ 18 057,86
		Total Renglon 6			Q 139 517,16	$ 18 057,86
7	**EMPEDRADOS e = 0,31 m**	**4 840,00**	**m²**	**Q 164,20**	**Q 794 734,85**	**$ 102 863,38**
7,1	Base Granular espesor 0,15 metros	726,00	m³	Q 105,01	Q 76 235,42	$ 9 867,23
7,2	Capa de asiento + empedrado e=0,16 m	4 840,00	m²	Q 148,45	Q 718 499,43	$ 92 996,15
		Total Renglon 7			Q 794 734,85	$ 102 863,38
8	**TRASLADO DE MAQUINARIA**	**1**	**global**	**Q 23 000,00**	**Q 23 000,00**	**Q 2 976,91**
8,1	Traslado de maquinaria pesada	1	global	Q 23 000,00	Q 23 000,00	$ 2 976,91
		Total Renglon 8			Q 23 000,00	$ 2 976,91
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				**Q 3 808 066,85**	**$ 492 882,18**

Fuente: elaboración propia.

2.2.16. Cronograma de ejecución física y financiera

Es la secuencia lógica de las actividades de ejecución del proyecto, se muestra en forma resumida en la siguiente tabla:

Tabla XXV. **Cronograma de ejecución físicofinanciero del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento**

N°.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
1	TRABAJOS PRELIMINARES	5,61	Ha					
1,1	Limpia, chapeo y destronque	5,61	Ha					
1,2	Replanteo topografico	3,74	km					
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	29 135,94	m³					
2,1	Excavación no clasificada	28 618	m³					
2,1	Excavación no clasificada de desperdicio	517,94	m³					
3	REACONDICIONAMIENTO DE SUBRASANTE	20 570	m²					
3,1	EscarificaciónN, conformación y compactación e=0,20	20 570	m²					
4	DRENAJES TRANSVERSALES	250,00	ml					
4,1	Excavación estructural para alcantarilla	450,43	m³					
4,2	Suministro, provisión y colocación de alcantarilla	250,00	ml					
4,3	Cajas y cabezales para alcantarillas	272,20	m³					
5	CUNETAS REVESTIDAS e = 0,10 m	6 832,80	m²					
5,1	Cunetas revestidas de piedra ligada con mortero	6 832,80	m²					
6	CAPA DE BALASTO e = 0,20 m	3 149,30	m³					
6,1	Corte, carga, acarreo y compactación del balasto	3 149,30	m³					
7	EMPEDRADOS	4 840,00	m²					
7,1	Base Granular espesor 0,15 metros	726,00	m³					
7,2	Capa de asiento + empedrado e=0,16 m	4 840,00	m²					
8	TRASLADO DE MAQUINARIA	1	global					
8,1	Traslado de maquinaria pesada	1	global					
INVERSION ESTIMADA MENSUAL (%)				9,50	24,47	14,47	18,05	33,51
INVERSION ESTIMADA MENSUAL (Q)				Q 361 786,96	Q 931 885,14	Q 551 123,86	Q 687 172,59	Q1 276 098,30
INVERSION ESTIMADA ACUMULADA MENSUAL (Q)				Q 361 786,96	Q1 293 672,10	Q1 844 795,95	Q2 531 968,54	Q3 808 066,85

Fuente: elaboración propia.

2.2.17. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)

Es un estudio de todos los impactos relevantes, positivos y negativos de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Se refiere a la predicción de los cambios ocasionados por el proyecto durante su fase de ejecución, funcionamiento y abandono. Se pretende determinar de manera preventiva los impactos negativos y positivos que puede ocasionar un proyecto, y se pueden

definir las medidas correctivas para minimizar los efectos que ocasionarían los impactos negativos.

- Medidas de mitigación para la ejecución del proyecto

Una matriz simplificada permite estudiar actividades típicas del proyecto, donde se relacionan los ambientes físicos y socioeconómicos. Entre los ambientes físicos se estudia la contaminación de cuerpos de agua, suelo, atmósfera y alteración de recursos biológicos. Dentro del ambiente socioeconómico se considera el cambio de paisaje, aspectos humanos, socioculturales y económicos.

Preparación del sitio y medidas de mitigación. No realizar la quema de material vegetal por ningún motivo, por efectos de combustión sobre la atmósfera, sobre el suelo que pierde humedad y la flora, fauna, microflora y microfauna que se ven afectados en la alteración de su ciclo biológico, destrucción de su hábitat y contaminación de suelos y ríos por partículas que lleva el agua de lluvia o el viento.

La deposición final de desechos que provienen del proyecto en sí, o de sus labores de mantenimiento y la reparación de maquinaria, de vehículos o de equipo, se debe realizar en sitios alejados de agua superficial. La ubicación de este sitio estará a criterio del ingeniero encargado.

- Construcción y medidas de mitigación

Todo el material de corte se deberá depositar en sitios ubicados a más de 100 metros de un cuerpo de agua superficial; en caso que se deposite en sitios donde este expuesto nuevamente a erosión, se recomienda la construcción de

obras complementarias como taludes y/o gaviones de piedra sostenido con malla de alambre galvanizado para que desempeñen la función de muro de retención y que se siembren especies vegetales locales o gramíneas sobre el suelo depositado.

Los sitios serán previamente seleccionados por el responsable de la ejecución del proyecto, sin embargo, si se requiere del apoyo de personal del Componente de Conservación del Medio Ambiente, puede solicitarse a Caminos Rurales, DGC.

Los trabajos del proyecto deberán realizarse solamente durante el día, evitando trabajos de noche para no causar disturbios ambientales.

La manipulación del suelo y agregados pétreos deberá ser con los contenidos adecuados de humedad, a fin de no contaminar la atmósfera con partículas sólidas que podrían causar problemas de salud a la población asentada en el área, usuarios de la carretera durante su construcción y los propios trabajadores del proyecto.

En caso hubiera algún tipo de estructura (puente, tubería, muro), es recomendable utilizarlos si fuera posible o hacerle algún tipo de reparación.

La construcción de estructuras de drenaje transversal es importante, debido a que el tipo de terreno o parte de la subcuenca drena el agua de lluvia hacia la carretera, dando lugar al arrastre de material fino hacia la superficie de rodadura.

La tubería de drenaje transversal será de diámetro adecuado y a intervalos convenientes con un mínimo de tres unidades por kilómetro.

En la salida de la tubería se recomienda construir disipadores y/o zampeados de piedra ligados con mortero de cemento o disipadores con gramíneas, muros de piedra o cualquier otro material propio del lugar, ayudando con esto a la protección de la tubería y evitar la formación de zanjones si la pendiente del terreno es fuerte.

- Operación y mantenimiento

El proceso de erosión es fácil de controlar mediante la conservación de la cubierta vegetal existente y estableciendo nuevas plantas o vegetación en lugares escasos o desprovistos de las mismas.

Es recomendable que en la disminución de pendientes y la ampliación de curvas en la parte interior de estas, se baje la altura de los bordos y se elimine plantas que dificulten la visibilidad.

Es necesario que la protección de corte de los taludes sea el adecuado de acuerdo a su altura, no excediéndose en el mismo.

Cuando el suelo tenga problemas de estabilidad o presenta dificultad en lograr el ángulo de corte indicado, se puede lograr mediante el establecimiento de plantas y la aplicación de cemento inyectado. Se recomienda que cuando los taludes sean mayores de cuatro metros se hagan terrazas provistas de cubierta vegetal.

Durante el tiempo que tardan en estabilizar los taludes habrá derrumbes; entonces, debe recogerse el material para depositarlo en los lugares recomendados anteriormente.

- Impactos ambientales y socioeconómicos secundarios de los proyectos de caminos rurales

    - Inflación de precios locales, incluyendo el valor de las tierras y las rentas.
    - Extensión de pestes y enfermedades.
    - Conflictos entre residentes locales (especialmente grupos étnicos e indígenas) o inmigrantes, sobre valores culturales y estilos de vida.
    - Desplazamiento de comunidades nativas y económicas de subsistencia por agricultura o ganadería comercial.
    - Incremento de la contaminación del suelo y del agua, asociada al aumento del tránsito de vehículos, basura a la orilla de las vías y producción agrícola más intensiva.
    - Aumento en la contaminación por ruido y polvo.
    - Destrucción inconsistente de sitios culturales y arqueológicos.

CONCLUSIONES

1. Se tendrá abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 del municipio de Ixcán, los pobladores tendrán la oportunidad de satisfacer las necesidades en cuanto al servicio básico del vital líquido, ya que tendrá un sistema confiable, seguro y libre de posibles contaminantes, contribuyendo a mejorar la calidad de vida.

2. La propuesta de tarifa mensual es de Q 22,00 por vivienda, con este costo se cubren los gastos de operación y mantenimiento para que el sistema funcione correctamente dentro del período de diseño que está estimado para 21 años.

3. El costo total del sistema de abastecimiento de agua potable es de Q685 819,74, el cual se considera aceptable por la distancia de las fuentes, línea de conducción y línea de distribución.

4. El diseño y posterior construcción del camino rural que comunica las aldeas Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento, ayudará a las comunidades a obtener una mejor vía de acceso y mayor fluidez para el tránsito vehicular, con esto se logra el desarrollo económico y social de las comunidades antes mencionadas.

5. El costo total del proyecto del camino rural es de Q3 808 066,85 equivalente a Q1 018,20 por metro lineal, con lo cual se beneficiará a los habitantes de las comunidades de las aldeas Esquipulas, El Progreso y El Renacimiento.

RECOMENDACIONES

1. La construcción de los dos proyectos debe ser supervisada adecuadamente mediante un profesional de ingeniería, con el propósito de asegurar el cumplimiento de las especificaciones y procesos constructivos adecuados.

2. Actualizar los precios que se presentan en el presupuesto, debido a que estos pueden variar significativamente, afectando el costo total de los proyectos.

3. Mantener reforestado el nacimiento, así como mantener aislada el área de la captación por medio de una malla, para evitar que personas y animales ingresen y produzcan contaminación.

4. Se recomienda al Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) velar porque se cumpla con el pago de la tarifa, para así garantizar el buen funcionamiento del sistema de agua potable y de la misma manera cumplir con el período de diseño estipulado.

5. Establecer un plan de limpieza de cunetas y tragantes antes de la época de invierno, ya que es difícil evacuar el agua pluvial cuando estos se encuentran repletos de basura, lo cual puede traer como consecuencia, inundaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.

2. COGUANOR. *Norma guatemalteca obligatoria de agua potable.* NGO 29 001:98. 1a ed. Guatemala: DRPSA, 2003.

3. DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. *Especificaciones Generales para la construcción de carretas y puentes.* Guatemala: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, 2000.

4. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano.* 2a ed. Guatemala: INFOM, 2011.

5. LUNA GONZÁLEZ, David. *Metodología de actividades y cálculo de precios unitarios para la construcción de carreteras.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2006. 120 p.

6. *Manual de rendimiento Caterpillar.* Caterpillar. 2000, n° 31. Estados Unidos de América: CAT.

7. PÉREZ MÉNDEZ, Augusto. *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1989. 122 p.

8. PORÓN OLCOT, Andy. *Manual de estimación de costos en proyectos de carreteras de terracería.* Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2012. 120 p.

9. *Tabla de diámetros internos/externos.* Durman Guatemala. 2008, n° 4. Guatemala: Arweb.

APÉNDICE

Apéndice A. **Resumen del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1, Ixcán, Quiché.**

Proyecto: Sistema de Conducción y Distribucion de Agua potable por Gravedad
Ubicación: Aldea Rumor de los Encantos I, Ixcán.
Depto: Quiché

CALCULO HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCION

EST	P.O.	Cota Inicial	Cota Final	D.H. (m)	Long. real (m)	Diámetro teorico (pulg)	Presión tubería	Tipo de tubería	Diámetro Nominal (pulg)	Diametro Interior (pulg)	Coeficiente HAZEN - WILLIAMS	Qv (L/s)	Caudal uso simultaneo k√(n-1)	Número Viviendas conectar	CAUDAL DISEÑO (L/S)	Presión anterior (mca)	Presión Estática (mca)	HF (m)	Presión disponible (mca)	Velocidad (m/s)	COTA Piezometrica	Caminamiento	OBSERV.
RAMAL 1																							
3	5	91,37	76,900	89,020	93,471	1,517	160 PSI	PVC	2	2,193	150	2,90	0,20	0	2,90	0,00	14,47	2,404	12,07	1,2	88,97	0+338,50	
5	PM1 5-6	76,90	68,810	24,349	25,566	1,310	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	12,07	8,09	0,0998	20,06	0,5	88,87	0+362,85	
PM1 5-6	PM2 5-6	68,81	50,250	37,841	39,733	1,209	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	20,06	18,56	0,155	38,46	0,5	88,71	0+400,69	
PM2 5-6	6	50,25	41,645	47,938	50,335	1,486	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	38,46	8,61	0,1964	46,87	0,5	88,51	0+448,63	
6	6.1	41,65	42,326	11,661	12,244	1,872	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	46,87	-0,68	0,0478	46,14	0,5	88,47	0+460,29	
6.1	6.3	42,33	41,645	20,000	21,000	2,091	1000 PSI	HG	3	3,068	100	2,90	0,20	0	2,90	46,14	0,68	0,2229	46,60	0,6	88,24	0+480,29	PASO AEREO
6.3	PM6-7	41,65	40,620	30,537	32,064	2,097	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	46,60	1,03	0,1251	47,50	0,5	88,12	0+510,83	
PM6-7	7	40,62	52,150	50,650	53,183	1,416	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	47,50	-11,53	0,2075	35,76	0,5	87,91	0+561,48	
7	PM7-8	52,15	46,150	36,585	38,414	1,514	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	35,76	6,00	0,1499	41,61	0,5	87,76	0+598,07	
PM7-8	8	46,15	51,750	33,110	34,766	1,505	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	41,61	-5,60	0,1357	35,88	0,5	87,63	0+631,18	
8	8.1	51,75	55,542	27,485	28,859	1,569	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	35,88	-3,79	0,1126	31,97	0,5	87,51	0+658,66	
8.1	8.3	55,54	60,370	35,000	36,750	1,569	1000 PSI	HG	3	3,068	100	2,90	0,20	0	2,90	31,97	-4,83	0,3901	26,75	0,6	87,12	0+693,66	PASO AEREO
8.3	9	60,37	69,680	67,485	70,859	1,569	160PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	26,75	-9,31	0,2765	17,17	0,5	86,85	0+761,15	
9	10	69,68	74,550	25,117	26,373	1,463	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,20	0	2,90	17,17	-4,87	0,1029	12,19	0,5	86,74	0+786,26	
10	11	74,55	74,030	7,966	8,364	1,829	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,90	0,35	4	2,90	12,19	0,52	0,0326	12,68	0,5	86,71	0+794,23	
RAMAL 1.1																							
11	11.1	74,03	70,468	64,423	67,644	1,859	161 PSI	PVC	3	3,230	150	2,76	0,20	0	2,76	12,68	3,56	0,2414	16,00	0,5	86,47	0+858,65	
11.1	11.3	70,47	68,937	27,700	29,085	1,859	1000 PSI	HG	3	3,068	100	2,76	0,20	0	2,76	16,00	1,53	0,2824	17,25	0,6	86,19	0+886,35	PASO AEREO
11.3	12	68,94	65,980	53,487	56,161	1,859	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,76	0,20	0	2,76	17,25	2,96	0,2005	20,01	0,5	85,99	0+939,84	
12	13	65,98	68,300	30,483	32,007	1,741	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,76	0,20	1	2,76	20,01	-2,32	0,1142	17,57	0,5	85,87	0+970,32	
13	PM 13-14	68,30	62,730	27,596	28,976	1,418	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,73	0,20	1	2,73	17,57	5,57	0,1011	23,04	0,5	85,77	0+997,92	
PM 13-14	PM2-13/14	62,73	64,100	49,045	51,497	2,118	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,70	0,28	3	2,70	23,04	-1,37	0,1755	21,50	0,5	85,60	1+046,96	
PM2-13/14	14	64,10	65,540	46,365	48,683	2,042	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,59	0,20	2	2,59	21,50	-1,44	0,1544	19,90	0,5	85,44	1+093,33	
14	PM14-15	65,54	62,300	27,160	28,518	1,534	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,52	0,20	0	2,52	19,90	3,24	0,0861	23,06	0,5	85,36	1+120,49	
PM14-15	15	62,30	67,380	30,228	31,739	1,429	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,52	0,20	0	2,52	23,06	-5,08	0,0958	17,88	0,5	85,26	1+150,72	
15	16	67,38	56,750	31,868	33,461	1,242	160 PSI	PVC	3	3,230	150	2,52	0,63	11	2,52	17,88	10,63	0,101	28,41	0,5	85,16	1+182,58	
RAMAL 1.1.2																							
16	17	56,75	57,780	39,369	41,337	1,015	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,38	0,20	1	0,38	28,41	-1,03	0,4654	26,91	0,5	84,69	2+490,99	
17	18	57,78	51,100	102,151	107,259	0,811	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,34	0,28	3	0,34	26,91	6,68	1,0124	32,58	0,5	83,68	2+593,14	
18	19	51,10	56,860	67,380	70,749	0,670	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,24	0,20	2	0,24	32,58	-5,76	1,1952	25,63	0,5	82,49	2+660,52	
19	PM19-20	56,86	55,320	39,730	41,717	0,694	250PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,17	0,20	1	0,20	25,63	1,54	0,5076	26,66	0,5	81,98	2+700,25	
PM19-20	20	55,32	58,330	71,856	75,449	0,628	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,14	0,20	2	0,20	26,66	-3,01	0,9181	22,73	0,5	81,06	2+772,11	
20	PM1 20-21	58,33	52,420	38,518	40,444	0,369	700 PSI	HG	3/4	0,784	100	0,07	0,20	0	0,20	22,73	5,91	2,3439	26,30	0,6	78,72	2+810,63	PASO AEREO
PM1 20-21	PM2 20-21	52,42	45,950	21,771	22,860	0,323	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,07	0,20	0	0,20	26,30	6,47	0,2782	32,49	0,5	78,44	2+832,40	
PM2 20-21	21	45,95	43,670	47,844	50,236	0,470	250PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,07	0,20	0	0,20	32,49	2,28	0,6113	34,16	0,5	77,83	2+880,24	
21	PM 21-22	43,67	52,680	38,391	40,311	0,339	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,07	0,20	1	0,20	34,16	-9,01	0,4905	24,66	0,5	77,34	2+918,63	
PM 21-22	22	52,68	66,600	34,650	36,383	0,233	250PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,03	0,20	1	0,20	24,66	-13,92	0,4427	10,29	0,5	76,89	2+953,28	
RAMAL 1.1.1																							
16	PM16-23	56,75	45,510	96,500	101,325	1,450	160 PSI	PVC	2	2,193	150	2,15	0,28	3	2,15	28,41	11,24	1,4974	38,15	0,9	83,66	1+279,08	
PM16-23	23	45,51	51,770	30,562	32,090	1,267	160 PSI	PVC	2	2,193	150	2,05	0,49	7	2,05	38,15	-6,26	0,4333	31,46	0,8	83,23	1+309,65	
RAMAL 1.1.1.A.2																							
23	24	51,77	52,260	44,789	47,028	2,206	160 PSI	PVC	2	2,193	150	1,81	0,87	20	1,81	31,46	-0,49	0,5048	30,46	0,7	82,72	1+354,43	
RAMAL 1.1.1.A.2																							
24	25	52,26	57,610	86,795	91,135	1,048	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,65	0,20	2	0,65	30,46	-5,35	2,8203	22,29	0,9	79,90	3+232,86	
25	26	57,61	60,070	56,632	59,464	1,079	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,58	0,20	2	0,58	22,29	-2,46	1,4979	18,33	0,8	78,40	3+289,49	
26	27	60,07	60,210	95,014	99,764	2,062	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,51	0,40	5	0,51	18,33	-0,14	1,9937	16,20	0,7	76,41	3+384,50	
27	28	60,21	60,000	70,288	73,802	1,529	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,34	0,40	5	0,40	16,20	0,21	0,935	15,48	0,6	75,48	3+454,79	
28	29	60,00	63,940	83,769	87,957	0,667	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,17	0,20	2	0,20	15,48	-3,94	1,0703	10,47	0,5	74,41	3+538,56	
29	29,3	63,94	62,420	90,000	94,500	0,678	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,10	0,28	3	0,28	10,47	1,52	2,1834	9,80	0,7	72,22	3+628,56	

Proyecto: Sistema de Conducción y Distribucion de Agua potable por Gravedad
Ubicación: Aldea Rumor de los Encantos I, Ixcán.
Depto: Quiché

CALCULO HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCION

EST	P.O.	Cota Inicial	Cota Final	D.H. (m)	Long. real (m)	Diámetro teorico (pulg)	Presión tubería	Tipo de tubería	Diámetro Nominal (pulg)	Diametro Interior (pulg)	Coeficiente HAZEN - WILLIAMS	Qv (L/s)	Caudal uso simultaneo k√(n-1)	Número Viviendas conectar	CAUDAL DISEÑO (L/S)	Presión anterior (mca)	Presión Estática (mca)	HF (m)	Presión disponible (mca)	Velocidad (m/s)	COTA Piezometrica	Caminamiento	OBSERV.
AMAL 1.1.1.A.1																							
24	30	52,26	51,090	84,460	88,683	1,756	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	1,13	0,28	3	1,13	30,46	1,17	1,1759	30,46	0,7	81,55	1+438,89	
30	PM30-31	51,09	50,140	47,353	49,721	1,569	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	1,02	0,20	2	1,02	30,46	0,95	0,5527	30,85	0,7	80,99	1+486,25	
PM30-31	31	50,14	51,320	37,159	39,017	1,391	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,96	0,20	2	0,96	30,85	-1,18	0,3817	29,29	0,6	80,61	1+523,41	
31	32	51,32	41,940	76,142	79,949	1,024	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,89	0,40	5	0,89	29,29	9,38	0,682	37,99	0,6	79,93	1+599,55	
32	PM32-33	41,94	40,250	40,941	42,988	1,182	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,72	0,00	1	0,72	37,99	1,69	0,247	39,43	0,5	79,68	1+640,49	
PM32-33	33	40,25	39,970	76,999	80,849	1,910	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,68	0,00	1	0,68	39,43	0,28	0,4245	39,29	0,4	79,26	1+717,49	
33	34	39,97	39,670	34,130	35,837	1,563	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,65	0,20	2	0,65	39,29	0,30	0,1711	39,42	0,4	79,09	1+751,62	
34	PM34-35	39,67	39,070	46,016	48,317	1,382	160 PSI	PVC	1 1/2	1,754	150	0,58	0,20	0	0,58	39,42	0,60	0,1878	39,83	0,4	78,90	1+797,63	
PM34-35	35	39,07	18,430	75,900	79,695	0,741	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,58	0,40	5	0,58	39,83	20,64	6,9512	53,52	1,3	71,95	1+873,53	
35	35.1	18,43	19,010	96,606	101,436	1,420	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,41	0,20	0	0,41	53,52	-0,58	4,6449	48,29	0,9	67,30	1+970,14	
35.1	35.3	19,01	19,140	20,000	21,000	1,397	700 PSI	HG	3/4	0,784	100	0,41	0,20	0	0,41	48,29	-0,13	4,5798	43,58	1,3	62,72	1+990,14	PASO AEREO
35.3	36	19,14	19,550	70,620	74,151	1,429	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,41	0,40	5	0,41	43,58	-0,41	3,3955	39,78	0,9	59,33	2+060,76	
36	37	19,55	20,730	109,328	114,794	1,025	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,24	0,20	2	0,24	39,78	-1,18	1,9393	36,66	0,5	57,39	2+170,09	
37	38	20,73	20,290	86,330	90,647	1,053	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,17	0,20	2	0,20	36,66	0,44	1,103	36,00	0,5	56,29	2+256,42	
38	PM38-39	20,29	21,920	74,790	78,530	0,643	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,10	0,20	1	0,20	36,00	-1,63	0,9556	33,41	0,5	55,33	2+331,21	
PM38-39	39	21,92	25,070	30,413	31,934	0,400	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,07	0,20	0	0,20	33,41	-3,15	0,3886	29,87	0,5	54,94	2+361,62	
39	39,2	25,07	23,850	90,000	94,500	0,608	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,07	0,20	2	0,20	29,87	1,22	1,1499	29,94	0,5	53,79	2+451,62	
RAMAL 1.2																							
11	40	74,03	77,600	19,530	20,507	0,464	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,14	0,20	1	0,20	12,68	-3,57	0,0355	9,08	0,3	86,68	3+648,09	
40	41	77,60	71,350	30,470	31,994	0,406	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,10	0,20	0	0,20	9,08	6,25	0,0326	15,29	0,3	86,64	3+678,56	
41	42	71,35	47,650	99,997	104,997	0,394	160 PSI	PVC	1	1,195	150	0,10	0,28	3	0,28	15,29	23,70	0,1068	38,89	0,4	86,54	3+778,56	
RAMAL 1.1.1.B																							
23	23,1	51,77	53,600	95,430	100,202	0,911	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,24	0,20	1	0,24	31,46	-1,83	1,6928	27,94	0,5	81,54	3+048,71	
23,1	23,2	53,60	56,800	97,350	102,218	0,769	250 PSI	PVC	3/4	0,926	150	0,20	0,45	6	0,45	27,94	-3,20	1,2984	23,44	0,5	80,24	3+146,06	

Apéndice B. **Integración de precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable**

COSTO UNITARIO TRABAJOS PRELIMINARES					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	1,1	CANTIDAD:	**3 779**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**LIMPIEZA, CHAPEO Y DESTRONQUE**				
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Limpieza, chapeo y destronque	ayudante	4 534,80	m²	Q0,50	Q2 267,40
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q2 267,40
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de material de desperdicio		1	global	Q 500,00	Q500,00
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q500,00

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q0,00
TOTAL MANO DE OBRA	Q2 267,40
TOTAL TRANSPORTE	Q500,00
COSTO DIRECTO	Q2 767,40
UNIDAD DE TRABAJO	3779
COSTO UNITARIO (Q/ML)	**Q0,73**

COSTO UNITARIO TRABAJOS PRELIMINARES					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	1,2	CANTIDAD:	**3 779**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**REPLANTEO TOPOGRÁFICO, TRAZO Y ESTAQUEADO**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Estacas		66,00	unidad	Q0,25	Q16,50
Clavo de lámina		66,00	libra	Q5,90	Q389,40
Cal		36,77	bolsa	Q31,85	Q1 171,12
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 1 577,02
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Equipo de topografía		3	dia	Q 500,00	Q 1 500,00
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 1 500,00
MANO DE OBRA A DESTAJO					
DESCRIPCIÓN	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Replanteamiento topografico	Topografo	1	global	Q 1 000,00	Q 1 000,00
Actividades varias de cadenero	cadenero	4	dia	Q125,00	Q500,00
					Q -
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 1 500,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q78,85

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q 1 577,02
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 1 500,00
TOTAL MANO DE OBRA	Q 1 500,00
TOTAL TRANSPORTE	Q -
	Q 78,85
COSTO DIRECTO	Q 4 655,88
UNIDAD DE TRABAJO	Q 3 779,00
COSTO UNITARIO (Q/ML)	Q 1,23

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO CAPTACIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	2,1	CANTIDAD:	**1**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**OBRA DE CAPTACIÓN**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		44	saco	Q 69,55	Q3 060,20
Arena de rio		5	m³	Q 95,20	Q476,00
Piedrin de 3/4"		3	m³	Q 168,00	Q504,00
Piedra bola		13	m³	Q 150,00	Q1 950,00
Hierro No. 4		2	varilla	Q 49,02	Q98,04
Hierro No.3		12	varilla	Q 27,62	Q331,44
Hierro No. 2		4	varilla	Q 12,00	Q48,00
Valvula de compuerta de 2 1/2"		2	unidad	Q 501,00	Q1 002,00
Pichacha plastica de 2 1/2"		2	unidad	Q 200,00	Q400,00
Adaptador macho PVC de 2 1/2"		2	unidad	Q 20,00	Q40,00
Tbo HG 4" (Rebalse del muro)		1	unidad	Q 420,00	Q420,00
Tubo PVC de 2"		1	unidad	Q 116,00	Q116,00
Codo PVC 90 de 2"		2	unidad	Q 53,90	Q107,80
Codo PVC 45 de 2"		1	unidad	Q 51,60	Q51,60
Alambre de Amarre		20	libra	Q 4,60	Q92,00
Madera de Pino 1x12x10 (20 tablas)		12	pie tabla	Q 8,00	Q96,00
Paral 3x3x10 (8 parales)		60	pie tabla	Q 8,00	Q480,00
Candado para intemperio		1	unidad	Q 60,00	Q60,00
Clavo de 3"		16	libra	Q 5,90	Q94,40
Tee PVC de 2" para drenaje		1	unidad	Q 14,90	Q14,90
alambre espigado AG 400 varas		1	rollo	Q 400,00	Q400,00
Grapa para alambre espigado		5	libra	Q 8,00	Q40,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q9 882,38
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Construccion de la caja de captacion	albañil+ayudante	1	unidad	Q700,00	Q700,00
Fundicion del muro	albañil+ayudante	18	m3	Q95,00	Q1 710,00
Instalacion de accesorios y otros	plomero	1	dia	Q205,00	Q205,00
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q2 615,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q494,12
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q9 882,38
		TOTAL MANO DE OBRA			Q2 615,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL DE HERRAMIENTA			Q494,12
		COSTO DIRECTO			Q13 541,50
		UNIDAD DE TRABAJO			1
		COSTO UNITARIO DE CAPTACION			**Q13 541,50**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LINEA DE CONDUCCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	3,1	CANTIDAD:	**219,48**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERIA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIAMETRO 2"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
TUBO PVC DIAMETRO 2"		37	unidad	Q 116,00	Q 4 243,28
Cemento de PVC (200 juntas/gal)		0,18	galon	Q 462,00	Q 84,50
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q4 327,78
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanjas	(ayudante)	70,23	m³	Q30,00	Q2 107,01
Instalacion de tuberia de 2"	plomero	219,48	ml	Q7,50	Q1 646,10
Relleno de zanjas	(ayudante)	70,23	m³	Q22,00	Q1 545,14
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q3 753,11
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q216,39
		TOTALES TUBERIA PVC 160 PSI DIAMETRO 2"			
		TOTAL MATERIALES			Q4 327,78
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q3 753,11
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q216,39
		COSTO DIRECTO			Q8 847,28
		UNIDAD DE TRABAJO			219,48
		COSTO UNITARIO (Q/ML)			**Q40,31**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	3,2	CANTIDAD:	**5**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CAJAS PARA VÁLVULAS**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		20	saco	Q69,55	Q1 391,00
Arena de río		4	m³	Q95,20	Q380,80
Piedrin de 3/8"		2,5	m³	Q168,00	Q420,00
Madera de Pino 1x12x10		10	pie tabla	Q8,00	Q80,00
Clavo de 3"		25	libra	Q5,90	Q147,50
Hierro N°. 3		35	varilla	Q27,62	Q966,70
Alambre de amarre		10	libra	Q4,60	Q46,00
Candado para intemperie		5	unidad	Q60,00	Q300,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q3 732,00
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanjas	ayudante	1,60	m³	Q30,00	Q 48,00
Construcción de cajas	albañil+ayudante	5	unidad	Q250,00	Q 1 250,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q 1 298,00
TRANSPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q 550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q 550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q186,60
		TOTALES CAJAS PARA VALVULAS			
		TOTAL MATERIALES			Q3 732,00
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q1 298,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q186,60
		COSTO DIRECTO			Q5 766,60
		UNIDAD DE TRABAJO			5
		COSTO UNITARIO POR CAJA			**Q1 153,32**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	3,3	CANTIDAD:	**3**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**VÁLVULAS DE CONTROL**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Valvulas de limpieza de 2"		2	unidad	Q680,48	Q1 360,96
Valvulas de aire de 2"		1	unidad	Q1 196,50	Q1 196,50
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q2 557,46
MANO DE OBRA	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Instalacion de valvuleria	plomero	3	unidad	Q50,00	Q 150,00
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 150,00
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE				Q -
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q127,87
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q2 557,46
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q150,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q0,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q127,87
		COSTO DIRECTO			Q2 835,33
		UNIDAD DE TRABAJO			3
		COSTO UNITARIO			**Q945,11**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO TANQUE DE DISTRIBUCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	4,1	CANTIDAD:	**1**	UNIDAD:	**GLOBAL**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TANQUE DE ALMACENAMIENTO**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		278,00	saco	Q 69,55	Q19 334,90
Hierro N° 3		102,00	varilla	Q 27,62	Q2 817,24
Hierro N° 4		25,00	varilla	Q 49,02	Q1 225,50
Arena de rio		28,00	m³	Q 95,20	Q2 665,60
Piedra bola		38,00	m³	Q 150,00	Q5 700,00
Piedrin de 1/2"		28,00	m³	Q 168,00	Q4 704,00
Alambre de amarre		65,00	libra	Q 4,60	Q299,00
Madera de 1*12*10		400,00	pie tabla	Q 8,00	Q3 200,00
Madera de 1*12*8		77,00	pie tabla	Q 8,00	Q616,00
Paral 3*2*8		153,00	pie tabla	Q 8,00	Q1 224,00
Valvula de Compuerta de 2"		2,00	unidad	Q 360,25	Q720,50
Tubo PVC de 2"		1,00	unidad	Q 116,00	Q116,00
Adaptador macho de 2"		8,00	unidad	Q 7,60	Q60,80
Codo PVC 90 de 2"		4,00	unidad	Q 11,10	Q44,40
Cemento para PVC (200 juntas/gal)		0,25	galon	Q 462,00	Q115,50
Candado para intemperie		1,00	unidad	Q60,00	Q60,00
Antisol		2,00	caneca	Q500,00	Q1 000,00
Hipoclorador		1,00	global	Q7 500,00	Q7 500,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q51 403,44
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Limpieza del terreno	ayudante	57,00	m²	Q13,88	Q791,16
Trazo y estaqueado	(albañil+ayudante)	1,00	global	Q80,00	Q80,00
Excavación y compactacion a mano losa inf.	ayudante	61,16	m³	Q30,00	Q1 834,80
Fundicion de losa inferior	(albañil+ayudante)	18,72	m³	Q76,25	Q1 427,40
Formaleta de muro	(albañil+ayudante)	63,20	m²	Q30,00	Q1 896,00
Fundicion del muro	(albañil+ayudante)	53,72	m³	Q95,00	Q5 103,40
Desencofrado de muro	ayudante	31,60	ml	Q15,00	Q474,00
Entarimado, armado y desentarimado losa sup.	(albañil+ayudante)	31,36	m²	Q150,00	Q4 704,00
Fundicion de losa	(albañil+ayudante)	25,00	m²	Q25,00	Q625,00
Aplicación de antisol	ayudante	1,00	dia	Q60,00	Q60,00
Instalacion de valvuleria	plomero	2,00	unidad	Q50,00	Q100,00
Armado de escaleras y hechura tapaderas	albañil	1,00	global	Q225,00	Q225,00
Levantado de caja para valvula e instalacion	albañil	1,00	global	Q250,00	Q250,00
Levantado de caja para rebalse e instalacion	albañil	1,00	global	Q250,00	Q250,00
Levantado de caja para salida e instalacion	albañil	1,00	global	Q250,00	Q250,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q18 070,76
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 1 149,08	Q1 149,08
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q1 149,08
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q2 570,17
		TOTALES TANQUE DE ALMACENAMIENTO			
		TOTAL MATERIALES			Q51 403,44
		TOTAL MANO DE OBRA			Q18 070,76
		TOTAL TRANSPORTE			Q1 149,08
		HERRAMIENTA			Q2 570,17
		COSTO DIRECTO			Q73 193,45
		UNIDAD DE TRABAJO			1
		COSTO UNITARIO			**Q73 193,45**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	5,1	CANTIDAD:	**260,56**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERIA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIAMETRO 2"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tubo PVC de 2"		46	unidad	Q 116,00	Q5 289,29
Reductor de 2" x 1 1/2"		1	unidad	Q 8,30	Q8,30
Reducidor de 2" x 3"		1,00	unidad	Q 38,60	Q38,60
Cemento para PVC (200 juntas/gal)		0,25	galon	Q 462,00	Q115,50
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q5 451,69
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanja	ayudante	83,38	m³	Q30,00	Q2 501,34
Instalación de tuberia de 2"	plomero	260,56	ml	Q7,50	Q1 954,17
Relleno	ayudante	83,38	m³	Q22,00	Q1 834,31
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q6 289,82
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q272,58
		TOTALES TUBERIA PVC 160 PSI DIAMETRO 2"			
		TOTAL MATERIALES			Q5 451,69
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q6 289,82
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q272,58
		COSTO DIRECTO			Q12 564,09
		UNIDAD DE TRABAJO			260,56
		COSTO UNITARIO (Q/ml)			**Q48,22**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LíNEA DE DISTRIBUCIóN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	5,2	CANTIDAD:	**795,11**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERIA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 3"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tubo PVC de 3"		131,00	unidad	Q 254,00	Q33 274,00
Reducidor de 3" x 2"		1,00	unidad	Q 38,60	Q38,60
Cemento para PVC (100 juntas/gal)		1,50	galon	Q 462,00	Q693,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q34 005,60
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanja	ayudante	254,44	m³	Q30,00	Q7 633,07
Instalación de tuberia de 3"	plomero	795,11	ml	Q8,00	Q6 360,89
Relleno	ayudante	254,44	m³	Q22,00	Q5 597,58
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q19 591,55
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q1 700,28
		TOTALES TUBERIA PVC 160 PSI DIAMETRO 3"			
		TOTAL MATERIALES			Q34 005,60
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q19 591,55
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q1 700,28
		COSTO DIRECTO			Q55 847,43
		UNIDAD DE TRABAJO			795,11
		COSTO UNITARIO (Q/ml)			**Q70,24**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	5,3	CANTIDAD:	**630,26**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERIA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tubo PVC de 1"		106,00	unidad	Q 47,00	Q4 982,00
Cemento para PVC (480 juntas/gal)		0,22	galon	Q 462,00	Q102,03
Reducidor de 1" x 3/4"		2,00	unidad	Q 2,90	Q5,80
Reducidor de 3"x1"		1,00	unidad	Q 38,60	Q38,60
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q5 128,43
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanja	ayudante	201,68	m³	Q30,00	Q6 050,48
Instalación de tuberia de 1"	plomero	630,26	ml	Q7,50	Q4 726,94
Relleno	ayudante	201,68	m³	Q22,00	Q4 437,02
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q15 214,44
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q256,42
		TOTALES TUBERIA PVC 160 PSI DIAMETRO 1"			
		TOTAL MATERIALES			Q5 128,43
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q15 214,44
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q256,42
		COSTO DIRECTO			Q21 149,28
		UNIDAD DE TRABAJO			630,26
		COSTO UNITARIO (Q/ml)			**Q33,56**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	5,4	CANTIDAD:	**1 403,99**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERIA PVC 250 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 3/4"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tubo PVC de 3/4"		234,00	unidad	Q 34,00	Q7 956,00
Cemento para PVC (640 juntas/gal)		0,37	galon	Q 463,00	Q169,28
Reducidor de 3" x 3/4"		1,00	unidad	Q 38,60	Q38,60
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q8 163,88
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanja	ayudante	449,28	m³	Q30,00	Q13 478,29
Instalación de tuberia de 3/4"	plomero	1 403,99	ml	Q7,00	Q9 827,92
Relleno	ayudante	449,28	m³	Q22,00	Q9 884,08
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q33 190,29
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q408,19
		TOTALES TUBERIA PVC 250 PSI DIAMETRO 3/4"			
		TOTAL MATERIALES			Q8 163,88
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q33 190,29
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q408,19
		COSTO DIRECTO			Q41 904,17
		UNIDAD DE TRABAJO			1403,99
		COSTO UNITARIO (Q/ml)			**Q29,85**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	5,5	CANTIDAD:	**441,36**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1 1/2"**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tubo PVC de 1 1/2"		74,00	unidad	Q 85,00	Q6 290,00
Cemento para PVC (320 juntas/gal)		0,33	galon	Q 462,00	Q153,04
Reducidor de 1 1/2" x 3/4"		1,00	unidad	Q 4,90	Q4,90
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q6 447,94
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion de zanja	(albañil+ayudante)	141,24	m³	Q30,00	Q4 237,06
Instalación de tuberia de 1 1/2"	(albañil+ayudante)	441,36	ml	Q8,50	Q3 751,56
Relleno	(albañil+ayudante)	141,24	m³	Q22,00	Q3 107,17
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q11 095,79
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
		TOTALES TUBERIA PVC 160 PSI DIAMETRO 1 1/2"			
		TOTAL MATERIALES			Q6 447,94
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q11 095,79
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		COSTO DIRECTO			Q18 093,73
		CANTIDAD DE METROS LINEALES			441,36
		COSTO UNITARIO (Q/ml)			**Q41,00**

Continuación del apéndice B.

COSTO UNITARIO DE CONEXIÓN DOMICILIAR					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	6,1	CANTIDAD:	**85,00**	UNIDAD:	**VIVIENDA**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CONEXIÓN DOMICILIAR**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tuberia pvc de 1/2" 315 psi		198	unidad	Q28,00	Q5 553,33
Tubo galvanizado de 1/2"		140	unidad	Q74,50	Q10 448,63
Tee pvc reducidora de 3/4" a 1/2"		85,00	unidad	Q4,50	Q382,50
Caja domiliciar prefabricada		85,00	unidad	Q125,00	Q10 625,00
Caja prefabricada para contador		85,00	unidad	Q85,00	Q7 225,00
Contador de 1/2"		85,00	unidad	Q390,00	Q33 150,00
Grifos de 1/2"		85,00	unidad	Q45,00	Q3 825,00
Codo pvc de 1/2" con rosca		85,00	unidad	Q2,20	Q187,00
Cemento para PVC (1000 juntas/gal)		0,60	galon	Q462,00	Q274,89
Llaves de paso de 1/2"		85,00	unidad	Q150,00	Q12 750,00
Adaptadores macho pvc ø 1/2" con rosca		340,00	unidad	Q1,10	Q374,00
Adaptadores hembra pvc ø 1/2" con rosca		170,00	unidad	Q1,90	Q323,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q85 118,35
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Instalación de conexión	plomero	85,00	vivienda	Q250,00	Q21 250,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q21 250,00
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1,00	global	Q 1 100,00	Q1 100,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q1 100,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q4 255,92
		TOTALES CONEXIÓN DOMICILIAR			
		TOTAL MATERIALES			Q85 118,35
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q21 250,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q1 100,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q4 255,92
		COSTO DIRECTO			Q111 724,27
		UNIDAD DE TRABAJO			85,00
		COSTO UNITARIO POR VIVIENDA			**Q1 314,40**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 40 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	**7,1**	CANTIDAD:	**8,00**	UNIDAD:	**unidad**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CONTRAPESO O MUERTOS (1,20x1,20x1,20)**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		111	sacos	Q 69,55	Q7 691,67
Arena de río		9,26	m³	Q 95,20	Q881,75
Piedra bola		9,26	m³	Q 150,00	Q1 389,31
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q9 962,74
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Construccion de contrapeso	(albañil+ayudante)	13,82	m³	Q175,00	Q2 419,20
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q2 419,20
TRANSPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 1 650,00	Q1 650,00
	SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE				Q1 650,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q498,14
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q9 962,74
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q2 419,20
		TOTAL TRANSPORTE			Q1 650,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q498,14
		COSTO DIRECTO			Q14 530,07
		UNIDAD DE TRABAJO			8
		COSTO UNITARIO (Q/CONTRAPESO)			**Q1 816,26**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 40 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	7,2	CANTIDAD:	**8,00**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**COLUMNA DE 1,00x1,00x4,00**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		256	sacos	Q 69,55	Q17 804,80
Arena de río		21,44	m³	Q 95,20	Q2 041,09
Piedrin de 3/8"		21,44	m³	Q 168,00	Q3 601,92
Hierro N°.6		101	varilla	Q 98,00	Q9 878,40
Hierro N°.3		146	varilla	Q 27,62	Q4 036,94
Alambre de amarre		45,00	libra	Q 4,60	Q207,00
Clavo 3"		32,00	libra	Q 5,90	Q188,80
Paral de 3*3*10		240,00	pie tabla	Q 8,00	Q1 920,00
Madera de 1*12*10		1 377,43	pie tabla	Q 8,00	Q11 019,40
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q50 698,35
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Armado y centrado de columna	(albañil+ayudante)	8	unidad	Q300,00	Q2 400,00
Encofrado y desencofrado	(albañil+ayudante)	128	m²	Q24,75	Q3 168,00
Fundición de columna	(albañil+ayudante)	32	m³	Q95,00	Q3 040,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q8 608,00
TRANSPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 2 200,00	Q2 200,00
				SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE	Q2 200,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q2 534,92
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q50 698,35
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q8 608,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q2 200,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q2 534,92
		COSTO DIRECTO			Q64 041,27
		UNIDAD DE TRABAJO			8,00
		COSTO UNITARIO (Q/COLUMNA)			**Q8 005,16**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 40 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	7,3	CANTIDAD:	**8,00**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**ZAPATA DE 1,90x1,90*0,40**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		92	sacos	Q 69,55	Q6 427,53
Arena de río		7,74	m³	Q 95,20	Q736,83
Piedrin de 3/8"		7,74	m⁴	Q 168,00	Q1 300,29
Hierro N° 6		101	varilla	Q 98,00	Q9 878,40
Prefabricados (tacos)		480	unidad	Q 0,50	Q240,00
Alambre de amarre		40,00	libra	Q 4,60	Q184,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q18 767,06
MANO DE OBRA POR DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavación	ayudante	40,43	m³	Q30,00	Q1 212,96
Relleno	ayudante	28,88	unidad	Q22,00	Q635,36
Armado y centrado de armadura	(albañil+ayudante)	32	unidad	Q100,00	Q3 200,00
Fundición de zapata	(albañil+ayudante)	11,55	m³	Q300,00	Q3 465,60
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q8 513,92
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 1 650,00	Q1 650,00
				SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE	Q1 650,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q938,35
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q18 767,06
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q8 513,92
		TOTAL TRANSPORTE			Q1 650,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q938,35
		COSTO DIRECTO			Q29 869,33
		UNIDAD DE TRABAJO			8
		COSTO UNITARIO (Q/zapata)			**Q3 733,67**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AEREO DE 40 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	7,4	CANTIDAD:	**160,00**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CABLES DEL PASO AEREO**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cable AA 6x26 hilos Ø1"		280,60	ml	Q143,20	Q40 181,92
Cable AA Ø1/2"		110,96	ml	Q 46,40	Q5 148,54
Mordaza Ø1"		76,00	unidad	Q 5,00	Q380,00
Mordaza Ø1/2"		304,00	unidad	Q 3,00	Q912,00
Guardacable Ø1"		76,00	unidad	Q 6,00	Q456,00
Tensor		8,00	unidad	Q 30,00	Q240,00
Tuberia HG 3"		27	unidad	Q 629,59	Q16 789,07
Accesorios tuberia HG		26,67	unidad	Q 118,00	Q3 146,67
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q27 072,28
MANO DE OBRA POR DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Colocacion de cable de 1"	subcontrato	280,60	ml	Q25,00	Q7 015,00
Colocacion de cable de 1/2"	subcontrato	110,96	ml	Q150,00	Q16 644,00
Colocacion de tuberia HG	subcontrato	27	unidad	Q146,00	Q3 893,33
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q27 552,33
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 1 100,00	Q1 100,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q1 100,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q1 353,61
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q27 072,28
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q27 552,33
		TOTAL TRANSPORTE			Q1 100,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q1 353,61
		COSTO DIRECTO			Q57 078,22
		UNIDAD DE TRABAJO			160
		COSTO UNITARIO (Q/ML)			**Q356,74**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 20 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	**8,1**	CANTIDAD:	4,00	UNIDAD:	**unidad**
NOMBRE DEL RENGLON:	**ANCLAJES O MUERTOS (1,00x1,00x1,00)**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		32	sacos	Q 69,55	Q2 225,60
Arena de río		2,68	m³	Q 95,20	Q255,14
Piedra bola		2,68	m³	Q 150,00	Q402,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q2 882,74
MANO DE OBRA					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Construccion de contrapeso	(ayudante+albañil)	4,00	m³	Q175,00	Q700,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q700,00
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q144,14
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q2 882,74
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q700,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q144,14
		COSTO DIRECTO			Q4 276,87
		UNIDAD DE TRABAJO			4
		COSTO UNITARIO (Q/CONTRAPESO)			**Q1 069,22**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 20 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	8,2	CANTIDAD:	**4,00**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**COLUMNA DE 0,70x0,70x3**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		47	sacos	Q 69,55	Q3 271,63
Arena de río		3,94	m³	Q 95,20	Q375,05
Piedrin de 3/8"		3,94	m⁴	Q 168,00	Q661,85
Hierro N°.6		25	varilla	Q 98,00	Q2 469,60
Hierro N°.3		73	varilla	Q 27,62	Q2 018,47
Alambre de amarre		40,00	libra	Q 4,60	Q184,00
Clavo 3"		16,00	libra	Q 5,90	Q94,40
Paral de 3*3*10		120,00	pie tabla	Q 8,00	Q960,00
Madera de 1*12*10		361,57	pie tabla	Q 8,00	Q2 892,59
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q12 927,60
MANO DE OBRA					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Armado y centrado de columna	(albañil+ayudante)	4	unidad	Q300,00	Q1 200,00
Encofrado y desencofrado	(albañil+ayudante)	64	m²	Q24,75	Q1 584,00
Fundición de columna	(albañil+ayudante)	5,88	m³	Q95,00	Q558,60
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q3 342,60
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q646,38
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q12 927,60
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q3 342,60
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q646,38
		COSTO DIRECTO			Q17 466,58
		UNIDAD DE TRABAJO			4
		COSTO UNITARIO (Q/columna)			**Q4 366,64**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AÉREO DE 20 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	**8,3**	CANTIDAD:	4,00	UNIDAD:	**unidad**
NOMBRE DEL RENGLON:	**ZAPATA DE 1,20x1,20x0,40**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		18	sacos	Q 69,55	Q1 281,95
Arena de río		1,54	m³	Q 95,20	Q146,96
Piedrin de 3/8"		1,54	m⁴	Q 168,00	Q259,34
Hierro N°.6		50	varilla	Q 98,00	Q4 939,20
Alambre de amarre		20,00	libra	Q 4,60	Q92,00
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q6 719,44
MANO DE OBRA POR DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Excavacion	ayudante	8,06	m³	Q30,00	Q241,92
Relleno	ayudante	5,76	unidad	Q22,00	Q126,72
Armado y centrado de armadura	(albañil+ayudante)	4,00	unidad	Q200,00	Q800,00
Fundición de zapata	(albañil+ayudante)	2,30	m³	Q300,00	Q691,20
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q1 859,84
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q335,97
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q6 719,44
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q1 859,84
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q335,97
		COSTO DIRECTO			Q9 465,25
		UNIDAD DE TRABAJO			4
		COSTO UNITARIO (Q/zapata)			**Q2 366,31**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO AEREO DE 20 ML					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	8,4	CANTIDAD:	**40,00**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CABLES DEL PASO AÉREO**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cable AA 6x26 hilos Ø1"		71,30	ml	Q143,20	10210,16
Cable AA Ø1/2"		28,48	ml	Q 46,40	Q1 321,47
Mordaza Ø1"		18,00	unidad	Q 5,00	Q90,00
Mordaza Ø1/2"		72,00	unidad	Q 3,00	Q216,00
Guardacable Ø1"		18,00	unidad	Q 6,00	Q108,00
Tensor		4,00	UNIDAD	Q 30,00	Q120,00
Tuberia HG 3"		7	unidad	Q 629,59	Q4 197,27
Accesorios tuberia HG		7	unidad	Q 118,00	Q786,67
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q6 839,41
MANO DE OBRA POR DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Colocacion de cable de 1"	subcontrato	71,30	ml	Q25,00	Q1 782,50
Colocacion de cable de 1/2"	subcontrato	28,48	ml	Q150,00	Q4 272,00
Colocacion de tuberia HG	subcontrato	7	unidad	Q146,00	Q1 022,00
				SUBTOTAL DE OBRA	Q7 076,50
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
		SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE			Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q341,97
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q6 839,41
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q7 076,50
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q341,97
		COSTO DIRECTO			Q14 807,88
		UNIDAD DE TRABAJO			40
		COSTO UNITARIO (Q/ML)			**Q370,20**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO DE ZANJON					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	9,1	CANTIDAD:	**1,00**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**PASO DE ZANJON TIPO A**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		14	saco	Q 69,55	Q954,23
Arena de río		0,94	m³	Q 95,20	Q89,30
Piedra bola		0,94	m³	Q 150,00	Q140,70
Tuberia PVC 250 Psi 3/4"		3,00	unidad	Q 34,00	Q102,00
Codo PVC 45º 3/4"		2,00	unidad	Q 4,70	Q9,40
				SUBTOTAL DE MATERIALES	Q1 295,62
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Construccion de muro y bases	(albañil+ayudante)	1,40	m³	Q95,00	Q133,00
Instalacion de tuberia PVC de 3/4"	plomero	15,00	ml	Q8,00	Q120,00
				SUBTOTAL DE MANO DE OBRA	Q253,00
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
				SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE	Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
				SUBTOTAL DE HERRAMIENTA	Q64,78
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q1 295,62
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q253,00
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q64,78
		COSTO DIRECTO			Q2 163,40
		UNIDAD DE TRABAJO			1
		COSTO UNITARIO (Q/UNIDAD)			**Q2 163,40**

Continuación del apéndice B.

INTEGRACIÓN DE COSTO UNITARIO PASO DE ZANJON					
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS					
CODIGO DEL RENGLON:	9,2	CANTIDAD:	**4,00**	UNIDAD:	**UNIDAD**
NOMBRE DEL RENGLON:	**PASO DE ZANJÓN TIPO B**				
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		35	saco	Q 69,55	Q2 403,65
Arena de río		2,89	m³	Q 95,20	Q275,55
Piedra bola		2,89	m³	Q 150,00	Q434,16
Tuberia HG 3"		8,00	unidad	Q 629,59	Q5 036,72
Apaptador hembra de 3"		4,00	unidad	Q 28,60	Q114,40
Copla HG de 3"		12,00	unidad	Q 118,00	Q1 416,00
Codo HG 45º de 3"		8,00	unidad	Q 180,00	Q1 440,00
			SUBTOTAL DE MATERIALES		Q11 120,47
MANO DE OBRA A DESTAJO					
ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Construccion de muros de concreto	(albañil+ayudante)	4,32	m³	Q95,00	Q410,40
Excavacion	ayudante	2,16	m³	Q30,00	Q64,80
Instalacion de tuberia HG de 3"	plomero	60,00	ml	Q5,81	Q348,60
			SUBTOTAL DE MANO DE OBRA		Q823,80
TRANPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Transporte de materiales		1	global	Q 550,00	Q550,00
			SUBTOTAL DE MANO DE TRANSPORTE		Q550,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
			SUBTOTAL DE HERRAMIENTA		Q556,02
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q11 120,47
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q0,00
		TOTAL MANO DE OBRA			Q823,80
		TOTAL TRANSPORTE			Q550,00
		TOTAL HERRAMIENTA			Q556,02
		COSTO DIRECTO			Q13 050,30
		UNIDAD DE TRABAJO			4
		COSTO UNITARIO (Q/UNIDAD)			**Q3 262,57**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice C. **Cálculo de movimiento de tierras**

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
0+020	0,63	0,03	0	0	0	0
0+040	8,3	0	89,31	0,34	89,31	0,34
0+060	0	13,29	82,97	132,88	172,28	133,22
0+080	0	28,29	0	420,41	172,28	553,63
0+100	1,13	12,65	10,76	413,52	183,04	967,15
0+120	0,36	10,73	14,95	233,85	197,99	1 201,01
0+140	1,32	10,63	16,87	213,6	214,85	1414,6
0+160	4,17	4,99	54,89	156,18	269,74	1 570,78
0+180	5,35	3,91	93,43	89,91	363,17	1 660,69
0+200	1,22	2,42	61,23	65,69	424,4	1 726,38
0+220	0,95	2,27	21,66	46,99	446,06	1 773,38
0+240	3,58	0,74	45,27	30,14	491,34	1 803,51
0+260	0,17	4,28	38,74	49,22	530,08	1 852,74
0+280	0	11,96	1,69	161,85	531,77	2 014,58
0+300	0	21,12	0	331,12	531,77	2345,7
0+320	1,96	10,47	18,71	319,12	550,48	2 664,82
0+340	4,26	4,67	62,27	151,42	612,76	2 816,24
0+360	4,97	1,17	92,31	58,35	705,06	2 874,59
0+380	6,2	0,87	111,71	20,42	816,77	2 895,02
0+400	0	6,17	62,04	70,49	878,81	2 965,51
0+420	0,2	2,36	2	85,31	880,81	3 050,82
0+440	7,42	2,41	76,24	47,63	957,06	3 098,45
0+460	1,51	1,17	93,38	35,14	1 050,43	3 133,59
0+480	9,95	0,02	114,58	11,83	1 165,01	3 145,41
0+500	5,15	0,02	150,98	0,41	1 315,99	3 145,82
0+520	0,79	0,39	59,43	4,19	1 375,42	3 150,01
0+540	0	7,96	8,25	83,24	1 383,67	3 233,25
0+560	0	9,2	0	171,68	1 383,67	3 404,94
0+580	0	9,02	0	183,22	1 383,67	3 588,15
0+600	0,28	4,45	2,59	139,12	1 386,26	3 727,28
0+620	7,86	0	81,38	44,51	1 467,64	3 771,78
0+640	0,12	0,47	79,75	4,68	1 547,40	3 776,46

Continuación del apéndice C.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
0+660	5,28	0	53,99	4,70	1 601,38	3 781,15
0+680	3,19	1,88	86,77	18,38	1 688,16	3 799,54
0+700	1,12	3,21	43,13	50,94	1 731,29	3 850,47
0+720	0	6,46	11,24	96,74	1 742,53	3 947,21
0+740	3,09	0,83	30,93	72,87	1 773,47	4 020,08
0+760	15,11	0	182,00	8,27	1 955,47	4 028,35
0+780	7,93	0,64	230,4	6,36	2 185,87	4 034,72
0+800	4,73	1,79	126,68	24,24	2 312,54	4 058,95
0+820	1,16	4,84	58,91	66,29	2 371,45	4 125,24
0+840	1,66	3,61	26,43	87,42	2 397,88	4 212,66
0+860	5,23	1,47	68,94	50,73	2 466,82	4 263,39
0+880	1,44	5,82	69,06	71,49	2 535,88	4 334,88
0+900	0,09	6,23	15,22	120,51	2 551,10	4 455,39
0+920	0	7,66	0,86	138,94	2 551,95	4 594,33
0+940	0	16,41	0	240,76	2 551,95	4 835,10
0+960	0	25,5	0	419,53	2 551,95	5 254,63
0+980	0	17,21	0	428,34	2 551,95	5 682,97
1+000	2,76	0,15	27,57	173,63	2 579,52	5 856,59
1+020	21,85	0	246,06	1,53	2 825,58	5 858,12
1+040	23,44	0	452,90	0	3 278,48	5 858,12
1+060	11,86	0	352,98	0	3 631,46	5 858,12
1+080	3,9	6,83	150,75	69,77	3 782,21	5 927,89
1+100	4,51	11,67	68,50	197,16	3 850,71	6 125,05
1+120	6,58	1,7	110,94	132,9	3 961,64	6 257,95
1+140	31,1	0	373,27	17,83	4 334,92	6 275,78
1+160	9,5	2,09	405,92	20,91	4 740,83	6 296,69
1+180	0	18,36	94,57	205,3	4 835,40	6 502,00
1+200	0	21,35	0	398,96	4 835,40	6 900,96
1+220	34,71	0	347,12	213,55	5 182,52	7 114,50
1+240	62,94	0	976,55	0	6 159,08	7 114,50
1+260	58,03	0	1 209,68	0	7 368,76	7 114,50
1+280	40,36	0	983,88	0	8 352,63	7 114,50
1+300	9,78	2,27	501,43	22,66	8 854,06	7 137,17

Continuación del apéndice C.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
1+320	0,32	1,89	100,98	41,54	8 955,05	7 178,71
1+340	1,62	2,49	19,38	43,81	8 974,43	7 222,52
1+360	21,83	0	234,53	24,93	9 208,96	7 247,45
1+380	5,57	0,79	274,03	7,9	9 482,99	7 255,35
1+400	0,94	12,59	65,09	133,82	9 548,08	7 389,17
1+420	0	44,32	10,06	554,2	9 558,14	7 943,36
1+440	0	13,46	0	577,83	9 558,14	8 521,19
1+460	0	13,54	0	269,98	9 558,14	8 791,17
1+480	15,12	2,55	151,2	160,83	9 709,34	8 952,00
1+500	20,13	0	352,53	25,47	10 061,87	8 977,48
1+520	21,03	0	411,59	0	10 473,46	8 977,48
1+540	10,89	0	319,19	0	10 792,65	8 977,48
1+560	1,72	0,89	126,13	8,93	10 918,78	8 986,41
1+580	0	22,07	17,20	229,64	10 935,98	9 216,04
1+600	0	20,86	0	419,13	10 935,98	9 635,17
1+620	1,95	0,11	19,68	208,66	10 955,67	9 843,83
1+640	30,44	0	323,96	1,11	11 279,63	9 844,95
1+660	43,61	0	740,56	0	12 020,19	9 844,95
1+680	35,27	0	788,78	0	12 808,96	9 844,95
1+700	18,48	0	537,44	0	13 346,40	9 844,95
1+720	5,14	0	240,37	0	13 586,77	9 844,95
1+740	4,29	0	94,29	0	13 681,06	9 844,95
1+760	1,33	1,87	56,23	18,66	13 737,29	9 863,61
1+780	0	11,27	13,20	131,87	13 750,49	9 995,48
1+800	7,03	0,23	70,31	114,97	13 820,80	10 110,45
1+820	26,51	0	335,4	2,3	14 156,20	10 112,75
1+840	23,15	0	496,63	0	14 652,83	10 112,75
1+860	0,16	2,18	233,19	21,79	14 886,02	10 134,53
1+880	0	30,02	1,61	323,00	14 887,63	10 457,53
1+900	0	28,36	0	589,83	14 887,63	11 047,36
1+920	2,52	1,68	25,16	300,40	14 912,79	11 347,76
1+940	16,37	0	188,91	16,79	15 101,70	11 364,55
1+960	11,19	0	275,66	0	15 377,36	11 364,55

Continuación del apéndice C.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
1+980	3,71	0	149,02	0	15 526,38	11 364,55
2+000	0	2,71	37,1	27,1	15 563,48	11 391,65
2+020	12,25	0	122,5	27,1	15 685,98	11 418,75
2+040	21,37	0	336,17	0	16 022,15	11 418,75
2+060	12,46	0	338,26	0	16 360,41	11 418,75
2+080	12,12	0	245,61	0	16 606,02	11 418,75
2+100	0	4,44	120,65	44,47	16 726,67	11 463,21
2+120	0,95	0,76	9,46	52,05	16 736,13	11 515,26
2+140	0	10,02	9,43	107,92	16 745,57	11 623,17
2+160	2,04	0	20,44	100,38	16 766,01	11 723,55
2+180	0	13,66	20,39	136,58	16 786,40	11 860,13
2+200	0	19,84	0	334,96	16 786,40	12 195,09
2+220	0	20,83	0	406,64	16 786,40	12 601,73
2+240	0	26,44	0	472,64	16 786,40	13 074,37
2+260	0	8,15	0	345,88	16 786,40	13 420,25
2+280	0	1,86	0	100,07	16 786,40	13 520,32
2+300	1,06	1,42	10,56	32,77	16 796,96	13 553,10
2+320	28,69	0	0	0	16 796,96	13 553,10
2+340	13,58	0	422,7	0	17 219,66	13 553,10
2+360	19,13	0	327,14	0	17 546,80	13 553,10
2+380	27,03	0	461,65	0	18 008,45	13 553,10
2+400	1,75	0,23	287,82	2,29	18 296,27	13 555,39
2+420	0	8,84	17,49	90,74	18 313,76	13 646,13
2+440	0	6,59	0	154,3	18 313,76	13 800,43
2+460	0	12	0	185,82	18 313,76	13 986,25
2+480	8,85	0	86,6	120,79	18 400,36	14 107,04
2+500	11,89	0	207,42	0	18 607,78	14 107,04
2+520	19,36	0	312,56	0	18 920,34	14 107,04
2+540	22,61	0	419,71	0	19 340,05	14 107,04
2+560	14,19	0	367,97	0	19 708,02	14 107,04
2+580	7,73	0	219,22	0	19 927,24	14 107,04
2+600	0	5,42	78,44	54,82	20 005,68	14 161,86
2+620	9,10	0	85,58	55,07	20 091,26	14 216,93

Continuación del apéndice C.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
2+640	0,18	2,62	92,77	26,18	20 184,03	14 243,11
2+660	0	7,18	1,81	97,96	20 185,84	14 341,07
2+680	0,63	5,5	6,35	126,76	20 192,19	14 467,83
2+700	0	19,81	6,35	253,08	20 198,54	14 720,91
2+720	0	17,51	0	366,65	20 198,54	15 087,56
2+740	11,52	0,01	116,87	174,42	20 315,41	15 261,98
2+760	14,04	0	239,61	0,12	20 555,02	15 262,10
2+780	8,7	0,48	225,6	4,89	20 780,62	15 266,99
2+800	0	27,77	86,97	282,55	20 867,59	15 549,54
2+820	0	24,74	0	525,15	20 867,59	16 074,69
2+840	11,25	3,98	112,46	287,26	20 980,05	16 361,95
2+860	14,01	0	252,55	39,81	21 232,60	16 401,76
2+880	4,16	4,31	181,64	43,07	21 414,24	16 444,83
2+900	0	54,88	41,55	591,92	21 455,79	17 036,75
2+920	0	21,08	0	759,67	21 455,79	17 796,42
2+940	0	36	0	570,78	21 455,79	18 367,20
2+960	0	64,56	0	1 005,59	21 455,79	19 372,79
2+980	0	39,11	0	1 036,71	21 455,79	20 409,50
3+000	0	9,49	0	485,97	21 455,79	20 895,47
3+020	0	54,51	0	640,00	21 455,79	21 535,47
3+040	0	25,43	0	799,42	21 455,79	22 334,89
3+060	0	34,16	0	595,97	21 455,79	22 930,86
3+080	0	59,43	0	953,34	21 455,79	2 3884,2
3+100	0	27,45	0	868,85	21 455,79	24 753,05
3+120	0	39,15	0	666,03	21 455,79	25 419,08
3+140	0	41,78	0	809,3	21 455,79	26 228,38
3+160	0	22,4	0	641,75	21 455,79	26 870,13
3+180	0	30,24	0	526,31	21 455,79	27 396,44
3+200	0	40,47	0	707,64	21 455,79	28 104,08
3+220	1,18	0	11,81	404,74	21 467,60	28 508,82
3+240	4,13	0	53,12	0	21 520,72	28 508,82
3+260	27,54	0	316,76	0	21 837,48	28 508,82
3+280	50,44	0	779,89	0	22 617,37	28 508,82

Continuación del apéndice C.

Estación	Área de relleno	Área de corte	Volumen de relleno	Volumen de corte	Volumen de relleno acumulado	Volumen de corte acumulado
3+300	40,45	0	908,96	0	23 526,33	28 508,82
3+320	8,08	0	485,27	0	24 011,60	28 508,82
3+340	7,52	0	155,94	0	24 167,54	28 508,82
3+360	0	9,59	75,19	95,92	24 242,73	28 604,74
3+380	0	4,07	0	136,66	24 242,73	28 741,40
3+400	0,55	0,91	5,53	49,7	24 248,26	28 791,10
3+420	12,64	0	131,84	9,13	24 380,10	28 800,23
3+440	7,16	0	197,98	0	24 578,08	28 800,23
3+460	0,15	0,65	73,07	6,49	24 651,15	28 806,72
3+480	0	0,45	1,47	11,02	24 652,62	28 817,74
3+500	5,57	0	58,51	4,66	24 711,13	28 822,40
3+520	2,16	1,84	79,4	17,68	24 790,53	28 840,08
3+540	0	3,93	21,57	57,66	24 812,10	28 897,74
3+560	1,1	0,01	11,24	38,93	24 823,34	28 936,67
3+580	9,73	0	108,5	0,11	24 931,84	28 936,78
3+600	0,95	1,33	106,77	13,31	25 038,61	28 950,09
3+620	0,2	1,87	11,42	31,97	25 050,03	28 982,06
3+640	1,77	2,68	19,68	45,48	25 069,71	29 027,54
3+660	1,83	1,12	36	38,04	25 105,71	29 065,58
3+680	2,44	0,6	42,67	17,18	25 148,38	29 082,76
3+700	0,57	1,56	30,11	21,6	25 178,49	29 104,36
3+720	0	1,59	5,75	31,58	25 184,24	29 135,94

Fuente: elaboración propia.

Apéndice D. **Integración de precios unitarios del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y el Renacimiento**

COSTO UNITARIO TRABAJOS PRELIMINARES					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	1,1	CANTIDAD:	**5,61**	UNIDAD:	**Ha**
NOMBRE DEL RENGLON:	**LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE**				
RENDIMIENTO POR ACTIVIDAD:	0,35 Ha/dia		DURACION ACTIVIDAD:		16 dias
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Cargador frontal		52	hora	Q 350,00	Q 18 060,00
Diesel (cargador frontal)		284	galon	Q 33,00	Q 9 365,40
(1) Tractor D6 (*)		77	hora	Q 500,00	Q 38 700,00
Diesel (tractor)		426	galon	Q 33,00	Q 14 048,10
(6) Sierra para corte		77	hora	Q 30,00	Q 2 322,00
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 82 495,50
MANO DE OBRA		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(4) Peones		310	hora	Q 10,00	Q 3 096,00
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 3 096,00
		TOTALES			
		TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO			Q82 495,50
		TOTAL MANO DE OBRA			Q3 096,00
		COSTO DIRECTO			Q85 591,50
		COSTO INDIRECTO 35%			Q29 957,03
		UNIDAD DE TRABAJO			5,61
		COSTO UNITARIO (Q/Ha)			**Q20 611,60**

(*) costo incluye operario

COSTO UNITARIO TRABAJOS PRELIMINARES					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	1,2	CANTIDAD:	**3,74**	UNIDAD:	**KM**
NOMBRE DEL RENGLON:	**REPLANTEO TOPOGRAFICO**				
		DURACION ACTIVIDAD:			3 dias
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	RECURSO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Replanteo del alineamiento (subcon	(1)topografo+	3,74	km	Q 1 500,00	Q 5 610,00
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 5 610,00
		TOTALES			
		TOTAL MANO DE OBRA			Q 5 610,00
		COSTO DIRECTO			Q 5 610,00
		COSTO INDIRECTO 35%			Q 1 963,50
		UNIDAD DE TRABAJO			Q 3,74
		COSTO UNITARIO (Q/KM)			Q 2 025,00

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO MOVIMIENTO DE TIERRAS					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	2,1	CANTIDAD:	**28 618**	UNIDAD:	**M3**
NOMBRE DEL RENGLON:	**EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA**				
			DURACION ACTIVIDAD:		40 dias
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1)Tractor D6 (*)	45 m³/hora	350	hora	Q 500,00	Q 174 887,78
Diesel (Tractor)	-	1 924	galon	Q 33,00	Q63 484,26
(1) Excavadora (*)	45 m³/hora	286	hora	Q 350,00	Q 100 163,00
(2) Camión volteo (**)	2 400 m³/km/dia	296	hora	Q 160,00	Q 47 379,20
Diesel (Excavadora)		1 574	galon	Q 33,00	Q51 941,67
(1) Cargador frontal (*)	100 m³/hora	129	hora	Q 350,00	Q45 073,35
Diesel (Cargador frontal)		386	hora	Q 33,00	Q12 749,32
(1) Motoniveladora 14H (*)	200 m²/hora	51	hora	Q 350,00	Q17 998,75
Diesel (Motoniveladora)		257	galon	Q 33,00	Q8 485,13
(1) Rodo vibratorio (*)	175 m²/hora	59	hora	Q 280,00	Q16 456,00
Diesel (Rodo vibratorio)		220	galon	Q 33,00	Q7 272,96
(1) Camion Cisterna (**)	175 m²/hora	7	dia	Q 1 000,00	Q7 346,43
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q553 237,85

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q0,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q553 237,85
COSTO DIRECTO	Q553 237,85
COSTO INDIRECTO 35%	Q193 633,25
UNIDAD DE TRABAJO	28618
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q26,10**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

COSTO UNITARIO MOVIMIENTO DE TIERRAS					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	2,2	CANTIDAD:	**517,94**	UNIDAD:	**M3**
NOMBRE DEL RENGLON:	**EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO**				
			DURACION ACTIVIDAD:		1 dia
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Retroexcavadora (*)	65 m³/hora	8	hora	Q 500,00	Q 3 984,15
(1) Camión de volteo (**)	2 400 m³/km/dia	5	hora	Q 160,00	Q 857,49
Diesel (Retroexcavadora)	-	32	galon	Q 33,00	Q1 051,82
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q5 893,46

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q0,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q5 893,46
COSTO DIRECTO	Q5 893,46
COSTO INDIRECTO 35%	Q2 062,71
UNIDAD DE TRABAJO	517,94
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q15,36**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO REACONDICIONAMIENTO DE SUBRASANTE					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	3,1	CANTIDAD:	**20570**	UNIDAD:	**m²**
NOMBRE DEL RENGLON:	**ESCARIFICACIÓN, CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN**				
		DURACION ACTIVIDAD:			22 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemeto UGC		700	saco	Q 69,55	Q 48 685,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q48 685,00
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Motoniveladora 14H (*)	200 m²/hr	171	hora	Q 350,00	Q 59 755,85
Diesel (motoniveladora)		854	galon	Q 33,00	Q 28 170,62
(1) Rodo vibratorio (*)	175 m²/hr	98	hora	Q 280,00	Q 27 316,96
Diesel (rodo vibratorio)		366	galon	Q 33,00	Q 12 073,12
(1) Camion cisterna (**)	175 m²/hr	12	dia	Q 1 000,00	Q 12 195,07
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q139 511,62

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q48 685,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q139 511,62
TOTAL HERRAMIENTA	Q2 434,25
COSTO DIRECTO	Q190 630,87
COSTO INDIRECTO 35%	Q66 720,80
UNIDAD DE TRABAJO	20570
COSTO UNITARIO (Q/M2)	**Q12,51**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

COSTO UNITARIO DRENAJES TRANSVERSALES					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	4,1	CANTIDAD:	**450,43**	UNIDAD:	**m³**
NOMBRE DEL RENGLON:	**EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLA**				
			DURACION ACTIVIDAD:		2 dias
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Retroexcavadora (*)	65 m³/hr	7	hora	Q 350,00	Q 2 425,40
Diesel (retroexcavadora)		38	galon	Q 33,00	Q 1 257,74
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q3 683,15

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q0,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q3 683,15
COSTO DIRECTO	Q3 683,15
COSTO INDIRECTO 35%	Q1 289,10
UNIDAD DE TRABAJO	450,43
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q11,04**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO DRENAJES TRANSVERSALES					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	4,2	CANTIDAD:	**250,00**	UNIDAD:	**ML**
NOMBRE DEL RENGLON:	**SUMINISTRO, PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE ALCANTARILLA 30"**				
		DURACION ACTIVIDAD:			5 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tuberia Metalica corrugada diametro 30"		250	ML	Q 850,00	Q 212 500,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q212 500,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(4) Albañil	12 ml/dia	167	horas	Q 15,63	Q 2 605,00
Factor ayudante		43,8	%	Q 2 605,00	Q 1 140,99
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 2 605,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q 130,25
TRANSPORTE	FACTOR DE FLETE	QUINTALES	DISTANCIA	PU	SUBTOTAL
Camión eje sencillo 200qq	Q0,30/Km/qq	139	420	Q 0,30	Q 17 463,60
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q17 463,60

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q 212 500,00
TOTAL MANO DE OBRA	Q 2 605,00
TOTAL HERRAMIENTA	Q 130,25
TOTAL TRANSPORTE	Q 17 463,60
COSTO DIRECTO	Q 232 698,85
COSTO INDIRECTO 35%	Q 81 444,60
UNIDAD DE TRABAJO	250,00
COSTO UNITARIO (Q/ML)	**Q 1 256,57**

COSTO UNITARIO DRENAJES TRANSVERSALES					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	4,3	CANTIDAD:	**272,20**	UNIDAD:	**m³**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLAS**				
		DURACION ACTIVIDAD:			25 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		1905	saco	Q 69,55	Q 132 518,14
Arena de rio		158	m³	Q 115,00	Q 18 155,41
Piedrin		218	m³	Q 200,00	Q 43 551,20
Piedra bola		142	m³	Q 150,00	Q 21 231,21
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 215 455,95
MANO DE OBRA					
ACTIVIDAD		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(8) Albañil		272	m³	Q 205,20	Q 55 854,41
Factor ayudante		43,8	%	Q 55 854,41	Q 24 464,23
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q 80 318,65
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q4 015,93
TRANSPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Translado de material		Flete	20	Q 1 000,00	Q 20 000,00
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q 20 000,00

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q 215 455,95
TOTAL MANO DE OBRA	Q 80 318,65
TOTAL TRANSPORTE	Q 20 000,00
TOTAL HERRAMIENTA	Q 4 015,93
COSTO DIRECTO	Q 319 790,53
COSTO INDIRECTO 35%	Q 111 926,69
UNIDAD DE TRABAJO	272,20
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q 1 586,06**

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO CUNETAS REVESTIDAS					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	5,1	CANTIDAD:	**6 833**	UNIDAD:	**m²**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CUNETAS REVESTIDAS DE PIEDRA LIGADA CON MORTERO**				
			DURACION ACTIVIDAD:		7 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento		4 441	saco	Q 69,55	Q 308 893,81
Arena de río		457,80	m³	Q 115,00	Q 52 646,72
Piedra bola		567,12	m³	Q 150,00	Q 85 068,36
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 446 608,89
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Albañil		683	m³	Q 250,00	Q170 820,00
Factor ayudante		43,8	%		Q74 819,16
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q245 639,16
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q22 330,44
		TOTALES			
		TOTAL MATERIALES			Q446 608,89
		TOTAL MANO DE OBRA			Q245 639,16
		TOTAL HERRAMIENTA			Q22 330,44
		COSTO DIRECTO			Q714 578,49
		COSTO INDIRECTO 35%			Q250 102,47
		UNIDAD DE TRABAJO			6832,8
		COSTO UNITARIO (Q/M2)			**Q141,18**

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO CARPETA DE RODADURA					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	6,1	CANTIDAD:	**3 149,3**	UNIDAD:	**m³**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CORTE, CARGA, ACARREO Y COMPACTACIÓN DEL BALASTO e=0,20**				
			DURACION ACTIVIDAD:		8 dias
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Balasto		3149	unidad	Q 20,00	Q 62 986,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 62 986,00
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD		SUBTOTAL
(1) Cargador frontal (*)	100 m³/hr	31	hora	Q 350,00	Q 11 022,55
(1) Camión de volteo (**)	2 400 m³/km/dia	23	hora	Q 160,00	Q 3 648,20
(1) Motoniveladora 14H (*)	200 m²/hr	16	hora	Q 350,00	Q 5 511,28
(1) Camion cisterna (**)	175 m²/hr	2	dia	Q 1 000,00	Q 1 968,31
Diesel (motoniveladora)		79	galon	Q 33,00	Q 2 598,17
Diesel (rodo vibratorio)		67	galon	Q 33,00	Q 2 227,01
Diesel (cargador frontal)		157	galon	Q 33,00	Q 5 196,35
(1) Rodo vibratorio (*)	175m²/hr	18	hora	Q 280,00	Q 5 038,88
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q37 210,74
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q3 149,30

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q62 986,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q37 210,74
TOTAL HERRAMIENTA	Q3 149,30
COSTO DIRECTO	Q103 346,04
COSTO INDIRECTO 35%	Q36 171,11
UNIDAD DE TRABAJO	3149,3
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q44,30**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO EMPEDRADOS					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	7,1	CANTIDAD:	**726**	UNIDAD:	**m³**
NOMBRE DEL RENGLON:	**BASE GRANULAR e=0,15m**				
			DURACION ACTIVIDAD:		8 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Material selecto		726	unidad	Q 65,00	Q 47 190,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 47 190,00
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD		SUBTOTAL
(1) Retroexcavadora (*)	65 m³/hora	11	hora	Q 350,00	Q 3 909,23
(1) Camión de volteo (**)	2 400 m³/km/dia	9	hora	Q 160,00	Q 1 448,13
(1) Motoniveladora 14H (*)	200 m²/hora	1	hora	Q 350,00	Q 190,58
(1) Camion cisterna (**)	175 m²/hora	0,13	dia	Q 1 000,00	Q 125,00
Diesel (motoniveladora)		3	galon	Q 33,00	Q 89,84
Diesel (rodo vibratorio)		16	galon	Q 33,00	Q 513,39
Diesel (Retroexcavadora)		56	galon	Q 33,00	Q 1 842,92
(1) Rodo vibratorio (*)	175 m²/hr	4	hora	Q 280,00	Q 1 161,60
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q9 280,69

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q47 190,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q9 280,69
COSTO DIRECTO	Q56 470,69
COSTO INDIRECTO 35%	Q19 764,74
UNIDAD DE TRABAJO	726
COSTO UNITARIO (Q/M3)	**Q105,01**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

COSTO UNITARIO EMPEDRADOS					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	7,2	CANTIDAD:	**4 840**	UNIDAD:	**m²**
NOMBRE DEL RENGLON:	**CAPA DE ASIENTO Y EMPEDRADO E=0,16m**				
			DURACION ACTIVIDAD:		15 días
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Cemento Tipo Portland		3 775,20	sacos	Q 69,55	Q 262 565,16
Cal		1 887,60	bolsas	Q 31,70	Q 59 836,92
Arena de río		339,77	m³	Q 115,00	Q 39 073,32
Piedra espesor promedio 10 cm		484,00	m³	Q 60,00	Q 29 040,00
Agua		7,00	unidades	Q 1 000,00	Q 7 000,00
	SUBTOTAL DE MATERIALES				Q 397 515,40
MAQUINARIA Y EQUIPO	RENDIMIENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(1) Camión de volteo (**)	2 400 m³/km/dia	6	hora	Q 160,00	Q 965,42
Diesel (rodo vibratorio)		104	galon	Q 33,00	Q 3 422,57
Cargador frontal	100 m³/hora	15	horas	Q 350,00	Q 5 082,00
Diesel (cargador frontal)		58	galon	Q 33,00	Q 1 916,64
(1) Rodo vibratorio (*)	175 m²/hora	28	hora	Q 280,00	Q 7 744,00
	SUBTOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q19 130,63
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
(4) Mano de obra calificada		880,00	ml	Q 75,00	Q66 000,00
Ayudante		880,00	ml	Q33,75	Q29 700,00
	SUBTOTAL DE MANO DE OBRA				Q95 700,00
HERRAMIENTA		5%			SUBTOTAL
	SUBTOTAL DE HERRAMIENTA				Q19 875,77

TOTALES	
TOTAL MATERIALES	Q397 515,40
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO	Q19 130,63
TOTAL MANO DE OBRA	Q95 700,00
TOTAL HERRAMIENTA	Q19 875,77
COSTO DIRECTO	Q532 221,80
COSTO INDIRECTO 35%	Q186 277,63
UNIDAD DE TRABAJO	4840
COSTO UNITARIO (Q/M2)	**Q148,45**

(*) costo incluye operario

(**) costo incluye operario y combustibles

Continuación del apéndice D.

COSTO UNITARIO TRASLADO DE MAQUINARIA					
PROYECTO: CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO					
CODIGO DEL RENGLON:	8,1	CANTIDAD:	**1**	UNIDAD:	**GLOBAL**
NOMBRE DEL RENGLON:	**TRASLADO DE MAQUINARIA PESADA**				
		DURACION ACTIVIDAD:		1 día	
TRANSPORTE		CANTIDAD	UNIDAD	PU	SUBTOTAL
Tractor D6		1	unidad	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Motoniveladora H14		1	unidad	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Rodo vibrador		1	unidad	Q 2 000,00	Q 2 000,00
Cargador frontal		1	unidad	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Retroexcavadora		1	unidad	Q 3 000,00	Q 3 000,00
(6)Camiones de volteo		6	unidad	Q 1 000,00	Q 6 000,00
Excavadora 315B		1	unidad	Q 3 000,00	Q 3 000,00
	SUBTOTAL DE TRANSPORTE				Q23 000,00
		TOTALES			
		TOTAL TRANSPORTE			Q23 000,00
		COSTO DIRECTO			Q23 000,00
		UNIDAD DE TRABAJO			1
		COSTO UNITARIO (GLOBAL)			**Q23 000,00**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice E. **Planos constructivos de sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1 y del camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento del municipio de Ixcán, Quiché**

(Las escalas indicadas en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos no corresponden a la escala indicada, pues se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo)

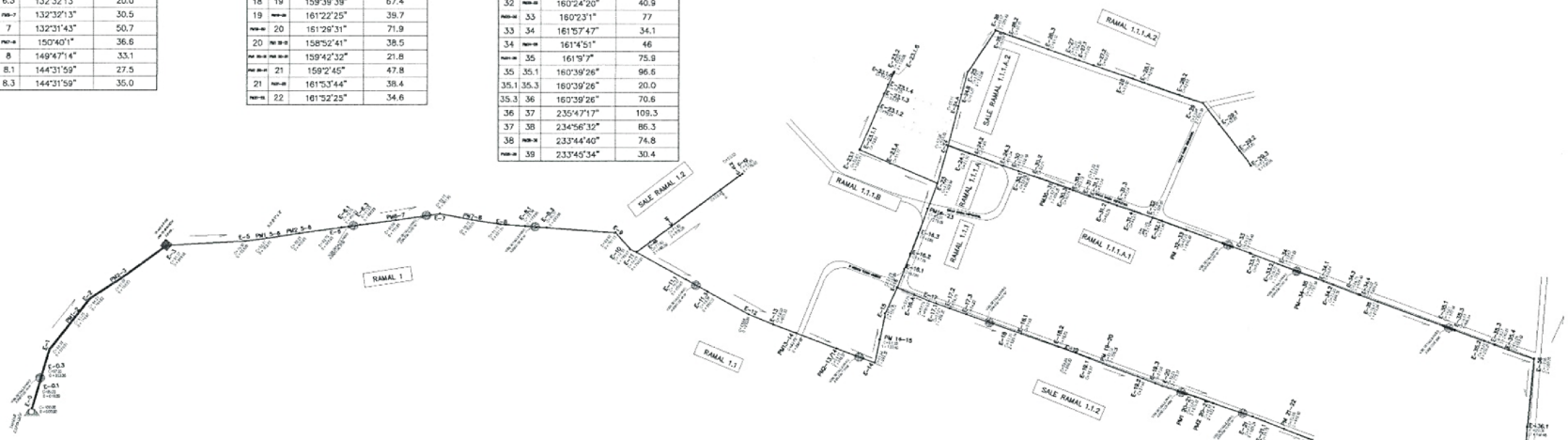
EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
0	0.1	67°6'27"	18.9
0.1	0.3	67°6'27"	34.5
0.3	1	67°6'27"	17.2
1	PAV-1	89°10'25"	46.5
PAV-1	2	89°14'0"	27.7
2	PAV-2	106°44'31"	41.2
PAV-2	3	104°14'29"	63.7
3	4	140°30'21"	20.3
4	5	136°39'40"	68.8
5	PAV 3-4	132°20'13"	24.4
PAV 3-4	PAV 5-6	132°8'25"	37.8
PAV 5-6	6	132°29'21"	47.9
6	6.1	132°32'13"	11.7
6.1	6.3	132°32'13"	20.0
6.3	PAV-7	132°32'13"	30.5
PAV-7	7	132°31'43"	50.7
7	PAV-8	150°40'1"	36.6
PAV-8	8	149°47'14"	33.1
8	8.1	144°31'59"	27.5
8.1	8.3	144°31'59"	35.0

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
8.3	9	144°31'59"	67.5
9	10	189°40'20"	25.1
10	11	164°2'41"	8
11	11.1	169°19'33"	64.4
11.1	11.3	169°19'33"	27.7
11.3	12	169°19'33"	53.5
12	13	162°14'12"	30.5
13	14	161°9'57"	123
14	PAV-15	62°18'44"	27.2
PAV-15	15	62°0'8"	30.2
15	16	74°50'51"	31.9
16	17	162°30'47"	39.4
17	18	160°8'52"	102.2
18	19	159°39'39"	67.4
19	PAV-20	161°22'25"	39.7
PAV-20	20	161°29'31"	71.9
20	PAV 20-21	158°52'41"	38.5
PAV 20-21	PAV 20-21	159°42'32"	21.8
PAV 20-21	21	159°2'45"	47.8
21	PAV-22	161°53'44"	38.4
PAV-15	22	161°52'25"	34.6

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
16	PAV-17	71°27'36"	96.5
PAV-16	23	71°16'50"	30.6
23	24	66°21'35"	44.8
24	25	65°16'39"	86.8
25	26	83°47'46"	56.6
26	27	160°19'52"	95
27	28	159°19'19"	70.3
28	29	159°41'14"	83.8

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
24	30	160°20'40"	84.5
30	PAV-31	159°54'15"	47.4
PAV-31	31	160°5'50"	37.2
31	32	159°19'40"	78.1
32	PAV-33	160°24'20"	40.9
PAV-33	33	160°23'1"	77
33	34	161°57'47"	34.1
34	PAV-35	161°4'51"	46
PAV-35	35	161°9'7"	75.9
35	35.1	160°39'26"	96.6
35.1	35.3	160°39'26"	20.0
35.3	36	160°39'26"	70.6
36	37	235°47'17"	109.3
37	38	234°56'32"	86.3
38	PAV-39	233°44'40"	74.8
PAV-39	39	233°45'34"	30.4

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
11	40	103°48'17"	19.5
40	41	103°48'17"	30.5
41	42	103°48'17"	100



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

MATERIALES:

- EL CONCRETO CICLOPEO, SE CONFORMARA CON 67% DE PIEDRA, QUE EQUIVALE AL 90% DEL VOLUMEN A CONSTRUIR; MAS 33% DE MORTERO O CONCRETO.
- LAS PIEDRAS NO DEBERAN SER MAYORES DE 1/3 DE LA SECCION A CONSTRUIR NI MENORES DE 2"
- PARA CONCRETO CICLOPEO (LEVANTADO CON FORMALETA). SE USARA CONCRETO 1:2.5:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN) 6 MORTERO 1:3 (CEMENTO Y ARENA DE RIO, INCLUYENDO GRUESOS NO MAYORES DE 1")
- EN FUNDICIONES DE CONCRETO (LOSAS DE PISO Y TECHO, TAPADERAS, SOLERAS, ETC.) CONCRETO EN PROPORCION 1:2:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN)
- EL INTERIOR DE TANQUES Y CAJAS, QUE ESTEN EN CONTACTO CON AGUA, Y EL EXTERIOR VISIBLE DE LOS MUROS, SE RECUBRIRA CON MORTERO EN PROPORCION 1:3. POSTERIORMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA, SE RECUBRIRAN CON UN ALISADO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:1 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA) Y EN EL EXTERIOR SE RECUBRIRA CON UN CERNIDO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:2 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA)
- LAS LOSAS DE TECHO Y LAS TAPADERAS, TENDRAN EL DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA AL MENOS UN 1%
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO, DEBERA SER PERFECTAMENTE LIMPIO
- EL PREDIO DONDE SE UBIQUEN LOS NACIMIENTOS Y LOS TANQUES, DEBE CERCARSE CON POSTES DE MADERA ROLLIZA Y 4 HILOS DE ALAMBRE ESPIGADO
- TODA LA TUBERIA PARA REBALSE Y DRENAJE, SERA PVC CLASE 160 (PARA AGUA POTABLE)
- CONCRETO:
- F'c=210 Kg./cm2 3000 Lbs./pig^2 PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO- ARENA-PIEDRIN (1:2:3) REFUERZO: fy = 2810 Kg./cm^2

MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA

EXCAVACION DE ZANJAS:

- LAS TUBERIAS SE EMPLAZARAN SIGUIENDO LOS EJES QUE SE INDIQUEN EN LOS PLANOS SE DEBERA CORTAR LA ZANJA ASIMETRICA AL EJE DE INSTALACION DE LA TUBERIA HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 0.80 METROS.
- EL FONDO DE LA ZANJA DEBERA SER CORTADA DE MANERA CUIDADOSAMENTE PARA PERMITIR UN APOYO UNIFORME DE LA TUBERIA. EN LOS CASOS DE SUELOS QUE CONTENGAN PIEDRAS Y PEDRUSCOS, SE DEBERA REMOVER TODAS LAS QUE APAREZCAN EN EL FONDO DE LA ZANJA RELLENANDO LOS ESPACIOS CON MATERIAL SUELTO COMPACTADO PARA UNIFORMIZAR EL FONDO DE LA ZANJA.
- EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERAN SER APROBADAS POR EL SUPERVISOR. EN GENERAL, EL ANCHO DE LA ZANJA A SER CORTADO POR METODOS MANUALES DEBERA SER DE 0.40 METROS MAS EL DIAMETRO EXTERIOR DE LA TUBERIA. POSTERIORMENTE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON AGUA, SE RECUBRIRAN CON UN ALISADO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:1 (CEMENTO Y ARENA DE RIO CERNIDA) Y EN EL EXTERIOR SE RECUBRIRA CON UN CERNIDO DE CEMENTO EN PROPORCION 1:2

RELLENO DE LA ZANJA:

- ABAJO Y A LOS LADOS DE LA TUBERIA , SE DEBERA RELLENAR EN CAPAS DE 7 CM, PERFECTAMENTE COMPACTADAS HASTA MEDIA ALTURA DE LA TUBERIA. DE AQUI HASTA 0.30 METROS SOBRE EL TUBO, SE DEBERA RELLENAR CON CAPAS NO MAYORES DE 0.15 METROS. EL MATERIAL PARA RELLENAR LAS ZANJAS, DEBERA SER CUIDADOSAMENTE ESCOGIDO PARA QUE ESTE LIBRE DE PEDRUSCOS O PIEDRAS Y PERMITA UNA BUENA COMPACTACION. SI EL MATERIAL QUE SE EXTRAJO DE LA ZANJA NO ES ADECUADO SE HARA EL RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO, DE LOS 0.30M SOBRE EL TUBO HASTA EL NIVEL DE RELLENO TOTAL, SE HARA EN CAPAS NO MAYORES DE 0.30M Y EL MATERIAL PODRA CONTENER PIEDRAS HASTA DE 0.20M EN SU MAXIMA DIMENSION EL ANCHO DE LA ZANJA A SER CORTADO POR METODOS MANUALES DEBERA SER DE 0.40 METROS MAS EL DIAMETRO EXTERIOR DE LA TUBERIA.

PRUEBA DE LAS TUBERIA:

- TODA TUBERIA DEBERA SER PROBADA PARA RESISTENCIA Y ESTANQUIDAD SOMETIENDOLA A PRESION INTERNA POR AGUA ANTES DE HACER EL RELLENO TOTAL DE LAS ZANJAS.
- LOS TRAMOS A PROBAR DEBERAN SER DE PREFERENCIA AISLADOS POR LAS VALVULAS Y EN TRAMOS NO MAYORES DE 400 METROS, A MENOS QUE LO AUTORICE EL SUPERVISOR. LA PRESION A APLICAR SERA TAL QUE SE CONSIGA 99 PSI O LA PRESION MAXIMA DE TRABAJO SEGUN LA QUE SEA MAYOR Y POR UN PERIODO MINIMO DE 2 HORAS, NO DEBIENDO FALLAR NINGUNA DE LAS PARTES.

TUBERIA Y ACCESORIOS DE PVC:

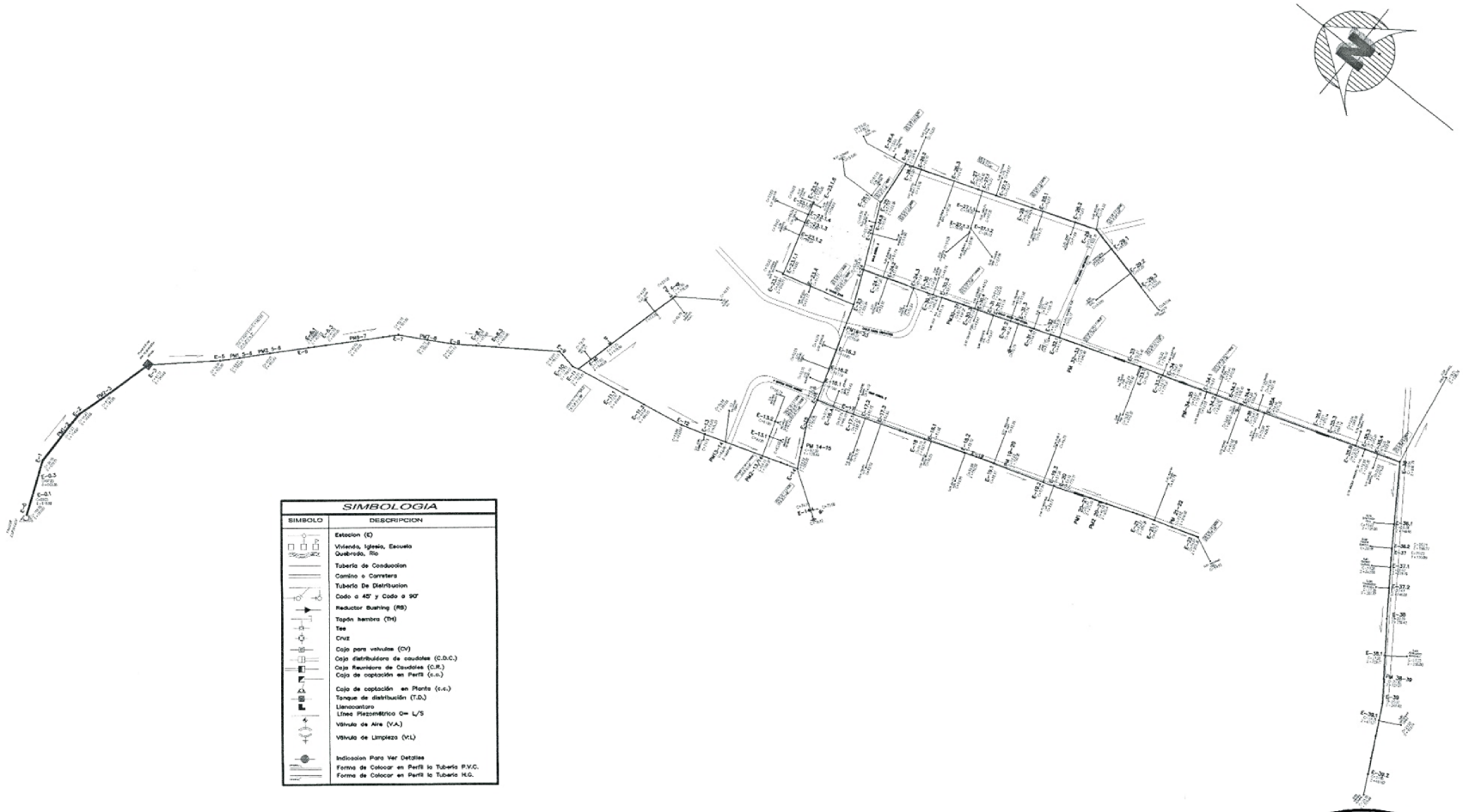
- LA TUBERIA SERA RIGIDA, Y DEBE SATISFACER LA NORMA ASTM-D2467-67 Y CS-256-63 SERA PARA UNA PRESION DE TRABAJO DE 315 PSI PARA TUBO DE 1/2", 250 PSI PARA TUBO DE 3/4", PARA TUBERIA DE DIAMETRO IGUAL O MAYOR A 1" LA PRESION QUE SE INDIQUE EN LOS PLANOS.
- LOS ACCESORIOS SERAN DE LA MISMA CLASE, PARA UNA PRESION MINIMA DE 250 PSI PARA TUBOS MAYOR A 1" DE DIAMETRO Y DE 315 PSI PARA DIAMETROS MENORES. HARA EL RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO, DE LOS 0.30M SOBRE EL TUBO HASTA EL NIVEL DE RELLENO TOTAL, SE HARA EN CAPAS NO MAYORES DE 0.30M Y EL MATERIAL PODRA CONTENER PIEDRAS HASTA DE 0.20M EN SU MAXIMA DIMENSION EL ANCHO DE LA ZANJA A SER CORTADO POR METODOS MANUALES DEBERA SER DE 0.40 METROS MAS EL DIAMETRO EXTERIOR DE LA TUBERIA.

PLANTA DE CONJUNTO O PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	
PLANTA DE CONJUNTO O PLANTA GENERAL	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	HOJA No. 1 / 18 Vo. Bo. ASESOR-SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estacion (E)
	Vivienda, Iglesia, Escuela Quebrada, Rio
	Tuberia de Conducion
	Camino o Carretera
	Tuberia De Distribucion
	Codo a 45° y Codo a 90°
	Reductor Bushing (RB)
	Tapón hembra (TH)
	Tee
	Cruz
	Caja para valvulas (CV)
	Caja distribuidora de caudales (C.D.C.)
	Caja Reunidora de Caudales (C.R.)
	Caja de captación en Perfil (c.c.)
	Caja de captación en Planta (c.c.)
	Tanque de distribución (T.D.)
	Llenacantaro
	Línea Piezométrica Q= L/S
	Válvula de Aire (V.A.)
	Válvula de Limpieza (V.L)
	Indicacion Para Ver Detalles
	Forma de Colocar en Perfil la Tubería P.V.C.
	Forma de Colocar en Perfil la Tubería H.G.

PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: SEPT. 2014

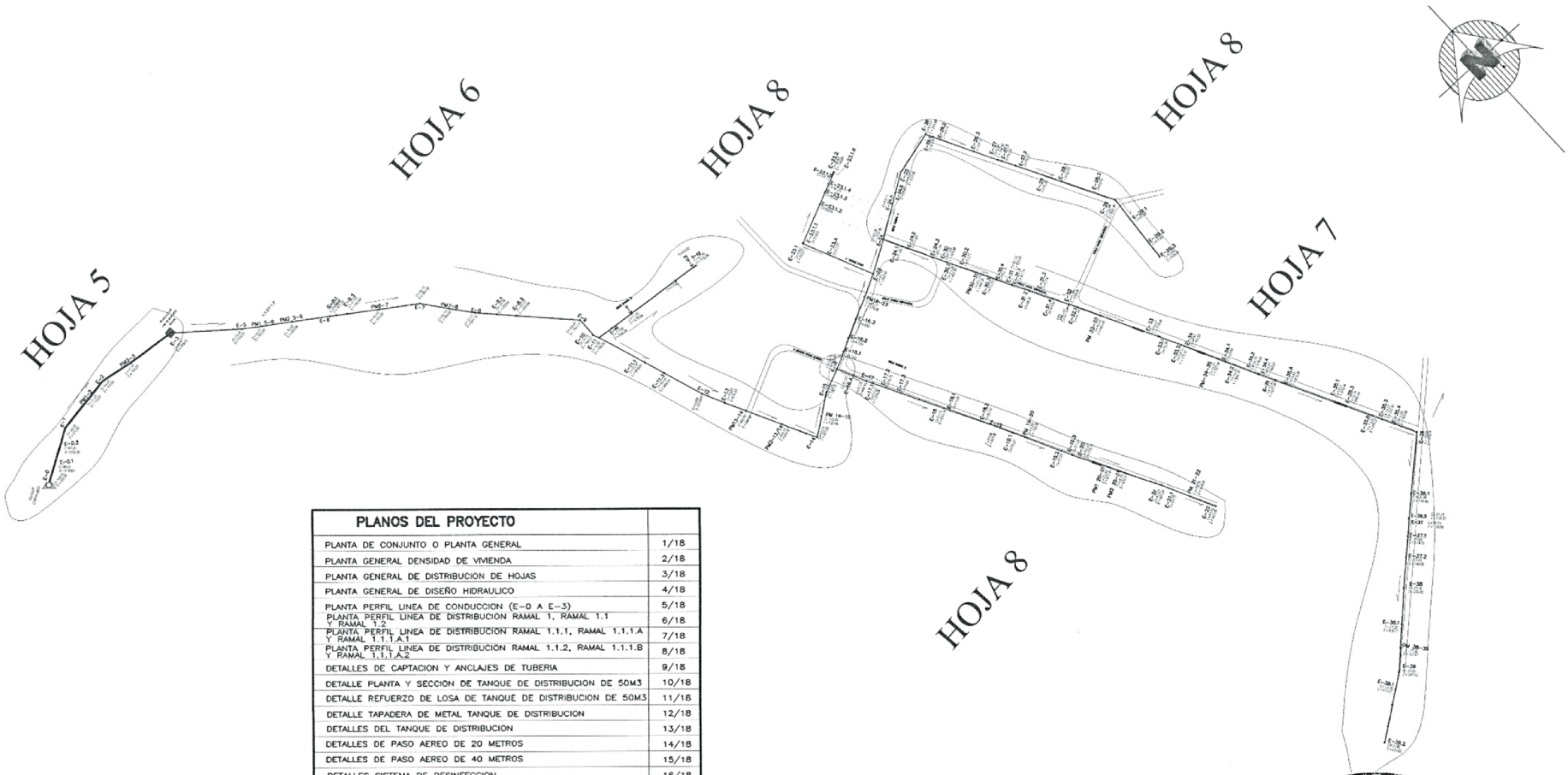
HOJA No. 2 / 18

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

Vo. Bo. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ



PLANOS DEL PROYECTO	
PLANTA DE CONJUNTO O PLANTA GENERAL	1/18
PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA	2/18
PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION DE HOJAS	3/18
PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRAULICO	4/18
PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION (E-0 A E-3)	5/18
PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1, RAMAL 1.1 Y RAMAL 1.2	6/18
PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1, RAMAL 1.1.1.A Y RAMAL 1.1.1.A.1	7/18
PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.2, RAMAL 1.1.1.B Y RAMAL 1.1.1.A.2	8/18
DETALLES DE CAPTACION Y ANCLAJES DE TUBERIA	9/18
DETALLE PLANTA Y SECCION DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50M3	10/18
DETALLE REFUERZO DE LOSA DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50M3	11/18
DETALLE TAPADERA DE METAL TANQUE DE DISTRIBUCION	12/18
DETALLES DEL TANQUE DE DISTRIBUCION	13/18
DETALLES DE PASO AEREO DE 20 METROS	14/18
DETALLES DE PASO AEREO DE 40 METROS	15/18
DETALLES SISTEMA DE DESINFECCION	16/18
DETALLES DE PASOS DE ZANJON	17/18
DETALLES DE CAJAS PARA VALVULAS Y CONEXION DOMICILIAR	18/18

PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION DE HOJAS

ESCALA: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION DE HOJAS

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 3 / 18

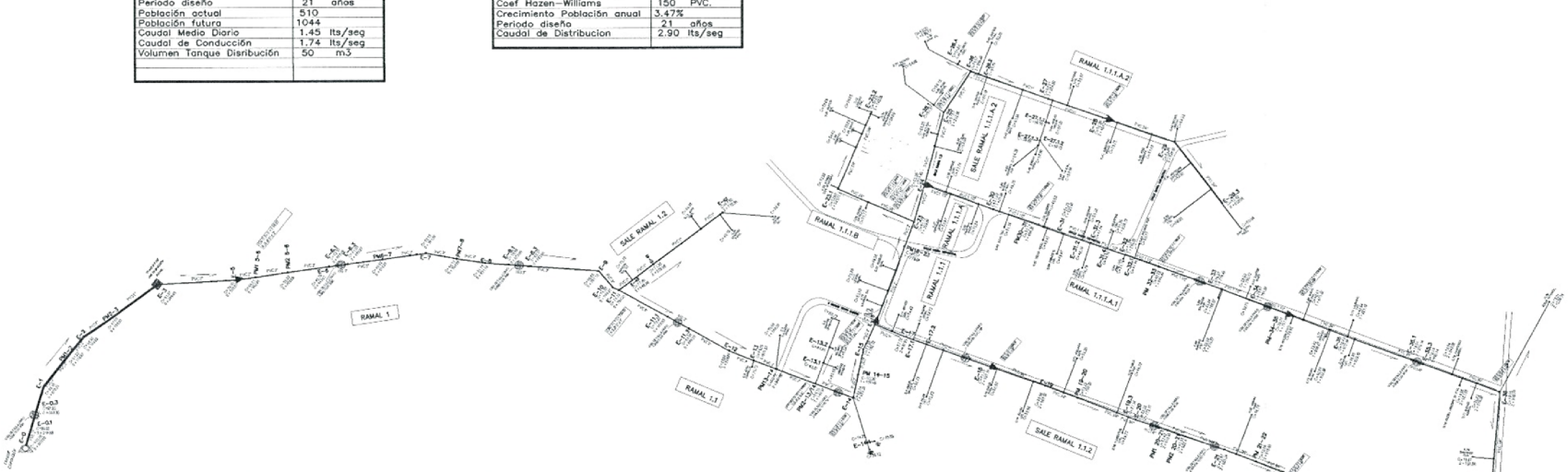
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
Vo. Bo. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR ING. SILVIO RODRIGUEZ

LINEA DE CONDUCCION SISTEMA POR GRAVEDAD

DATOS DE DISEÑO	
Dotación	120 lit/hab/día
Hab/casa	6
Fdía máx	1.2
Qhora máx	2.90 lts/seg
Coef Hazen-Williams	150 PVC.
No Casas	85
Crecimiento Población anual	3.47%
Periodo diseño	21 años
Población actual	510
Población futura	1044
Caudal Medio Diario	1.45 lts/seg
Caudal de Conducción	1.74 lts/seg
Volumen Tanque Disribución	50 m3

RED DE DISTRIBUCION ABIERTA - SISTEMA POR GRAVEDAD

DATOS DE DISEÑO	
Dotación	120 lit/hab/día
Hab/casa	6
Fdía máx	1.2
Qhora máx	2.90
Coef Hazen-Williams	150 PVC.
Crecimiento Población anual	3.47%
Periodo diseño	21 años
Caudal de Distribucion	2.90 lts/seg



SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estacion (E)
	Vivienda, Iglesia, Escuela Quebrada, Rio
	Tuberia de Conduccion
	Camino o Carretera
	Tuberia De Distribucion
	Coda a 45° y Codo a 90°
	Reductor Bushing (RB)
	Tapón hembra (TH)
	Tee
	Cruz
	Caja para valvulas (CV)
	Caja distribuidora de caudales (C.D.C.)
	Caja Reunidora de Caudales (C.R.)
	Caja de captación en Perfil (c.c.)
	Caja de captación en Planta (c.c.)
	Tanque de distribución (T.D.)
	Llenocantaro
	Línea Piezométrica Q= L/S
	Válvula de Aire (V.A.)
	Válvula de Limpieza (V.L)
	Indicacion Para Ver Detalles
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia P.V.C.
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia H.G.

NOTAS:

-LA TUBERIA QUE SE UTILIZARA EN LAS CONEXIONES DOMICILIARES SERA TUBERIA PVC – 250 PSI – DIAMETRO 1/2"

-ATENDIENDO RAZONES ECONOMICAS EL DIAMETRO MÍNIMO A UTILIZAR EN LA LINEA DE DISTRIBUCION SERA DE 3/4" DE TUBERIA DE PVC DE 250 PSI.

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: CONDUCCION DE AGUA POTABLE

UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRÁULICO

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: SEPT. 2014

HOJA No. 4 / 18

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

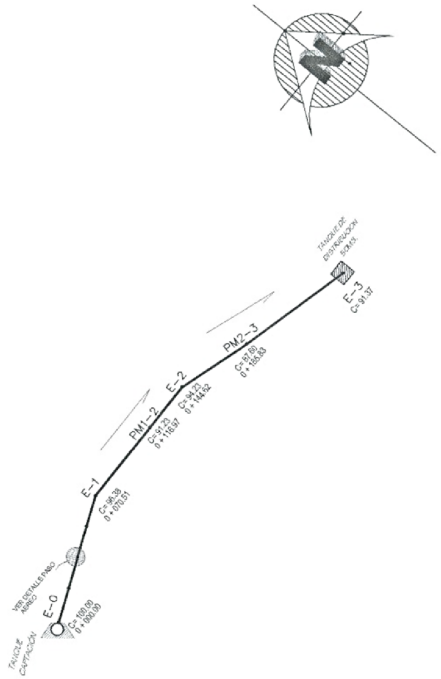
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

Vo. Bo. ASESOR - SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

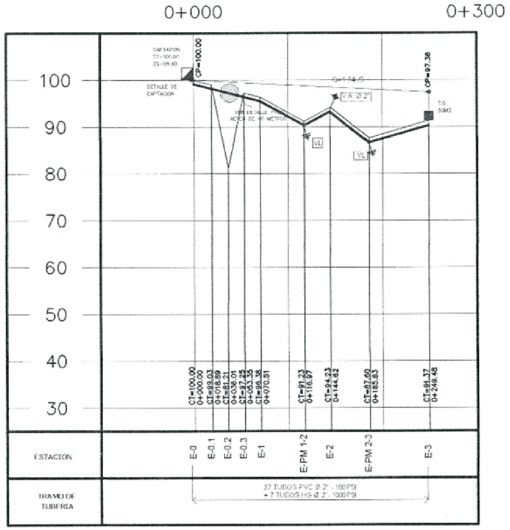
PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRÁULICO

ESCALA: 1/2500



PLANTA LINEA DE CONDUCCION DE E-0 a E-3

ESCALA: 1/1250



SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estacion (E)
	Vivienda, Iglesia, Escuela Quebrada, Rio
	Tuberia de Conduccion
	Camino o Carretera
	Tuberia De Distribucion
	Codo a 45° y Codo a 90°
	Reductor Bushing (RB)
	Caja para valvulas (CV)
	Tapón hembra (TH)
	Tee
	Caja de captación en Perfil (C.C.)
	Caja de captación en Planta (c.c.)
	Tanque de distribución (T.D.)
	Linea Piezometrica Cm 1/%
	Válvula de Aire (V.A.)
	Válvula de Limpieza (VL)
	Indicadas Para Ver Detalles
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia P.V.C.
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia H.G.

PERFIL LINEA DE CONDUCCION

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

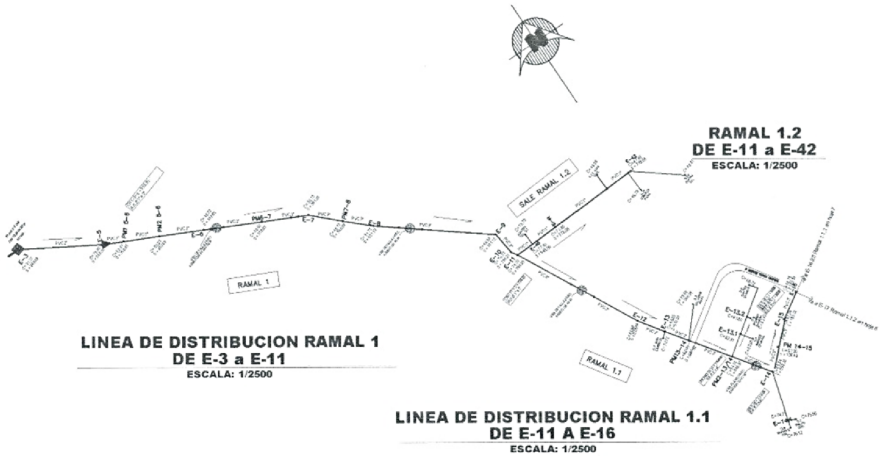
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

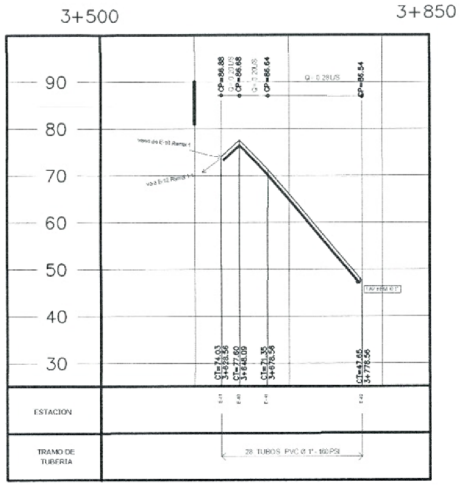
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

PLANTA - PERFIL
LINEA DE CONDUCCION

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 5 / 18

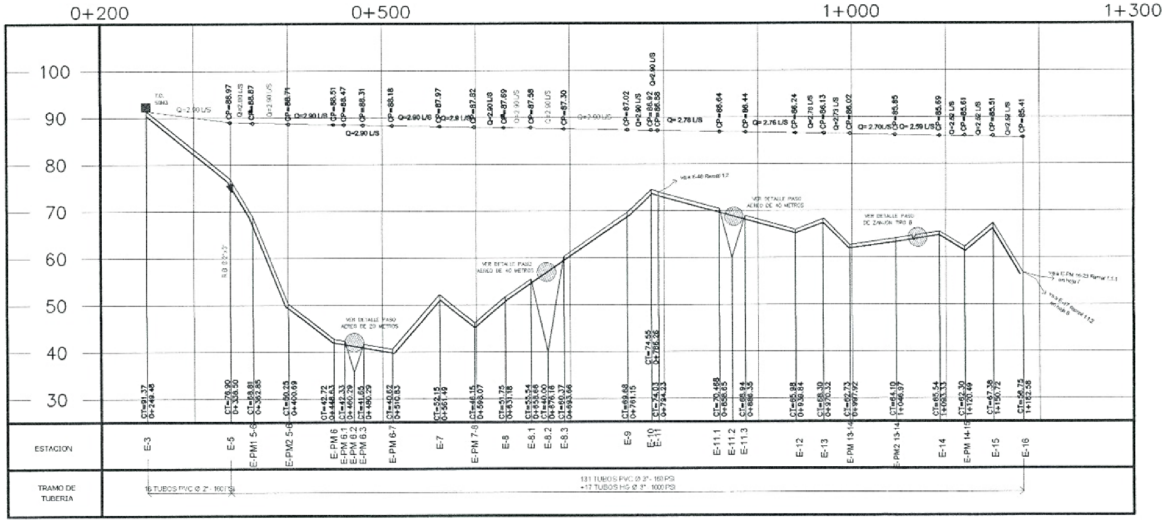
DISEÑO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
Vo. Bo. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ





PERFIL DISTRIBUCION RAMAL 1.2

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1 (E-3 A E-11) Y RAMAL 1.1 (E-11-E-16)

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500

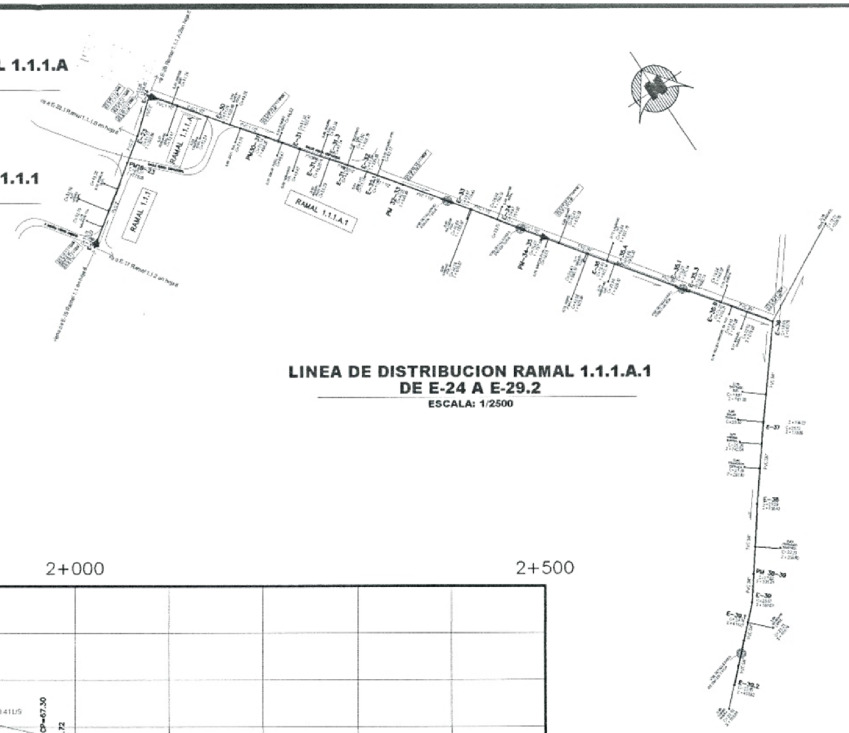
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	ESCALA: INDICADA
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1 RAMAL 1.1 RAMAL 1.2	FECHA: SEPT. 2014
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS	HOJA No. 6 / 18
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS	
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	VO. BO. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR, ING. RODRIGUEZ

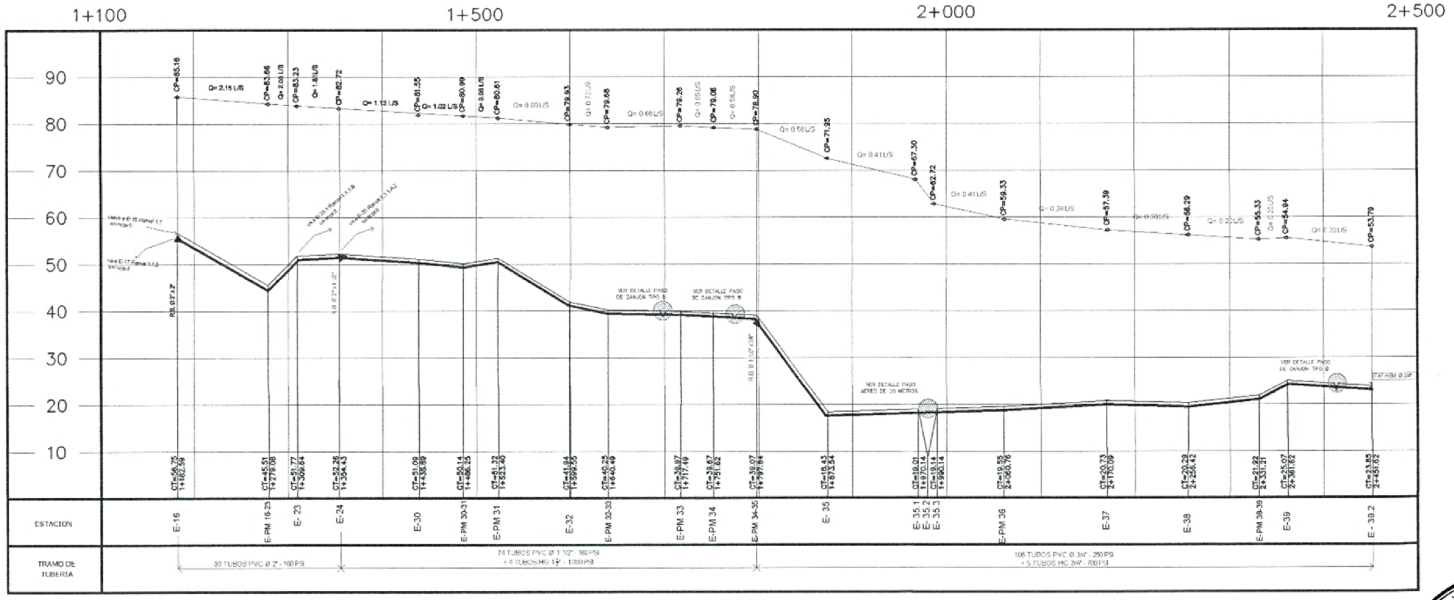
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estacion (E)
	Vivienda, Iglesia, Escuela Quebrada, Rio
	Tuberia de Conduccion
	Camino o Carretera
	Tuberia De Distribucion
	Codo a 45° y Codo a 90°
	Reductor Bushing (RB)
	Caja para válvulas (CV)
	Tapón hembra (TH)
	Tee
	Caja de captación en Perfil (C.C.)
	Caja de captación en Planta (c.c.)
	Tanque de distribución (T.D.)
	Líneas Piezométricas Q= L/S
	Válvula de Aire (V.A.)
	Válvula de Limpieza (VL)
	Indicación Para Ver Detalles
	Forma de Colocar en Perfil la Tubería P.V.C.
	Forma de Colocar en Perfil la Tubería H.G.

LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1.A DE E-23 A E-24
ESCALA: 1/2500

LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1 DE E-16 a E-23
ESCALA: 1/2500



LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1.A.1 DE E-24 A E-29.2
ESCALA: 1/2500

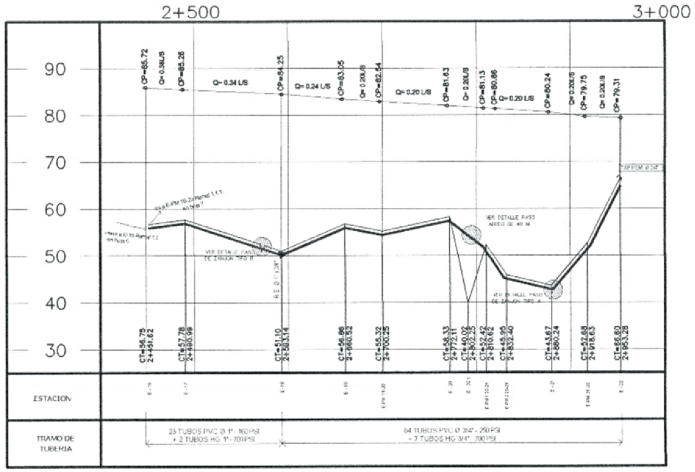


PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
RAMAL 1.1.1 (E-16 A E-23), RAMAL 1.1.1.A (E-23 A E-24)
RAMAL 1.1.1.A.1 (E-24 A E-39.2)

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1, RAMAL 1.1.1.A Y RAMAL 1.1.1.A.1	ESCALA: INDICADA
	FECHA: SEPT. 2014
TOPOGRAFO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS	HOJA No. 7 / 18
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS	
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	VO. BO.: ING. SILVIO RODRIGUEZ

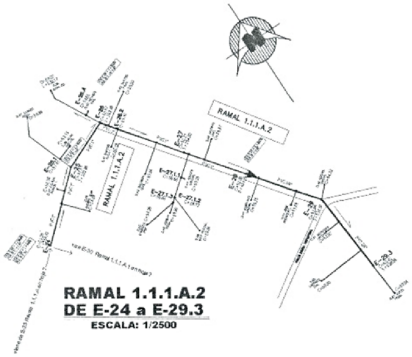


PERFIL DISTRIBUCION RAMAL 1.1.2

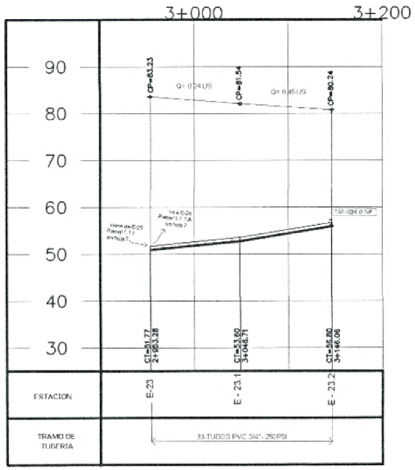
ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500

RAMAL 1.1.2
DE E-16 a E-22
ESCALA: 1/2500

RAMAL 1.1.1.B
DE E-23 A E-23.2
ESCALA: 1/2500

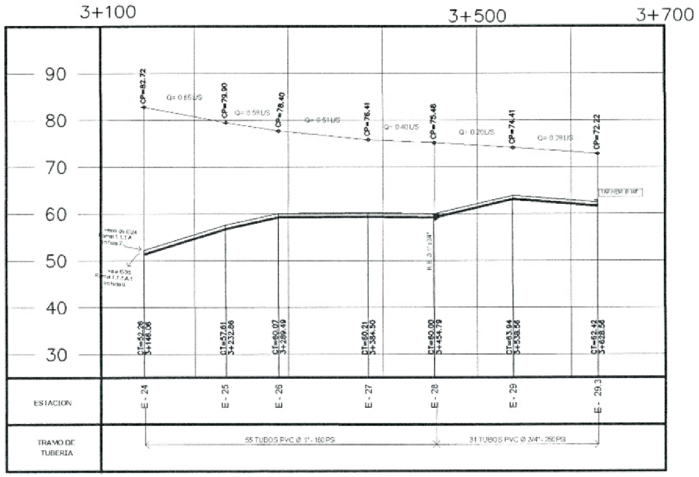


RAMAL 1.1.1.A.2
DE E-24 a E-29.3
ESCALA: 1/2500



PERFIL DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1.B

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500



PERFIL DISTRIBUCION RAMAL 1.1.1.A.2

ESCALA HOR: 1/2500
ESCALA VER: 1/500

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estacion (E)
	Vivienda, Iglesia, Escuela Quebrada, Rio
	Tuberia de Conduccion
	Camino o Carretera
	Tuberia De Distribucion
	Codo a 45° y Codo a 90°
	Reductor Bushing (RB)
	Caja para valvulas (CV)
	Tapón tendero (TN)
	Tee
	Caja de captación en Perfil (C.C.)
	Caja de captación en Planta (c.c.)
	Tanque de distribución (T.D.)
	Linea Piezometrica Q= L/S
	Válvula de Aire (V.A.)
	Válvula de Limpieza (VL)
	Indicacion Para Ver Detalles
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia P.V.C.
	Forma de Colocar en Perfil la Tuberia H.G.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

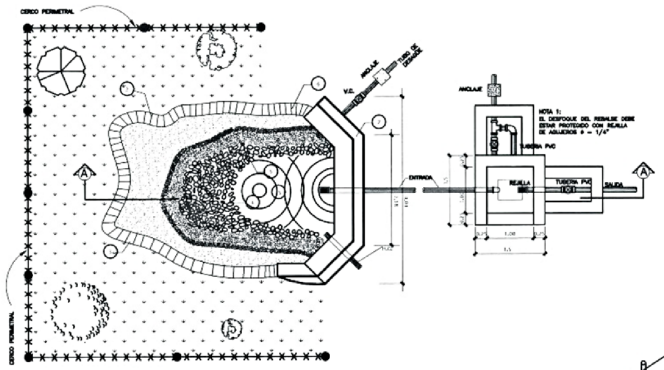
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS I, IXCAN, QUICHÉ

PLANTA - PERFIL
DISEÑO DE DISTRIBUCION
RAMAL 1.1.1.B, RAMAL 1.1.1.A.2

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 8 / 18

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



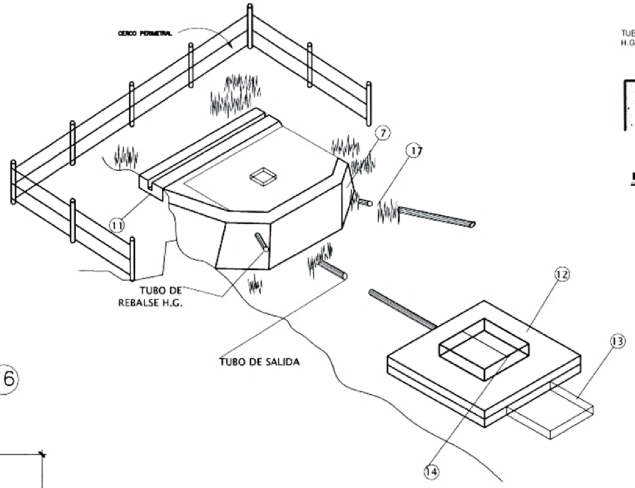
PLANTA CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO

ESCALA 1:50

1. TERRENO NATURAL
2. ACUIFERO
3. GRAVA 1/2"
4. GRAVA 3"
5. PIEDRA BOLA DE 8"-10"
6. MANTO DE ROCA
7. MURO DE CONTENCION
8. VIGA 0.20 X 0.20 4 # 3/8" + EST. # 1/4" @ 0.20
9. TAPADERA PARA INSPECCION
10. SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
11. CONTRACUNETA REVESTIDA
12. CAJA REUNIDORA
13. CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
14. CANDADO PARA INTERPERIE
15. DEPOSITO DE AGUA
16. REBALSE # 4" MIN.
17. TUBO DESAGÜE # 4" MIN.

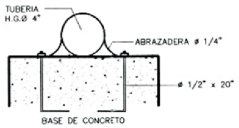
SIMBOLOGIA

	TEXTURA DE PIEDRA		TEE PVC
	CODO 90° O 45° VERTICAL PVC		ARMADO DE HIERRO
	PICHACHA		TUBERIA DE DISTRIBUCION
	CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA		INDICA TEXTURA DE TIERRA
	CURVAS DE NIVEL PRINCIPALES		INDICA TEXTURA DE AGUA
	CODO 90° O 45° PVC		VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	CODO A 135° PVC		INDICA DIAMETRO DE HIERROS
	INDICA DOBLES DE HIERRO		INDICA AMBOS SENTIDOS
	ABRAZADERA		ESTACIONES
	VALVULA DE COBRE		CAJA PARA VALVULAS



PERSPECTIVA CAPTACION

SIN ESCALA

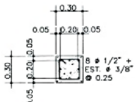


DETALLE DE ANCLAJE

SIN ESCALA

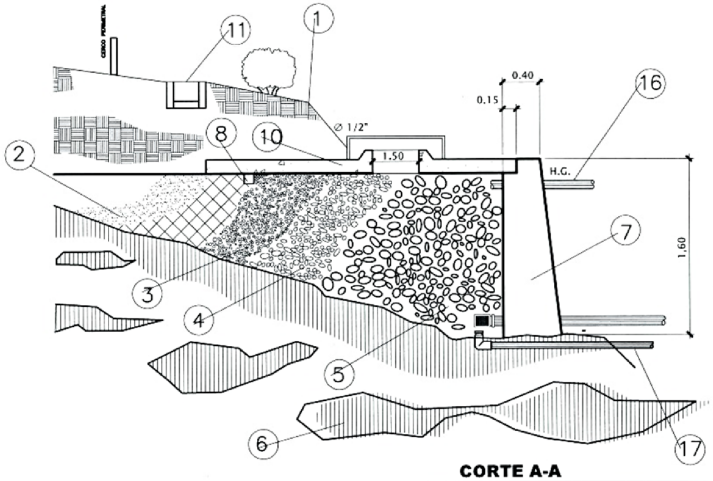
DETALLE DE ANCLAJE

ELEVACION ESCALA 1:25



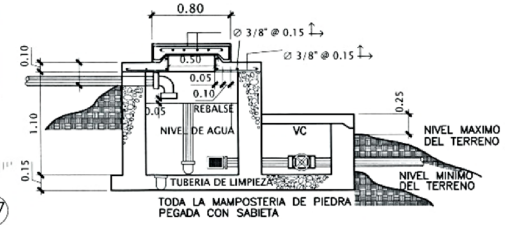
DETALLE DE ANCLAJE

PLANTA ESCALA 1:25



CORTE A-A

ESCALA 1:25



ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
  PIEDRA BOLA 60%
  MORTERO 40%
  EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA
  PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA (1:2)
- CONCRETO:
  F'c=210 Kg./cm2 3000 Lbs./pg.^{2}
  PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2)
- REFUERZO:
  fy = 2810 Kg./cm.^{2}

NOTAS GENERALES

1. EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES, QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO PARTICULAR
2. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
3. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO FREVESTO EL REBALSE.
4. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL. ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7.00 MT. DE LA CAPTACION.
5. LA TUBERIA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA GALERIA A LA CAJA DE CAPTACION DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MAXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.
6. EL REBALSE DE Ø 4" DEBE SER INSTALADO A UN MINIMO DE 5 CMS. ABAJO DE LA COTA MAS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RECARGAS EN EL MISMO.
7. LA CONSTRUCCION DE LA VIGA VER CORTE A-A, QUEDARA A CRITERIO DEL CONSTRUCTOR CUANDO SE CONSIDERE LO NECESARIO

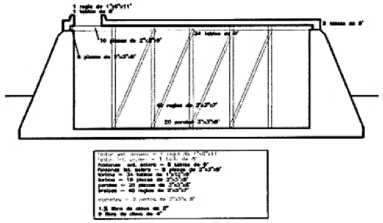
NOTA:
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TIPICO SEGUN DIAMETRO DE SALIDA.

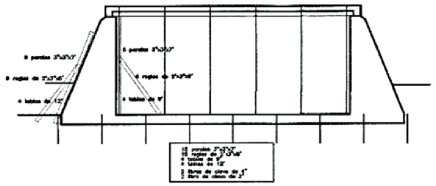
DETALLES DE CAPTACION Y ANCLAJES DE TUBERIA

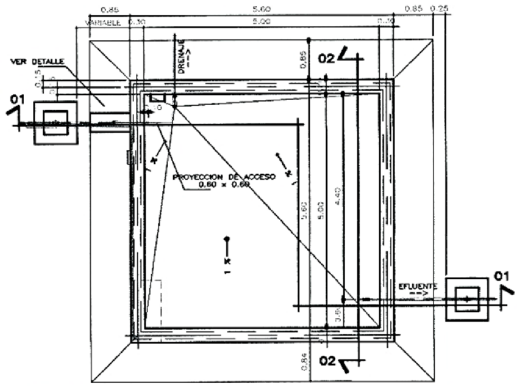
ESCALA: INDICADA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR
Unidad de Prácticas
Facultad de Ingeniería
EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	
AREA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	
DETALLES CAPTACION Y ANCLAJES DE TUBERIA	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014 HOJA No. 9 / 18
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISÓ: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO Firma ASESOR-SUPERVISOR	





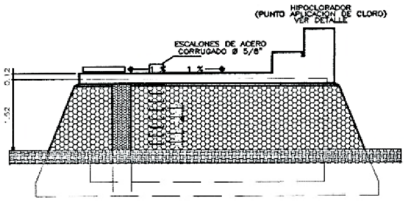


PLANTA

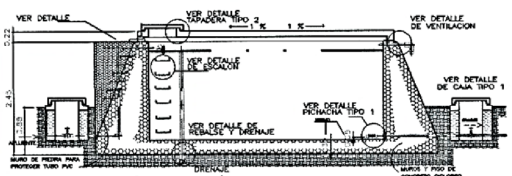
ESCALA 1:50

NOTAS:

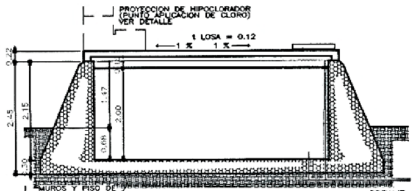
CERCAR PERIMETRO DEL PREDIO DONDE SE UBIQUE EL TANQUE CERCO, POSTES DE MADERA ROLLIZA CON 4 HILOS DE ALAMBRE ESPIGADO



ELEVACION



CORTE 01–01 (LONGITUDINAL)



CORTE 02–02 (TRANSVERSAL)

DETALLE PLANTA Y SECCION DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50 M3

ESCALA: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

LOCALIZACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

DETALLE PLANTA Y SECCION DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50 M3

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: SEPT. 2014

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

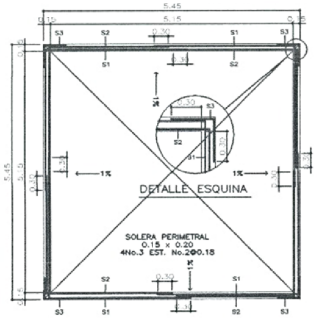
DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

FIRMA ASESOR-SUPERVISOR

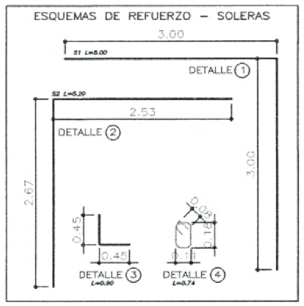
HOJA No. 10 / 18

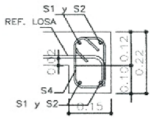
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



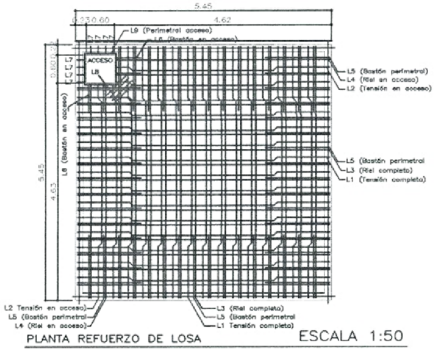
PLANTA REFUERZO DE LOSA

ESCALA 1:50





DETALLE SOLERA



PLANTA REFUERZO DE LOSA

ESCALA 1:50

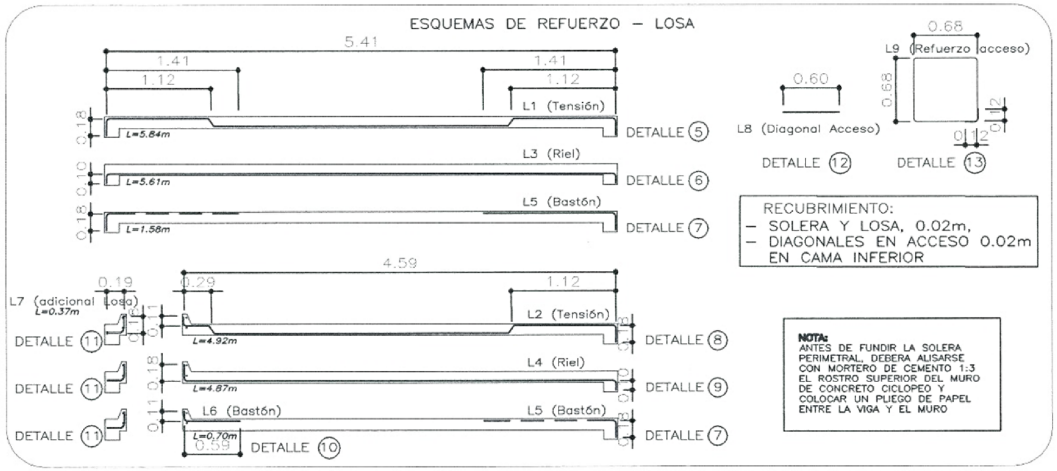
REFUERZO DE LOSA

L1 TENSION No. 3@0.32
L2 RIEL No. 3@0.32
L3 BASTON No. 3@0.32
L5 DIAGONALES EN ACCESO 4No.3

ESPESOR DE LOSA = 0.12

PLANILLA DE REFUERZO

LOCALIZACION	CONCRETO m3	REFUERZO kg/~~qq~~	TIPO	ø	LONGITUD m	CANTIDAD	DETALLE	PESO kg	OBSERVACIONES
SOLERA	0.32	54.13/1.20	S1	No. 3	6.00	8	1	26.84	REFUERZO LONGITUDINAL
			S2	No. 3	5.20	8	2	23.26	REFUERZO LONGITUDINAL
			S3	No. 3	0.90	8	3	4.03	REFUERZO ESQUINAS
SOLERA		22.47/0.50	S4	No. 2	0.74	120	4	22.47	ESTRIBOS
LOSA	3.55	255.47 5.63	L1	No. 3	5.84	26	5	84.89	TENSION COMPLETA
			L2	No. 3	4.92	4	6	11.00	TENSION EN ACCESO
			L3	No. 3	5.61	28	6	87.82	RIEL COMPLETO
			L4	No. 3	4.87	4	9	10.89	RIEL EN ACCESO
			L5	No. 3	1.58	60	7	53.00	BASTON PERIMETRAL
			L6	No. 3	0.70	4	10	1.56	BASTON EN ACCESO
			L7	No. 3	0.37	8	11	1.66	ADICIONAL ACCESO
			L8	No. 3	0.60	4	12	1.34	DIAGONAL ACCESO
			L9	No. 3	2.96	2	13	3.31	PERIMETRAL ACCESO



RECUBRIMIENTO:
- SOLERA Y LOSA, 0.02m,
- DIAGONALES EN ACCESO 0.02m EN CAMA INFERIOR

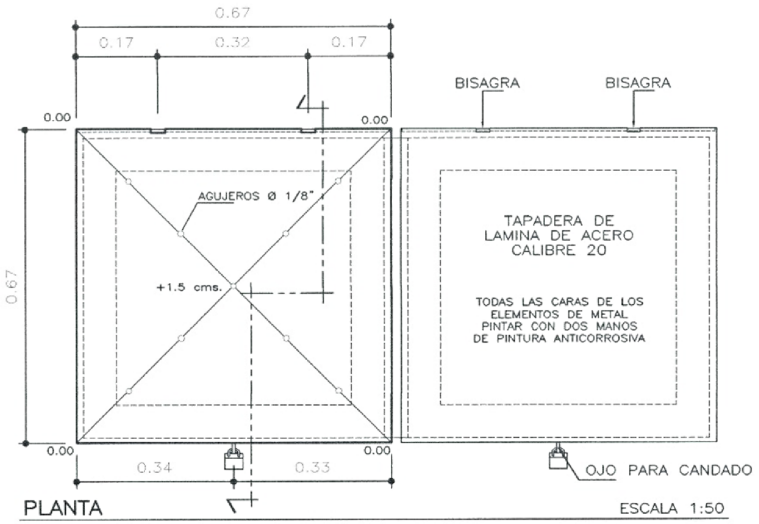
NOTA: ANTES DE FUNDIR LA SOLERA PERIMETRAL, DEBERA ALISARSE CON MORTERO DE CEMENTO 1:3 EL ROSTRO SUPERIOR DEL MURO DE CONCRETO CICLOPEO Y COLOCAR UN PLIEGO DE PAPEL ENTRE LA VIGA Y EL MURO

DETALLE REFUERZO DE LOSA DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50 M3

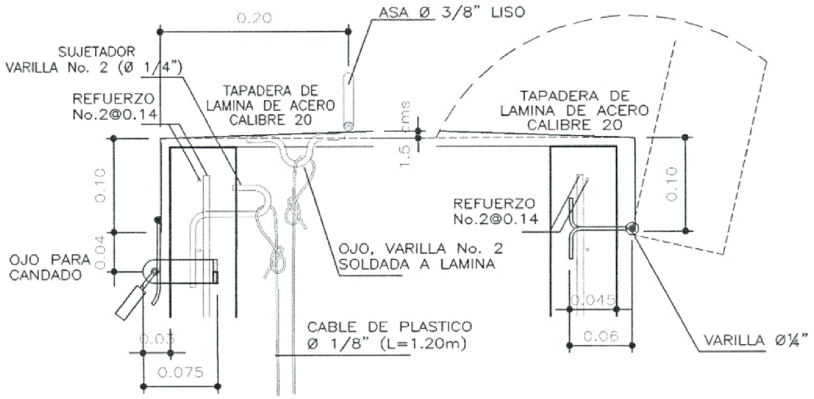
ESCALA: 1/50

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

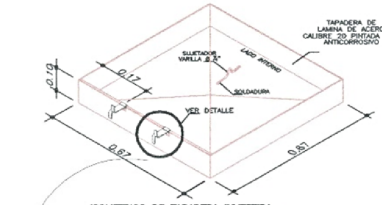
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	
DETALLE REFUERZO DE LOSA DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 50 M3	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014
ELABORADO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO Vo. Bo. Firma ASESOR-SUPERVISOR	HOJA No. 11 / 18



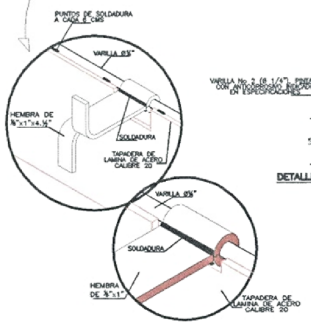
PLANTA ESCALA 1:50



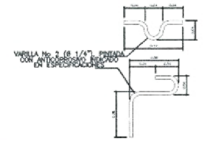
CORTE ESCALA 1:25



ISOMETRICO DE TAPADERA INVERTIDA



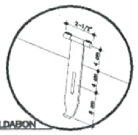
DETALLE UNION DE OJO DE BISAGRA CON TAPADERA DE LAMINA



DETALLE DE SUJETADORES

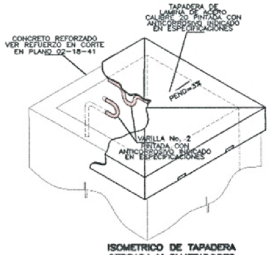
DETALLE DE UNION PARA BISAGRA Y TAPADERA DE LAMINA

DETALLE DE INSTALACION DE ALDABON Y ASA

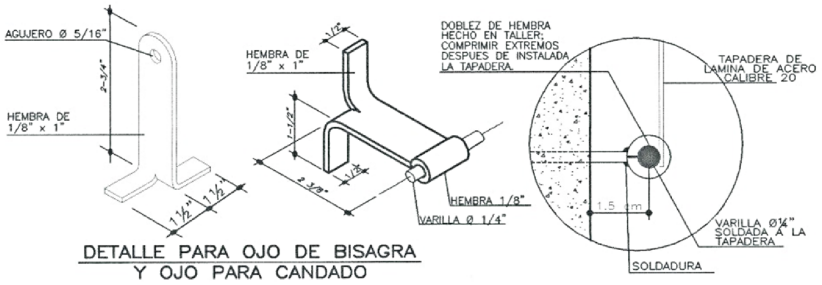


DETALLE DE ALDABON

DETALLE DE ASA



ISOMETRICO DE TAPADERA CERRADA Y SUJETADORES



DETALLE PARA OJO DE BISAGRA Y OJO PARA CANDADO

DETALLES TAPADERA DE METAL TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA: INDICADA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

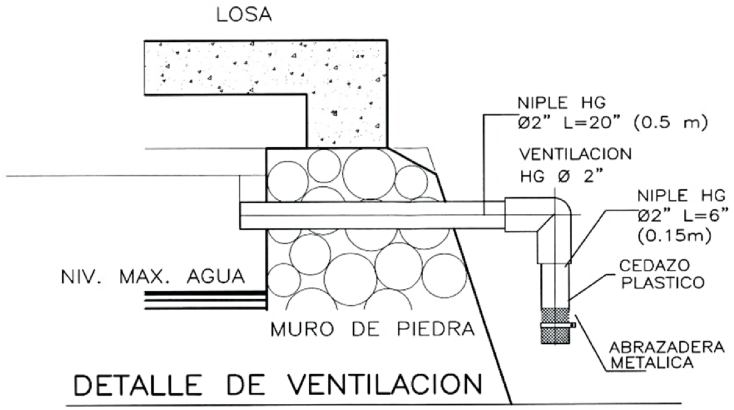
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHE

DETALLES
TAPADERA DE METAL
TANQUE DE DISTRIBUCION

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 12 / 18

ELABORADO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
FIRMA ASESOR-SUPERVISOR



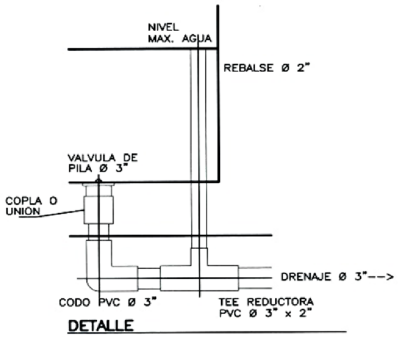
DETALLE DE VENTILACION

2 TUBOS DE VENTILACION EN CADA TANQUE

ESPECIFICACIONES

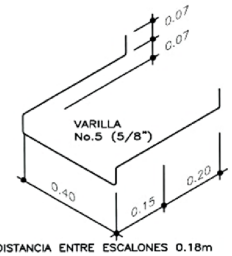
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
  PIEDRA BOLA 50%
  MORTERO 40%
  EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA
  PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA (1:2)
- MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA

REFUERZO: $f_y = 2810\ Kg/cm^2$



DETALLE

REBALSE Y DRENAJE



DISTANCIA ENTRE ESCALONES 0.18m

DETALLE DE ESCALON

DETALLES DEL TANQUE DE DISTRIBUCION

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

DETALLES DEL TANQUE DE DISTRIBUCION

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: SEPT. 2014

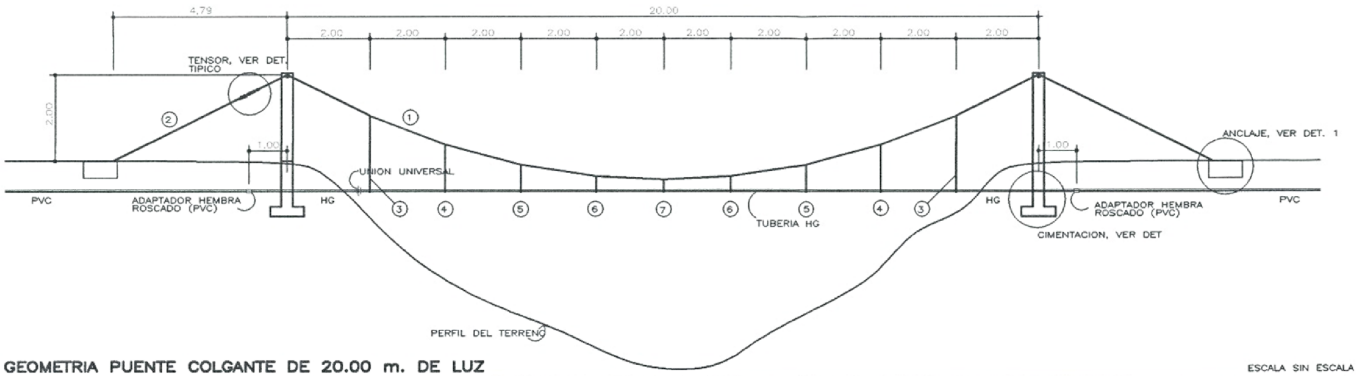
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

FIRMA ASESOR-SUPERVISOR

HOJA No. 13 / 18



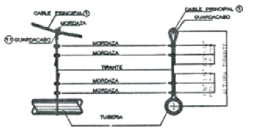
GEOMETRIA PUENTE COLGANTE DE 20.00 m. DE LUZ

ESCALA SIN ESCALA

ALTURA DE TIRANTES

No.	DESCRIPCION	ALTURA
3	TIRANTE	2.00m.
4	TIRANTE	1.24m.
5	TIRANTE	0.70m.
6	TIRANTE	0.39m.
7	TIRANTE	0.30m.

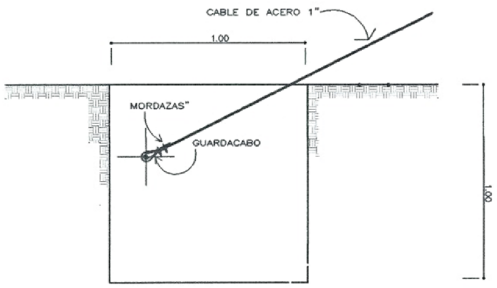
LA ALTURA DE LOS TIRANTES, ESTA MEDIDA DE EJE DEL CABLE PRINCIPAL AL EJE DE LA TUBERIA



ELEVACION LATERAL ELEVACION FRONTAL
DETALLE DE SUSPENSION DEL TUBO

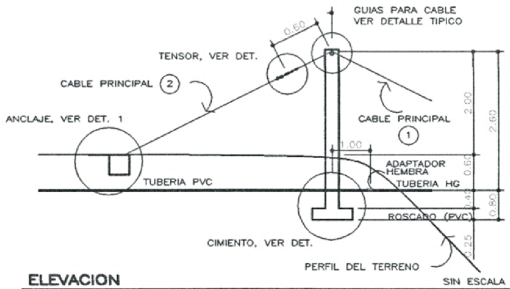
CABLE PRINCIPAL

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (m.)	DIAMETRO DEL CABLE (plg.), SEGUN DIAMETRO DE LA TUBERIA
				3/4"
1	1	CABLE PRINCIPAL	21.00	1"
2	1	LONGITUD ADICIONAL CABLE PR.(TENSOR)	5.00	1"



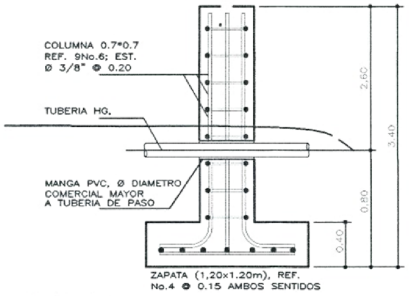
CORTE DETALLE DE ANCLAJE 1

SIN ESCALA



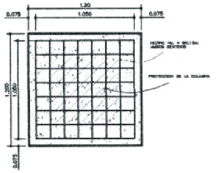
ELEVACION

SIN ESCALA



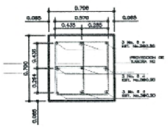
DETALLE DE CIMIENTO

SIN ESCALA



DETALLE DE ZAPATA

ESCALA 1:25



DETALLE DE COLUMNA

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

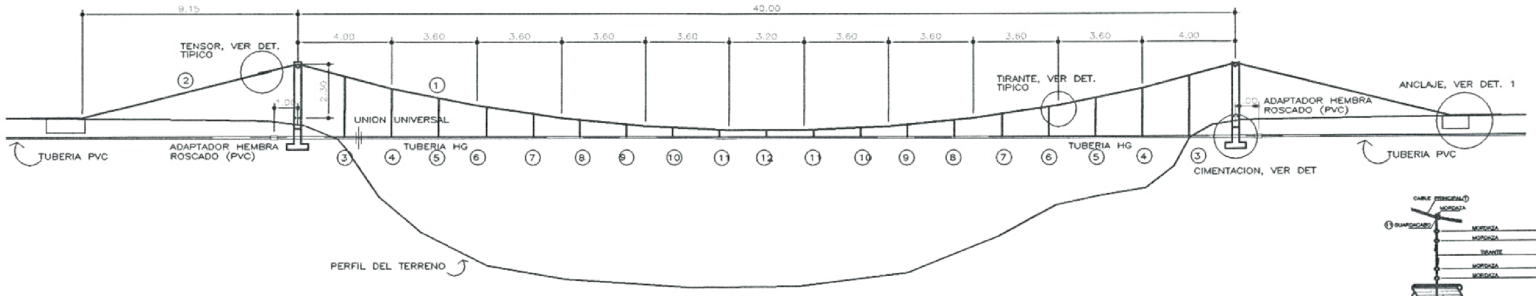
- CONCRETO: RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'C = 210$ kg/cm^2 A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE UTILIZARA ACERO CORRUGADO GRADO 40.
- CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO COMPUESTO DE ALMA DE ACERO DE 6 CORDONES POR 19 ALAMBRES. DEBE SATISFACER LAS NORMAS ISO 9001:2000. EL CABLE NO DEBE SER EMPALMADO.
- LAS MORDAZAS DE EMPALMES DEBERAN SER COLOCADAS DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
- EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
- A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERA COLOCAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.

DETALLES DE PASO AEREO DE 20 METROS

ESCALA: INDICADA

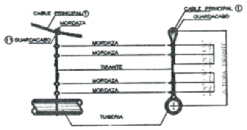
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Berrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	
UBICACION: ALDEA RINCON DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	
DETALLES DE PASO AEREO DE 20 METROS	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014
DISEÑO ESTRUCTURAL: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ BERRANO	HOJA No. 14 / 18 Vo. Bo. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR



GEOMETRIA PUENTE COLGANTE DE 40.00 m. DE LUZ

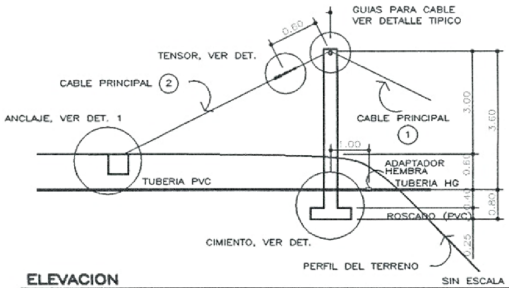
ESCALA SIN ESCALA



ELEVACION LATERAL ELEVACION FRONTAL
DETALLE DE SUSPENSION DEL TUBO

ALTURA DE TIRANTES

No.	DESCRIPCION	ALTURA
3	TIRANTE	2.97 m.
4	TIRANTE	2.40 m
5	TIRANTE	1.90 m
6	TIRANTE	1.47 m
7	TIRANTE	1.10 m
8	TIRANTE	0.80 m.
9	TIRANTE	0.57 m.
10	TIRANTE	0.40 m.
11	TIRANTE	0.30 m.
12	TIRANTE	0.27 m.

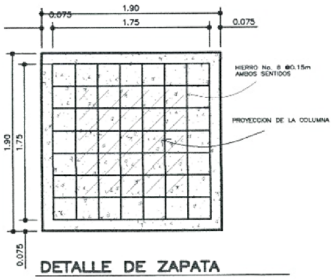


ELEVACION

SIN ESCALA

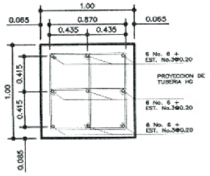
CABLE PRINCIPAL

No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (m.)	DIAMETRO DEL CABLE (plg.), SEGUN DIAMETRO DE LA TUBERIA
				3/4"
1	1	CABLE PRINCIPAL	41.00	1"
2	1	LONGITUD ADICIONAL CABLE PR.(TENSOR)	10.00	1"



DETALLE DE ZAPATA

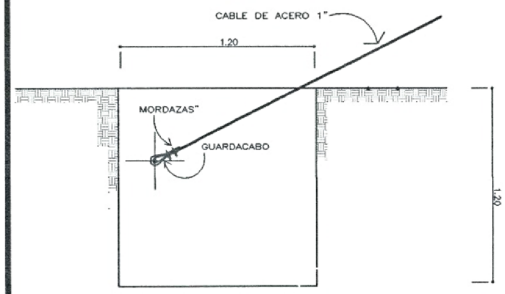
ESCALA 1:25



DETALLE DE COLUMNA

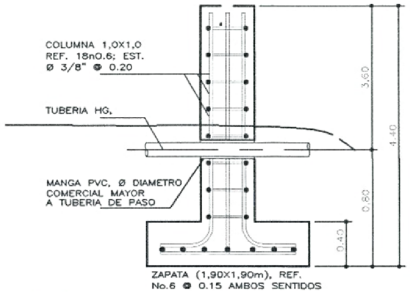
ESCALA 1:25

- ALTURA DE TIRANTES: MEDIDA DEL EJE DEL CABLE PRINCIPAL AL EJE DE LA TUBERIA



CORTE DETALLE DE ANCLAJE 1

SIN ESCALA



DETALLE DE CIMIENTO

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

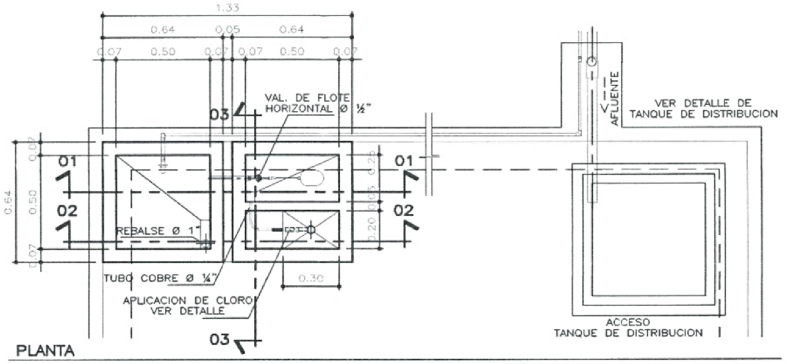
- CONCRETO: RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'C = 210$ kg/cm^2 A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE UTILIZARA ACERO CORRUGADO GRADO 40.
- CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO COMPUESTO DE ALMA DE ACERO DE 6 CORDONES POR 19 ALAMBRES. DEBE SATISFACER LAS NORMAS ISO 9001:2000. EL CABLE NO DEBE SER EMPALMADO.
- LAS MORDAZAS DE EMPALMES DEBERAN SER COLOCADAS DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
- EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
- A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERA COLOCAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.

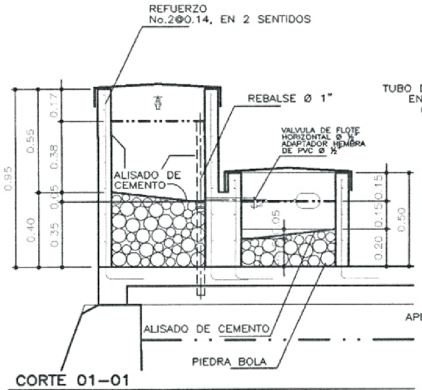
DETALLES DE PASO AEREO DE 40 METROS

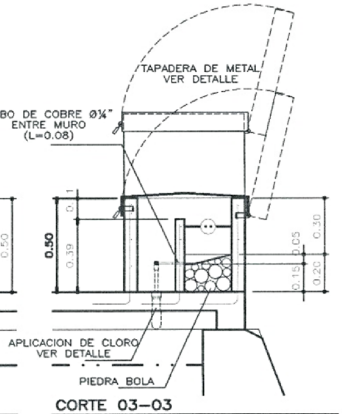
ESCALA: INDICADA

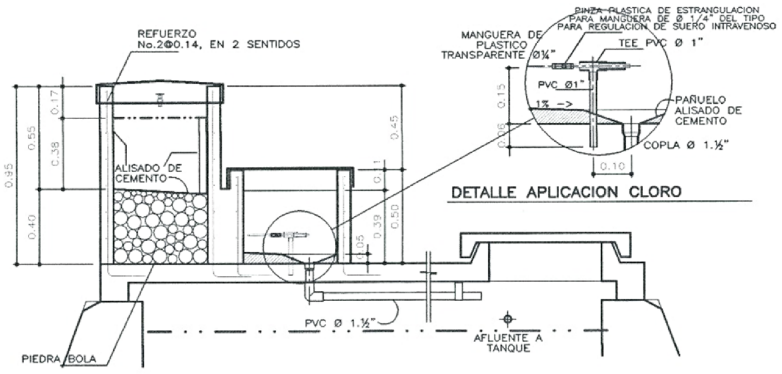
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	ESCALA: INDICADA
DETALLES DE PASO AEREO DE 40 METROS	FECHA: SEPT. 2014
ASESOR: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	HOJA No. 15 / 18







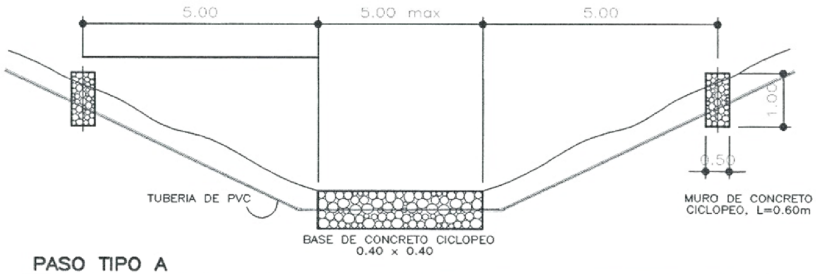


DETALLE SISTEMA DE DESINFECCION

ESCALA: 1/12.5

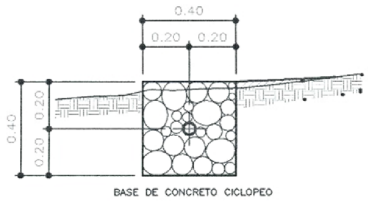
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DETALLE SISTEMA DE DESINFECCION	ESCALA: INDICADA
	FECHA: SEPT. 2014
DISEÑO ARQUITECTONICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO Firma ASESOR - SUPERVISOR	HOJA No. 16 / 18



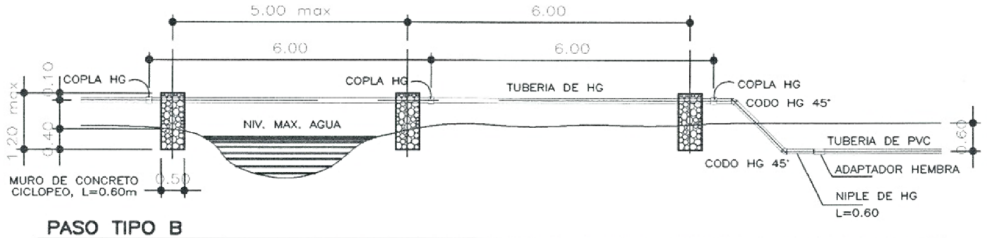
PASO TIPO A

ESCALA 1:50



CORTE TRANSVERSAL – PASO TIPO A

ESCALA 1:10



PASO TIPO B

ESCALA 1:50

DETALLES DE PASOS DE ZANJON

ESCALA: SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE

ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ

DETALLES DE PASOS DE ZANJON

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: INDICADA

FECHA: SEPT. 2014

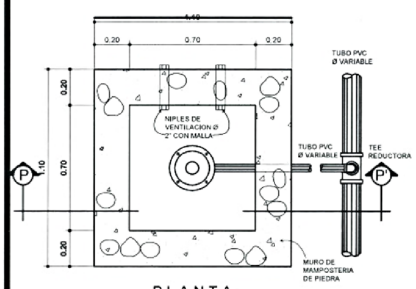
HOJA No. 17/18

DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

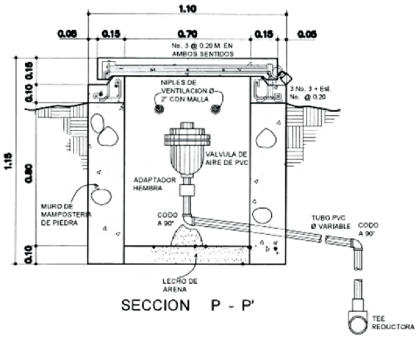
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

Vo. Bo. FIRMA ASESOR-SUPERVISOR

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



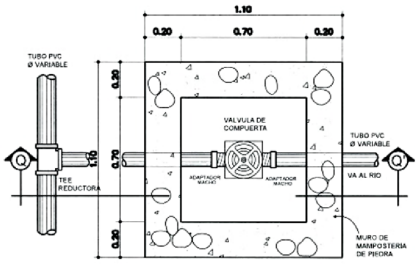
PLANTA



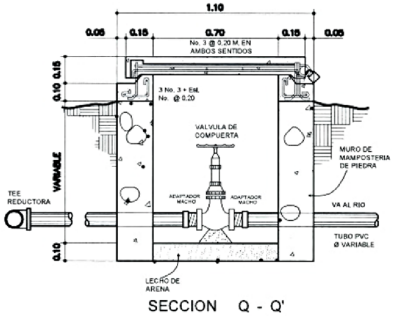
SECCION P - P'

CAJA VALVULA DE AIRE

ESCALA: 1:12.5



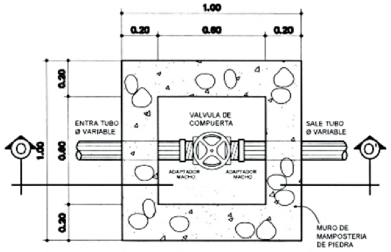
PLANTA



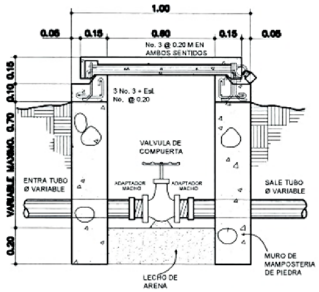
SECCION Q - Q'

CAJA VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA: 1:12.5



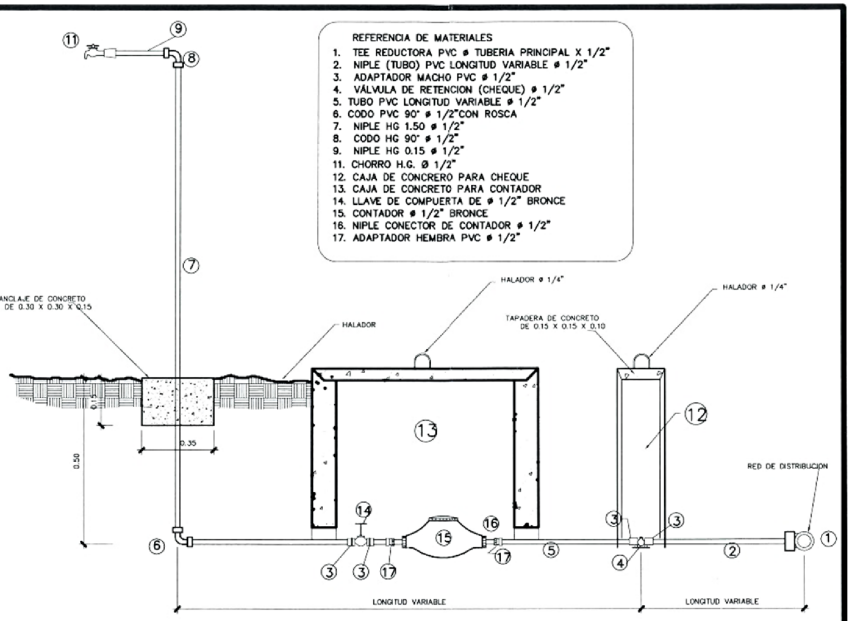
PLANTA
ESCALA 1:125



SECCION O - O'
ESCALA 1:125

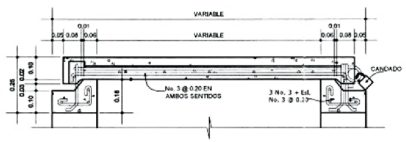
CAJA VALVULA DE CONTROL

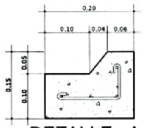
ESCALA: 1:12.5



CONEXION DOMICILIAR

ESCALA: 1:7.5

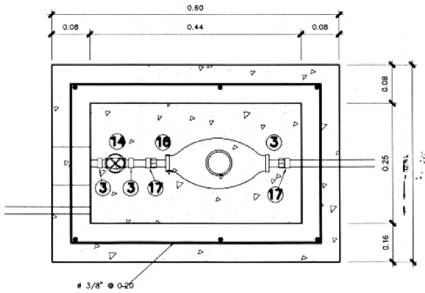




DETALLE A
ESCALA 1:5

DETALLE DE TAPADERAS

ESCALA: 1:10

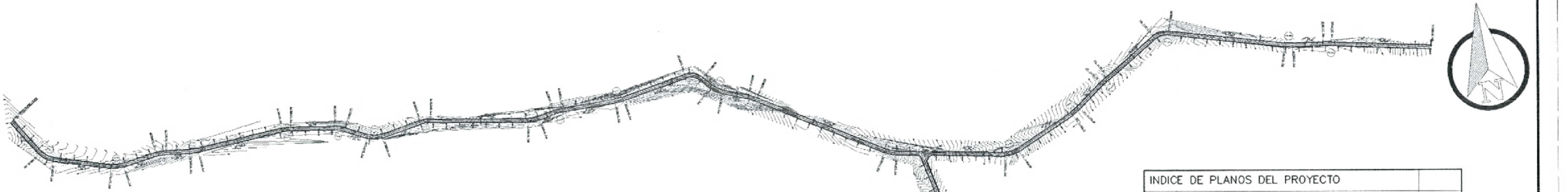


PLANTA CONTADOR

ESCALA: 1:5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
TEMA: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE	
UBICACION: ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS 1, IXCAN, QUICHÉ	
DETALLES DE CAJAS PARA VALVULAS Y CONEXION DOMICILIAR	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	HOJA No. 18 / 18

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR DE EPS
Ingeniería y EPS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

BALASTO. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg./metro³ (90 lb./pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de ⅔ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el Delegado Residente. La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4), debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0.425 mm (N° 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un Índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0.075 mm (N° 200), no debe exceder de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T11.

COLOCACION DEL BALASTO. Conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante de acuerdo con lo indicado en la Sección 301, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros. Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, respetando las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, según lo definido en 203.01, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. Todas las rocas o piedras grandes que se encuentren en el lecho de la carretera, se deben excavar hasta los límites laterales de la misma, mostrados en los planos y a una profundidad por lo menos de 300 milímetros debajo de la sub-rasante.

COMPACTACION. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

RELLENO ESTRUCTURAL PARA ALCANTARILLAS. En general, las zanjas y las excavaciones se deben rellenar inmediatamente después que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para no ocasionarle ningún daño y hasta una altura no menor de 600 milímetros sobre la corona de la alcantarilla o hasta la altura del terreno natural, según el caso.

El material de relleno que se coloque hasta el nivel de la corona de la alcantarilla, debe cumplir con lo indicado en 205.03. Si el material resultante de la excavación no cumple con estos requisitos, el Delegado Residente puede ordenar que el material ha utilizar para el relleno sea obtenido de una fuente completamente diferente al de la excavación, en cuyo caso se pagará de conformidad con lo indicado en la Sección 206.
El material de relleno se debe compactar en capas que no excedan de 150 milímetros de espesor, debiendo ser colocadas simultáneamente a ambos lados de la alcantarilla para que no se produzcan presiones desiguales.
155 newton metros y un máximo de 180 newton metros a los pernos de acero y a los de aluminio de las planchas de aluminio de 3 milímetros de espesor y a las más pesadas que éstas.
(g) Estructuras con una luz grande. Cuando se ensamblen las planchas se deberán apretar las juntas longitudinales a menos que las planchas se mantengan en su posición utilizando cables, apuntalamiento o material de relleno. Las planchas a lo largo de la circunferencia deberán estar alineadas adecuadamente para evitar distorsiones permanentes a la forma de la estructura.
La compactación se puede hacer por medio de compactadoras mecánicas, o de mano, apropiadas.
No se permitirá que se opere equipo pesado sobre una alcantarilla, sino hasta que haya sido hecho correctamente el relleno y ésta se haya cubierto, a partir de la corona, con material de por lo menos 600 milímetros de altura.
Cuando se use arena de río como material de relleno y el Delegado Residente autorice el uso de agua para la consolidación del relleno, el Contratista será responsable de no hacer flotar la alcantarilla.
La compactación debe llenar todos los requisitos especificados en 205.11.

INSTALACION. Las alcantarillas de metal corrugado deben ser colocadas conforme se indica en los planos, en estas Especificaciones Generales y Disposiciones Especiales.

EXCAVACION. Se debe sujetar a lo siguiente:

(a) Límites de la Excavación. Los taludes de corte deben quedar recortados como se muestra en los planos.

Todos los taludes de corte deben quedar con superficies ásperas uniformes, sin quiebres notorios visibles desde la carretera. Excepto en roca sólida, se debe redondear la corona y el pie de todos los taludes. Se debe redondear el material existente sobre roca sólida hasta donde sea práctico.
Se debe conformar la sub-rasante hasta obtener una superficie lisa y con la sección transversal requerida. Se debe conformar los taludes para obtener una transición gradual con otros taludes sin que se noten los quiebres. Al final de los cortes y en la intersección de cortes con terraplenes, se deben ajustar los taludes en los planos horizontal y vertical para que se empalmen uno con otro o al terreno natural.
Las cunetas que drenen el agua de los cortes a los terraplenes, se deben construir en tal forma, que se evite cualquier daño a dichos terraplenes, debido a la erosión y darles una pendiente adecuada, removiendo todas las raíces, rocas o materias similares salientes que obstruyan el libre corrimiento de las aguas, para evitar el rebalse de la misma sobre el terraplén. Todo el material excavado de las cunetas se debe depositar fuera de los límites de la carretera, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente; y no se debe dejar apilado en montones que tengan mal aspecto, sino que se debe esparcir en capas uniformemente conformadas.

Se debe remover todo el material mayor de 150 milímetros de los 150 milímetros superiores del lecho de la carretera. Se debe remover el material inadecuado del lecho de la carretera y reemplazarlo con material adecuado. Se debe dejar el nivel de la sub-rasante de la carretera dentro de (15 milímetros y los niveles de roca dentro de (30 milímetros de la alineación y rasante especificada.

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

NO.	A	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-1	40°35'28.39"	32.740	12.108	23.195	2.167	2.033	0+076.45	0+064.34	0+087.54
PI-2	25°13'43.40"	40.930	9.160	18.022	1.012	0.988	0+185.39	0+176.23	0+194.26
PI-3	16°07'10.88"	52.090	7.376	14.655	0.520	0.515	0+255.45	0+248.08	0+262.73
PI-4	11°22'26.84"	63.660	5.340	12.638	0.315	0.313	0+304.84	0+298.50	0+311.13
PI-5	12°20'51.12"	60.310	6.524	12.997	0.352	0.350	0+449.29	0+442.76	0+455.76
PI-6	18°18'35.05"	47.750	7.695	15.259	0.615	0.608	0+530.17	0+522.48	0+537.73
PI-7	36°39'26.88"	33.700	11.164	21.561	1.801	1.710	0+586.01	0+574.84	0+596.40
PI-8	19°18'00.75"	45.840	7.794	15.441	0.658	0.649	0+666.09	0+658.29	0+673.74
PI-9	21°09'01.87"	44.070	8.228	16.268	0.761	0.749	0+830.00	0+821.77	0+838.04
PI-10	11°40'45.11"	63.660	6.511	12.976	0.332	0.330	0+869.67	0+863.16	0+876.14
PI-11	10°05'40.26"	71.620	6.325	12.618	0.279	0.278	0+964.00	0+957.67	0+970.29
PI-12	58°28'00.94"	26.650	14.915	27.195	3.890	3.394	1+086.88	1+071.97	1+099.16
PI-13	27°30'38.72"	39.510	9.672	18.971	1.167	1.133	1+126.65	1+116.98	1+135.95
PI-14	10°41'54.88"	71.620	6.706	13.373	0.313	0.312	1+182.69	1+175.98	1+189.35
PI-15	21°03'06.98"	44.070	8.189	16.192	0.754	0.742	1+408.81	1+400.62	1+416.82
PI-16	34°39'05.57"	34.720	10.831	20.998	1.650	1.575	1+593.86	1+583.03	1+604.03
PI-17	11°57'56.68"	63.660	6.672	13.295	0.349	0.347	1+709.84	1+703.17	1+716.46
PI-18	4°56'54.65"	163.700	7.074	14.138	0.153	0.153	1+774.26	1+767.18	1+781.32
PI-19	47°04'44.52"	29.380	12.799	24.141	2.667	2.445	1+887.55	1+874.75	1+898.89
PI-20	8°19'24.17"	88.150	6.414	12.806	0.233	0.232	2+082.57	2+076.15	2+088.96
PI-21	4°18'36.98"	163.700	6.160	12.315	0.116	0.116	2+141.47	2+135.31	2+147.62
PI-22	21°51'03.67"	44.070	8.507	16.807	0.814	0.799	2+470.69	2+462.19	2+478.99
PI-23	57°40'55.24"	26.650	14.676	26.830	3.774	3.306	2+603.46	2+588.79	2+615.62
PI-24	31°30'47.97"	36.970	10.431	20.334	1.443	1.389	2+713.02	2+702.59	2+722.92
PI-25	44°18'54.88"	30.970	12.612	23.954	2.470	2.287	2+754.06	2+741.45	2+765.41
PI-26	23°08'19.09"	42.440	8.688	17.139	0.880	0.862	3+071.27	3+062.58	3+079.72
PI-27	12°23'27.77"	60.310	6.547	13.043	0.354	0.352	3+187.76	3+181.21	3+194.25
PI-28	8°04'51.08"	88.150	6.227	12.432	0.220	0.219	3+384.41	3+378.18	3+390.61
PI-29	62°18'56.92"	26.040	15.744	28.322	4.390	3.756	3+495.62	3+479.88	3+508.20
PI-30	21°28'39.69"	45.840	8.594	17.183	0.817	0.803	3+553.13	3+544.43	3+561.62

(e) Excavación No Clasificada. Siempre que sea factible, los materiales adecuados que se corten dentro del prisma de la carretera, se deben de utilizar en la construcción de terraplenes o rellenos, sub-rasantes, hombros, ampliación y acabado de los taludes de terraplenes y para todos aquellos usos que se indiquen.

Donde sea posible, la parte de la sub-rasante sobre la que se tenga que colocar la sub base, se debe construir con los mejores materiales disponibles, provenientes de excavaciones adyacentes a la carretera y bancos de préstamo. Todo el material sobrante que sea de buena calidad, se debe de utilizar en la ampliación de terraplenes, dentro del límite de acarreo libre, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo ordene el Delegado Residente. Ningún material excavado se debe desperdiciar, a menos que esté indicado en los planos o lo autorice por escrito el Delegado Residente, quien determinará los lugares para depositarlo.

(a) Excavación No Clasificada de Desperdicio. El material de desperdicio, o sea el sobrante de la Excavación No Clasificada, podrá derramarse sobre los taludes o colocarse en botaderos.

En el caso de que en los planos o en las Disposiciones Especiales se permita el derrame del material de desperdicio sobre el talud exterior del corte, éste no deberá ocasionar ningún daño a la propiedad privada, a la vida humana, a sembradillos, ni contaminar ninguna corriente de agua, ni obstruir la infiltración de la misma hacia el subsuelo, así como tampoco obstruir los canales de entrada y salida de las alcantarillas colocadas o de las que se deban de colocar, ni cubrir las áreas donde se construirán las cimentaciones de las estructuras.

Cuando el material sea derramado sobre el talud de corte y en las Disposiciones Especiales así se indique, deberán construirse muros de contención al pie del talud formado por el material derramado. Asimismo, se deberá vegetar la superficie del talud y proveer los drenajes necesarios. La re-vegetación deberá ser efectuada de acuerdo con lo indicado en la División 800.

Cuando en las Disposiciones Especiales o en los planos se establezca que el material de desperdicio debe ser colocado en capas en botaderos especialmente establecidos, las capas no serán mayores de 500 milímetros de espesor y deberán ser compactadas con banda de tractor. En este caso, no se exigirá control de calidad por medio de ensayos de laboratorio, a menos que en las Disposiciones Especiales se establezca de otra forma.

En el caso de que los botaderos se localicen en áreas de material cárstico, se deberá cumplir con las Disposiciones Especiales que incluye la colocación de material granular de mayor tamaño en el fondo y de menor tamaño en la parte superior para favorecer los procesos de infiltración. Los taludes deberán ser re-vegetados de acuerdo con lo indicado en la División 800 y se les deberá proveer de los drenajes adecuados.

(a) Excavación No Clasificado para Préstamo. Se debe recurrir a préstamo, solamente cuando esté indicado en los planos y/o Disposiciones Especiales, o lo autorice por escrito el Delegado Residente.

El Contratista debe notificar al Delegado Residente, con suficiente anticipación, la necesidad de efectuar cualquier excavación de préstamo, a efecto de permitir la medida exacta del banco de préstamo, puesto que no se pagará ningún material excavado, antes de que se hayan tomado dichas medidas.

Los áreas de préstamo deben ser limpiadas, chapeadas y destroncadas, antes de iniciar la excavación. Salvo que en las Disposiciones Especiales se estipule de otra manera, dichas operaciones deben ser ejecutadas y pagadas con cargo a la Sección 202 del libro azul. El material de préstamo debe ser medido en la misma forma que la excavación no clasificada y pagado al precio unitario de contrato correspondiente al renglón de excavación no clasificada para préstamo. Los bancos de préstamo deben ser excavados en tal forma, que se provean de un drenaje adecuado y con taludes moderados para disminuir las posibilidades de derrumbes.

El material de préstamo debe ser colocado de acuerdo con las especificaciones que cubren su utilización o como lo ordene el Delegado Residente.

OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN.
(a) Limpieza. El Contratista deba proceder a limpiar la vegetación pequeña existente en toda la superficie de la sub-rasante a reacondicionar.
(b) Delimitación de Tramos a Reacondicionar. El Delegado Residente debe delimitar los tramos que el Contratista tiene que reacondicionar, indicando claramente por escrito las estaciones inicial y final de cada tramo.
(c) Reemplazo de Material Inadecuado. Cuando en la sub-rasante aparezcan áreas con material inadecuado, de conformidad con la definición dada en 301.01, el Delegado Residente debe delimitarlas y notificarlo por escrito al Contratista, quien debe proceder a efectuar la remoción del material inadecuado de acuerdo a lo indicado en la Sección 203. Durante estas operaciones el Contratista debe señalizar dichas áreas para evitar accidentes. Según lo ordene el Delegado Residente, las excavaciones deben rellenarse: (1) con material de préstamo que sea apropiado para sub-rasante de acuerdo a la definición para material adecuado dado en 301.01; efectuando la compactación de acuerdo con 203.10; ó (2) con material de subbase. En todo caso la excavación del vaciado, se debe pagar con cargo a la Sección 203 y el relleno de los vaciados, si es con préstamo, con cargo a la Sección 203 y si es con sub-base con cargo a la sección correspondiente.
(d) Escarificación, Tendido y Conformación. En los áreas que necesiten reacondicionamiento, el Contratista debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 200 milímetros, eliminando las rocas mayores de 100 milímetros, acondicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 200 milímetros. El suelo de sub-rasante en toda el área a reacondicionarse debe humedecerse adecuadamente, antes de la compactación. El control de humedad puede efectuarse secando el material, o por el método con carburo, AASHTO T 217.
(e) Cortes mayores de 200 mm. Si con los cortes y rellenos de 200 milímetros, la superficie reacondicionada no se ajusta a los niveles indicados en los planos, el Delegado Residente podrá ordenar cortes más profundos o completar los rellenos con material de préstamo apropiado, que cumpla con los requisitos de material adecuado indicados en 301.01. En ambos casos, los cortes mayores de 200 milímetros y el préstamo necesario serán pagados con cargo a la Sección 203.
(f) Compactación. La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de ±b 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180. La compactación en el campo se debe comprobar de preferencia según AASHTO T 191; con la aprobación escrita del Ingeniero, se pueden usar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos. Para el caso de sub-rasantes arcillosas con un límite líquido superior al 45 por ciento y un índice plástico superior al 15 por ciento, se requerirá su compactación a una densidad del 90 por ciento respecto a la densidad máxima, AASHTO T 150 y con un contenido de humedad mayor, por lo menos en un 3 por ciento, que su correspondiente humedad óptima siempre que no exceda en más de un 4 por ciento al valor correspondiente a su límite plástico.

INDICE DE PLANOS DEL PROYECTO

INDICE DE PLANOS DEL PROYECTO	
PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL	1/10
PLANTA-PERFIL ESTACION 0+000 A 0+780	2/10
PLANTA-PERFIL ESTACION 0+780 A 1+540	3/10
PLANTA-PERFIL ESTACION 1+540 A 2+300	4/10
PLANTA-PERFIL ESTACION 2+300 A 3+060	5/10
PLANTA-PERFIL ESTACION 3+060 A 3+740	6/10
SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 A 1+420	7/10
SECCIONES TRANSVERSALES 1+440 A 2+920	8/10
SECCIONES TRANSVERSALES 2+920 A 3+740	9/10
DETALLES CONSTRUCTIVOS	10/10

PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO**

IXCÁN, EL QUICHÉ

PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL

DIBUJO: **JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: SEPT. 2014

HOJA No. **1/10**

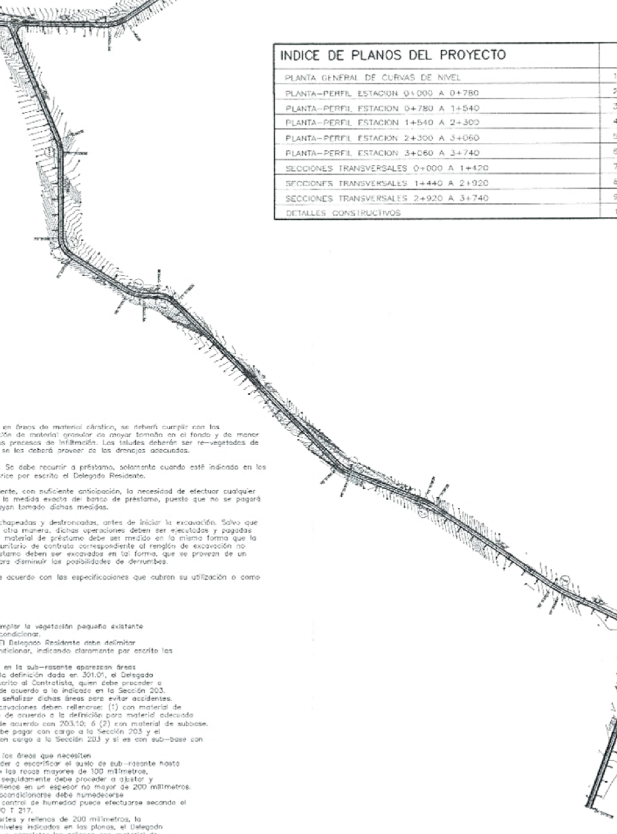
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: **JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS**

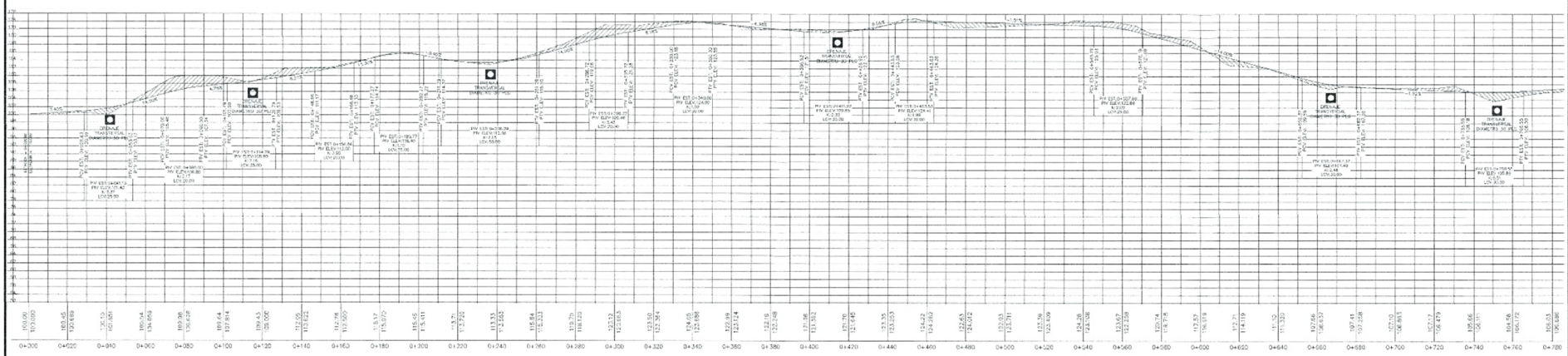
DISEÑO Y CALCULO: **JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS**

REVISO: **ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO**

FIRMA ASESOR-SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería





PERFIL EST. 0+000 A 0+780

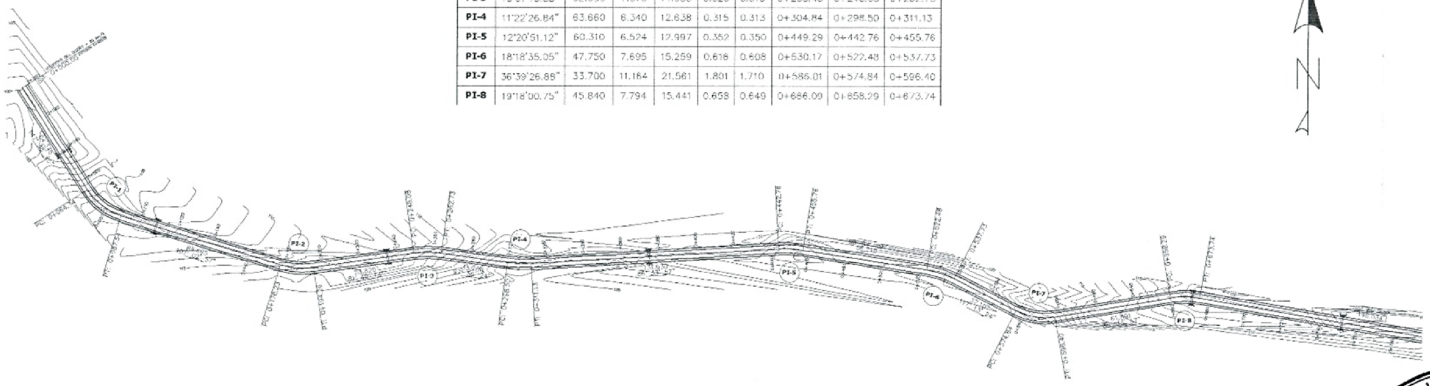
ESCALA H: 1:1000
ESCALA V: 1:400

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
NO.	Δ	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-1	40°35'28.39"	32.740	12.108	23.195	2.167	2.033	0+076.45	0+064.34	0+087.54
PI-2	25°13'43.40"	40.930	9.160	18.022	1.012	0.988	0+185.39	0+176.23	0+194.26
PI-3	16°07'10.88"	52.090	7.376	14.655	0.520	0.515	0+255.45	0+248.08	0+262.73
PI-4	11°22'26.84"	63.660	6.340	12.638	0.315	0.313	0+304.84	0+298.50	0+311.13
PI-5	12°20'51.12"	60.310	6.524	12.997	0.352	0.350	0+449.29	0+442.76	0+455.76
PI-6	18°18'35.05"	47.750	7.695	15.259	0.616	0.608	0+530.17	0+522.48	0+537.73
PI-7	36°39'26.88"	33.700	11.164	21.561	1.801	1.710	0+585.01	0+574.84	0+596.40
PI-8	19°18'00.75"	45.840	7.794	15.441	0.658	0.649	0+666.09	0+658.29	0+673.74

SIMBOLOGIA

PC=PRINCIPIO DE CURVA
PT=PRINCIPIO DE TANGENTE
PI=INTERSECCION VERTICAL
Δ =DELTA
R =RADIO
ST=SUBTANGENTE
LC=LONGITUD DE CURVA
E =EXTERNAL
M=ORDENADA MEDIA
⊢⊣=DRENAJE TRANSVERSAL

N



PLANTA EST. 0+000 A 0+780

ESCALA H: 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

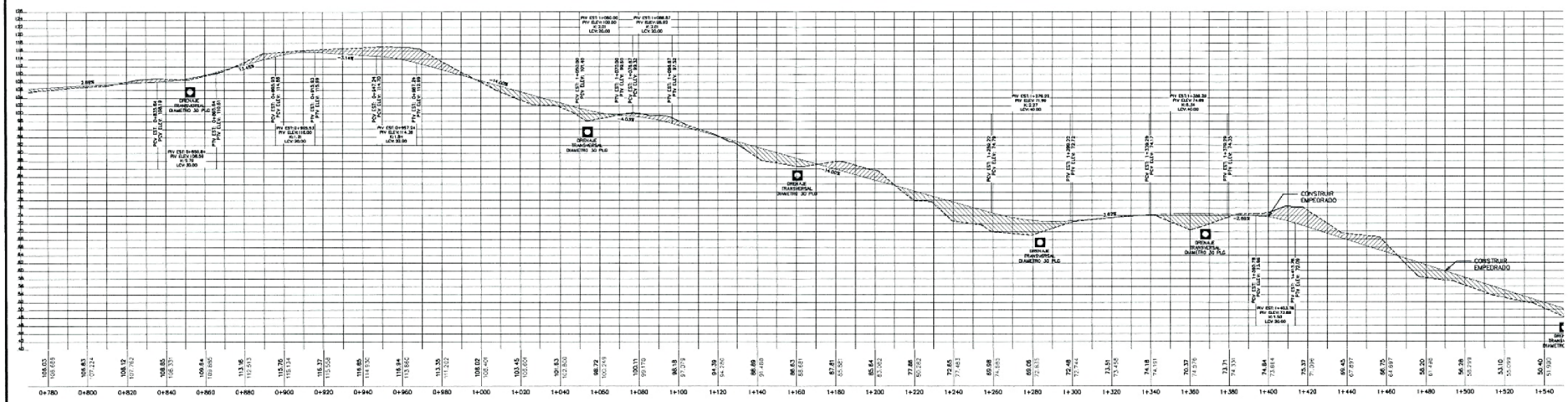
PROYECTO: **DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO**

UCAN, EL QUICHÉ

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 2 / 10

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ BERRANO
ASESOR - SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE PLANTA - PERFIL
ESTACION 0+000 A 0+780
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



NOTAS: CONSTRUIR EMPEDRADOS DESDE EST. 1+400 HASTA 1+780

PERFIL ESTACIÓN 0+780 A 1+540

ESCALA H: 1:1000
ESCALA V: 1:400

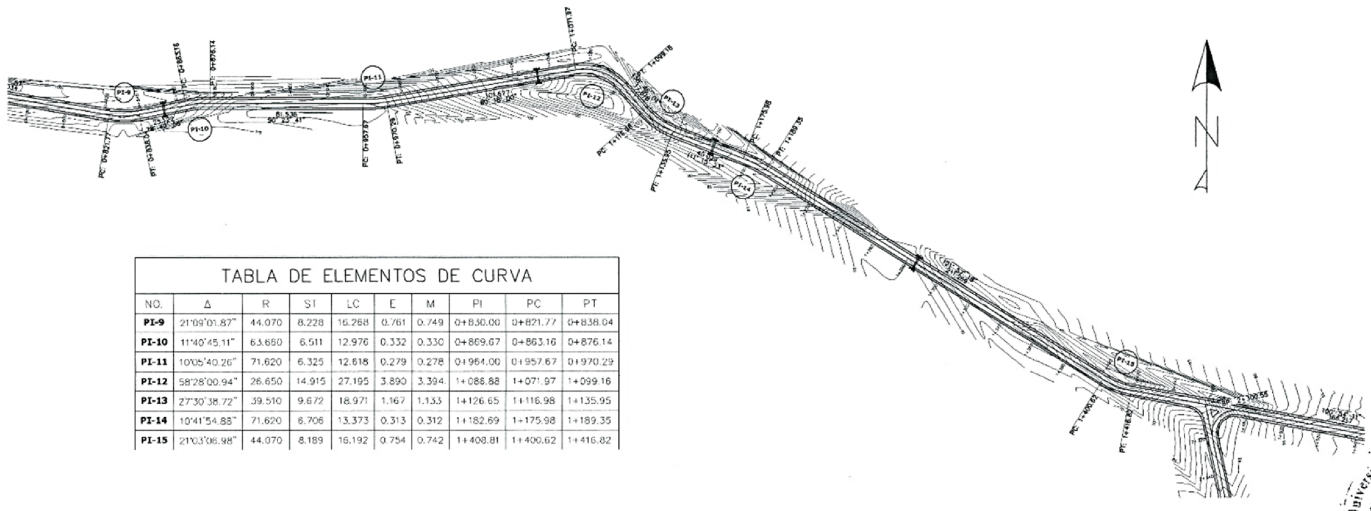


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
NO.	Δ	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-9	21°09'01.87"	44.070	8.228	16.268	0.761	0.749	0+830.00	0+821.77	0+838.04
PI-10	11°40'45.11"	63.650	6.511	12.976	0.332	0.330	0+869.67	0+863.16	0+876.14
PI-11	10°05'40.26"	71.620	6.325	12.618	0.279	0.278	0+964.00	0+957.67	0+970.29
PI-12	58°28'00.94"	26.650	14.915	27.195	3.890	3.394	1+086.88	1+071.97	1+099.16
PI-13	27°30'38.72"	39.510	9.672	18.971	1.167	1.133	1+126.65	1+116.98	1+135.95
PI-14	10°41'54.88"	71.620	6.706	13.373	0.313	0.312	1+182.69	1+175.98	1+189.35
PI-15	210°3'06.98"	44.070	8.189	16.192	0.754	0.742	1+408.81	1+400.62	1+416.82

N

SIMBOLOGIA
PC=PRINCIPIO DE CURVA
PT=PRINCIPIO DE TANGENTE
PI=INTERSECCION VERTICAL
Δ =DELTA
R =RADIO
ST=SUBTANGENTE
LC=LONGITUD DE CURVA
E =EXTERNAL
M=ORDENADA MEDIA
DRENAJE TRANSVERSAL

PLANTA EST. 0+780 A 1+540

ESCALA H: 1:1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

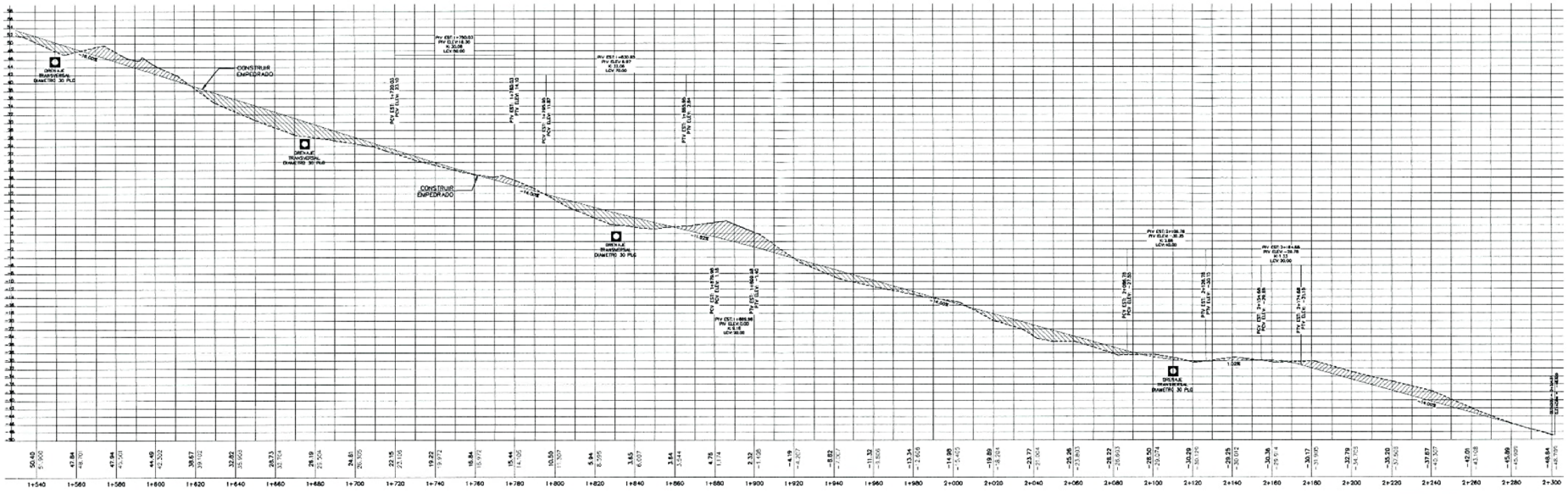
PROYECTO: DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO

UBICACION: IXCÁN, EL QUICHÉ

PLANTA - PERFIL
ESTACION 0+780 A 1+540

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA:
HOJA No. 3 / 10

ELABORADO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
No. BOLETA: 2008-12258
FIRMA: ING. SILVIO RODRIGUEZ



NOTAS: CONSTRUIR EMPEDRADOS DESDE EST. 1+400 HASTA 1+780

PERFIL ESTACIÓN 1+540 A 2+300

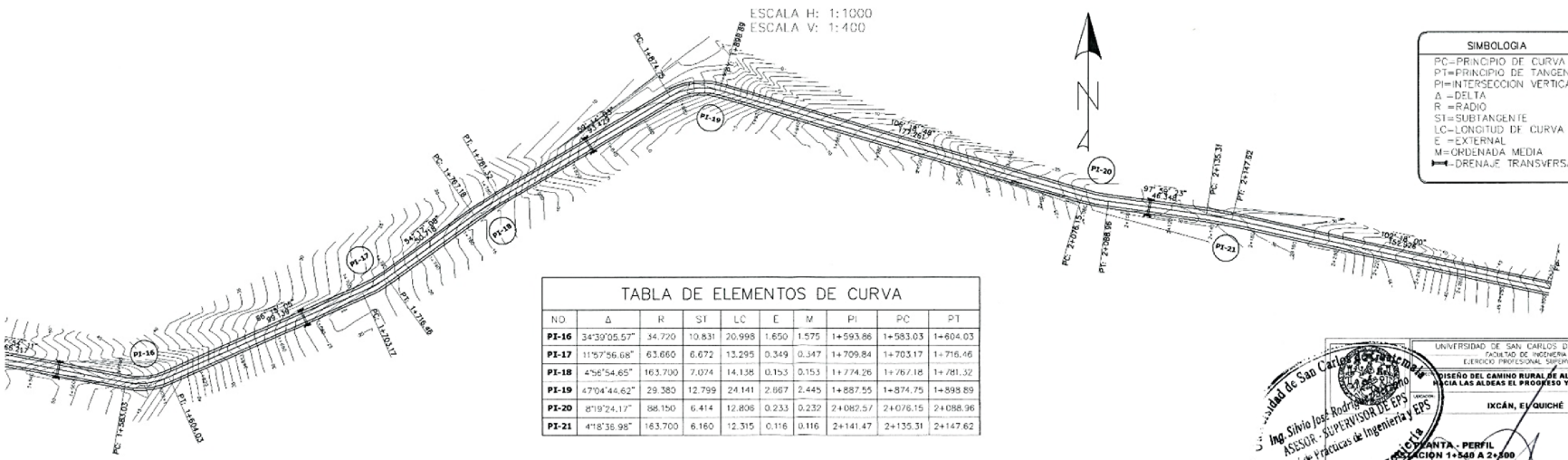


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
NO	Δ	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-16	34°39'05.57"	34.720	10.831	20.998	1.650	1.575	1+593.86	1+583.03	1+604.03
PI-17	11°57'56.68"	63.660	6.672	13.295	0.349	0.347	1+709.84	1+703.17	1+716.46
PI-18	4°56'54.65"	163.700	7.074	14.138	0.153	0.153	1+774.26	1+767.18	1+781.32
PI-19	47°04'44.62"	29.380	12.799	24.141	2.667	2.445	1+887.55	1+874.75	1+898.89
PI-20	8°19'24.17"	88.150	6.414	12.806	0.233	0.232	2+082.57	2+076.15	2+088.96
PI-21	4°18'36.98"	163.700	6.160	12.315	0.116	0.116	2+141.47	2+135.31	2+147.62

PLANTA ESTACIÓN 1+540 A 2+300

ESCALA: 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO

UBICACION: **IXCÁN, EL QUICHÉ**

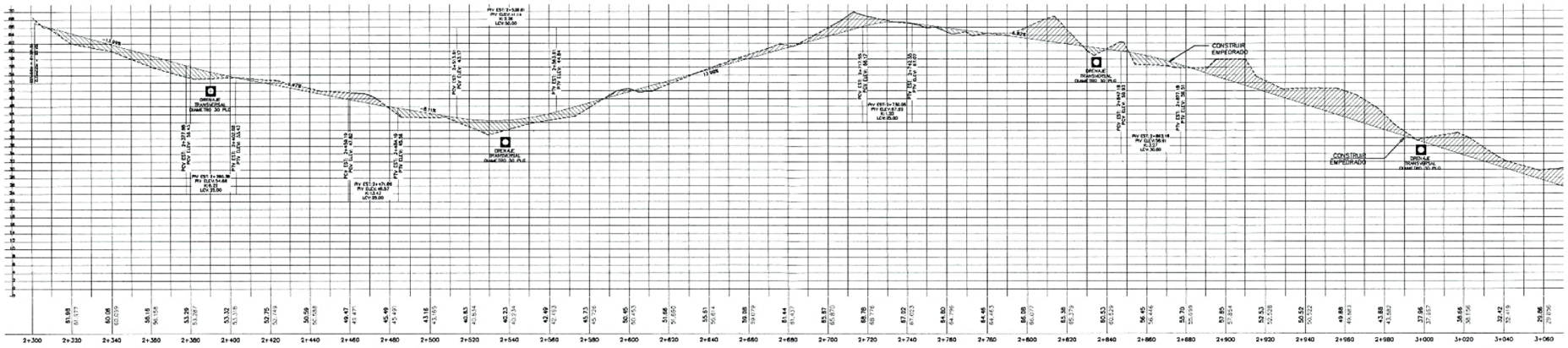
PLANTA - PERFIL ESTACION 1+540 A 2+300

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA:
HOJA No. 4 / 10

ASESOR-SUPERVISOR: ING. RODRIGUEZ

DISEÑO CONCEPTUAL: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



NOTAS: CONSTRUIR EMPEDRADOS DESDE EST. 2+840 HASTA 3+340

PERFIL ESTACIÓN 2+300 A 3+060

ESCALA H: 1:1000
ESCALA V: 1:400

SIMBOLOGIA

PC=PRINCIPIO DE CURVA
PT=PRINCIPIO DE TANGENTE
PI=INTERSECCION VERTICAL
Δ =DELTA
R =RADIO
ST=SUBTANGENTE
LC=LONGITUD DE CURVA
E =EXTERNAL
M=ORDENADA MEDIA
=DRENAJE TRANSVERSAL

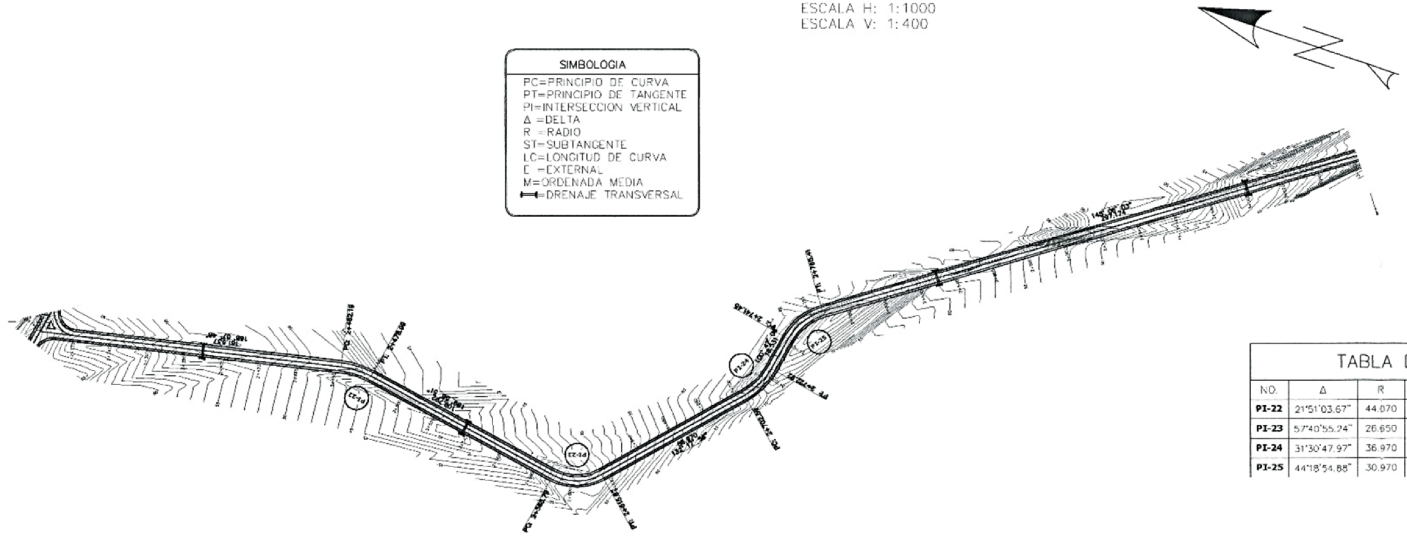


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

NO.	Δ	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-22	21°51'03.67"	44.070	8.507	16.807	0.814	0.799	2+470.69	2+462.19	2+478.99
PI-23	57°40'55.24"	26.650	14.676	26.830	3.774	3.306	2+603.46	2+588.79	2+615.62
PI-24	31°30'47.97"	36.970	10.431	20.334	1.443	1.389	2+713.02	2+702.59	2+722.92
PI-25	44°18'54.88"	30.970	12.612	23.954	2.470	2.287	2+754.06	2+741.45	2+765.41

PLANTA ESTACIÓN 2+300 A 3+060

ESCALA H: 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

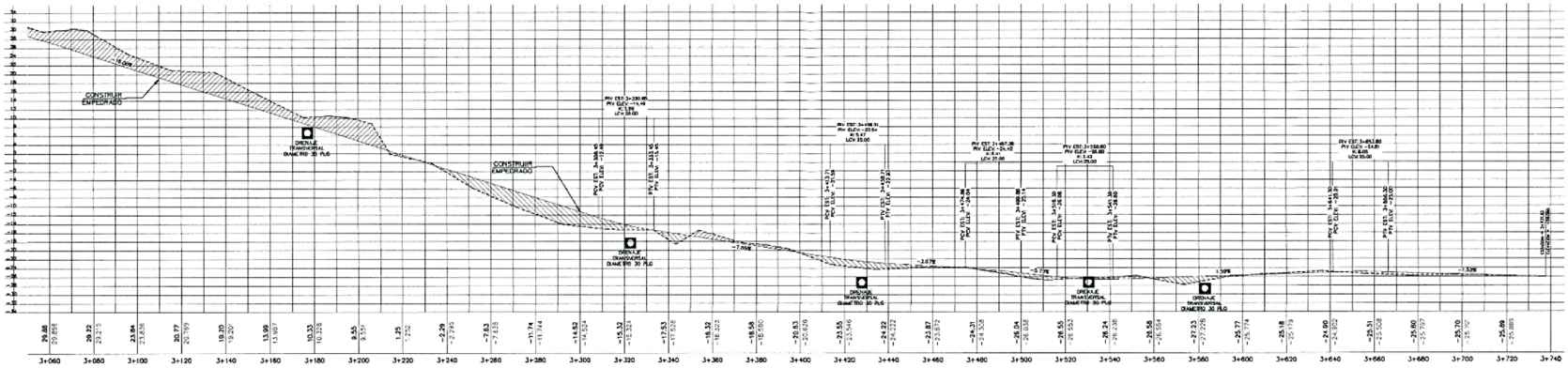
DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO

IXCÁN, EL QUICHÉ

PLANTA - PERFIL ESTACION 2+300 A 3+060

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA:
HOJA No. 5/10

LEVANTAMIENTO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
Dr. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



NOTAS: CONSTRUIR EMPEDRADOS
DESDE EST. 1+400 HASTA 1+780

PERFIL ESTACIÓN 3+060 A 3+740

ESCALA H: 1:1000
ESCALA V: 1:400

SIMBOLOGIA

PC=PRINCIPIO DE CURVA
PT=PRINCIPIO DE TANGENTE
PI=INTERSECCIÓN VERTICAL
Δ =DELTA
R =RADIO
ST=SUBTANGENTE
LC=LONGITUD DE CURVA
E =EXTERNAL
M=ORDENADA MEDIA
DRENAJE TRANSVERSAL

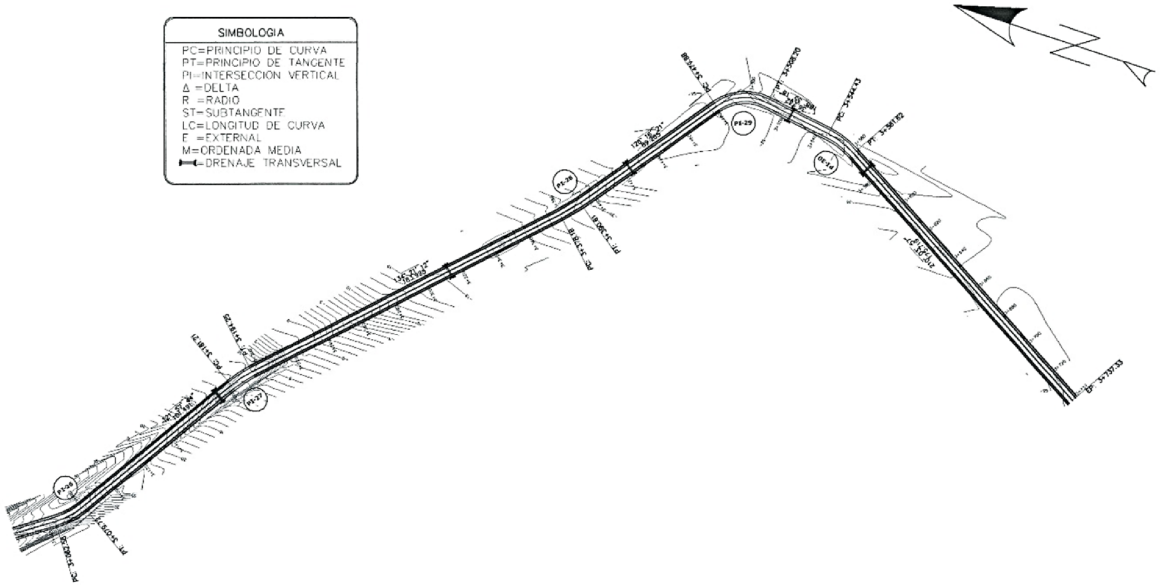


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
NO.	Δ	R	ST	LC	E	M	PI	PC	PT
PI-26	23°08'19.09"	42.440	8.688	17.139	0.880	0.862	3+071.27	3+062.58	3+079.72
PI-27	12°23'27.77"	60.310	6.547	13.043	0.354	0.352	3+187.76	3+181.21	3+194.25
PI-28	8°04'51.08"	88.150	6.227	12.432	0.220	0.219	3+384.41	3+378.18	3+390.61
PI-29	62°18'56.92"	26.040	15.744	28.322	4.390	3.756	3+495.62	3+479.88	3+508.20
PI-30	21°28'39.69"	45.840	8.694	17.183	0.817	0.803	3+553.13	3+544.43	3+561.62

PLANTA ESTACIÓN 3+060 A 3+740

ESCALA H: 1:1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO**

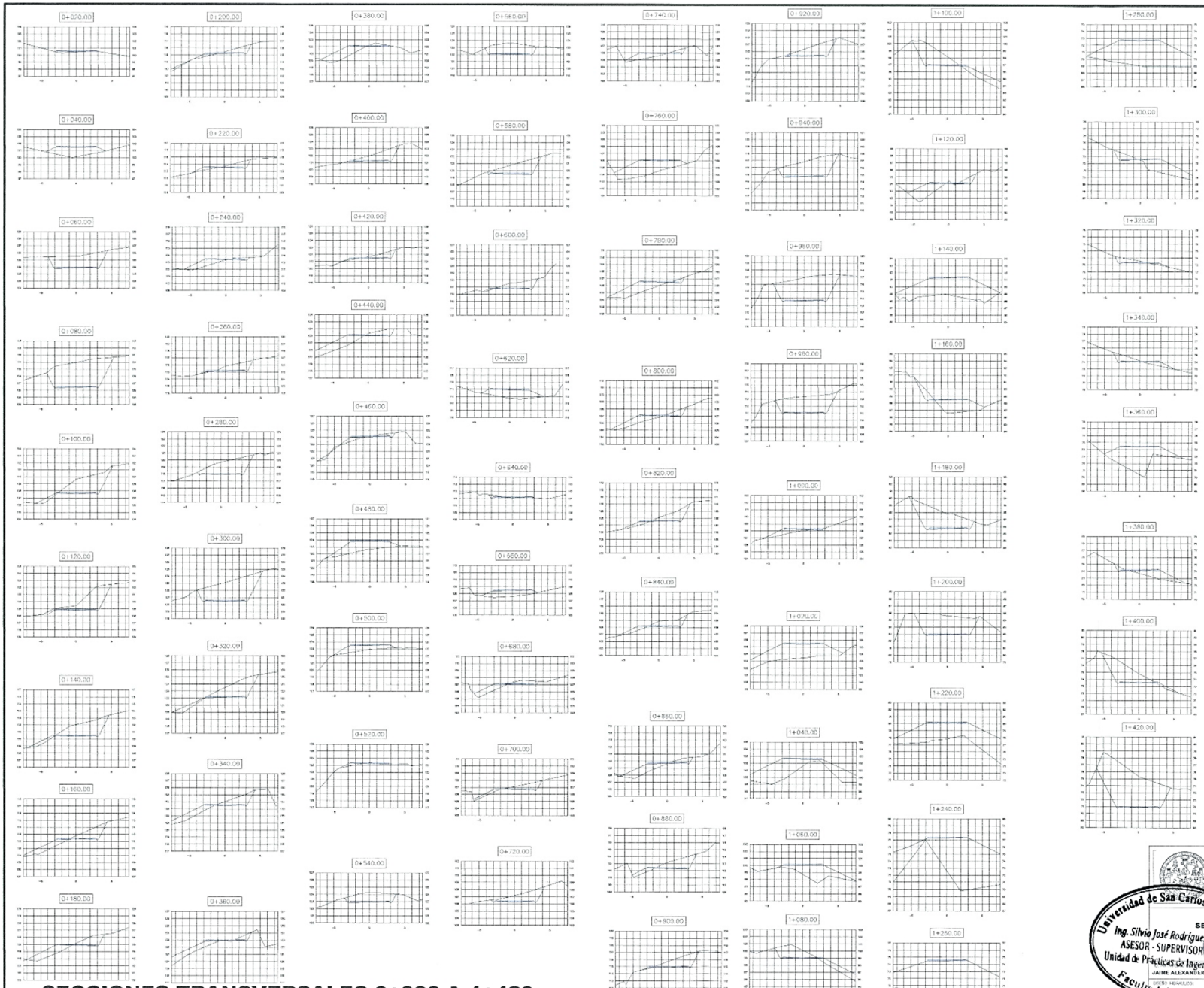
UBICACIÓN: **IXCÁN, EL QUICHÉ**

PLANTA - PERFIL
ESTACION 3+060 A 3+740

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: INDICADA
FECHA:

DEPARTAMENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
V.B.: ING. ASESOR-SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

HOJA No. 6 / 10



SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 A 1+420

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO

LOCACION: IXCÁN, EL QUICHÉ.

SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 A 1+420

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

ESCALA: 1:250

FECHA: SEPT. 2014

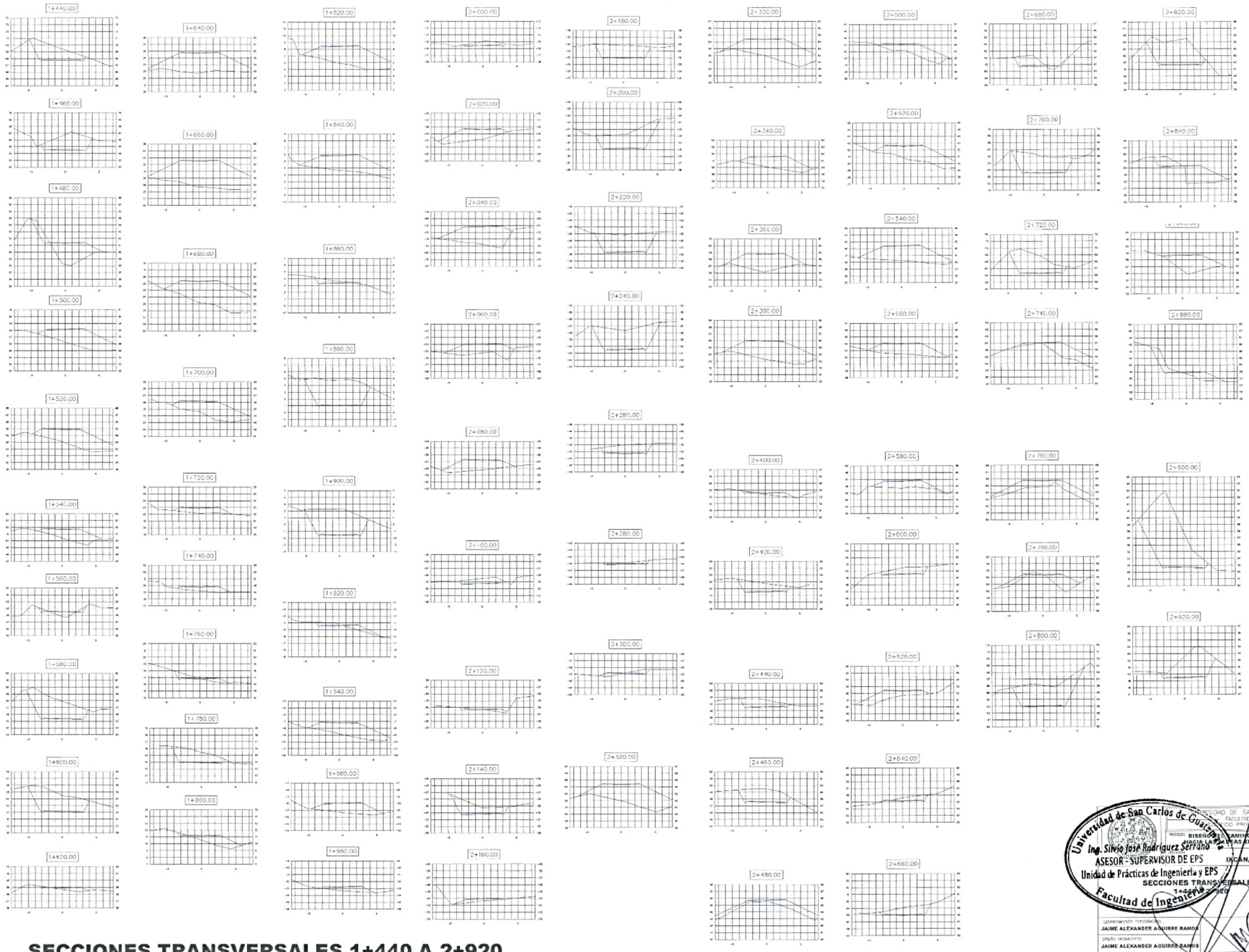
HOJA No. 7 / 10

DISEÑO HIDRAULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS

DIBUJO HIDRAULICO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

FIRMA ASESOR SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



SECCIONES TRANSVERSALES 1+440 A 2+920

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CID PROFESIONAL SUPERVISADO

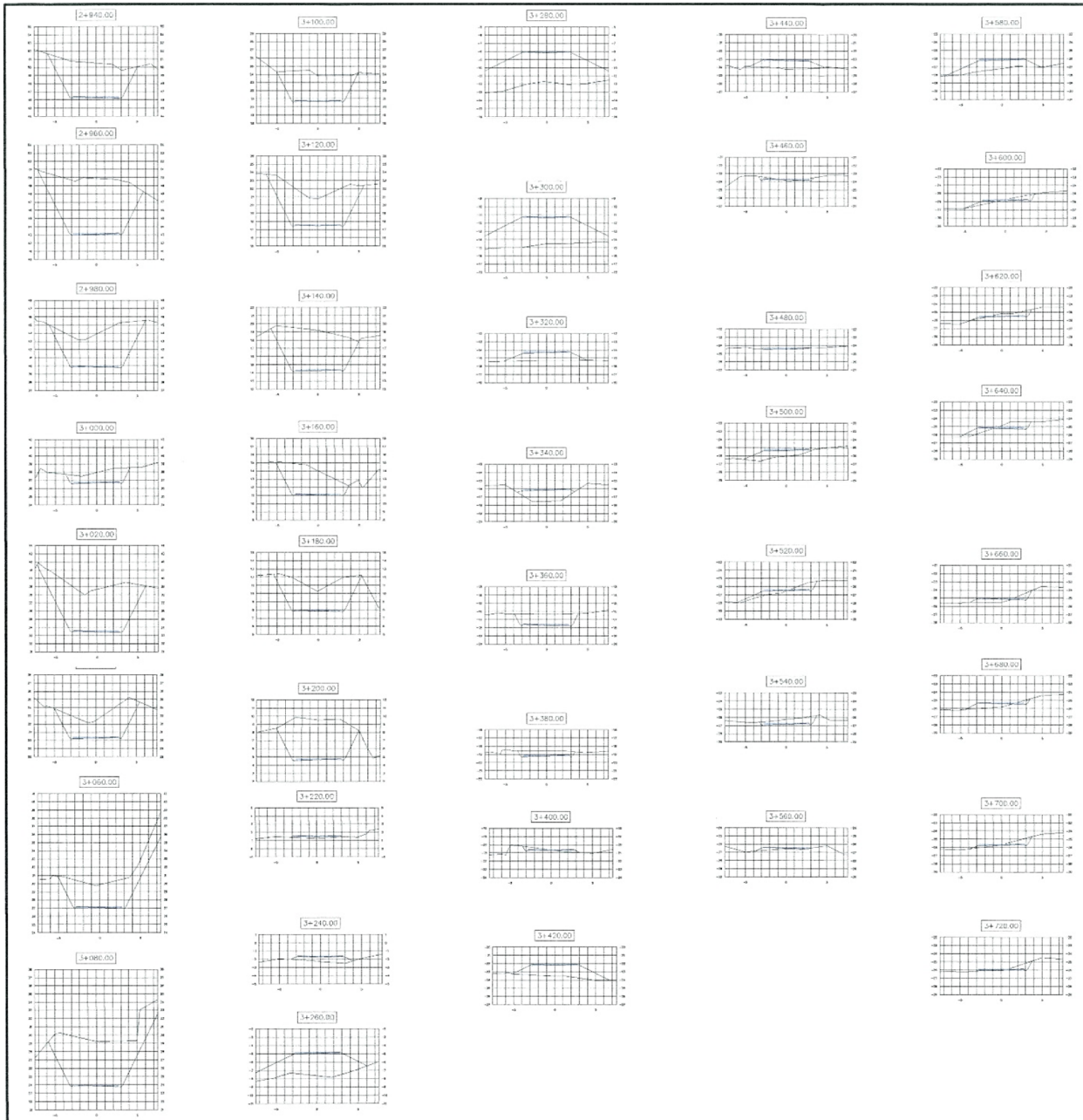
PROYECTO: DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ALDEAS EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO

IXCAN, EL QUICHÉ.

SECCIONES TRANSVERSALES
1+440 A 2+920

DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: 1:250
FECHA: SEPT. 2014
HOJA No. 8 / 10

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DIBUJO HIDRÁULICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO



SECCIONES TRANSVERSALES 2+940 A 3+740

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS HACIA LAS ARAÑAS, EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO
IXCAN, EL QUICHE.

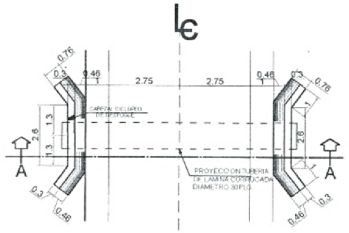
DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
ESCALA: 1:250
FECHA: SEPT. 2014

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
DISEÑO HORIZONTAL: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS
REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería Civil
SECCIONES TRANSVERSALES
2+940 A 3+740

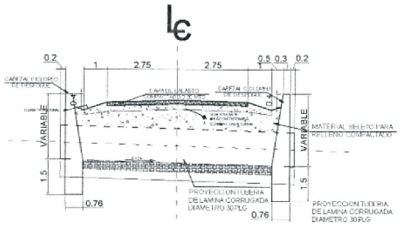
ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ ASESOR SUPERVISOR

HOJA No. 9 / 10



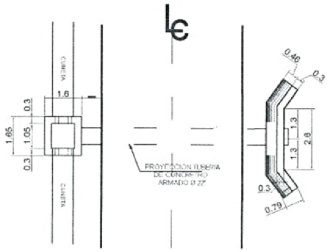
PLANTA DE DRENAJE TRANSVERSAL.

ESCALA:1/100



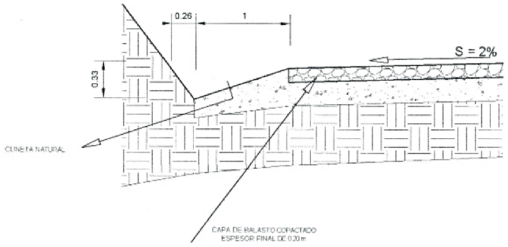
CORTE A–A DE DRENAJE

ESCALA:1/100



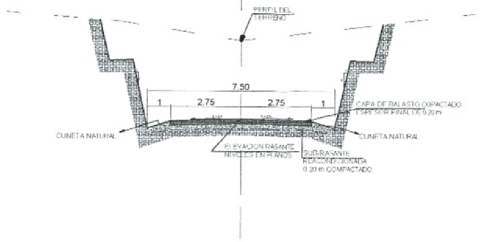
PLANTA DE CAJA RECOLECTORA.

ESCALA:1/100



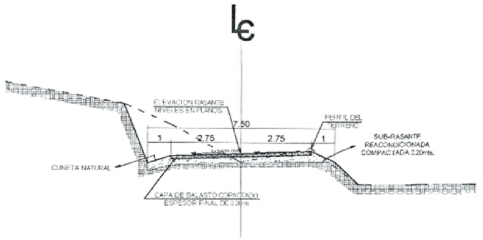
DETALLE CUNETA NATURAL.

ESCALA:1/25



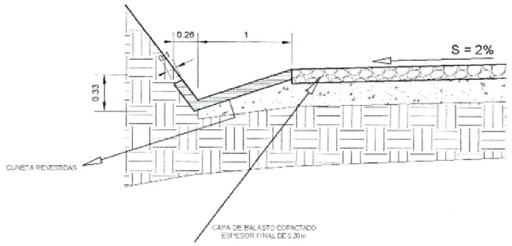
SECCION TRANSVERSAL TIPICA EN CORTE

ESCALA:1/100



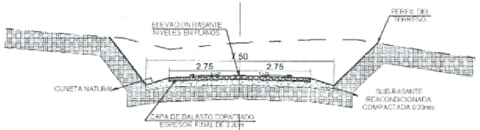
SECCION TRANSVERSAL TIPICA EN CURVA

ESCALA:1/100



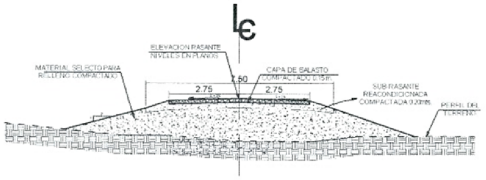
DETALLE CUNETA REVESTIDA

ESCALA:1/25



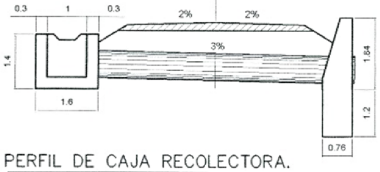
SECCION TRANSVERSAL TIPICA EMPEDRADO

ESCALA:1/100



SECCION TRANSVERSAL TIPICA EN RELLENO

ESCALA:1/100



PERFIL DE CAJA RECOLECTORA.

ESCALA:1/50

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE ALDEA ESQUIPULAS, HACIA EL PROGRESO Y EL RENACIMIENTO IXCAN, EL QUICHE	DIBUJO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS ESCALA: INDICADA FECHA: SEPT. 2014
DETALLES CONSTRUCTIVOS	HOJA No. 10 / 10
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS DISEÑO REALIZADO: JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS REVISO: ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO	ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO ASESOR - SUPERVISOR ING. RODRIGUEZ

ANEXOS

Anexo A. **Resultados de análisis de la calidad del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Rumor de los Encantos 1**

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 32 567 — INF. No. 25 544

INTERESADO:	JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS, CARNÉ No. 200818410)	PROYECTO:	EPS: "SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS I, IXCÁN QUICHÉ"
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Rumor de los Encantos	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-03-02; 18 h 00 min.
FUENTE:	Nacimiento aldea	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2014-03-04; 10 h 50 min.
MUNICIPIO:	Ixcán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Quiché		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- -° C
2. COLOR:	05,00 Unidades	5. SABOR:	- - - - - - -	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	591,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,63 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,40 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH_3)	00,67	6. CLORUROS (Cl^-)	28,00	11. SOLIDOS TOTALES	329, 00
2. NITRITOS ($NO2^-$)	00,070	7. FLUORUROS (F^-)	00,18	12. SOLIDOS VOLÁTILES	07,00
3. NITRATOS ($NO3^-$)	25,10	8. SULFATOS (SO^{-2}_4)	05,00	13. SOLIDOS FIJOS	322,00
4. CLORO RESIDUAL	- -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,09	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,004	10. DUREZA TOTAL	350,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	313,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	296,00	296,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad fisica el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química Indicadores Químicos de Contaminación AMONIACO sobrepasa el límite mínimo de contaminación. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-03-12

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA — CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA — DIRECCIÓN

Zenia Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M.Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA — FACULTAD DE INGENIERIA — LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" — USAC — GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Pagina web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo A.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 32 567 **INF. No. A – 357482**

INTERESADO	JAIME ALEXANDER AGUIRRE RAMOS, (CARNÉ No. 200818410)	PROYECTO:	EPS" SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA RUMOR DE LOS ENCANTOS I, IXCÁN QUICHÉ"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Rumor de los Encantos	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-03-02; 18 h00 min.
FUENTE:	Nacimiento aldea	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2014-03-04; 10 h50 min.
MUNICIPIO:	Ixcán	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeracion
DEPARTAMENTO:	Quiché		

SABOR:	- - - - -	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	+ + + - -
01,00 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	+ + - - -
00,10 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	- - - - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm^3		$\geq 16 \times 10^2$	14

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2014-03-12

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zenon Much Samos
Ing. Químico Col. No 1420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA"
USAC GUATEMALA

Fuente: CII/USAC.

Anexo B. **Resultados de ensayos de laboratorio del laboratorio de suelos para el camino rural de la aldea Esquipulas hacia las aldeas El Progreso y El Renacimiento**

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

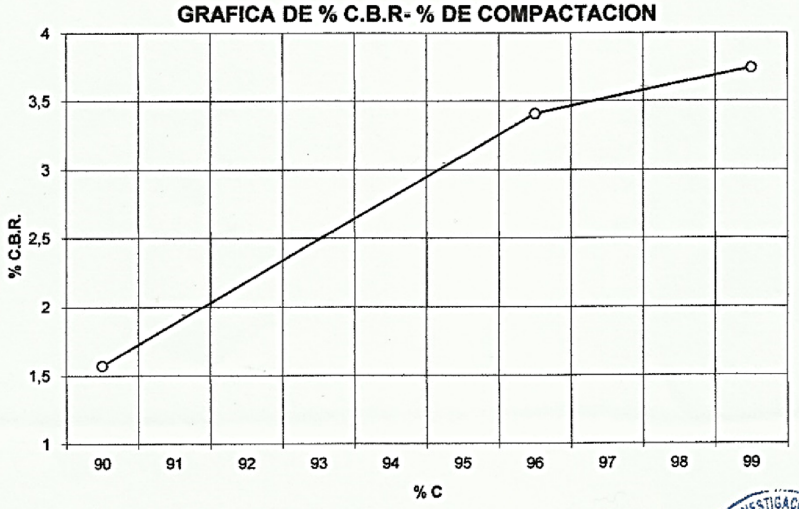
INFORME No. 206 S.S. O.T.: 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"

Ubicación: Ixcán, Quiché
Descripción del suelo: Limo Arcillo Arenoso Color Rojizo
Fecha: Martes, 18 de Marzo de 2014

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pie^3)	(%)	(%)	(%)
1	10	29,75	81,56	90,7	10,67	1,57
2	30	29,75	86,67	96,4	11,91	3,41
3	65	29,75	89,92	100,0	17,50	3,74

GRAFICA DE % C.B.R- % DE COMPACTACION



Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra de Subrasante.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Continuación del anexo B.

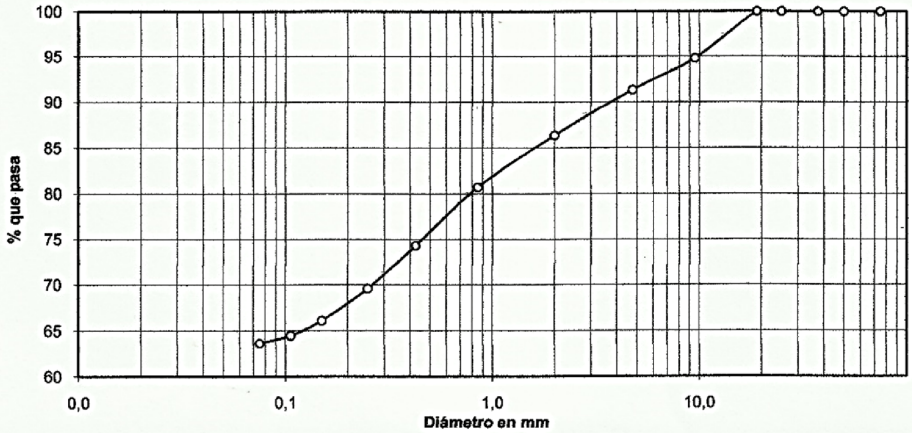
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 204 S.S. O.T. No. 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
Norma: ASTM D6913-04
Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"
Ubicación: Ixcán, Quiché
Fecha: Martes, 18 de Marzo de 2014 Muestra: 1

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100,00	10	2.00 mm	86,37
2"	50 mm	100,00	20	850 µm	80,72
1 1/2"	37.5 mm	100,00	40	425 µm	74,32
1"	25 mm	100,00	60	250 µm	69,57
3/4"	19.0 mm	100,00	100	150 mm	66,09
3/8"	9.5 mm	94,81	140	106 µm	64,46
4	4.75 mm	91,33	200	75 µm	63,62



Descripción del suelo: Limo Arcillo Arenoso Color Rojizo

% de Grava: 8,67 D10: *

Clasificación: S.C.U.: MH % de Arena: 27,71 D30: *

P.R.A.: A-7-5 % de finos: 63,62 D60: *

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Muestra de Subrasante.
* Diametro efectivo no aplica

Atentamente,

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

CENTRO DE INVESTIGACIONES INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA USAC SECCION MECANICA DE SUELOS

Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Continuación del anexo B.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 203 S.S. O.T.: 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos

Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Ixcán, Quiché

FECHA: Martes, 18 de Marzo de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	*MUESTRA No.*	*L.L. (%)*	*I.P. (%)*	*CLASIFICACION **	*DESCRIPCION DEL SUELO*
1	1	79,8	36,0	MH	Limo Arcillo Arenoso Color Rojizo

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra de Subrasante.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION

CENTRO DE INVESTIGACIONES, INGENIERIA
SECCION MECANICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

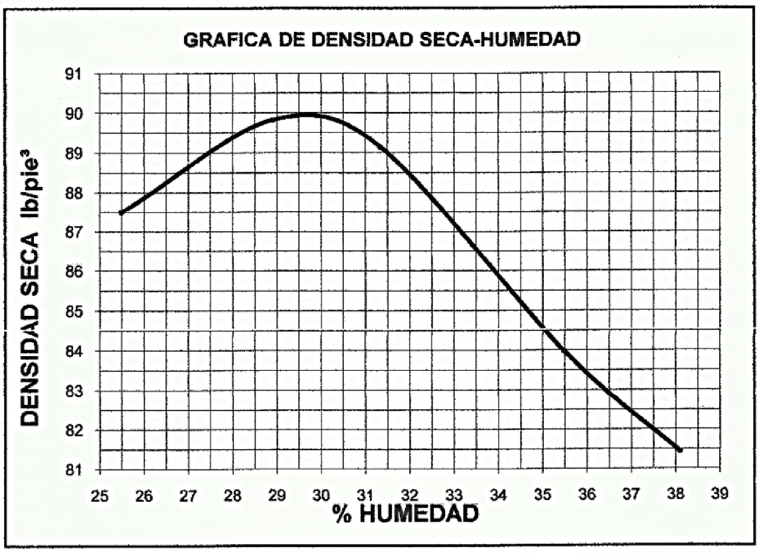
Continuación del anexo B.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 205 S.S. O.T.: 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.
Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"
Ubicación: Ixcán, Quiché
Fecha: Martes, 18 de Marzo de 2014

Proctor Estándar: ( ) Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180



Descripción del suelo: Limo Arcillo Arenoso Color Rojizo
Densidad seca máxima γ_d: 1.441,00 Kg/m^3 89,95 lb/pie^3
Humedad óptima Hop.: 29,75 %
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra de Subrasante.

Atentamente,

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

SECCION MECANICA DE SUELOS

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Continuación del anexo B.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No.: 202 S. S. **O.T.:** 32.566

INTERESADO: Jaime Alexander Aguirre Ramos

PROYECTO: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"

ASUNTO: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)

NORMA: A.A.S.T.H.O T-19

UBICACIÓN: Ixcán, Quiché

DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Grava con Arena Transportada Color Gris

FECHA: Martes, 18 de Marzo de 2014

RESULTADO DEL ENSAYO:

P.U.S.= 1.970,22 kg/m³

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado. Muestra para Balasto.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CENTRO DE INVESTIGACIONES INGENIERIA
SECCION MECANICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA USAC

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Continuación del anexo B.

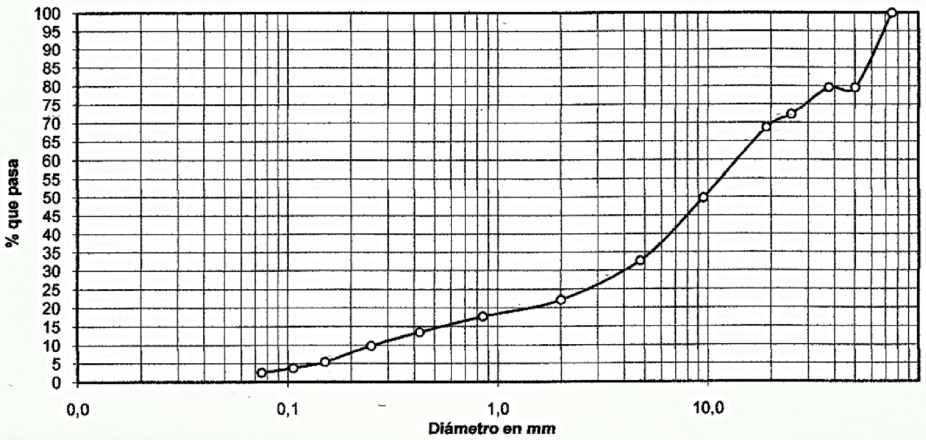
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 200 S.S. O.T. No. 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
Norma: ASTM D6913-04
Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"
Ubicación: Ixcán, Quiché
Fecha: Martes, 18 de Marzo de 2014 Muestra: 1

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100,00	10	2.00 mm	22,15
2"	50 mm	79,57	20	850 µm	17,72
1 1/2"	37.5 mm	79,57	40	425 µm	13,47
1"	25 mm	72,22	60	250 µm	9,80
3/4"	19.0 mm	68,69	100	150 mm	5,38
3/8"	9.5 mm	49,82	140	106 µm	3,79
4	4.75 mm	32,72	200	75 µm	2,56



Descripción del suelo: Grava con Arena Transportada Color Gris

Clasificación: S.C.U.: GP
P.R.A.: A-1-a

% de Grava: 67,28
% de Arena: 30,16
% de finos: 2,56

D10: 0.26 mm
D30: 4.00 mm
D60: 14.0 mm

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado. Muestra para Balasto

Atentamente,

Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCION MECANICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

Continuación del anexo B.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 199 S.S. O.T.: 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos

Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Ixcán, Quiché

FECHA: Martes, 18 de Marzo de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	*MUESTRA No.*	*L.L. (%)*	*I.P. (%)*	*CLASIFICACION **	*DESCRIPCION DEL SUELO*
1	1	N.P.	N.P.	ML	Grava con Arena Transportada Color Gris

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra para Balasto.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCION MECANICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

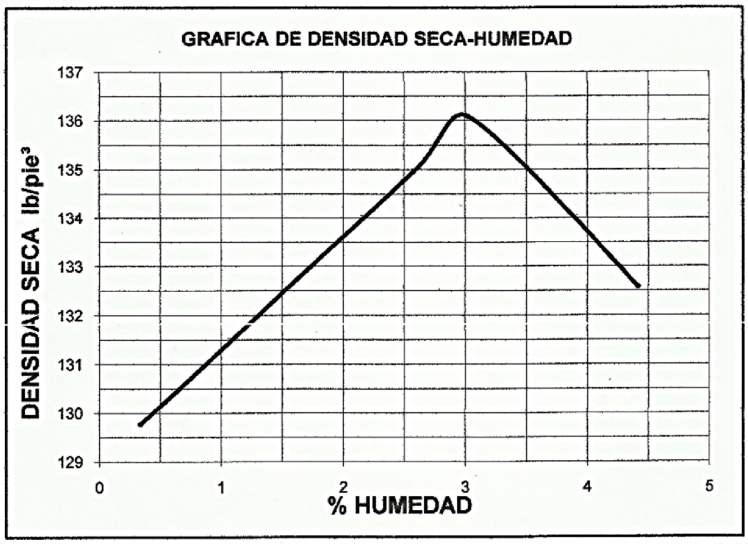
Continuación del anexo B.

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 201 S.S. O.T.: 32.566

Interesado: Jaime Alexander Aguirre Ramos
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.
Proyecto: EPS "Camino Rural de la Aldea Esquipulas hacia Las Aldeas El Progreso y El Renacimiento"
Ubicación: Ixcán, Quiché
Fecha: Martes, 18 de Marzo de 2014

Proctor Estándar: ( ) Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180



Descripción del suelo: Grava con Arena Transportada Color Gris
Densidad seca máxima γ_d: 2.181,92 Kg/m^3 136,20 lb/pie^3
Humedad óptima Hop.: 3,00 %
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado. Muestra para Balasto.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Fuente: CII/USAC.