



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

**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL
DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Harry Efraín Ochaeta Galindo

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL
DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HARRY EFRAÍN OCHAETA GALINDO

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Milton De León Bran
VOCAL V:	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establecen las normas, reglamentos y leyes de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL
DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de febrero de 2008.

Harry Efraín Ochaeta Galindo



Guatemala, 01 de septiembre de 2008.
REF. EPS.D.498.09.08.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario (a) **HARRY EFRAÍN OCHAETA GALINDO** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199911723**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ”**.

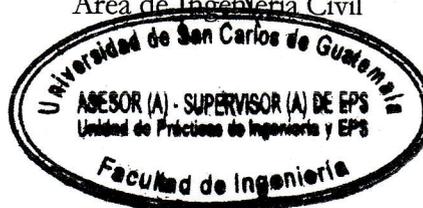
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
OAH/ra



Guatemala, 01 de septiembre de 2008.
REF. EPS.D.498.09.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario HARRY EFRAÍN OCHAETA GALINDO, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Oscar Argueta Hernández**.

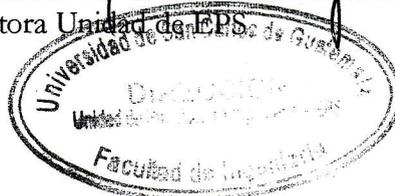
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



Guatemala,
19 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

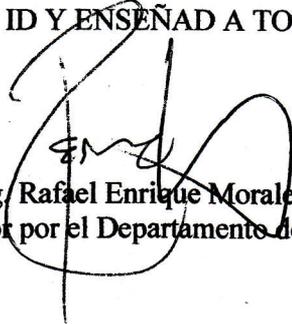
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Harry Efraín Ochaeta Galindo, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
22 de octubre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Harry Efraín Ochaeta Galindo, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



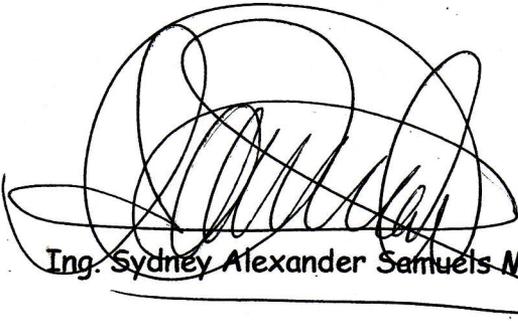
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Harry Efraín Ochaeta Galindo, titulado REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.



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: **REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR Y DISEÑO DEL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Harry Efraín Ochaeta Galindo**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios y a la Virgencita:** Por ser mis creadores. Por bendecirme, guiarme e iluminar el camino a seguir en mi vida.
- Ángel de la guarda:** Por ser mi protector celestial.
- Mis padres:** Efraín Arturo Ochaeta Turckheim y Zully Johanna Galindo Torres, con mucho amor.
- Mi hermana y hermano:** Jaqui y Osvin, con mucho amor.
- Mi novia:** Karen con mucho amor.
- Mis abuelitos:** César Guillermo Galindo Piedrasanta, Papallemo, Berta Agueda Torres Saraccini, Mamatita (D.E.P), Efraín Agustín Ochaeta Leal, Papapin (D.E.P) y Clara Turckheim Ochoa, Mamacala, con mucho amor.
- Mis tíos y tías:** Por contar siempre con ustedes.
- Mis primos:** Por su afecto y en especial a Steave, Michi, Bryan y Rudy, por ser mis hermanos pequeños.

Mis sobrinitos:

Por su afecto.

Mis amigos:

Con aprecio por su apoyo y afecto.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios y la Virgencita: Por ser mi fuente de fe, inspiración y por todo su amor.

La gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ingeniería por permitir mi formación académica y así, alcanzar una gran meta.

Mis padres: Por su amor, por sus consejos, por todo su esfuerzo, por su motivación, por su apoyo incondicional y especialmente por depositar su confianza en mí. No podría ser como soy sin ustedes, los amo tanto.

Mi hermana y hermano: Por estar siempre conmigo en las buenas y malas, por luchar junto a mí, por acompañarme en las risas y las lágrimas, y sobre todo por ser mis amigos incondicionales. Los amo mucho.

Mi novia: Por su amor, por su confianza, por su comprensión, por su linda amistad, por compartir alegrías y tristezas, por todo el apoyo. Gracias por haber llegado a mi vida. La amo mucho.

Municipalidad de San

Pedro Carchá, A.V.:

Por su confianza, colaboración y permitir realizar mi E.P.S. en tan bonito lugar.

Ing. Oscar Argueta:

Por su asesoría, atención, apoyo técnico y moral brindado en la realización del presente trabajo de graduación.

Mis compañeros

y amigos:

Alvin, Tomate, Canche, Ale, Yanuario, Anita, Manzo, Chiqui, Ipiña, Jorge, Lester, Chiquin, Boj, Huary, Selvin, Hernán y Vinicio, por su apoyo y compañerismo y especialmente a Claudia y Franklin (D.E.P) por su grata amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del municipio	1
1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Antecedentes históricos	1
1.1.2.1 Fundación prehispánica/colonial	1
1.1.2.2 Hechos de trascendencia histórica	2
1.1.2.3 Etimología de su nombre	3
1.1.2.4 Primeros habitantes	3
1.1.2.5 Hechos sobresalientes	4
1.1.3 Localización	4
1.1.4 Situación demográfica	5
1.1.5 Extensión	5
1.1.6 Límites	5
1.1.7 Clima	6

1.1.8	Aspectos económicos y actividades productivas	6
1.1.8.1	Agricultura	6
1.1.8.1.1	De subsistencia	7
1.1.8.1.2	Agricultura tecnificada	7
1.1.8.2	Pecuaria	7
1.1.8.2.1	De subsistencia	7
1.1.8.2.1.1	Ganado mayor	7
1.1.8.2.1.2	Ganado menor	8
1.1.8.2.1.3	Aves de corral	8
1.1.8.2.2	Pecuaria tecnificada	8
1.1.8.2.2.1	Ganado mayor	8
1.1.8.2.2.2	Ganado menor	8
1.1.8.3	Artesanías	9
1.1.9	Vías de acceso	9
1.1.10	Servicios públicos	10
1.1.11	Comercio	10
1.1.12	Turismo	11
1.2	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz	13
1.2.1	Descripción de las necesidades	13
1.2.2	Priorización de las necesidades	14
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1	Diseño de la rehabilitación del sistema de agua potable de la aldea Campur, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz	15
2.1.1	Descripción del proyecto	15
2.1.2	Localización de fuentes de abastecimiento	15

2.1.3	Ubicación del proyecto	16
2.1.4	Aforo de las fuentes	16
2.1.5	Calidad del agua	17
	2.1.5.1 Análisis físico-químico	18
	2.1.5.2 Análisis bacteriológico	19
2.1.6	Levantamiento topográfico	19
	2.1.6.1 Planimetría	20
	2.1.6.2 Altimetría	20
2.1.7	Criterios de diseño	20
	2.1.7.1 Período de diseño	20
	2.1.7.2 Tasa de crecimiento poblacional	21
	2.1.7.3 Estimación de la población de diseño	21
	2.1.7.4 Dotación	22
2.1.8	Determinación de caudales	22
	2.1.8.1 Caudal medio diario	22
	2.1.8.2 Caudal máximo diario	23
	2.1.8.3 Caudal máximo horario	24
2.1.9	Parámetros de diseño	24
2.1.10	Diseño de los componentes del sistema	25
	2.1.10.1 Captación	25
	2.1.10.2 Línea de conducción	25
	2.1.10.3 Tanque de almacenamiento	27
	2.1.10.4 Desinfección	29
	2.1.10.5 Red de distribución	30
	2.1.10.6 Obras de arte	33
	2.1.10.6.1 Caja de captación	33
	2.1.10.6.2 Caja para válvulas	33
	2.1.10.6.3 Caja para sistema de cloración	33
	2.1.10.7 Válvulas	33

2.1.10.7.1	Válvula de limpieza	33
2.1.10.7.2	Válvula de aire	34
2.1.10.7.3	Válvula de compuerta	34
2.1.10.7.4	Válvula de globo	34
2.1.11	Planos y detalles	34
2.1.12	Cuantificación de materiales	34
2.1.13	Presupuesto	35
2.1.14	Especificaciones técnicas	35
2.1.14.1	Generalidades	35
2.1.14.2	Renglones de trabajo a considerar	35
2.1.14.2.1	Obra de captación	36
2.1.14.2.2	Línea de conducción	36
2.1.14.2.3	Clorador	37
2.1.14.2.4	Red de distribución	37
2.1.14.3	Descripción trabajo de instalación de tubería	38
2.1.14.3.1	Generalidades	38
2.1.14.4	Limpia, chapeo y desmonte	39
2.1.14.5	Zanjeo	39
2.1.14.6	Soportes para tubería	41
2.1.14.7	Anclajes de tubería	41
2.1.14.8	Instalación tuberías de PVC	42
2.1.14.9	Instalación de tubería de hierro galvanizado	43
2.1.14.10	Prueba de tuberías	44
2.1.14.11	Relleno de zanjas	45
2.1.14.12	Lavado y desinfección interior de la tubería	45
2.1.14.13	Materiales	46
2.1.14.13.1	Tubería y accesorios de PVC	46
2.1.14.13.2	Tuberías y accesorios de hierro Galvanizado	47

2.1.14.13.3	Válvulas de compuerta	48
2.1.14.13.4	Válvulas automáticas de aire	48
2.1.14.14	Materiales de albañilería y refuerzo	48
2.1.14.15	Clorinador (Dosificador de cloro para aplicaciones de flujo por gravedad)	50
2.1.14.16	Conexiones domiciliarias	51
2.1.15	Programa de operación y mantenimiento	51
2.1.16	Propuesta de tarifa	53
2.1.17	Evaluación socio – económica	55
2.1.17.1	Valor presente neto	56
2.1.17.2	Tasa interna de retorno	58
2.1.18	Medidas de mitigación de impacto ambiental	58
2.2	Diseño de camino rural de la aldea Sebulbuxhá, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz	60
2.2.1	Descripción del proyecto	60
2.2.2	Estudio de la comunidad	61
2.2.2.1	Espacio disponible	61
2.2.2.2	Localización del terreno	62
2.2.2.3	Topografía del terreno	62
2.2.3	Estudio topográfico	64
2.2.3.1	Planimetría	64
2.2.3.2	Altimetría	65
2.2.3.3	Secciones transversales	65
2.2.3.4	Cálculo topográfico	66
2.2.3.4.1	Cálculo planimétrico	66
2.2.3.4.2	Cálculo altimétrico	67
2.2.4	Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras	68
2.2.4.1	Cálculo de elementos de curvas horizontales	68
2.2.4.1.1	Cálculo de delta (Δ)	70

2.2.4.1.2	Grado máximo de curvatura	70
2.2.4.1.3	Longitud de curva (LC)	71
2.2.4.1.4	Subtangente (ST)	71
2.2.4.1.5	Cuerda máxima (Cmax)	71
2.2.4.1.6	External (E)	72
2.2.4.1.7	Ordenada media (Om)	72
2.2.4.2	Alineamiento vertical	72
2.2.5.2.1	Diseño de curvas verticales	73
2.2.4.3	Cálculo de subrasante	76
2.2.4.4	Cálculo de áreas de secciones transversales	76
2.2.4.5	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	77
2.2.4.6	Drenaje	78
2.2.4.6.1	Drenaje pluvial	78
2.2.4.6.2	Cunetas	79
2.2.4.6.3	Contracunetas	80
2.2.4.6.4	Corrientes naturales	80
2.2.4.6.5	Drenaje transversal	81
2.2.5	Ensayos de laboratorio de suelos	82
2.2.5.1	Ensayo de contenido de humedad	83
2.2.5.2	Análisis granulométrico	83
2.2.5.3	Límites de consistencia	84
2.2.5.3.1	Límite líquido (L.L)	85
2.2.5.3.2	Límite plástico (L.P.)	85
2.2.5.3.3	Índice de plasticidad (I.P.)	86
2.2.5.4	Ensayo del peso unitario de densidad	86
2.2.5.5	Ensayo de compactación o proctor modificado	87
2.2.5.6	Ensayo de razón soporte california (C.B.R.)	87
2.2.5.6.1	Expansión	87
2.2.5.6.2	Determinación de la resistencia a la penetración	88

2.2.6	Normas para el diseño de caminos rurales	88
2.2.6.1	Criterios generales	88
2.2.6.2	Normas AASHTO	89
2.2.6.3	Normas ASTM	90
2.2.6.4	Normas COGUANOR	90
2.2.7	Planos y detalles	90
2.2.8	Cuantificación de materiales	91
2.2.9	Presupuesto	91
2.2.10	Especificaciones técnicas	92
2.2.10.1	Replanteo topográfico	92
2.2.10.2	Limpia, chapeo y destronque	92
2.2.10.3	Corte	93
2.2.10.4	Relleno	93
2.2.10.5	Estabilización de la subrasante	93
2.2.10.6	Colocación de la capa de balasto	94
2.2.10.7	Drenajes transversales	94
2.2.10.8	Cajas y cabezales	95
2.2.10.9	Cunetas revestidas	95
2.2.10.10	Proyección horizontal	95
2.2.10.11	Taludes	95
2.2.10.12	Acabados para los cabezales	96
2.2.10.13	Uso de explosivos	96
2.2.11	Medidas de mitigación de impacto ambiental	97
2.2.11.1	Limpieza y desmonte	97
2.2.11.2	Manejo y disposición final de desechos sólidos	98
2.2.11.3	Manejo y disposición final de desechos líquidos	99
2.2.11.4	Mantenimiento correctivo y preventivo	99
2.2.11.5	Ambiente sonoro en el establecimiento y funcionamiento de campamentos	100

2.2.11.6 Acarreo de material	100
2.2.11.7 Suelo (limpieza y desmonte)	101
2.2.11.8 Establecimiento y funcionamiento de campamentos	101
2.2.12 Especificaciones técnicas ambientales para la construcción del camino	102
2.2.13 Plan de contingencia	103
2.2.13.1 Seguridad	103
2.2.14 Plan de monitoreo ambiental	103
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	109
APÉNDICES	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de municipios colindantes	6
2	Mapa de vías de acceso	10
3	Ubicación del proyecto	16
4	Ubicación del proyecto	62
5	Elementos que componen a una curva simple	69
6	Sección de una curva vertical	73
7	Elementos que componen a una curva vertical	75

TABLAS

I	Aforo de las fuentes	17
II	Programa de operación y mantenimiento del sistema	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Δ	Delta
AASTHO	American Association of Highways and Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
Cmax	Cuerda máxima
DH	Distancia horizontal
DGC	Dirección General de Caminos
E	External
GPM	Galones por minuto
Hf	Pérdidas por fricción en la tubería
HG	Hierro galvanizado
Hrs.	Horas
Hs	Pérdidas menores en la tubería
i	Tasa de crecimiento en la población
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
LC	Longitud de curva
L/s	Litros por segundo
Lt/hab/día	Litros por habitante por día
mca	Metros columna de agua
m/s	Metros sobre segundo
n	Período de diseño
Om	Ordenada media
PF	Población futura
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
PVC	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal en litros

Qm.	Caudal medio
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
R	Radio hidráulico
ST	Sub tangente
UNEPAR	Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales
V	Velocidad
$V^2/2g$	Carga de velocidad en metros
Vs	Capacidad soporte del suelo
W	Peso

LISTA DE ABREVIATURAS

A	Área
A´	Ángulo obtenido
ACI	American Concrete Institute
Ag	Fracción granular gruesa
Ba	Fracción granular fina
C	Cota
CDT	Carga dinámica total
cm	Centímetro
CU	Cota última
DH	Distancia horizontal
D	Peralte efectivo
Di	Diámetro interior
E	Módulo de elasticidad
Fmd	Factor máximo diario
Fmh	Factor máximo horario
Hf	Pérdida por fricción
INE	Instituto Nacional de Estadística
IP	Índice plástico
K	Módulo de elasticidad del agua
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Km/hr	Kilómetro por hora
L	Longitud
LL	Límite líquido

LP	Límite plástico
m	Metro
mca	Metros columna de agua
mm	Milímetro
N	Coeficiente de rugosidad
n	Diferencia en años
Pn	Población al año requerido
Po	Población inicial
PV	Punto de vuelta
Q	Caudal
R	Radio hidráulico
r	Tasa de crecimiento
S	Pendiente hidráulica
T	Peso total de la muestra
T.P.D.	Tráfico promedio diario
VA	Vista atrás
VI	Vista intermedia

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, coplas, tees, válvulas, etc.
Aforo	Medir el volumen de agua que lleva una corriente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Área Rural	De acuerdo con el Acuerdo Gubernativo de fecha 7 de abril de 1938, se considera área rural a las aldeas, caseríos, parajes, fincas y otras poblaciones dispersas.
Azimut	Es el ángulo de una dirección contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico. El azimut de un punto hacia el este es de 90 grados y hacia el oeste de 270 grados sexagesimales. El término azimut sólo se usa cuando se trata del norte geográfico. Cuando se empieza a contar a partir del norte magnético se suele denominar azimut magnético. En geodesia o topografía geodésica el azimut sirve para determinar la orientación de un sistema de triangulación. El azimut se mide desde el punto cardinal norte.
Carretera	Es toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, cuyo tránsito es permanente.

Carril	Ancho de la superficie para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Caudal	Volumen de agua escurrido en la unidad del tiempo.
Cloración	Desinfección del agua por medio del cloro.
Columna de agua	Unidad de presión del sistema técnico de unidades, y equivale a la presión ejercida por una columna de agua pura de un metro de altura. Su símbolo es m.c.a. 1 m.c.a. = 0.1 kPa/cm ² = 9.81 kPa (kilopascal).
Consumo	Cantidad de agua utilizada por la población en litros por habitante por día.
Cota piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto.
Cunetas	Zanjas laterales paralelas al eje de la carretera, cuya función es la de evacuar las aguas que caen sobre la superficie de la carretera.
Curva circular compuesta	Consiste en una serie de dos o más curvas circulares continuas, con la misma dirección y puntos de tangencia comunes.
Curva circular simple	Es el arco de curva circular, de radio constante que une a dos tangentes.

Hato	Es una porción de ganado mayor o menor. Es un sitio en donde paran los pastores con el ganado.
Hombros	Se le llama así, al área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada. Aplicables solo a carreteras pavimentadas.
Momento	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultado de la aplicación de una fuerza a “x” distancia de su centro de masa.
Mortero	Mezcla de un cementante, un agregado fino y agua o aditivo.
Nociva	Dañina, pernicioso, perjudicial.
Patógeno	Que contamina o genera enfermedades.
Pendiente	Diferencia de niveles entre dos puntos sobre la longitud total de éstos.
Pérdida de carga	Es la diferencia que existe entre la línea de gradiente hidráulico y el nivel estático, dicha pérdida es debida a la fricción.
Rasante	Es la cota de la vía después de haber finalizado cortes y rellenos, por lo tanto, es la que determina el movimiento de tierras.

Riesgo	Es el resultado de una evaluación, generalmente probabilística, de que las consecuencias o efectos de una determinada amenaza exactos exceda valores prefijados.
Sección Típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes que componen una carretera.
Subrasante	Se define así al terreno que soportará los pavimentos, pudiendo estar constituida por el suelo natural del corte o de la parte superior de un relleno debidamente compactado.
Talud	Un talud es una zona plana inclinada y específicamente puede referirse a la pendiente de un muro, la que es más gruesa en el fondo que en la parte superior de éste, de modo que así resista la presión de la tierra tras él.
Terracería	Es el conjunto de materiales no clasificados de una carretera, conformada en todas sus etapas previas por la maquinaria, hasta el nivel de la subrasante, incluye cortes y rellenos.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., fue realizado en la Municipalidad de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, durante el mismo se realizaron varios proyectos, algunos que van desde la planificación hasta su ejecución, pero también existen otros proyectos que están por realizarse.

La decisión de llevar a cabo cada proyecto, depende en primer lugar de la necesidad que existe en el lugar y posteriormente se estudia la factibilidad para realizarlo y de los recursos que se posean.

En el presente trabajo de graduación se describen dos proyectos que se planificaron en orden de prioridad de acuerdo a las necesidades de las distintas comunidades en donde se van a concretizar.

En el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz se encuentra la aldea Campur, la cual en la actualidad carece de un sistema adecuado de agua potable, para poder abastecer del vital líquido a todos sus habitantes. Durante las visitas realizadas a esta aldea se observó las condiciones precarias a las que se enfrentan los habitantes, quienes no cuentan con un sistema adecuado para el abastecimiento de agua, el cual es necesario, tanto para realizar actividades cotidianas como para conservar la buena salud de los habitantes. Debido a la necesidad que tiene la aldea de abastecerse de agua potable, se decidió realizar el estudio y planificación para la rehabilitación del agua potable.

En el mismo municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz, se encuentra ubicada la Aldea Sebulbuxhá. Esta aldea carece de una ruta de acceso que tenga buenas condiciones y que permita no solo el traslado de sus habitantes hacia otras aldeas, comunidades, caseríos y al mismo municipio, sino también que permita llevar actividades comerciales para un mejor traslado y mercado de productos. Como bien se sabe los caminos, carreteras, rutas, etc. no son solo vías de acceso a los diferentes lugares, sino que también constituyen las vías a través de las cuales se puede dar la comunicación entre un lugar y otro. Se vio la necesidad que tiene la aldea Sebulbuxhá, de contar con un fácil acceso, y por eso se realizó el estudio y se planificó el diseño del camino rural para dicha aldea.

OBJETIVOS

Generales:

- Solucionar el problema, satisfacer la necesidad y mejorar las condiciones de salud, así como el acceso a la locomoción y traslado de productos para lograr la calidad de vida de las aldeas Campur y Sebulbuxhá del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz, mediante la aportación de dos estudios técnicos para la resolución de estos problemas; un estudio de agua potable y otro estudio de camino rural y de esta manera lograr el desarrollo comunitario y progreso de los habitantes de cada aldea, relacionado con el tema de la salud de los pobladores, así como la movilización hacia la cabecera municipal.

Específicos:

1. Desarrollar una investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, de las aldeas Campur y Sebulbuxhá del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.
2. Realizar el diseño para mejorar el sistema de agua potable en la aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

3. Diseñar la ampliación y mejoramiento de un camino rural en la aldea Sebulbuxhá, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, para brindarle a la población una vía transitable en cualquier época del año.

4. Presentar a la municipalidad la propuesta del proyecto del diseño para el mejoramiento de agua potable de la aldea Campur, y de un camino rural hacia la aldea Sebulbuxhá, así como los planos y el presupuesto para la calidad de prestación del servicio de agua potable y un mejor acceso, para el tránsito de las personas y vehículos para trasladar productos hacia la cabecera municipal.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S. es la fase en la carrera de Ingeniería Civil a través de la cual se ponen en práctica algunos conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera. Durante la realización del EPS se fueron desarrollando algunos proyectos hasta llevarlos a su fase de conclusión, pero también se realizaron estudios en otras comunidades acerca de sus necesidades. Entre las comunidades mencionadas anteriormente se encuentran dos, en las cuales se decidió realizar el diseño de un proyecto por cada comunidad.

La aldea Campur, se encuentra ubicada en el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, en esta aldea actualmente existe un sistema de captación de agua, pero actualmente no satisface las necesidades de la población, por lo que se decidió diseñar un proyecto que tenga una cobertura total para abastecer del servicio de agua potable a esta comunidad. Con este diseño se pretende solucionar la problemática del mal abastecimiento de agua potable, que se considera de carácter urgente.

En el capítulo uno se desarrolla toda la fase de investigación para dicho proyecto, en el cual se hace un estudio de todos los aspectos teóricos, concernientes al municipio, en el cual se encuentra ubicada la aldea donde se va ejecutar el proyecto, estableciéndose sus necesidades.

En el segundo capítulo se presenta el diseño de la rehabilitación del sistema de agua potable, de la aldea mencionada anteriormente, describiendo el proyecto, se realizaron los análisis correspondientes, el levantamiento topográfico, los criterios del

diseño, la determinación de los caudales, parámetros de diseño, también se elaboraron los planos, se hizo la cuantificación de los materiales y su respectivo presupuesto y por último se establecieron las medidas de mitigación del impacto ambiental.

La otra comunidad con necesidad de satisfacer una de sus tantas necesidades, es la aldea Sebulbuxhá, ubicada también en el municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz. En esta aldea se llevó a cabo el diseño de un camino rural, para facilitar el acceso a la comunidad. La realización de este proyecto es de suma importancia para atender la demanda de una vía adecuada de comunicación y acceso, ya que debido a este problema que actualmente tienen, existen dificultades para sus habitantes con respecto a su desarrollo económico, social, educativo y de salud, agravándose este problema en la época de invierno.

Con la implementación de este proyecto se contribuye a la solución de la problemática planteada y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la aldea.

El proyecto de la aldea Campur, en el capítulo uno también se desarrolla toda la descripción de los aspectos necesarios a estudiar para el diseño del camino en la aldea Sebulbuxhá.

En el capítulo dos se presenta el diseño del camino rural de la aldea anteriormente mencionada, primero haciendo una descripción del mismo, el estudio de la comunidad para establecer el espacio disponible, además de realizar la topografía del terreno, se establecen las normas para el diseño de caminos rurales, y consecuentemente se presentan los planos, la cuantificación de los materiales, el presupuesto, las especificaciones técnicas y finalmente se establecen las medidas de mitigación del impacto ambiental.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio

1.1.1 Aspectos generales

San Pedro Carchá es un municipio del departamento de Alta Verapaz y se encuentra entre los municipios con mayor densidad poblacional del país, la cual está diseminada en el área rural. Es un territorio rico en recursos naturales y en donde muchas fincas cafetaleras florecieron. La cabecera municipal es uno de los puntos de comercio más activos de la región altaverapacense. La fiesta en honor de San Pedro se celebra del 24 al 29 de junio de cada año y se realizan eventos religiosos, culturales, sociales, deportivos y danzas folclóricas. San Pedro Carchá es famoso por la elaboración de trabajos en filigrana de plata, como cadenas, pulseras, varas edilicias y de cofradías, así como por su templo colonial.

1.1.2 Antecedentes históricos

1.1.2.1 Fundación prehispánica/colonial

Según el manuscrito del Capitán Martín Alonso de la Tovilla, Alcalde Mayor y de los primeros Corregidores de la Verapaz, en el año 1543, por disposición de su majestad Carlos V, los pueblos de la Verapaz lo componían ya entre los diez que se mencionan, como segundo municipio San Pedro Carchá y lo confirma el primer documento “Titulo de Fundación de la Verapaz, fue emitido por el Jefe de Estado, con fecha 12 de septiembre de 1839 firmándolo Don Mariano Paz Rivera.

Propiamente la fundación de la ciudad se atribuye a Fray Luis de Cáncer y Fray Pedro de Angulo, pero de ello no hay documento auténtico, hubo monumentos coloniales que el progreso ha destruido como los Vía-Crucis en los cuatro barrios como: San Pablo, Santiago, San Pedro y San Sebastián, como hermosa joya colonial, que el investigador Dr. Herbert Quirin Diesseldorff, describe como una de las más valiosas.

En el año 1544 se funda el pueblo de San Pedro Carchá, se erige su primera Iglesia y se trazan los barrios que las circundan, cada uno obtuvo una cofradía.

Funcionó la provincia bajo la égida de la cabecera que lo fue Salamá, Baja Verapaz, hasta el cuatro de mayo de 1877, en que el Reformador General Justo Rufino Barrios, en definitiva dividió el territorio de Baja y Alta Verapaz, de la cual, por su extensión y población territorial es el primer pueblo o municipio San Pedro Carchá.

1.1.2.2 Hechos de trascendencia histórica

Existen algunos fragmentos del Popol Vuh, versión de Adrián Recinos, donde se hace referencia a un patio de pelota por la Gran Carchá, centro importante de la población.

En cuya región parece que los Quichés ubicaron hechos mitológicos “En el juego de pelota que se llama Xob-carchah”, así como también era camino a Xibalbá, según menciona al referirse a los hermanos hijos Ixpiyaxic e Ixmucané. “Enseguida se fueron Hun Hunahpúh y Vucub Hunapúb y los mensajeros los llevaban por el camino de Xibalbá, por unas escaleras muy inclinadas”. En el memorial de Tecpán Atitlán o Anales de los Cakchiqueles aparece que los Quichés, al llegar al actual territorio, lo fue Nigah Carchah, según el manuscrito, siendo los nombres antiguos todavía posibles de ser identificados en parte.

1.1.2.3 Etimología de su nombre

La etimología de la palabra Carchá, es bastante discutida, ya que desde el período mitológico se ha expresado en la lengua q'eqchí' "Car "Pez-Pescado "Cha" Ceniza. Después que el investigador Haroldo Zea, tomando del libro sagrado "Popol Vuh" se determinó que el significado de Carchá fue la región de "Hombres Peces".

1.1.2.4 Primeros habitantes

No hay duda que las civilizaciones anteriores a los habitantes actuales de San Pedro Carchá, fueron mayas, los cuales fueron esparciéndose por toda la Región, habiéndose asentado algunas tribus en lo que hoy es la parte habitada por Q'eqchies. Los registros indican que existen siete sitios arqueológicos en el territorio, lamentablemente estos no han sido restaurados para que sean admirados y apreciados, tanto por propios como por extraños.

1.1.2.5 Hechos sobresalientes

Se dice que entre los años 1878 y 1879, durante la feria de junio, hubo un levantamiento contra la Municipalidad y de los ladinos, muriendo gran cantidad de habitantes y a consecuencia de ello, muchas personas emigraron a algunas aldeas del municipio de Senahú, quienes posteriormente pidieron la creación del municipio del mismo nombre, siendo aceptado por el General Justo Rufino Barrios, en el año de 1885. Otro acontecimiento histórico para este municipio fue la creación del Escudo; en el año 1972, la Municipalidad presidida por Don Arnoldo Delgado, creó el Escudo Heráldico del Municipio, que constituye un simbólico motivo y que consiste en el Edificio Municipal o Palacio del Ayuntamiento como fondo, una Monja Blanca, un Pescado (Pez) y las llaves del Apóstol San Pedro. Simbolismo que encierra la traducción del nombre Carchá.

1.1.3 Localización

La República de Guatemala se encuentra dividida en ocho regiones, las que se establecen política y administrativamente en veintidós departamentos, entre los cuales se enmarca, en la zona norte del país, Alta Verapaz, con sus diferentes municipios, desglosando éstos se puede notar la presencia de San Pedro Carchá, A.V., siendo uno de los más extensos y poblados del país. Fue elevada a la categoría de Villa por Acuerdo Gubernativo del 8 de abril de 1967 y Ciudad por Acuerdo Gubernativo del 15 de febrero de 1974.

Geográficamente se localiza en la Latitud Norte 15 grados 28 minutos y 38 segundos. Longitud Oeste 90 grados, 18 minutos y 38 segundos A una distancia de 217 kilómetros al norte de la Ciudad Capital.

1.1.4 Situación demográfica

La población de San Pedro Carchá, oscila en 245,000 habitantes, de los cuales aproximadamente el 90% vive en el área rural y es predominante de raza Maya Q'eqchí y el 10% vive en el área urbana.

Los habitantes de San Pedro Carchá hablan el idioma español y el idioma Q'eqchí, que es el predominante.

En cuanto a la religión el 53% de la población profesa la religión Católica, el 44% la Evangélica, un 1.5% son mormones, el 0.5 % son testigos de Jehová, 0.5% son sabatistas y el 0.5% practica otras religiones.

1.1.5 Extensión

San Pedro Carchá cuenta con una extensión territorial de 1,082 kilómetros cuadrados.

1.1.6 Limites

Colindancias de los municipios son las siguientes:

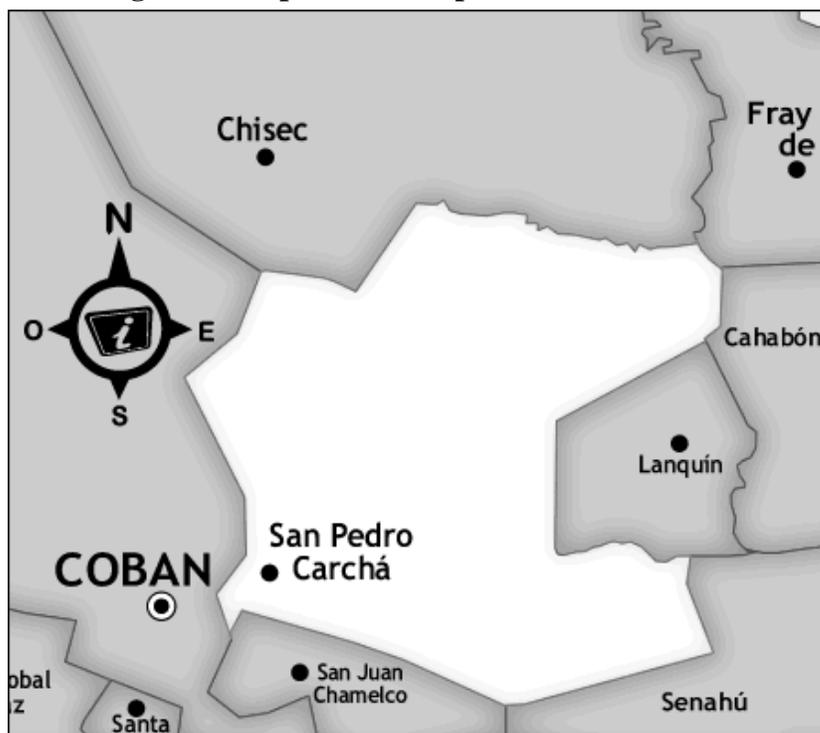
Norte: Con Chisec y Fray Bartolomé de las Casas.

Este: Con Cahabón, Lanquín y Senahú.

Sur: Con Senahú y San Juan Chamelco.

Oeste: Con Cobán y Chisec.

Figura 1. Mapa de municipios colindantes.



Fuente: O.M.P. de San Pedro Carchá

1.1.7 Clima

Por su ubicación geográfica y registros proporcionados por el INSIVUMEH, el municipio de San Pedro Carchá posee pertenece a la zona climática de la franja transversal del norte. Región en la que se manifiestan climas de género cálido con invierno benigno, cálidos sin estación seca bien definida y semicálidos con invierno benigno, su carácter varía de muy húmedos sin estación seca bien definida. Por lo que el clima se puede decir que es templado.

1.1.8 Aspectos económicos y actividades productivas

La actividad económica de San Pedro Carchá, se basa en agricultura, explotación forestal, artesanías y servicios, la que debe verse en dos estratos sociales: familias en pobreza y pobreza extrema y familias con mejores oportunidades. Esta estratificación determina la riqueza comunitaria e impactan en la sociedad del Municipio. Las principales actividades económicas principales en el municipio son:

1.1.8.1 Agricultura

1.1.8.1.1 De subsistencia

Se practica en minifundios familiares en terrenos que van de 1 a 300 cuerdas. Como tecnología de producción se utiliza la aplicación de fertilizante químico y semilla mejorada, cuando tienen acceso. Generalmente se trata de cultivos de época lluviosa, es decir con una cosecha al año, dependiendo el ciclo vegetativo y de la presencia del invierno. Los principales cultivos son el maíz, se cultiva en el 100% de las comunidades. Frijol, cultivado en el 100% de las comunidades. Hortalizas, principalmente güisquil, chile, papa y tomate; no se cultiva en todas las comunidades. Otros cultivos, caña, té, ayote, pimienta y achiote en algunas comunidades.

1.1.8.1.2 Agricultura tecnificada

Se practica en fincas con áreas mínimas de 2 caballerías y con tecnología adecuada. Son fuentes de trabajo en el área de su ubicación a través del jornaleo. La producción principal, es el de café y cardamomo, cuyos rendimientos, en el caso del café puede alcanzar hasta 125 quintales por manzana.

1.1.8.2 Pecuaria

1.1.8.2.1 De subsistencia

No debe verse como productiva, sino como una forma de ahorro para cubrir las emergencias que se presentan en la familia. Las especies pecuarias en este estrato son:

1.1.8.2.1.1 Ganado mayor

Las familias que poseen este tipo de ganado se ubican en una categoría comunitaria que se puede considerar como “menos pobre” y son propietarios entre 1 y 5 vacas.

1.1.8.2.1.2 Ganado menor

Las familias que poseen este tipo de ganado se ubican en un estrato comunitario entre “pobre” y “menos pobre” y su propiedad oscila entre 1 y 5 cerdos.

1.1.8.2.1.3 Aves de corral

Las familias que poseen aves de corral incluyen a las que, comunitariamente se les puede catalogar como “muy pobres”, las especies más comunes son gallinas (entre 1 y 50), pavos comunes (entre 1 y 10) y palmípedas (sin determinar cantidad).

1.1.8.2.2 Pecuaria tecnificada

Se trata de familias que tienen capacidad para crianza de ganado, lo hacen tecnificadamente y la comercializan. Se encuentran las siguientes especies:

1.1.8.2.2.1 Ganado mayor

La mayoría crían ganado vacuno, casi siempre cruce criollo con razas cebucanas. Los hatos pueden sobrepasar las 500 cabezas en promedio con destinos a la producción de carne y de leche, la comercialización la hacen en diferentes mercados. También crían caballos y asnos.

1.1.8.2.2.2 Ganado menor

Las especies más comunes que se crían tecnificadamente son cerdos con propósitos de producción de carne y procreación y peligrüeyes.

1.1.8.3 Artesanías

Como fuente de ingresos las artesanías en San Pedro Carchá, son atendidas por pequeños negocios familiares o de manera individual. Los talleres de artesanía en barro, trabajan contra pedido, mientras que los tejidos son elaborados en casa y vendidos a particulares. Las principales artesanías que se encuentran en el municipio son: Artesanía en barro, ladrillo cocido, teja, comales, jarros y ollas. Tejidos de algodón, güipiles, y mantelería de mesa que son los de comercialización “normal”. Artesanía en cuero, sillas y aparejos para monta, zapatos. Esta artesanía abastece el mercado local en mínimo porcentaje. Artesanía en madera, muebles en maderas finas e instrumentos musicales.

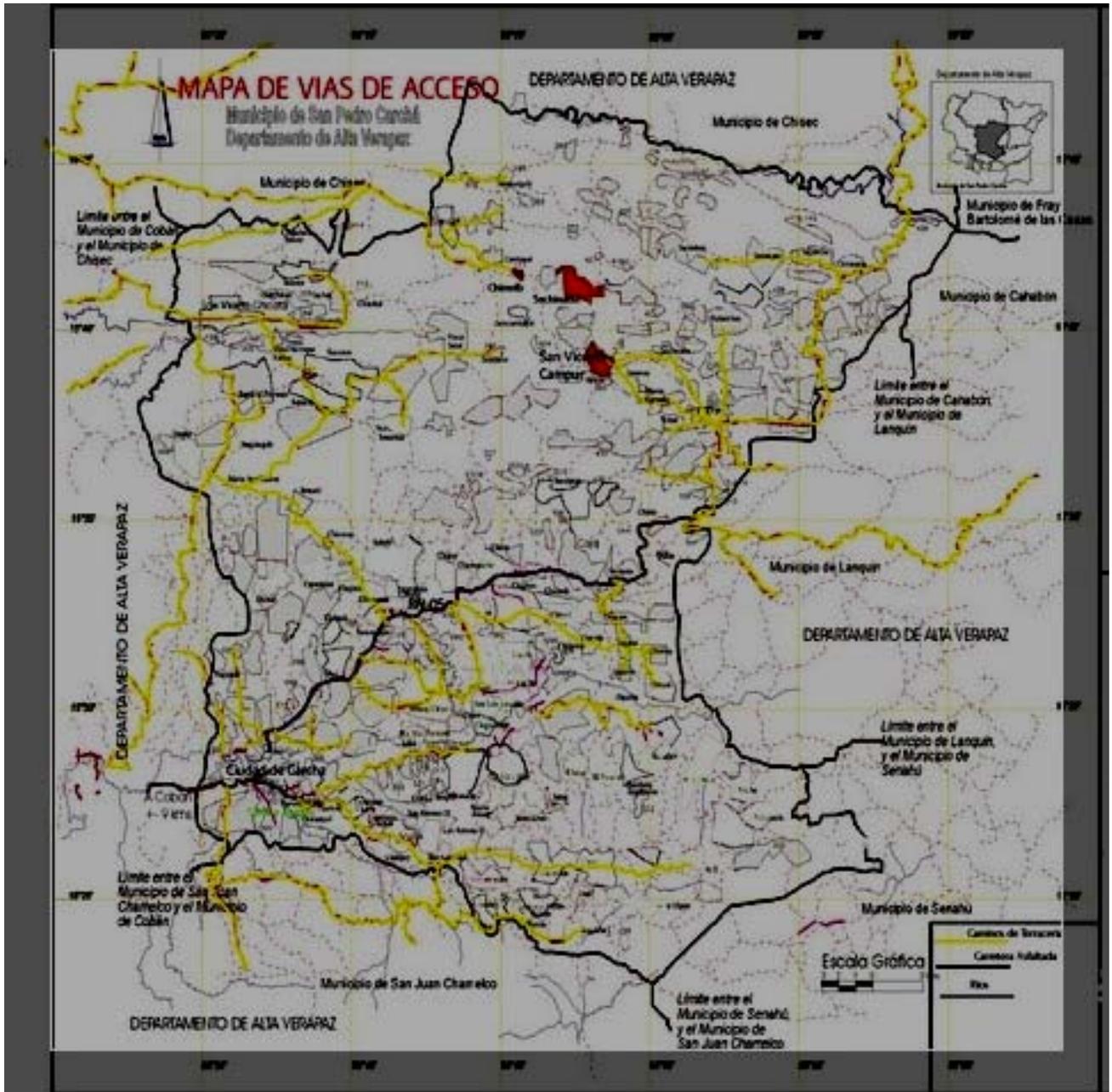
En este tipo de artesanías y porque la materia prima es vegetal, se puede ubicar la fabricación de petates y escobas de palma. Joyería, pequeños talleres familiares se dedican a la fabricación de joyas en cobre, plata y oro.

1.1.9 Vías de acceso

La principal vía de acceso se encuentra a 7 kilómetros de la cabecera departamental, Cobán.

San Pedro Carchá cuenta con accesos a todos los municipios vecinos que se encuentran en sus límites, las cuales se pueden apreciar en el siguiente mapa:

Figura 2. Mapa de vías de acceso.



Fuente: O.M.P. de San Pedro Carchá

1.1.10 Servicios públicos

El Municipio de San Pedro Carchá cuenta con los siguientes servicios públicos: Agua potable, drenaje, energía eléctrica, edificio para mercado, Bomberos Voluntarios, Policía Nacional Civil, Hospital de Ojos y Oídos, Juzgado de Paz.

1.1.11 Comercio

Existen pequeñas industrias artesanales, entre las que se encuentran: Platerías, alfarerías, carpinterías, zapaterías y tejidos, motivo de admiración de propios y extraños.

Otra actividad comercial a la cual se dedican los Sampedranos es a la crianza de ganado bovino y porcino.

Otra fuente de riqueza de esta Ciudad, son sus bosques, en los que pueden encontrarse maderas preciosas, tales como la caoba, cedro, pino, drago, ciprés, hormigo, entre otras.

Existen organizaciones de carácter productivo como exportadoras de café, los beneficios de Camec y Cafemar.

También existen diferentes exportadoras de cardamomo entre las cuales están la de Cardex, Comercial Ponce Guay, del Trópico Sport, beneficio Boquicar, beneficio Kress, beneficio Rudy Kress y beneficio Marcos Rubio.

1.1.12 Turismo:

En el municipio de San Pedro Carchá, la topografía ha permitido la formación de varios lugares de atracción turística, entre ellos el más visitado es el balneario Las Islas.

En este municipio se encuentra el Parque Ecológico Hun Nal Ye, uno de los centros turísticos más nuevos y exclusivos de las verapaces en donde también se hizo un descubrimiento arqueológico. Rumbo a San Juan Chamelco en carretera de terracería y a una distancia de cuatro kilómetros del centro de la población está el balneario de Tzacanihá, cerca se encuentra otro sitio atrayente denominado el Nacimiento, donde se puede descansar y pescar, se le llama de esa forma, porque de esa área proviene el agua que surte a la gran ciudad.

En la periferia del casco urbano se encuentra la finca Rax-Pec ruta hacia Lanquín, y en una de sus montañas se encuentra el monumento a la Monja Blanca, desde donde se contempla el valle carchaense.

En el barrio San Pablo, a orillas de la cinta asfáltica con dirección a la ciudad de Cobán, se encuentra la pila de Boquicar, siendo su característica principal que todo el año se mantiene con agua. En la aldea Candelaria Yalicar se acaba de descubrir una cueva que tiene como atractivo la formación de figuras por las estalactitas y estalagmitas.

En la aldea Chimoté cerca de una cueva se escucha como que tocaran rítmicamente con tamborcito un son, otra versión es que en dicha aldea están los cho'olwing llamados "Corazón de los hombres", es decir, los primeros hombres mayas.

En Changüínich hay una laguna en Sepalau, lugar natural con variedad de peces, en ese sector según cuentan los comuneros existe una laguna encantada, pues la persona o animal que entra ya no sale. En Chiyó se construye una hidroeléctrica que generará energía eléctrica próximamente, constituyéndose en otro lugar de atracción turística. En la aldea San Vicente Chicatal hay otro nacimiento de agua entre grandes cuevas y que forman una elegante catarata.

En el centro de la población el imponente Palacio Municipal, La iglesia parroquial San Pedro Apóstol, su atractivo parque central. Al final de la quinta calle el moderno Gimnasio Municipal.

Las diferentes ermitas que llevan los nombres de San Pedro, San Pablo, San Sebastián y Santiago.

El balneario La Presa, que es abastecido por el río Chikoy que circunda la ciudad. En donde son famosos los puentes Chikay, Guay, Doña Julia, Chichún y el centenario Chixtún, siendo enlace hacia Campur, Lanquin. Sebol, Cahabón, Fray Bartolomé de las Casas, franja transversal del Norte. En el barrio Saraxoch, se yergue majestuoso el estadio Juan Ramón Ponce Guay, en el cual se desarrollan los encuentros futbolísticos del equipo del municipio.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del área rural, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz

1.2.1 Descripción de las necesidades

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

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

- a. Mejoramiento del sistema vial.
- b. Ampliación de energía eléctrica.
- c. Introducción de Agua Potable.
- d. Puestos de salud.
- e. Carreteras.
- f. Ampliación de escuelas.

1.2.2 Priorización de las necesidades

Basados en los criterios demográficos, socioeconómicos, población a beneficiar, así como en la tasa de mortalidad, se determinó la priorización de las necesidades para el municipio, entre las cuales se tienen las siguientes:

- a. Caminos de acceso a las comunidades.
- b. Introducción de agua potable.
- c. Puestos de Salud.
- d. Introducción de energía eléctrica.
- e. Construcción de escuelas.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de la rehabilitación del sistema de agua potable de la aldea Campur, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz

2.1.1 Descripción del proyecto

La aldea Campur ubicada en San Pedro Carchá cuenta con un sistema de agua potable pero el caudal es insuficiente para toda la población. En la actualidad existe una línea de conducción y una línea de distribución, las cuales se encuentran en muy mal estado, y están colocadas una para cada sector con que se compone la aldea; Centro, Sector 4, Semaú y Cruce Setaña.

El proyecto consiste en la construcción de una línea de conducción de 315.41 metros lineales con tubería HG de 2.5 y 2 pulgadas de diámetro con su captación y sistema de cloración. Una red de distribución de 6,516.20 metros lineales con tubería PVC de 160 PSI en medidas de 4, 3, 2 ½, 2, 1 ½, 1 y ¾ de pulgada. Así mismo, se diseña un tanque de distribución de 115 metros cúbicos, con el cual se logra rehabilitar el sistema de agua potable para la Aldea.

2.1.2 Localización de fuentes de abastecimiento

Para el abastecimiento se cuenta con el agua que produce el nacimiento Campurhá que se encuentra localizado al sur de la aldea Campur.

2.1.3 Ubicación del proyecto

Figura 3. Ubicación del proyecto.



Fuente: O.M.P. San Pedro Carchá

2.1.4 Aforo de las fuentes

La época de estiaje es la ideal para realizar un aforo de una fuente de abastecimiento, ya que en esta época las fuentes bajan su caudal. El aforo de las fuentes se realizó en el mes de diciembre de 2007, siendo una época lluviosa, para ello se utilizó el método volumétrico; los resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla I. Aforo de las fuentes.

	TUBERIA SEMAHU	TUBERIA CENTRAL	TUBERIA SECTOR 4	RESTO NACIMIENTO
No.	Tiempo (s.)	Tiempo (s)	Tiempo (s)	Tiempo (s)
1	12.25	4.78	9.15	69.14
2	12.51	4.76	8.64	70.01
3	12.77	4.75	8.59	69.93
4	12.47	4.52	8.90	69.80
5	12.75	4.78	8.79	69.75
6	12.55	4.52	8.64	70.25
Total	75.30	28.11	52.71	418.88
Tiempo promedio	12.55	4.69	8.79	69.81
Tamaño de recipiente	1	1	1	1
Volumen Recipiente	18.9	18.9	18.9	18.9
Caudal promedio	1.51	4.03	2.15	0.27
Fecha de aforo	Dic-07	Dic-07	Dic-07	Dic-07

Fuente: Elaboración propia

Total caudal nacimiento Campurhá: 7.96 Litros/segundo.

2.1.5 Calidad del agua

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos permisibles, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de la fuente de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura.

El agua, cualquiera que sea su origen, atmosférico, superficial o subterráneo, puede ser portadora de un número considerable de bacterias del aire, del suelo o procedente de la descomposición de organismos superiores muertos, cuya ingestión no causará mayores peligros a la salud. Si el agua es contaminada por cloacales de una población que cuente con individuos portadores de enfermedades entéricas, entonces probablemente estará contaminada por gérmenes transmisores de enfermedades, y su ingestión será causa de infección.

Las principales enfermedades transmitidas por el agua, se clasifican así:

Por bacterias (bacteriosis):

- Cólera
- Fiebre tifoidea
- Fiebre paratifoidea
- Disentería bacilar

Por protozoarios (amebiasis):

- Disentería amebiana

Por virus (virosis):

- Hepatitis infecciosa
- Poliomielitis (parálisis infantil)

El resultado de los análisis de calidad del agua se encuentra en el apéndice A.

2.1.5.1 Análisis físico-químico

Para que el agua sea apta para consumo, debe permanecer dentro de los límites que se rigen con la Norma Internacional de la Organización Mundial para la Salud para Fuentes de Agua.

Desde el punto de vista de calidad física y calidad química, el agua del nacimiento Campurhá necesita ser clorada para que cumpla con la Norma establecida y su desinfección se basará en el análisis de calidad del agua.

2.1.5.2 Análisis bacteriológico

Es conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico. El agua que contenga bacterias de ese grupo se considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehiculizar bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

El examen bacteriológico se realiza con el fin de detectar gérmenes coliformes en el agua, ya que son sumamente dañinos para el ser humano; éstos no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mililitros de agua. La muestra de agua presentada de la fuente que abastecerá a la Aldea Campur desde el punto de vista bacteriológico, el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección según la Norma Internacional de la Organización Mundial para la Salud para Fuentes de Agua.

2.1.6 Levantamiento topográfico

Se realizó una inspección preliminar para observar factores que puedan ser determinantes en el diseño hidráulico del sistema de agua potable, luego de obtener una posible ruta por donde se conducirá la tubería y se ubicarán las obras de arte; se procedió a realizar el levantamiento topográfico, el cual servirá para determinar la posición horizontal y vertical de puntos específicos en dicha ruta. Con el levantamiento topográfico se obtienen elevaciones y coordenadas. Así como la longitud de la línea de conducción y la de la red de distribución, datos con los cuales se elaboran los planos del proyecto.

La libreta de topografía se encuentra en el apéndice B.

2.1.6.1 Planimetría

Es el conjunto de trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal. En este caso se utilizó el método de conservación de azimut, ya que es el más adecuado en la medición de poligonales abiertas.

2.1.6.2 Altimetría

Es el conjunto de trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de la tercera dimensión del terreno, toma en cuenta las tres dimensiones y generalmente se le llama trabajo de nivelación. La unión de trabajos de planimetría y altimetría proyectada en un plano toda la información requerida del terreno siendo la base para el diseño del sistema de agua.

2.1.7 Criterios de diseño

Los criterios de diseño de un proyecto, dependerán de factores tales como: El nivel de vida, el clima, la actividad productiva, los patrones de consumo de la población, los aspectos socioeconómicos, entre otros.

2.1.7.1 Período de diseño

El período de diseño se encuentra en función de la vida económica del proyecto. Se entiende por período de diseño el número de años durante el cual el sistema que se propaga será adecuado para satisfacer las necesidades de la población.

Se calcula considerando la vida útil de las estructuras y equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño, la facilidad o dificultad para realizar ampliaciones o adiciones a las obras existentes o planteadas, relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo posibles cambios en los desarrollos de la comunidad, la industria y el comercio, capacidad del agua a manejar, operación y mantenimiento.

El periodo de diseño es reducido en poblaciones pequeñas, mientras que se incrementa en poblaciones grandes.

El sistema de agua potable para la Aldea Campur será diseñado para un periodo de 20 años.

2.1.7.2 Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional para la aldea Campur, es de 3%, según datos obtenidos en la municipalidad de San Pedro Carchá.

2.1.7.3 Estimación de la población de diseño

El cálculo de población futura, según el período de diseño adoptado para el proyecto, se calculó por medio del método de crecimiento geométrico por ser el que se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo, tomando como población actual la proporcionada por los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

$$P_{f\ total} = P_{actual} \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

P_f = población futura

Pactual = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional en %

n = período de diseño

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$P_{f \text{ total}} = 1460 \times \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{20}$$

$$P_{f \text{ total}} = 2636 \text{ habitantes}$$

2.1.7.4 Dotación

Para determinar la dotación se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: El clima es templado, la capacidad y disponibilidad de pago, y principalmente se tomó en cuenta la disponibilidad de agua de la fuente, por lo que la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 90 litros/habitantes/día.

2.1.8 Determinación de caudales

2.1.8.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio. El caudal medio diario se calcula mediante la fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f \times Dot}{86400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio en litros/segundo

P_f = Población futura

Dot = Dotación en litros/habitante/día

86400= Cantidad de segundos en un día

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_m = \frac{2636 \times 90}{86400}$$

$$Q_m = 2.74 \text{ litros/segundo}$$

2.1.8.2 Caudal máximo diario

Se determina en el día de máximo consumo representado en una serie de registros obtenidos durante un año. Este consumo debe ser satisfecho por el sistema, a falta de registro, el caudal máximo diario, será el producto de multiplicar el caudal medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5. Se adoptó para el proyecto un factor de 1.5.

$$QMD = fmd \times Qm$$

Donde:

QMD = Consumo máximo diario o caudal de conducción

fmd = Factor máximo diario

Qm = Consumo medio diario

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$QMD = 1.5 \times 2.74 \text{ litros/segundo}$$

$$QMD = 4.11 \text{ litros/segundo}$$

2.1.8.3 Caudal máximo horario

Se determina en la hora de máximo consumo, presentada en el día de máximo consumo, multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de 2 a 3 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes. Se optó para el proyecto un factor de 2.

$$QMH = fmh \times Qm$$

Donde:

QMH = Consumo máximo horario

fmh = Factor máximo horario

Qm = Consumo medio diario

Sustituyendo datos en la fórmula se obtiene:

$$QMH = 2 \times 2.74 \text{ litros/segundo}$$

$$QMH = 5.48 \text{ litros/segundo}$$

2.1.9 Parámetros de diseño

El diseño consiste en la construcción de una línea de conducción de tubería galvanizada debido a la topografía del terreno, un tanque de almacenamiento y una red de distribución la cual abastecerá a los cuatro sectores que componen a la aldea Campur, por medio de conexiones domiciliarias.

El diseño hidráulico se hará con base en la pérdida de presión del agua, que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluyen los principales conceptos utilizados.

2.1.10 Diseño de los componentes del sistema

2.1.10.1 Captación

Los manantiales de agua para fines de abastecimiento público pueden clasificarse en dos grupos, superficial y subterráneo. Los superficiales son los que están constituidos por arroyos, ríos, lagos, represas, etc. Los subterráneos son los que están constituidos por aguas que provienen de las grietas del suelo, pueden aflorar a la superficie como lo es el caso de fuentes, nacimientos, etc., o bien ser elevados artificialmente por medio de bombas. El manantial del cual se dispondrá en el presente estudio se encuentra dentro del segundo grupo, el cual establece una captación adecuada para el mismo.

La obra de captación es la obra civil que se utiliza para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial de la fuente de abastecimiento, estará construida con concreto reforzado con las dimensiones que se indican en los planos y contará con una pichacha de 2 ½” de bronce.

Deberá tratarse en lo posible de mantener las condiciones naturales del sitio de captación y cuando haya necesidad de realizar un trabajo adicional, éste deberá ser para mejorar las condiciones naturales del sitio. Se deberá tener especial cuidado en no deforestar el área ni dejar desechos de construcción que alteren la ecología del lugar.

2.1.10.2 Línea de conducción

Es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación al tanque de distribución. Las conducciones pueden ser por gravedad o por bombeo.

Se utilizará tubería HG, con un coeficiente de rugosidad de $C = 100$, presiones no mayores de 90 metros columna agua (mca), velocidades dentro del rango de 0.40 a 3 metros/segundo, dejándolo en la zanja a 0.80 metros de profundidad y 0.40 metros de ancho.

Para la línea de conducción se tomará en cuenta que el sistema trabaja por gravedad; para este caso, el diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos.

Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, conducirá el diámetro económico que satisfaga las razones técnicas que permitan soportar presiones menores que no dañen el material de conducción que se esté utilizando.

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

- a. Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- b. Capacidad para transportar el caudal máximo diario (QMD)
- c. Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- d. Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción
- e. Considerar diámetros económicos para la economía del proyecto

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$h_f = \frac{1743.811 * (L) * (Q^{1.85})}{(C^{1.85}) * (D^{4.87})}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga (m)

L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía del terreno (m)

Q = Caudal máximo diario, o caudal de conducción (L/s)

D = Diámetro de tubería (pl.)

C = Coeficiente de fricción según calidad de la tubería.

Para HG se usará $C = 100$

El diseño fue realizado con una hoja electrónica, el resumen del cálculo hidráulico se encuentra en el apéndice C.

2.1.10.3 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento sirve para almacenar y distribuir el agua a una comunidad, su tamaño varía según el número de habitantes, cuenta con las siguientes características:

- Caja de válvula de entrada.
- Tubería de entrada.
- Tapadera, entrada al tanque.
- Drenaje.
- Ventilación
- Rebalse.
- Pichacha y tubería de salida.
- Caja de válvula de salida.
- Cerco perimetral.

La función principal de un tanque de almacenamiento es compensar las variaciones de consumo, almacenar un volumen determinado, como reserva para contingencias o para regular presiones en la red de distribución.

Un diseño adecuado bajo normas indica que el volumen del tanque de almacenamiento, deberá ser de 40% a 67% del caudal medio diario, esto en función del clima y sin considerar eventualidades.

Para el volumen de almacenamiento se utilizó la fórmula:

$$V_{almacenamiento} = \frac{\% \times Qm \times 86400}{1000}$$

Donde:

$V_{almacenamiento}$ = Volumen de almacenamiento

% = Porcentaje de caudal medio diario

Qm = Caudal medio diario

86400 = Número de segundos en un día

1000 = Número de litros en un metro cúbico

Debido al tipo de clima templado se tomo un 48% del caudal medio diario y sustituyendo en la fórmula los datos de nuestro diseño se obtiene:

$$V_{almacenamiento} = \frac{48\% \times 2.74 \times 86400}{1000}$$

$$V_{almacenamiento} = 114 \text{ m}^3$$

El tanque de almacenamiento tendrá un volumen de 114 m³, sus dimensiones se encuentran establecidas en los planos, se diseñó un tanque semienterrado de concreto ciclópeo, losa y vigas de concreto reforzado, para ello se utilizó el método 3 del ACI. Para el muro fue indispensable el diseño ya que soportará las presiones que actúan sobre él, tal es el caso de la sobrecarga que ejercerá la losa y las vigas a la hora que se encuentre en funcionamiento. Así mismo, cumplirá con la estabilidad contra volteo y la estabilidad por deslizamiento.

2.1.10.4 Desinfección

El tratamiento de la desinfección del agua produce un costo adicional en la operación del sistema, por lo que debe de buscarse una solución que permita obtener el rendimiento esperado a menor costo posible; además de contar con otras características necesarias, tales como: Tener elementos fáciles de almacenar, transportar y utilizar; que tenga acción residual y que la concentración de los mismos sea fácil y rápidamente detectable.

Lo anteriormente señalado permite indicar que uno de los mejores elementos que pueden utilizarse para purificar el agua es el cloro, ya sea en estado gaseoso o bien por medio de alguno de sus compuestos, de los cuales el más utilizado es el hipoclorito de calcio al 65 o 70%.

La desinfección se realizará mediante un clorinador, se implementará uno de tipo de pastillas de hipoclorito de calcio. Este va instalado en la línea de conducción en la entrada al tanque de almacenamiento, el detalle de la instalación está indicado en los planos.

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a desinfectarlas interiormente. Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por periodo 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/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 vaciarán 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.

2.1.10.5 Red de distribución

Una vez hecho el estudio de campo, y definidas tentativamente las estructuras que han de constituir el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de los diferentes ramales.

Para el diseño de las redes de distribución fue imprescindible haber definido la fuente de abastecimiento y la ubicación del tanque de almacenamiento, cumplidos estos requisitos procede el diseño hidráulico del sistema, los caudales estarán definidos por los consumos, los cuales a su vez estarán en función de las dotaciones de agua.

Sin embargo el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, así mismo las presiones en la red deben satisfacer ciertas condiciones mínimas y máximas para las diferentes situaciones de análisis que pueden ocurrir, en tal sentido las redes deben mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de la vivienda.

La red de distribución del sistema en estudio, se diseñará con base en el método de ramales abiertos, debido a la ubicación de las viviendas, tomando en cuenta los siguientes criterios (según las normas de UNEPAR):

- La presión mínima será de 10 mca y la máxima de 90 mca
- El caudal de distribución variará, dependiendo del ramal que se analice.

Para el diseño se utilizó la fórmula básica de Hazen-Williams; la cual viene dada por:

$$h_f = \frac{1743.811 * (L) * (Q^{1.85})}{(C^{1.85}) * (D^{4.87})}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga o presión (mca)

L = Longitud del tramo (m)

Q = Caudal (L/s)

D = Diámetro de tubería (pl.)

C = Coeficiente de fricción según calidad de tubería.

Para PVC se usará C = 150

El diseño fue realizado con una hoja electrónica, por lo que a continuación se da un ejemplo, de la red de distribución en el ramal principal de la estación TANQUE a E-19.

El resumen del cálculo hidráulico se encuentra en el apéndice C.

Datos:

$$Q = 5.48 \text{ L/s}$$

$$L = 89.347 \text{ metros}$$

$$C = 150$$

$$D = 4''$$

$$h_f = \frac{1743.811 * (89.347) * (5.48^{1.85})}{(150^{1.85}) * (4^{4.87})} = 0.400 \text{ m}$$

La presión dinámica viene dada por la cota piezométrica de inicio menos la cota final del terreno menos las pérdidas por fricción en el tramo.

$$PD = 466.19 - 455.234 - 0.400 = 10.556 \text{ mca}$$

La presión estática viene dada por la cota piezométrica inicial menos la cota del terreno donde finaliza el tramo.

$$PE = 466.19 - 455.234 = 10.956 \text{ mca}$$

También se deben de chequear las velocidades, las cuales deben estar dentro del rango de $0.15 \leq V \leq 2$ y se calculan de la siguiente manera:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2}$$

$$V = \frac{1.974 \times 5.48}{4^2} = 0.68 \text{ m/s}$$

2.1.10.6 Obras de arte

2.1.10.6.1 Caja de captación

El tipo de captación que existe es para un manantial de brote definido en una ladera, la captación se construirá con concreto reforzado con una capacidad aproximada de tres metro cúbicos, con dimensiones que se señalan en los planos.

2.1.10.6.2 Caja para válvulas

Estas estructuras servirán para la protección de las válvulas ya sea de compuerta, globo o paso, de limpieza y de aire. Se construirán de mampostería de block pineado de 0.15 metros, losa y tapadera de concreto reforzado.

2.1.10.6.3 Caja para sistema de cloración

Se construirá una caja para resguardar el sistema de cloración y se hará de igual manera que las cajas para válvulas, de mampostería de block pineado a cada 0.15 metros, losa y tapadera de concreto reforzado.

2.1.10.7 Válvulas

2.1.10.7.1 Válvula de limpieza

Son utilizadas para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería y que se acumulan en los puntos más bajos de la línea de conducción, la válvula será de compuerta de bronce y adaptada para tubería de accesorios de HG de diámetro 2 ½", estará ubicada en la estación E-12.

2.1.10.7.2 Válvula de aire

La función de una válvula de aire es expulsar el aire disuelto en el agua que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de conducción, esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería, y por consiguiente, la capacidad de conducción. La válvula de aire tipo ventosa que se utilizará es de HG y se colocará en la estación E-14.

2.1.10.7.3 Válvula de compuerta

La función de esta válvula es, básicamente, regular y controlar el caudal de los ramales. Éstas se utilizarán en la salida del tanque de almacenamiento, para la limpieza del tanque mismo y sobre la tubería de la red de distribución, al inicio de los ramales de los sectores: Centro, Sector 4, Semaú y Cruce Setaña.

2.1.10.7.4 Válvula de globo

Esta válvula tiene el mismo funcionamiento que una válvula de compuerta y difieren en su forma. La válvula de globo es conocida ya que transmite grandes pérdidas de presión, irán ubicadas en las conexiones domiciliarias.

2.1.11 Planos y detalles

Para este diseño, se elaboraron planos que contienen la planta y perfil de la línea de conducción, la línea de distribución y el plano de detalles. Ver apéndice H.

2.1.12 Cuantificación de materiales

Para la cuantificación de los materiales se tomaron como base los planos del diseño y se han utilizado porcentajes aptos de desperdicio según el tipo de material, esto con el fin de optimizar los mismos.

2.1.13 Presupuesto

En el presupuesto se incluyen precios actualizados que se manejan en el municipio, las cotizaciones realizadas se hicieron en las empresas principales que distribuyen y que pueden cumplir con la entrega de todos los materiales que en el diseño se mencionan.

El presupuesto desglosado se detalla en el apéndice D.

2.1.14 Especificaciones técnicas

2.1.14.1 Generalidades

Las obras que se proponen para ser implementadas en el diseño (Planos) y en la construcción, son las frecuentemente utilizadas en estos sistemas. Estas se mencionan dentro del documento.

Las obras que se describen y especifican el documento están acordes con las normas de diseño y especificaciones de construcción, que el Ministerio de Salud Pública, el Instituto de Fomento Municipal, INFOM, y UNEPAR han aceptado.

2.1.14.2 Renglones de trabajo a considerar

2.1.14.2.1 Obra de captación

La obra de captación es la obra civil que se utiliza para reunir y disponer adecuadamente del agua superficial de la fuente de abastecimiento, estará construida con concreto reforzado con las dimensiones que se indican en los planos y contará con una pichacha de 2 ½” de bronce.

2.1.14.2.2 Línea de conducción

Es la tubería que sale de la obra de captación al tanque de distribución y es de material hierro galvanizado (HG), en esta se consideran las siguientes obras:

1. **Caja de válvula de limpieza:** Estructura que se colocará en la estación E-12 y servirá para la protección de la válvula de limpieza. Se hará de mampostería de block de 0.15x0.20x0.40 m, con una base y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de HG, y servirá para eliminar los sedimentos que contenga la línea de conducción.
2. **Caja de válvula de aire:** Estructura que se colocara en la estación E-14 y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Esta se hará de mampostería de block de 0.15x0.20x0.40 m, con una base y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.
3. **Instalación de tubería:** Esta tubería en su totalidad será de HG y estará instalada sobre el piso apoyada sobre bases de concreto. Se ampliará la información en la sección de instalación de tubería.

4. **Bases de concreto:** son obras de concreto reforzado colocándose dos por cada tubo de 6 metros de largo o en los lugares de cambio de dirección o cambios bruscos de pendiente. Las dimensiones serán de base de 0.20 x 0.20 y un alto de 0.20 m.

2.1.14.2.3 Clorador

El tipo de clorinador a implementar será del tipo de pastillas de hipoclorito de calcio. Este va instalado en la línea de conducción en la entrada al tanque de distribución, el detalle de la instalación está indicado en los planos.

2.1.13.2.4 Red de distribución

Son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos de tomas que pueden ser llena cantaros, conexiones domiciliarias o conexiones prediales. 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:

1. **Instalación de tubería:** Toda la tubería a utilizar será de PVC de 160 PSI y estará a una profundidad de 0.6 m, y con excavación de zanja de 0.30 m de ancho para la instalación, y después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En caso de suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra.
2. **Cajas de válvulas:** Estas estructuras servirán para la protección de las válvulas ya sea de compuerta, globo o paso, que tienen como objetivo regular y controlar el caudal de los ramales. Se harán de mampostería de block pineado de 0.15 m, losa y tapadera de concreto reforzado.

2.1.14.3 Descripción de trabajo de instalación de tubería

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

2.1.14.3.1 Generalidades

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 de que sea necesaria.

Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de la población que sean de tránsito de vehículos o peatones.

Al terminar el trabajo debe de retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.

Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.

Deberán utilizarse las herramientas adecuadas y método de trabajo recomendados por los fabricantes.

Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de teléfono, desagües, electricidad, etc. Serán reparados a la brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello compensación adicional.

2.1.14.4 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 de 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 incinerarlo.

2.1.14.5 Zanjeo

Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor.

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 tránsito liviano, 0.80 metros.
- En caminos de tránsito pesado, 1.00 metros.
- 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 y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenado 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 excavar la roca 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 compactada.

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 del zanqueo 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, mas el diámetro exterior de la tubería.

2.1.14.6 Soportes para tubería

Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, se deberá hacerlo 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 soportes, el contratista deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos soportes por cada tubo y distribuidos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el Supervisor.

2.1.14.7 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:

- a. Tubería con uniones de tipo capaz de absorber la tensión cuando estén enterradas a las profundidades normales de instalación.
- b. 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 Kg/cm² 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% 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 1900 kg/m² 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.

2.1.14.8 Instalación de tuberías 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 de penetrar en el accesorio o campaña 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 cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.

Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentre en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como 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 deberá exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ 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 zig-zaguéandola en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.

Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando este fría y no dilatada por la acción del calor.

2.1.14.9 Instalación de tubería de hierro galvanizado

Los cortes de la tubería se harán con cortador de disco para lograr cortes perfectamente a escuadra.

Las roscas se harán con tarraja para que sea cónica. Si se usan nipples prefabricados, estos deberán tener roscas cónicas. Las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin destornillamientos.

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.

Al hacer las uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de cinco hilos de la rosca y no dejar más de tres 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 colocarán uniones universales junto a todas las válvulas, tees, cruces o puntos donde sea necesario para permitir separar la tubería por ramales.

2.1.14.10 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 en 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 90 psi a la presión máxima de trabajo, determinada por la presión estática más 20% según la que sea mayor y por un periodo mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

2.1.14.11 Relleno de zanjas

Las zanjas de instalación de tuberías, 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 que permitan 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 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 casos de terrenos con 20 % o más de inclinación en el eje de instalación se deberán 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.

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

2.1.14.12 Lavado y desinfección interior de la tubería

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a las y desinfectarlas interiormente. Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por periodo 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/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 circulara por la tubería en su funcionamiento normal.

2.1.14.13 Materiales

2.1.14.13.1 Tubería y accesorios de PVC

1. La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) será rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D2467 y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínima de tubo de ½" 315 psi, para tubo de diámetro mayor de 1 ½" presión que se indique en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.

2. Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras/pulg², para tubos de diámetro mayor a 1" y 315 libras/pulg², para diámetros menores.
3. La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (Nacional Sanitation Fundation) o de otra institución similar.
4. El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería.
5. Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.
6. Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.
7. 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.

2.1.14.13.2 Tuberías y accesorios de hierro galvanizado

1. La tubería de acero galvanizado deberá ser sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente tipo mediano, para 900 libras/pulg², 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.

2. Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 libras/pulg², con refuerzo plano y roscas según normas ASPT. Deben satisfacer la especificación Federal WW-P521 Tipo II.
3. En todas las uniones roscadas se usará Permatex No. 2. mínimo o su equivalente.

2.1.14.13.3 Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta hasta 4” serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 250 libras/pulg², excepto que se indique otra presión en los planos.

Las válvulas de compuerta para tubería mayor 4” serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce. Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas asegurada con pernos o con los extremos roscados.

2.1.14.13.4 Válvulas automáticas de aire

Las válvulas automáticas de aire serán de bronce o de hierro fundido que permitan admisión y expulsión de aire según el caso. Se debe unir con una rosca hembra, que cumpla con la norma ASPT.

2.1.14.14 Materiales de albañilería y refuerzo

Las siguientes especificaciones se aplicarán a los materiales de este tipo que se usen en la obra:

1. Concreto ciclópeo: Material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y pedrín, en una proporción volumétrica 1:2:3.
2. Concreto: Material compuesto de cemento arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:2. o con una proporción que garantice una resistencia igual a 210 kilogramos/cm² (3,000 psi).
3. Mampostería de piedra: Material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero será de sabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.
4. Alisado o Cernido: Material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizara será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.
5. 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 1:2 de cemento y arena de río cernida.
6. Refuerzo: Todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en planos y con una resistencia de grado 40 a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.
7. Seguridad: En todas las tapaderas del proyecto se anclaran ganchos de hierro de ½” de tal forma que puedan cerrarse con candado.

8. Cemento:

- a. El cemento para concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 595, cemento tipo I-P. También deberá cumplir con la norma ASTM C 1157, cemento GU.
- b. El cemento para sabieta deberá cumplir con la norma ASTM C 91 Tipo S.

9. Block: Este deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 25 kg/cm^2 .

10. Arena: La granulometría de las arenas que se utilicen para concreto deberán estar comprendidas entre un modulo de finura de 2.3 a 3.1 y deberá de estar libre de materia orgánica.

11. Acero: El acero a utilizar será grado 40 (2810 kg/cm^2).

12. Piedrín: La granulometría del piedrín deberá ser gradual (comprender granos de diferentes tamaños), además deberá observarse que el tamaño máximo del agregado grueso sea igual a $1/3$ del espaciamiento menor que se encuentre en el armado del hierro. Además el piedrín deberá estar libre de materia orgánica.

2.1.14.15 Clorinador

El clorinador es un dosificador de cloro para aplicaciones de flujo por gravedad.

El sistema por gravedad representa la mejor opción respecto a confiabilidad e implica un costo de capital mínimo. Lo único que se mueve es el agua.

Una instalación por gravedad dirige una corriente lateral desde el flujo de la línea de conducción, a través de un simple medidor de rotación y una válvula que ajusta el flujo del clorador que, a su vez, debe estar en una posición elevada de manera que el flujo saliente drene por gravedad, para garantizar que el clorador nunca se llene de agua.

El clorinador a utilizar será de pastillas de hipoclorito de calcio aprobado para potabilidad por la NFS con capacidad de tratar el caudal de conducción de 4.41 litros/segundo con una concentración de 1 ppm. Las especificaciones específicas del uso del clorinador son proporcionadas por el proveedor.

Al momento de poner a funcionar el clorinador se debe de medir el cloro residual en el punto más lejano al tanque de distribución y en el tanque de distribución y este valor debe de estar entre el rango de 0.5 a 1 ppm, y dependiendo el valor que se tenga así será la graduación que se hará a la válvula ya sea abrirla o cerrar para modificar su flujo.

2.1.14.16 Conexiones domiciliarias

El tipo de conexión será predial típico para obras de acueductos rurales con tubería de PVC de ½ pulgada, conformada por una caja prefabricada de concreto para la protección de la llave de globo de ½ pulgada y una base de concreto para la protección de la tubería del chorro. Ver detalle en planos.

2.1.15 Programa de operación y mantenimiento

Para la operación y mantenimiento de este proyecto se contratará a un fontanero y se capacitará a la comunidad beneficiada, principalmente al comité de vecinos, COCODE, para que sean los administradores del sistema; con el propósito de prepararlos en la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

Con esto se atenderán los problemas frecuentes que se podrían suscitar, proporcionando posibles soluciones y la forma como deben afrontarse los problemas mayores.

Se propone el siguiente programa de operación y mantenimiento del sistema:

Tabla II. Programa de operación y mantenimiento del sistema.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS A UTILIZAR
Limpeza e inspección del área donde se encuentra la bomba	Cada mes	Fontanero	Cepillo de raíz, botas de hule y llave stillson
Inspección del área adyacente para determinar fuentes de contaminación	Cada 3 meses	Fontanero	Machete y azadón
Limpeza e inspección del tanque de almacenamiento	Cada 3 meses	Fontanero	Cepillo de raíz y llave stillson
Limpeza, chapeo e inspección de la línea de conducción y red de distribución	Cada 4 meses	Fontanero y comunitarios	Machete y azadón
Inspección de las cajas de válvulas	Cada 4 meses	Fontanero	Llave stillson y destornillador
Chapeo e inspección de áreas adyacentes a las captaciones	Cada 6 meses	Fontanero y comunitarios	Machetes
Reforestación del área alrededor de la fuente	Anual	comunitarios	Piochas y azadones
Aforo de la fuente	Anual	Fontanero	Cubeta de cinco galones
Toma de muestras par análisis de laboratorio	Anual	Técnico en salud rural	Recipiente estéril

Fuente: Elaboración propia.

2.1.16 Propuesta de tarifa

Para la propuesta de la tarifa se considera el 100% de beneficiados. Para el cálculo se tomarán en cuenta los gastos de operación y mantenimiento del proyecto, siendo el cálculo de la siguiente manera:

- **Salario fontanero:**

Se le paga por efectuar revisiones periódicas al sistema, en obras de arte, tanque de almacenamiento y operación del sistema de cloración. Se estima que el fontanero trabaje 8 días al mes, tendrá que colocar las pastillas de hipoclorito de calcio para la cloración del agua, deberá realizar revisiones que se mencionan en el programa de operación y mantenimiento. El cálculo de salario se hace con base a las leyes laborales vigentes en el país.

Salario mínimo	Q.1, 705.00	mensual
Aguinaldo	Q. 142.08	mensual
Bono 14	Q. 142.08	mensual
Vacaciones	Q. 71.04	mensual

La sumatoria da un salario mensual de Q.2,060.20 dividiéndolo dentro de treinta días da un salario de Q. 68.67, por lo tanto el fontanero por 8 días al mes, devengará la cantidad de Q.549.36.

- **Repuestos y herramientas:**

$$R = \frac{0.0025 \times 880,730.48 \times (1 + 0.135)}{12} = 208.3 \text{ al mes}$$

Donde:

0.0025=0.25% afecta el costo del proyecto debido al mantenimiento

Q.880,730.48 = costo total del proyecto

0.135 = % de inflación al mes de julio de 2008

12= número de meses por año

- **Costo de tratamiento:**

Este costo consiste específicamente en la compra de hipoclorito de calcio al 70%, no se incluye la aplicación ya que va incluida en la operación; se calcula de la siguiente forma:

Costo de hipoclorito de calcio (cubeta)	Q. 625.00
Costo de transporte	<u>Q. 150.00</u>
Costo total	Q. 775.00

Una cubeta de hipoclorito de calcio alcanza para un mes.

- **Gastos administrativos:**

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

Salario de fontanero	Q. 549.36
Repuestos y herramientas	Q. 208.30
Costo de desinfección	<u>Q. 775.00</u>
Gastos de operación y mantenimiento	Q. 1,532.66
Gastos administrativos 10%	<u>Q. 153.27</u>
Gastos totales	Q. 1,685.93

- **Propuesta de tarifa:**

La propuesta de tarifa consiste en la relación de los gastos de operación y mantenimiento y el número de conexiones prediales del sistema.

Gastos totales Q. 1,685.93

Número de conexiones prediales 292

Por lo tanto la tarifa propuesta es $= 1,685.93/292 = 5.77$

Aproximadamente Q.6.00 mensuales.

2.1.17 Evaluación socio – económica

Cuando se analizan los costos se ha de determinar el impacto socio-económico del proyecto, es decir, se enfatizará en los beneficios de los habitantes ya que tendrán mayor tiempo para otras actividades productivas y ya no recorrerán grandes distancias para obtener el agua; es aquí donde se dará el enfoque principal al problema.

Como todo proyecto de beneficio comunitario, debe involucrarse a los beneficiarios directos; en este caso, en la construcción del sistema, deben aportar la mano de obra no calificada, transporte de materiales, terrenos para ubicar las obras de arte, así como el tanque de almacenamiento, también se deben involucrar en la parte legal del proyecto, gestionando los derechos de paso de tubería de conducción y distribución. Además la comunidad debe comprometerse en hacer sostenible el proyecto, para darle mantenimiento y operación; este compromiso radica en concienciar a los beneficiados del pago de una cuota por consumo de agua en sus viviendas, con un monto considerable determinado, luego de analizar las características socioeconómicas de la comunidad. El impacto financiero para la comunidad será mínimo.

Por otra parte, el impacto económico social del proyecto, donde se analiza no el costo monetario, sino las bondades desde el punto de vista de los aspectos que tienen impacto en la colectividad, los cuales son:

- El ahorro familiar será incrementado al disminuir los gastos de medicina para aliviar enfermedades como cólera, paludismo, dengue, etc.
- Se evitarán enfermedades gastrointestinales ocasionadas cuando se consume agua contaminada, principalmente en los niños de las comunidades.
- Se garantiza que el agua que se consumirá tendrá una constante vigilancia y mantenimiento, también se proyecta la construcción de captaciones de las fuentes que mantienen un nivel bajo de contaminación.
- Mejorará la calidad de vida de los habitantes, higiene y salud que incidirán en el desarrollo de la comunidad.
- Habrá bienestar de la comunidad por contar con el servicio.
- El pago por el servicio será directamente proporcional al consumo, esto mantendrá un nivel considerable de gasto del recurso.

Por lo tanto, los beneficios de este proyecto van en función de mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad, no en el beneficio económico que de éste pueda obtenerse.

2.1.17.1 Valor presente neto

Este proyecto es de carácter social ya que es una necesidad básica para la sobrevivencia de los habitantes de la aldea Campur, de manera que es una inversión gubernamental y ésta nunca recuperará su inversión inicial, el beneficio se reflejará en la calidad de vida de los beneficiados.

El valor presente neto designa una cantidad presente o actual de dinero. Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual se escoge medir el tiempo. El concepto de valor presente se basa en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe. El valor presente neto se interpretará de la siguiente forma:

Costos de operación y mantenimiento:

Gastos de operación y mantenimiento	Q. 1,532.66
Gastos administrativos	Q. <u>153.27</u>
Gastos totales por mes	Q. 1,685.93
Gasto total anual	Q. 20,231.16

El gasto total anual comprende la cantidad de Q. 19,172.88 por un período de diseño de 20 años.

El valor presente neto se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = inversión\ inicial - costos\ de\ operación\ y\ mantenimiento \times \frac{(1 + i)^{n-1}}{i(1 + i)^n}$$

n = 20 años

Tasa i de 10% anual

$$VPN = 880,730.48 - 20,231.16 \times \frac{(1 + 0.10)^{20-1}}{0.10(1 + 0.10)^{20}}$$

$$VPN = Q. 696,020.00$$

2.1.17.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se interpreta como 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, la tasa interna de retorno no tiene mayor significado. Aunque existe el beneficio social del proyecto tal y como se establece en la evaluación socio-económica del proyecto.

2.1.18 Medidas de mitigación de impacto ambiental

Las medidas de mitigación de impacto ambiental permiten conocer las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo, o bien, su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir las acciones que se podrá ejecutar para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.
- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal suerte que se propagan la medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente, aceptable.
- Elaborar un programa de control que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real, al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas de mitigación.

Los factores ambientales relacionados con los proyectos de introducción de agua potable, se detallan a continuación:

a. Residuos o contaminantes que serán generados:

Por ser un proyecto de introducción de agua potable el agua será conducida a través de tubería de cloruro de polivinilo, PVC y hierro galvanizado, HG, siendo utilizada por los beneficiarios, al final será canalizada hacia un alcantarillado sanitario de origen doméstico, donde se generarán residuos mixtos, líquidos y sólidos, de composición orgánica, con agregados de jabones, grasas y detergentes.

b. Emisiones a la atmósfera:

Por ser sistemas de abastecimiento de agua potable no se esperan emisiones a la atmósfera de ningún tipo.

c. Descarga de aguas residuales:

La descarga se efectuará en fosas sépticas y pozos ciegos, por lo que el cuerpo receptor al final será el subsuelo.

d. Desechos sólidos:

Por ser típicamente rural, la comunidad incinera o entierra los desechos sólidos que producen, los cuales son manejables de esta manera, debido a las extensiones de terreno que circundan las viviendas.

e. Ruidos:

El proyecto generará ruidos en su operación, que serán tolerables; en su fase de construcción los ruidos serán mínimos, al igual que el ruido producido por las personas al momento de realizar las excavaciones para instalar la tubería.

f. Contaminación visual:

El proyecto tendrá efectos visuales en su fase de construcción, por la excavación de zanjas y almacenamiento de los materiales; pero en su operación por ser subterráneo, no los tendrá en lo que respecta a la línea de conducción y a la red de distribución. Las obras de arte, como cajas de válvulas, tanque de almacenamiento y captación estarán semi-enterradas.

Es importante mencionar que debe de protegerse el sistema de cloración, así como la caja de captación y las cajas para válvulas. No deben tener acceso personas ajenas al sistema, principalmente los niños, evitando así el daño a las personas de la comunidad.

2.2 Diseño de camino rural de la aldea Sebulbuxhá, del municipio de San Pedro Carchá, departamento de Alta Verapaz

2.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un camino rural que permita llenar las características mínimas de diseño, debido a la presencia de mantos rocosos en la mayor parte del tramo, y que a su vez viene a influir mucho en el costo del proyecto.

El tramo a construir consiste en una longitud total de 7.218 kilómetros, con un ancho de rodadura de 4 metros. Construcción de cunetas revestidas en pendientes mayores del 8%, cunetas naturales donde el terreno lo permita y el supervisor que se encargará del proyecto decida, colocación de transversales con tubería corrugada de metal de 30 pulgadas de diámetro. La capa de rodadura será de material balasto que cumple con las especificaciones.

El proyecto quedará comunicado por dos accesos asfaltados importantes, el primero es por la carretera que comunica Cobán con Chisec, en el kilómetro 17.

En la comunidad de Pequixul; el segundo acceso es por el tramo que comunica al municipio San Pedro Carchá con El Pajal, Lanquín, más preciso a la altura de Pocolá.

2.2.2 Estudio de la comunidad

La aldea Sebulbuxhá posee un camino rural que es transitable casi todos los meses del año pero resulta casi imposible para la época permanentemente lluviosa. El tiempo estimado para poder llegar a la comunidad es de 3 horas aproximadamente, desde la cabecera municipal, con un recorrido de 45 kilómetros, y únicamente pueden transitar vehículos de doble tracción.

La aldea Sebulbuxhá cuenta con 70 familias (372 habitantes) y por lo regular se dedican a las siembras y cultivos, principalmente de cardamomo y café.

Entre las necesidades que encuentran los habitantes se priorizan; la construcción de una carretera en buen estado, puesto de salud, agua potable y ampliación de escuela.

2.2.2.1 Espacio disponible

La construcción del camino rural se hará sobre el camino existente, éste se encuentra prácticamente en total abandono y resulta inaccesible para la época lluviosa. El espacio con el que se cuenta en la actualidad es insuficiente para poder llevar a cabo el proyecto, ya que las dimensiones del ancho de la sección son muy pequeñas y no cumple con las especificaciones mínimas de diseño para caminos rurales, por lo que los beneficiados deberán gestionar, a través de los COCODES los permisos y derechos de paso que se necesitarán para poder realizar el proyecto.

2.2.2.2 Localización del terreno

La localización del terreno para el proyecto se encuentra dentro del área que pertenece a la aldea Sebulbuxhá y en los límites de las comunidades vecinas.

Figura 4. Ubicación del proyecto.



Fuente: O.M.P. San Pedro Carchá

2.2.2.3 Topografía del terreno

Antes de iniciar propiamente los estudios topográficos se requiere de un reconocimiento preliminar para recopilar datos de gran utilidad en el proyecto, como características de ríos, nombre de lugares intermedios, localización de zonas bajas o inundables y niveles de agua en crecientes.

Concluida esta fase, se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar, en general, las características geológicas, hidrológicas, topográficas y complementarias.

Así se verá el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces apropiados para el camino sobre ríos o arroyos, existencia de escurrimientos superficiales o subterráneos que afloren a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para realizarlo se utilizan instrumentos sencillos de medición como brújulas para determinar rumbos, clinómetro para determinar pendientes, odómetro de vehículos y otros instrumentos sencillos.

A través del reconocimiento se determinan estaciones topográficas que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y estaciones determinadas por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Con todos los datos recabados, resaltando los más importantes, se establecerá una ruta tentativa para el proyecto.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento, como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso, muchas veces para el presupuesto que puede tener un camino; también es importante aportar que el tipo de vegetación y clima de algunas regiones, no permite su uso, por lo que se tiene que recurrir al reconocimiento directo que se puede auxiliar por medio de cartas topográficas.

2.2.3 Estudio topográfico

Para un estudio topográfico es indispensable un levantamiento topográfico y resulta de la línea preliminar seleccionada, siguiendo la línea banderas o eje central.

El levantamiento de este proyecto consistió en hacer una poligonal abierta, formada por ángulo y tangentes, donde se estableció el punto de partida, azimut o rumbo de salida, kilometraje de salida y cota de salida del terreno.

El levantamiento topográfico debe tener un grado de precisión razonable, en forma que sea una medición total que, además de marcar las sinuosidades topográficas, muestre pormenores y accidentes que en alguna forma pudiesen afectar la localización final. Para cada levantamiento preliminar se deben tomar en cuenta: El tránsito preliminar, niveles preliminares, secciones transversales preliminares, radiaciones y referencias.

2.2.3.1 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.

La información topográfica necesaria para el diseño de una carretera consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso de un teodolito y de una cinta métrica.

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

Usándose el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación por vuelta de campana, se midieron distancias no mayores de 20 metros con la cinta colocada horizontalmente, bajando la medida exacta a los trompos mediante plomadas de centro.

2.2.3.2 Altimetría

Es parte de la topografía y comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, estableciendo bancos de marca a cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, elevación y distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria, en valores enteros.

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.

2.2.3.3 Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado.

En las estaciones de la línea central se trazarán perpendiculares, haciendo un levantamiento de por lo menos 20 metros de cada lado de la línea central. La longitud de las secciones puede variar de acuerdo con el terreno a criterio del topógrafo. Cuando la sección tope con algún obstáculo, como un peñasco o un barranco, no es necesario prolongarla, debiendo indicarse en la libreta claramente la clase de obstáculo.

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.

2.2.3.4 Cálculo topográfico

2.2.3.4.1 Cálculo planimétrico

El cálculo de la topografía se efectúa en gabinete y consiste en conocer las coordenadas parciales y totales de cada vértice que compone la poligonal abierta, con la finalidad de contar con la información suficiente para efectuar con facilidad la localización de la ruta, los corrimientos de línea y otros. Para el cálculo de las coordenadas totales se utilizó el método de Pensilvania.

También se determinan las distancias horizontales y los desniveles, mediante la fórmula taquimétrica siguiente:

$$DH = K(s - i)\cos\alpha$$

Donde:

DH= distancia horizontal

s = Hilo superior

i = Hilo inferior

α = Ángulo vertical = 90° - ángulo cenital

K = Constante taquimétrica = 100

2.2.3.4.2 Cálculo altimétrico

Con los datos obtenidos en el campo se procede a calcular las cotas de cada punto, marcado como máximo a 20 metros sobre la línea central del levantamiento planimétrico.

Los datos que se deben obtener en campo son: Caminamiento, vista atrás, vista intermedia y punto de vuelta, todo esto a partir de una cota conocida.

Para el cálculo de las cotas se partió de un valor asumido (cota) en este caso fue mil y luego aplicando fórmulas para el cálculo de las diferencias de nivel y distancias verticales, se obtuvieron los datos necesarios para representar gráficamente el perfil.

Lo anterior se obtiene usando las siguientes fórmulas:

$$DV = \frac{K(s - i)\sen 2\alpha}{2}$$

Donde:

DV= Distancia vertical

s = Hilo superior

i = Hilo inferior

α = Ángulo vertical = 90° - ángulo cenital

k = Constante taquimétrica = 100

$$DN = DV + (m - Hinst)$$

Donde:

DN= Diferencia de nivel

m = Hilo medio

Hinst = Altura del instrumento

Si el ángulo vertical es mayor de 90° , (es decir, bajando), se utiliza la anterior fórmula. Pero, si el ángulo vertical es menor de 90° , (es decir, subiendo), entonces:

$$DN = DV - (m + Hinst)$$

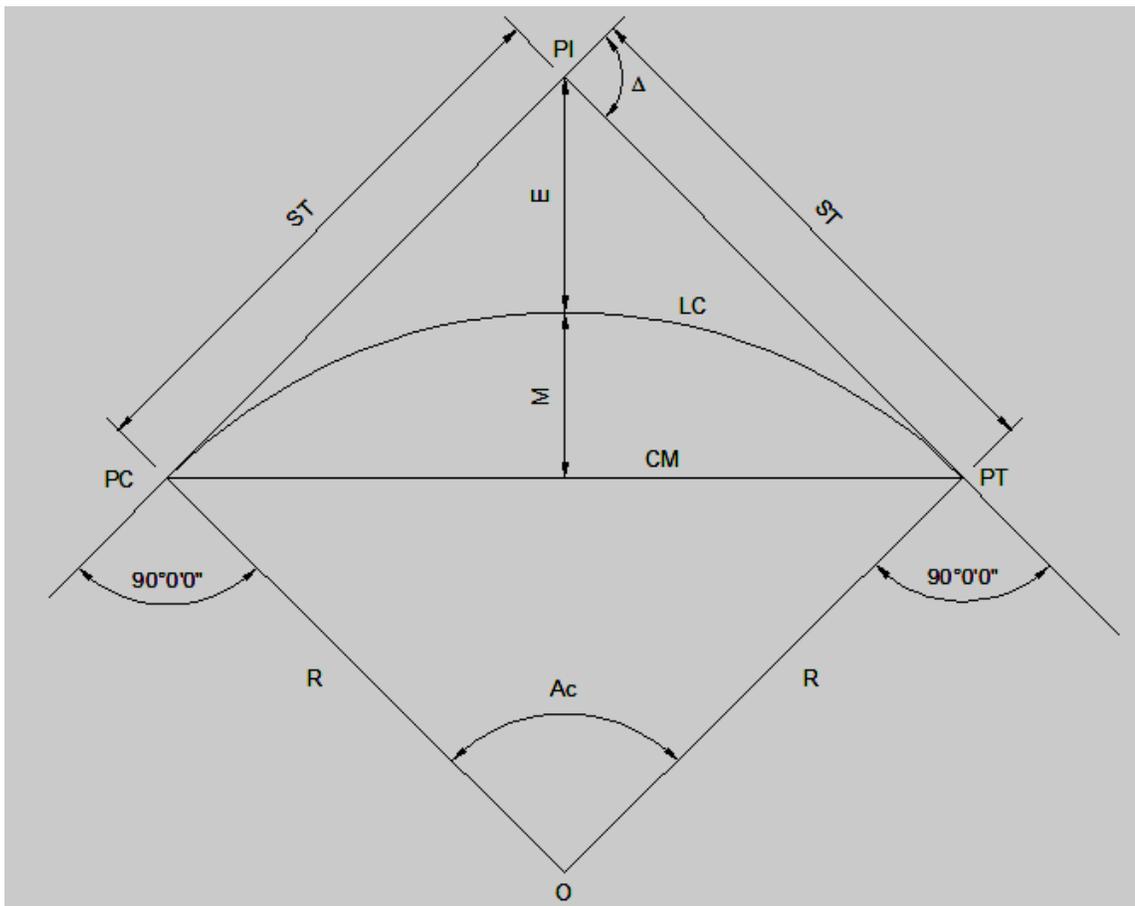
La libreta topográfica se detalla en el apéndice E.

2.2.4 Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras

2.2.4.1 Cálculo de elementos de curvas horizontales

Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes; luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de la curva, que servirán para el trazo de la carretera.

Figura 5. Elementos que componen a una curva simple.



Donde:

PC = Punto donde comienza la curva circular simple

PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PT = Punto en donde termina la curva circular simple

O = Centro de la curva circular

Δ = Ángulo de deflexión de la tangente

Ac = Ángulo central de la curva circular

G = Grado de curvatura

R = Radio

ST = Subtangente

E = External

Om = Ordenada media

C = Cuerda

CM = Cuerda máxima

LC = Longitud de curva

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas (Δ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva.

El radio de las curvas por usar, se determina por condiciones o elementos de diseño para que los vehículos puedan transitarlas sin peligro de colisión, con seguridad, tratando que la maniobra de cambio de dirección se efectúe sin esfuerzos demasiado bruscos.

2.2.4.1.1 Cálculo de delta (Δ)

Entre dos líneas o azimut existe una diferencia angular, denominada delta (Δ), la forma de establecerlo es mediante la diferencia entre el azimut 2 y del azimut 1. El delta nos sirve para definir el tipo de curva que se utilizará, mientras mayor sea, se utilizará una curvatura mayor. Las anteriores se encuentran definidas en el manual de especificaciones de la Dirección General de Caminos.

2.2.4.1.2 Grado máximo de curvatura

El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{max} = \frac{1,145.9156}{R}$$

Donde:

Gmax = Grado máximo de curvatura

R = Radio

2.2.4.1.3 Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangente (PT); según gráfica que antecede se define como:

$$Lc = 20 \times \frac{\Delta}{G^{\circ}}$$

2.2.4.1.4 Subtangente (ST)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), cuando la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT) es igual.

$$ST = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

2.2.4.1.5 Cuerda máxima (Cmax)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangencia (PT).

$$C_{max} = 2 \times R \times \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

2.2.4.1.6 External (E)

Es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva.

$$E = R \times \text{sec}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

2.2.4.1.7 Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

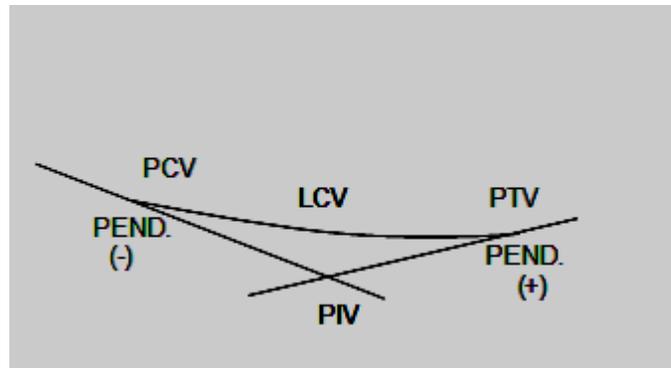
$$O_m = R \times \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right]$$

2.2.4.2 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.

Figura 6. Sección de una curva vertical.



Donde:

PCV = Principio de curva vertical

PEND.= Pendiente

PTV = Principio de tangente vertical

PIV = Punto de intersección vertical

LCV = Longitud de curva vertical

2.2.4.2.1 Diseño de curvas verticales

El diseño de curvas verticales es una etapa importante desde la perspectiva de funcionalidad de la carretera.

Las curvas verticales deben cumplir ciertos requisitos de servicio, como el cambio de pendiente sea gradual y no produzca molestias al conductor del vehículo, permitiendo un cambio suave entre pendientes diferentes.

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra; estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. En el Departamento de Carreteras de la Dirección General de Caminos se utiliza la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la Dirección General de Caminos tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño. Al momento del diseño se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales.

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser cóncava o convexa. La curva vertical en columpio es aquella cuya concavidad queda hacia arriba, y la curva vertical en cresta, la que presenta su concavidad hacia abajo.

Para el cálculo y trazo de las curvas verticales, es necesario contar con un perfil del terreno, así como las longitudes y pendientes de cada segmento del camino. Es necesario también respetar las condiciones de longitud mínima de las curvas verticales en cresta y columpio. Las fórmulas de trazo de curvas verticales se muestran a continuación:

$$L = P_o - P_i$$

$$K = \frac{P_o - P_i}{10 \times L}$$

Donde:

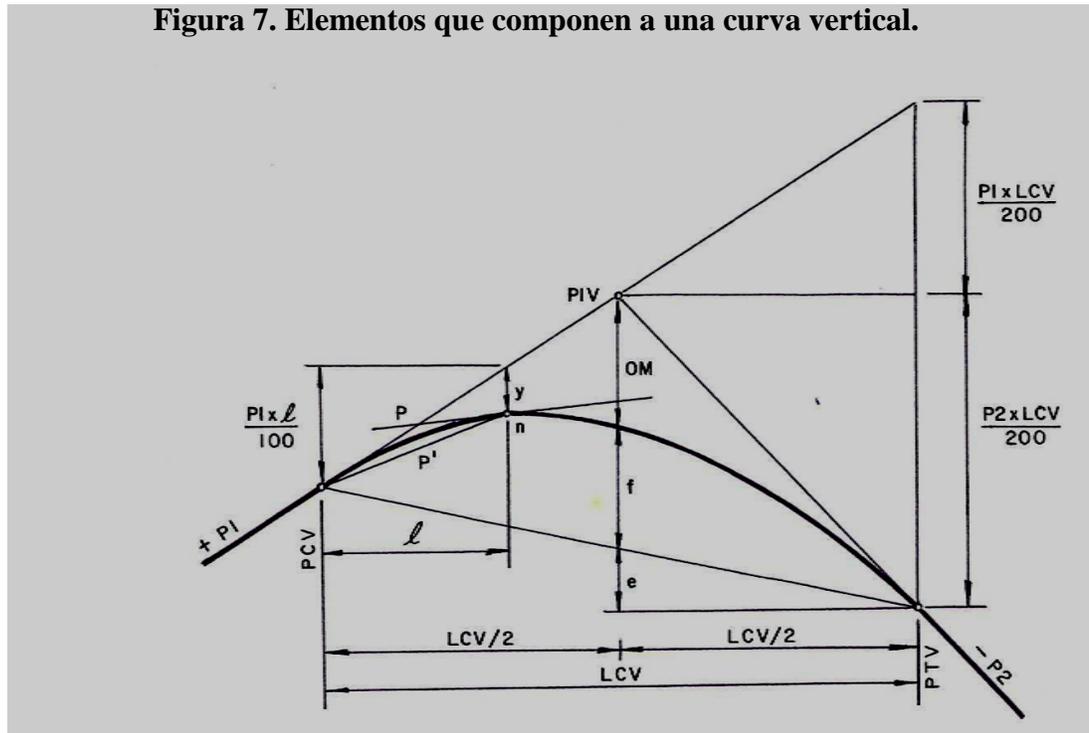
P_o = pendiente de entrada

P_i = pendiente de salida

L = número total de estaciones

K = elevación

Figura 7. Elementos que componen a una curva vertical.



Donde:

PCV = Principio de la curva vertical

PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV = Final de la curva vertical

n = Punto cualquiera sobre la curva vertical

P_1 = Pendiente de la tangente de entrada en %

P_2 = Pendiente de la tangente de salida en %

P = Pendiente en un punto cualquiera de la curva en %

P' = Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en %

LCV = Longitud de curva vertical

OM = Ordenada máxima

f = Flecha

l = Longitud de curva a punto cualquiera sobre la curva

y = Desviación respecto a la tangente en un punto cualquiera

K = Variación de longitud por unidad de pendiente, $K = LCV/A$

2.2.4.3 Cálculo de subrasante

Para efectuar el diseño de la subrasante de un tramo, se debe contar con la siguiente información:

1. Haber definido el ancho de la carretera (la sección típica).
2. Conocer el alineamiento horizontal del tramo.
3. Tener el perfil longitudinal del tramo.
4. Conocer las secciones transversales, las especificaciones necesarias y los datos de la clase del terreno.
5. 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. La subrasante se proyectará sobre el perfil longitudinal del terreno, el proceso de selección de rasante es por medio de tanteos, reduciéndose el número de éstos únicamente con la experiencia del diseñador. Para tener una visualización rápida del desarrollo de alineamiento horizontal, debe chequearse que en la parte inferior del perfil sean anotados los PC, PT y los grados de curva. Esto facilita el diseño de la subrasante.

Se tomó en cuenta que el movimiento de tierra fuera balanceado, para que el costo del camino no fuera muy significativo, también la pendiente máxima permitida para un camino tipo “Rural”.

2.2.4.4 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, éstas deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Para la ejecución de lo anterior se debe proceder a marcar las áreas para delinearlas con el planímetro, teniendo un punto de partida y retornando al mismo al recorrer el contorno en dirección de las agujas del reloj, dando como resultado el área en metros cuadrados.

Otro procedimiento es a través de las coordenadas que delimitan a la sección de corte y relleno, establecidas por determinantes.

2.2.4.5 Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

El cálculo 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.

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times d$$

Donde:

V = volumen (corte o relleno)

A₁ = área estación 1

A₂ = área estación 2

d = distancia entre estaciones (20 m)

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.

$$\frac{C + R}{D} = \frac{R}{D_1}$$

Despejando D_1 queda:

$$D_1 = \frac{R + D}{C + R}$$

2.2.4.6 Drenaje

La vida útil de la carretera dependerá mucho de los drenajes; éstos evitan derrumbes o deslizamientos y para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En las carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, bóvedas, puentes, badenes, etc.) y longitudinales (cunetas y contra cunetas), además de sub drenajes.

2.2.4.6.1 Drenaje pluvial

El objetivo fundamental del drenaje en un camino, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo y pueda perjudicarlo.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo, destruyendo los pavimentos y formando baches; así también evitar que se estanque en las cunetas y reblandezca la terracería, lo que provocaría pérdida de estabilidad.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- Transversal
- Longitudinal
- Sub drenaje

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionado por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas.

Esta profundidad se mide a partir de la superficie de la sub rasante, hasta la parte superior del tubo, determinada de siguiente manera:

Tráfico normal = 1.00 metros

Tráfico pesado = 1.20 metros

Datos usados en el diseño

2.2.4.6.2 Cunetas

En concepto, son canales abiertos que se pueden diseñar por varios métodos, -(uno de ellos, el método de Manning), se colocan paralelamente a lo largo del camino y sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera.

Cuando las pendientes son muy fuertes, deben de protegerse de la erosión y de la acción destructiva del agua por medio de estructuras escalonadas (disipadores de energía) o recubrimiento total de la sección.

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el fin de conducir el agua que escurre desde la parte central de éste, o en todo el camino, en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno, se prolongan a lo largo del pie del relleno; dejando un espacio entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se moje el relleno y origine asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos y se pueden construir de forma trapezoidal o triangular. El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, medida que determinará el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes (arriba de un 10%) cuando su longitud sea mayor de 50 metros, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio; debido a que mientras más largas sean, más agua llevará, por lo que se erosionarán más y resultaría antieconómica la conservación.

2.2.4.6.3 Contracunetas

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contracunetas 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.

2.2.4.6.4 Corrientes naturales

En las corrientes naturales se determina el nivel máximo de flujo para la creciente de diseño y se compara con el nivel a cauce lleno.

Cuando este último resulta inferior que el de la creciente se presenta desbordamientos, los cuales afectarán una zona inundable adyacente cuya amplitud debe determinarse.

Para este objetivo se utilizan procedimientos de hidráulica de canales naturales, con caudales variables y curvas de remanso.

La capacidad del cauce puede ampliarse mediante la ejecución de dragados. Para garantizar la estabilidad de las secciones de flujo se diseñan obras de encauzamiento y de protección de márgenes. En cada diseño particular se debe tener en cuenta tanto la magnitud de la carga de sedimentos que transporta la corriente natural, como los efectos que las obras pueden causar aguas arriba y abajo de su localización.

2.2.4.6.5 Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino.

En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas cada 200 metros como máximo, y necesariamente en las curvas verticales cóncavas, utilizando diámetros de 30" como mínimo.

Como obras de protección pueden citarse: Muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. A las tuberías se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragantes en la entrada, cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o de corrientes muy pequeñas.

Cuando se trate de corrientes cuya área de descarga no pase de 2 metros cuadrados se les construirán muros cabezales y en lugar de tragante de entrada se instalarán aletones rectos, a 45° o en “L”.

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 1.00 o 1.20 metros (dependiendo si es tráfico normal o pesado) para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

2.2.5 Ensayos de laboratorio de suelos

Los ensayos de suelos están muy asociados con los proyectos de carreteras. Un buen programa de estudio de suelos deberá abarcar:

- a. Toma de muestras de materiales representativos
- b. Realización de los ensayos respectivos
- c. Proveer los datos obtenidos para el proyecto

Es importante identificar los suelos, porque se logrará mucho si los materiales están adecuadamente identificados desde el principio.

La persona encargada del estudio, decidirá los tipos de suelos de los que han de tomarse muestras, su número, cómo y cuando han de ser tomadas.

Los procedimientos de ensayo se hacen para la clasificación general de los suelos, para el control de la construcción y para determinar la resistencia del suelo.

Los ensayos generales, se usan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados, adecuadamente. Estos ensayos son: Ensayo del peso específico, análisis granulométrico y ensayos de consistencia.

Los ensayos para inspección o control, se usan para asegurar que los suelos se compacten, adecuadamente, durante la construcción, de modo que se cumplan las condiciones impuestas en el proyecto, éstos son: ensayo del contenido de humedad, determinación del peso unitario o densidad y ensayo de compactación para el contenido de humedad.

Los ensayos de resistencia se usan para determinar la capacidad de carga de los suelos y son adecuados para usarlos en la construcción; el más importante es el California Bearing Ratio, C.B.R.

Los resultados de los ensayos del material balasto se ilustran en el apéndice F.

2.2.5.1 Ensayo de contenido de humedad

La humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra, al peso de la muestra ya seca, expresada como tanto por ciento.

2.2.5.2 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.

El análisis generalmente se hace en dos etapas: La primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos de granos grandes, medianos o suelos granulares como: Piedra triturada, grava y arenas.

El análisis consiste en pasar la mezcla que se analizará por mallas de aberturas conocidas, después se pesa el material retenido en cada una de las mallas y la información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, para poder comparar el suelo y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños gruesos presentes como una masa total. Los tamaños inferiores a la malla # 200 se consideran finos.

La segunda por un proceso de vía húmeda para suelos de granos finos como limos, limos-arenosos, limos-arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse.

Para suelos excesivamente finos se deberá usar el método del hidrómetro, pero este caso no es muy aplicado a carreteras, pues los materiales finos son materiales poco recomendables para bases y sub-bases de pavimentos. Solamente en el caso de que más del 12% de la muestra pase a través del tamiz # 200.

Es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro según AASHTO T 88. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.2.5.3 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.

2.2.5.3.1 Límite líquido (L.L)

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25), en la copa de casa grande, se cierre 1.27 cm. a lo largo de una ranura formada en un suelo remoldado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división ante el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

2.2.5.3.2 Límite plástico (L.P.)

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

El límite plástico se define como el contenido de agua, expresado en porcentaje del peso seco.

El cual se agrieta un cilindro de material de 3 mm (1/8 de pulgadas) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

2.2.5.3.3 Índice de plasticidad (I.P.)

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, es suelo de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.2.5.4 Ensayo del peso unitario de densidad

Peso unitario húmedo a densidad húmeda es el peso por metro cúbico o bien por centímetro cúbico del material “in situ” incluyendo el agua que contiene. Este ensayo se usa para controlar la compactación de terraplenes y capas de base.

Para controlar la compactación de suelos gravosos en el campo, se debe obtener la densidad seca del material que pasa el tamiz 1/4”, a fin de que se pueda comparar con la densidad hallada en la compactación de laboratorio.

2.2.5.5 Ensayo de compactación o proctor modificado

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, ésta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

2.2.5.6 Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

El valor relativo de soporte de un suelo (C.B.R.), es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así, poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

2.2.5.6.1 Expansión

A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 lb.

Sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero.

Luego se sumerge en el agua durante cuatro días, tomando lecturas a cada 24 hrs, controlando la expansión del material.

2.2.5.6.2 Determinación de la resistencia a la penetración

Después de haber tenido la muestra en saturación durante cuatro días, se saca del agua escurriéndola durante quince minutos, se le quita la pesa, el disco perforado y el papel filtro, se mide la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la muestra, el peso, el extensómetro ajustado a cero con el pistón colocado sobre la superficie de la muestra, se procede a hincar el pistón, y se procede a tomar las lecturas de deformación.

Ya con las lecturas tomadas, se procede a encontrar por medio de fórmula, la carga correspondiente a cada una de éstas, haciendo por último el gráfico que representa nuestro suelo.

2.2.6 Normas para el diseño de caminos rurales

2.2.6.1 Criterios generales

Al realizar el trabajo de campo, se inicia el estudio para fijar el eje de la carretera o 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.

Una vez fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se busca una combinación de alineamientos que se adaptan a las condiciones del terreno y que cumplan con los requisitos establecidos.

Existen factores que suelen forzar una línea influyendo en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, por lo que es necesario tomar una serie de normas generales que se toman de la práctica y del sentido común.

Debido a la dependencia entre sí de los alineamientos, que deben de guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno a producirse, obligan en determinadas circunstancias al no cumplimiento de estas normas, solamente cuando sean justificables por razones económicas, esto sin olvidar la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.2.6.2 Normas AASHTO

Estas normas tratan sobre las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación, además de las especificaciones para probar equipo para los mismos, tendiendo estas normas a ser flexibles, de acuerdo a las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados tales como cemento, acero, asfaltos, etc.

Muchas de estas especificaciones están de acuerdo con aquéllos de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales. En todos los casos donde la asociación y normas de la sociedad son técnicamente idénticas, a la referencia, las normas ASTM.

2.2.6.3 Normas ASTM

Creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso.

ASTM es una organización sin ánimo de lucro, que brinda un foro para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

Los miembros de esta organización desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones.

2.2.6.4 Normas COGUANOR

Las normas COGUANOR son las encargadas de propiciar condiciones que ayuden al desenvolvimiento ordenado de las actividades relacionadas con la fijación de normas de calidad, verificando el cumplimiento de las mismas en el mercado nacional, y con ello ayudar al desarrollo económico del país.

2.2.7 Planos y detalles

Los planos que se realizaron contienen todos los detalles de la planta y del perfil del terreno. Fueron elaborados con toda la información sobre las curvas horizontales en las plantas, y sobre las curvas verticales en los perfiles. 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.

Se ilustran también los detalles más importantes que componen este diseño.

2.2.8 Cuantificación de materiales

Para la cuantificación de los materiales se tomaron en cuenta los planos del diseño que fueron elaborados mediante los parámetros técnicos para la construcción de caminos rurales:

- Superficie de rodadura: 4.00 metros
- Bombeo lateral de 3% mínimo y 5% máximo
- Cunetas de 0.50 metros de ancho y 0.25 de profundidad
- Pendiente máxima: 15.00 %
- Pendiente mínima: 0.05 %
- Tránsito no mayor de 10 vehículos por día
- Velocidad de diseño en un rango entre 20 y 40 kilómetros por hora
- Cunetas Naturales: 3,610 metros lineales
- Cunetas Revestidas: 1,805 metros lineales
- Longitud del estudio topográfico: 7.218 kilómetros
- Longitud de diseño: 7.218 kilómetros

2.2.9 Presupuesto

La integración del presupuesto es una base importante para cualquier proyecto de ingeniería, deben estimarse las cantidades de materiales y de trabajos que conlleva la realización del proyecto, obteniendo los costos del mismo para poder obtener el precio final de la ejecución.

En el presupuesto se incluyen precios actualizados que se manejan en el municipio y se han tomado en cuenta todos los renglones de trabajo que se necesitan para poder ejecutar el proyecto.

El presupuesto se detalla en el apéndice G.

2.2.10 Especificaciones técnicas

2.2.10.1 Replanteo topográfico

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.

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.

2.2.10.2 Limpia, chapeo y destronque

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros. 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. 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.

2.2.10.3 Corte

Es el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes.

La excavación se debe efectuar de conformidad con la alineación, pendientes, dimensiones y detalles mostrados en los planos. Ningún material excavado de cualquier ampliación, debe ser dispuesto de manera inadecuada a fin de que no obstaculice el drenaje de la carretera.

2.2.10.4 Relleno

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 esta sección. En los rellenos, cada capa se debe compactar como mínimo al 90% de la densidad máxima, determinada según el método AASHTO T 180; y los 300 milímetros superiores deben compactarse como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

2.2.10.5 Estabilización de la subrasante

Es la operación que consiste en escarificar, incorporar materiales estabilizadores (si se requieren), homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la mezcla de la subrasante con materiales estabilizadores (dependiendo del tipo de suelo y del CBR obtenido), para mejorar sus características mecánicas, adecuando su superficie a la sección típica y elevaciones de subrasante establecidas en los planos u ordenadas por el Delegado Residente, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros.

2.2.10.6 Colocación de la capa de balasto

Es la capa de balasto destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito hacia la sub rasante, de tal manera que las pueda soportar, tiene un espesor mínimo de 0.15m.

Es un material clasificado que se coloca sobre la sub rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura. 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 y lo descrito en las especificaciones. 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 del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser removido y dispuesto adecuadamente para que no obstaculice el drenaje.

2.2.10.7 Drenajes transversales

Este trabajo consiste en suministrar, acarrear y colocar las alcantarillas de los diámetros, medidas y clases requeridas en los planos; debiendo colocarse sobre una cama adecuadamente preparada, de acuerdo con los planos. La tubería de metal corrugado tendrá un diámetro de 30", con una longitud de 4.5 m y un ángulo de desviación de 5° para no interrumpir el flujo del agua.

2.2.10.8 Cajas y cabezales

Son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto clase 17.5 MPa (2500 psi), colocadas en los extremos de las alcantarillas (entrada y salida), para encauzar el agua y protección de la carretera.

Las cajas tendrán 1.00x1.00x1.00 a rostros interiores y un espesor de pared de 0.20 m. Los cabezales deben ser de los tipos y dimensiones, indicados en detalles adjuntos.

2.2.10.9 Cunetas revestidas

Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, hechas de concreto simple fundido en sitio y no de concreto ciclópeo, que sirven para conducir hacia el desfogue, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes. Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las cunetas revestidas, deben ser las indicadas en los planos. Antes de construir cualquiera de los trabajos mencionados anteriormente, se debe conformar y compactar la superficie de las cunetas y retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre entre las mismas.

2.2.10.10 Proyección horizontal

Radio según velocidad de diseño (20 y 40 km/hora)

Bombeo 3 % mínimo, 5% máximo.

Revestimiento de material balasto con un espesor de 0.15 metros

2.2.10.11 Taludes

Corte: 1/3: 1 de 7 m. en adelante.

½: 1 de 3 a 7 m.

1: 1 de 0 a 3 m.

Relleno: 2: 1 de 0 a 3 m.

1 ½: 1 de 3 m. En adelante.

2.2.10.12 Acabados para los cabezales

Además de cumplir con todos los detalles de construcción especificados anteriormente, la alcantarilla completa debe mostrar un acabado cuidadoso en todos los aspectos. Se rechazarán las alcantarillas en las cuales la apariencia de los cabezales no sea la adecuada, para eso será necesario de repellar y darle un acabado uniforme.

Como tal, puede ser causa de rechazo, de no corregirse, la alcantarilla que tenga, entre otros, los siguientes defectos:

- Forma defectuosa.
- Variación de la línea recta central.
- Bordes dañados.
- Cabezales sin desfogue y/o mal acabado.

2.2.10.13 Uso de explosivos

El uso de explosivos será para extraer la roca, deberá tomarse un volumen del material que exceda a un metro cúbico, o bien, rocas y piedras salientes que el supervisor considere que deben romperse con taladro y explosivos; no considerándose como tales las piedras ya sueltas o fácilmente removibles con picos.

El presupuesto se hará de acuerdo al volumen de la masa medida antes de romperse, en metros cúbicos.

Cuando sea irremediable el uso de explosivos en lugares donde existan viviendas, deberán usarse cargas livianas y el área de las cargas deberá ser cubierta con madera estructural perfectamente instalada, colchones de explosión, o cualquier otra forma que prevenga el lanzamiento de rocas.

Siempre que se usen explosivos se avisará a las autoridades locales con anticipación, quienes deben notificar a los habitantes los trabajos que se realizarán, así como el día, la hora y zona de las detonaciones. También deberán colocarse rótulos que prevengan el peligro.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para la protección de personas y propiedades, observando las leyes y disposiciones de seguridad, interrumpiendo cualquier tipo de trabajo si el supervisor los juzga conveniente.

Deberá tenerse cuidado en el almacenaje de fulminantes y explosivos, que deberá ser por separado, y en la magnitud de las cargas que se utilizarán.

2.2.11 Medidas de mitigación de impacto ambiental

2.2.11.1 Limpieza y desmonte

Impacto

En la limpieza y eliminación de la vegetación y otro tipo de material dentro del derecho de vía de la carretera, área de campamentos y posibles bancos de material. El impacto podrá darse debido al escurrimiento del agua superficial arrastrando el material eliminado.

Medida de mitigación

El material vegetal se ubicará en áreas planas, que no exista posibilidad de arrastre debido al escurrimiento del agua superficial, éste constituye materia orgánica al sufrir descomposición lo que favorece al suelo.

Otro tipo de material a parte de la vegetación debe ubicarse en áreas seleccionadas como son los botaderos.

2.2.11.2 Manejo y disposición final de desechos sólidos

Impacto

Los desechos sólidos no deberán de arrojarse en áreas con pendientes debido que pueden llegar a los cuerpos de agua superficial y evitar la erosión del suelo y sedimentación en los cuerpos de agua.

Medida de mitigación

La vegetación y materia orgánica, como otros desechos sólidos deben transportarse hacia los sitios de botaderos propuestos, como son las áreas de explotación de los bancos.

Las áreas deben recomfortarse con suelo fértil mezclado con materia orgánica y luego reforestar con especies como Gravileas o especies de la zona de rápido crecimiento. Para los desechos sólidos que se generen de los campamentos y talleres como llantas, baterías, filtros, chatarra y cualquier otro desperdicio sólidos enterrarlo en un sitio del taller.

2.2.11.3 Manejo y disposición final de desechos líquidos

Impacto

Los desechos líquidos (aceites, grasas, hidrocarburos, etc.) pueden contaminar la fuente de agua si no se llevan a cabo las acciones que se proponen.

Medida de mitigación

Los aceites deberán de recolectarse en toneles y utilizarse en el curado de madera y en formaleas, el sobrante puede transportarse para su reciclaje.

El líquido electrolítico de las baterías debe depositarse en recipientes plásticos para reutilizarlo en otras baterías.

2.2.11.4 Mantenimiento correctivo y preventivo

Impacto

Consiste en la limpieza del derecho de vía, recuperación del balasto que se ha perdido y limpieza de alcantarillas el cual puede generar impactos al agua del drenaje superficial si los desechos sólidos y líquidos no son manejados adecuadamente.

Medida de mitigación

Los desechos sólidos deben depositarse fuera del derecho de vía de la ruta en las áreas recomendadas como botaderos.

2.2.11.5 Ambiente sonoro en el establecimiento y funcionamiento de campamentos

Impacto

Depende de la ubicación del campamento, puede afectar el sistema auditivo de la población. Se recomienda que las áreas propuestas se ubiquen alejadas de comunidades cercanas.

Medida de mitigación

Toda la maquinaria debe estar en buen estado además de contar con silenciadores que aminoren el ruido y no sobrepasar las normas establecidas en cuanto a no superar los 65 decibeles de sonoridad, además el personal que labora deben usar orejeras de cono completo o taponos para los oídos.

2.2.11.6 Acarreo de material

Impacto

El acarreo de material de los bancos así como de cortes y rellenos, afecta directamente a las poblaciones adyacentes a la ruta.

Medida de mitigación

Que la circulación del tránsito que acarreará el o los materiales lo haga en horario durante el día de preferencia de las 8 de la mañana a las 5 de la tarde, y, la flota vehicular debe estar en buen estado y con el mantenimiento adecuado.

2.2.11.7 Suelo (limpieza y desmonte)

Impacto

El desmonte del área de derecho de vía deja al suelo expuesto a la erosión laminar en canales y hasta cárcavas lo cual induce a realizar otras actividades para protección del suelo que resultarían elevando el costo de la obra.

Medida de mitigación

Que la materia orgánica como gramíneas y herbáceas sean depositados en el derecho de vía de la ruta a fin de favorecer su descomposición y ayudar indirectamente a la regeneración de otras especies y no esté expuesto el suelo a la erosión, así también se deben dejar las especies de arbustos y herbáceas que ayuden al sostenimiento y estabilidad del suelo.

2.2.11.8 Establecimiento y funcionamiento de campamentos

Impacto

Con esta actividad ocurren cambios en el uso del suelo debido a la eliminación de la vegetación y la nivelación del terreno, lo cual viene a cambiar su geomorfología original.

Medida de mitigación

Eliminar todos los desechos sólidos del suelo y luego recomfortarlo agregando una capa de suelo fértil de preferencia aquella que fue eliminada al inicio mezclándolo con materia orgánica.

Reforestar el área con especies de árboles de preferencia Gravilea o en su defecto las que sean comunes en el área y se encuentren en los viveros cercanos, si esto no fuera posible el suelo deberá sembrarse con gramíneas.

2.2.12 Especificaciones técnicas ambientales para la construcción del camino

- Se deberá contar con un Supervisor Ambiental quien se encargará de las medidas de mitigación y recomendar las no incluidas en su momento. Debe tener el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil o Agronomía y con especialidad en Evaluaciones de Impacto Ambiental y así mismo con experiencia en la construcción de carreteras. Deberá proponer y disponer si las áreas escogidas para cualquier actividad corren riesgo de sufrir impacto.
- Se deberá contar con un Ejecutor Ambiental, quien se encargará de realizar las obras de mitigación. Se requiere que la persona nombrada para el efecto posea grado académico de licenciado en Ingeniería Civil, con especialidad en Evaluaciones de Impacto Ambiental y con experiencia en la construcción de carreteras.
- Los taludes serán estabilizados con esquejes de Izote, proponiendo esquejes por metro cuadrado.
- Se contará con un área donde se ubicarán oficinas, bodegas, maquinaria, etc., para lo cual se propone la comunidad Chitoc, que es la más cercana a Sebulbuxhá. Al finalizar la construcción de la obra, se debe recomfortar o estabilizar el suelo, incorporando materia orgánica o bien suelo fértil, luego reforestar con especies de preferencia Gravilea por ser ésta de rápido crecimiento y proporciona suficiente estabilidad al suelo.
- Las áreas para depositar el material de desperdicio se ubicarán las zonas donde se tome material de préstamo o donde se considere conveniente.

Todo el material que sea depositado en los mismos, debe de estabilizarse de tal manera que no se erosionen por acción de la lluvia, así mismo deben reforestarse con la misma especie de Gravilea.

2.2.13 Plan de contingencia

Describe las medidas de emergencia a tomarse en situaciones derivadas del proceso de ejecución del proyecto, para la construcción y mantenimiento del camino.

2.2.13.1 Seguridad

El almacenaje de materiales de construcción será adecuado, especialmente aquellos que son fácilmente inflamables o explosivos.

Deberá contar con equipo para primeros auxilios en el caso de siniestros u otro tipo de accidentes de trabajo.

- Proveer de extinguidores próximos a las bodegas de almacenaje y adiestramiento de una persona responsable en casos de emergencia.
- Protección a los trabajadores de acuerdo con normas vigentes del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).
- Dotación de equipo de protección personal a trabajadores, consistente en cascos, botas, mascarillas, guantes, etc. que puedan utilizar en casos de emergencia.

2.2.14 Plan de monitoreo ambiental

El reglamento para los estudios de evaluación de impacto ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), describe medidas preventivas y correctivas para la conservación de la calidad ambiental.

Incluye la localización, vecindario, área de transporte y almacenamiento o puntos de carga entre otros vinculados directa o indirectamente:

- Para el manejo de hidrocarburos, evitar la contaminación ambiental y riesgo por accidentes, todos los lubricantes y grasas necesarios para el mantenimiento de los equipos deben almacenarse en áreas destinadas para ellos, con suficiente ventilación, en pisos de cemento y en recipientes con clara indicación de su contenido.
- Utilizar tanques de almacenamiento de combustible que cumplan con las estrictas normas de seguridad, evitándose el uso de toneles de plástico o de metal para fines de almacenamiento de carburantes, gasolina y diesel.
- Se deberá nombrar a una persona específica que pueda hacerse cargo de este tipo de trabajos.

CONCLUSIONES

1. San Pedro Carchá es un municipio del departamento de Alta Verapaz, que está formado por varias aldeas, en las cuales se ve reflejada la necesidad de muchos servicios básicos que tienen las mismas. Entre estas aldeas se encuentran la aldea Campur y la aldea Sebulbuxhá.
2. En la aldea Campur los habitantes diariamente sufren las consecuencias de no contar con un sistema adecuado de agua potable que los abastezca para poder satisfacer esta necesidad importante.
3. Es necesario para la aldea Campur, que se desarrolle un proyecto que les permita a los habitantes contar con el vital líquido, para lograr una vida sana y saludable y evitar enfermedades producidas por consumir agua que no se encuentra en condiciones potables.
4. La aldea Sebulbuxhá, ubicada en San Pedro Carchá, Alta Verapaz, diariamente se enfrenta a la dificultad de trasladarse a comunidades vecinas, debido a que no cuenta con un camino rural que les permita su libre y adecuada locomoción.
5. Con el crecimiento de la población; la producción, la comercialización y las transacciones mercantiles, ha incrementado la necesidad de que se construya un camino a través del cual, los habitantes puedan trasladar sus productos de un lugar a otro.

6. Con la ejecución del proyecto de un camino rural en la aldea Sebulbuxhá, se contribuirá a que la población se traslade con mayor facilidad, así como lograr satisfacer sus necesidades, de manera que, exista un desarrollo en la comunidad.

RECOMENDACIONES

1. Las autoridades municipales se interesen por hacer un estudio de las necesidades principales con que cuentan las aldeas, caseríos y cantones; para priorizarlas y de esta manera, llevar a cabo las acciones que conduzcan a la solución de la problemática encontrada.
2. Aprobar con prontitud el diseño de mejoramiento de la red de distribución de agua potable de la aldea Campur para que sus habitantes no sigan sufriendo las consecuencias de no contar con este vital líquido.
3. Una vez aprobado el proyecto del mejoramiento de la rehabilitación del sistema de agua potable para la aldea Campur, es necesario que la municipalidad de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, realice las gestiones necesarias para ejecutar el proyecto.
4. Instar a las autoridades municipales para que tomen conciencia de la imperiosa necesidad de los habitantes de la aldea Sebulbuxhá, un camino adecuado, que ya no obstaculice la comunicación y locomoción de los habitantes.
5. Dentro de la planificación municipal se priorice la construcción de un camino rural facilitando a los habitantes de la aldea Sebulbuxhá, el traslado de sus productos y realizar todas sus actividades comerciales y de mercado, las cuales representan ingresos y medios de subsistencia para la población.

6. Una vez aprobado el proyecto del diseño del camino rural, la municipalidad, inmediatamente debe gestionar la ejecución del proyecto y así, mejorar el acceso y comunicación de los habitantes de la aldea Sebulbuxhá, en San Pedro Carchá.

BIBLIOGRAFÍA

1. Campos Morales, Yorik Alexander. Diseño y planificación de la ampliación y mejoramiento del camino de acceso del puente vehicular Actelá hacia la aldea Actelá, municipio de Senahú, departamento de Alta Verapaz. Trabajo de graduación Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala 2006.
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, República de Guatemala. Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes. Guatemala, 2001.
3. Diseño de estructuras de concreto. Duodécima edición McGraw Hill Interamericana, S.A. 1999 Arthur H. Nilson. Colombia.
4. Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. Guatemala, junio de 1997. Segunda Revisión.
5. Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento. Ministerio de Salud Pública y Asistencia social, diciembre de 1991.
6. Merrit, Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. Editorial McGraw Hill, tercera edición, 1992. México.
7. Quintana Salazar, Corin Yohana. Introducción de agua potable al barrio Panimab'ey e introducción de agua potable al caserío Chirijuyú, San Juan Comalapa, Chimaltenango. Trabajo de graduación Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala 2007.
8. Reglamento Orgánico Interno del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo Gubernativo Número 186-2001. Ley del Medio Ambiente.

APÉNDICE A
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA



**MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
CENTRO DE SALUD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ**

FORMULARIO DE REPORTE

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA
(Método de membranas de filtración)

Comunidad: CAMPUR
Departamento: ALTA VERAPAZ

Municipio: SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ
Responsable(s): RENE CHOC

No.	SITIO DE MUESTREO	Hora	Fecha	COLIFORME FECAL			Cloro Residual	TURBIEDAD (UNT)2	PH
				No. DE MEMBRANAS	VOLUMEN (ML)	CONTAJE (No. Colonias x 100) volumen			
1	NACIMIENTO 1 CAMPURJA PARTE DEL CENTRO	10:34:00	08/01/2008	1	100	Incontable			7,5
2	NACIMIENTO 2 CAMPURJA PARTE DE ARRIBA	10:44:00	08/01/2008	1	100	Incontable			7,5
3	NACIMIENTO 3 CAMPURJA PARTE DE ARRIBA	15:25:00	08/01/2008	1	100	20			7,5

SITIO NO MUESTREADO

Incontable: No es posible realizar conteo de colonias

RESULTADO: El resultado del análisis Bacteriológico del agua:

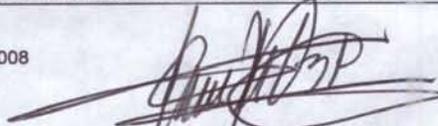
--- No apta para consumo humano ---

OBSERVACIONES:

Norma Coguanor No. 29001 Agua Potable: El volumen de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100ml. Se acepta como límite, una colonia de coliformes totales de ausencia de Escherichia Coli. La ausencia de coliformes se interpreta que la muestra aislada satisface la norma de calidad para consumo humano.

"Incontable": Número alto de colonias imposibles de realizar el contéo.

Carcha, Alta Verapaz, 09 de Enero del 2,008


Johne Adrin Ramos Davila
 Inspector de Saneamiento Ambiental
 Centro de Salud, Carcha, Alta Verapaz



APÉNDICE B
LIBRETA TOPOGRÁFICA
REHABILITACIÓN DE AGUA POTABLE

LIBRETA TOPOGRÁFICA

REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
	E0					500.000	0.000	0.000	0+000.00
E0	E1	13.457	51	50	56	498.264	5.008	12.490	0+013.46
E1	E2	19.093	53	55	44	496.451	20.441	23.732	0+032.55
E2	E3	9.392	59	37	35	495.469	28.544	28.481	0+041.94
E3	E4	13.924	69	1	4	494.227	41.545	33.467	0+055.87
E4	E5	29.674	64	42	3	488.140	68.373	46.148	0+085.54
E5	E6	19.930	20	1	1	488.102	75.195	64.874	0+105.47
E6	E7	10.030	55	17	18	486.484	83.440	70.585	0+115.50
E7	E8	7.505	80	55	50	484.569	90.851	71.768	0+123.01
E8	E9	25.893	92	25	41	477.303	116.721	70.671	0+148.90
E9	E10	27.099	83	15	55	475.378	143.633	73.849	0+176.00
E10	E11	40.859	37	10	16	472.572	168.320	106.407	0+216.86
E11	E12	29.724	67	22	43	468.502	195.757	117.840	0+246.58
E12	E13	24.700	58	58	37	470.749	216.924	130.570	0+271.28
E13	E14	12.357	59	45	35	469.810	228.518	134.845	0+283.64
E14	E15	25.168	30	10	54	465.538	241.171	156.601	0+308.81
E15	E16	10.988	33	45	11	465.691	247.268	165.742	0+319.79
E16	E17	25.435	33	38	2	461.409	261.356	186.919	0+345.23
E17	E18	31.053	36	11	52	455.675	279.695	211.978	0+376.28
E18	E19	27.409	61	26	12	455.234	303.768	225.083	0+403.69
E19	E20	26.612	48	31	52	455.316	323.709	242.706	0+430.30
E20	E21	57.552	44	55	14	455.200	364.348	283.458	0+487.85
E21	E22	24.722	32	6	56	454.804	377.491	304.397	0+512.58
E22	E23	20.765	0	22	11	449.317	377.625	325.162	0+533.34
E23	E24	11.376	342	2	57	448.233	374.119	335.984	0+544.72
E24	E25	33.354	330	39	2	442.619	357.771	365.057	0+578.07
E25	E26	42.664	352	1	7	437.851	351.847	407.308	0+620.74
E26	E27	33.878	333	33	27	431.068	336.761	437.642	0+654.61
E27	E28	12.797	342	28	37	430.504	332.908	449.845	0+667.41
E28	E29	20.584	342	28	37	428.552	326.871	469.524	0+688.00
E29	E30	11.218	329	55	28	428.972	321.249	479.232	0+699.21
E30	E31	19.604	310	5	31	428.740	306.252	491.857	0+718.82
E31	E32	25.329	328	42	26	429.168	293.096	513.501	0+744.15
E32	E33	25.515	326	17	28	427.960	278.936	534.726	0+769.66
E33	E34	14.204	347	7	59	425.278	275.773	548.573	0+783.86
E34	E35	32.696	357	59	35	425.610	274.628	581.249	0+816.56
E35	E36	25.835	320	34	28	424.637	258.221	601.205	0+842.39
E36	E37	21.883	317	12	13	419.326	243.354	617.262	0+864.28
E37	E38	53.184	307	9	35	420.428	200.969	649.387	0+917.46
E38	E39	62.570	319	3	20	424.732	159.965	696.649	0+980.03
E39	E40	28.259	314	22	14	427.296	139.765	716.411	1+008.29
E40	E41	39.879	311	23	11	422.459	109.845	742.777	1+048.17
E41	E42	58.485	317	24	34	419.758	70.265	785.834	1+106.65
E42	E43	30.316	291	52	42	419.904	42.132	797.131	1+136.97

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
E43	E44	32,261	296	4	1	419,926	13,153	811,307	1+169.23
E44	E45	17,219	273	49	34	419,682	-4,028	812,456	1+186.45
E45	E46	37,246	277	22	47	420,019	-40,965	817,240	1+223.70
E46	E47	54,283	293	57	2	420,236	-90,574	839,276	1+277.98
E47	E48	55,282	302	3	58	421,032	-137,422	868,625	1+333.26
E48	E49	25,687	310	41	24	418,182	-156,899	885,372	1+358.95
E49	E50	27,640	347	16	25	415,621	-162,988	912,333	1+386.59
E50	E144	37,391	341	55	6	420,878	-174,593	947,877	1+423.98
	E49					418,182	-156,899	885,372	1+358.95
E49	E52	29,754	312	53	50	416,026	-178,696	905,625	1+388.70
E52	E53	37,889	267	42	41	413,732	-216,555	904,112	1+426.59
E53	E54	10,904	307	53	6	413,673	-225,161	910,808	1+437.50
E54	E55	66,011	328	28	23	412,138	-259,678	967,075	1+503.51
E55	E56	52,527	300	58	58	407,287	-304,711	994,115	1+556.03
	E37					419,326	243,354	617,262	0+864.28
E37	E57	30,269	54	2	54	413,188	267,857	635,033	0+894.55
E57	E58	60,904	62	34	36	411,939	321,917	663,083	0+955.45
E58	E59	21,630	77	44	35	412,719	343,054	667,675	0+977.08
E59	E60	16,585	58	41	33	414,633	357,224	676,293	0+993.67
E60	E61	30,381	61	44	28	415,303	383,984	690,677	1+024.05
E61	E62	77,240	80	27	37	418,981	460,156	703,478	1+101.29
E62	E63	44,612	85	5	54	419,091	504,605	707,290	1+145.90
E63	E64	21,183	47	38	11	418,513	520,257	721,564	1+167.08
E64	E65	28,474	52	6	20	418,157	542,727	739,053	1+195.56
E65	E66	26,534	72	6	20	420,262	568,037	747,018	1+222.09
E66	E67	26,371	104	16	26	420,358	593,594	740,516	1+248.46
E67	E68	26,333	82	1	42	420,690	619,673	744,168	1+274.79
E68	E69	17,658	48	55	52	420,759	632,986	755,769	1+292.45
E69	E70	11,548	46	39	22	420,762	641,384	763,695	1+304.00
E70	E71	21,000	19	12	51	419,774	648,295	783,525	1+325.00
E71	E72	14,197	119	58	29	417,765	660,593	776,432	1+339.20
E72	E73	27,084	152	20	8	413,176	673,168	752,444	1+366.28
E73	E74	21,741	149	43	37	410,651	684,128	733,668	1+388.02
E74	E75	29,084	201	34	55	407,416	673,430	706,623	1+417.11
E75	E76	17,331	196	27	27	407,773	668,520	690,002	1+434.44
E76	E77	12,625	116	54	36	408,803	679,778	684,288	1+447.06
E77	E78	12,210	171	43	2	407,817	681,537	672,205	1+459.27
E78	E79	14,677	136	4	6	406,752	691,720	661,635	1+473.95
E79	E80	14,809	103	34	45	403,890	706,115	658,158	1+488.76
E80	E81	16,687	195	21	35	404,106	701,695	642,067	1+505.45
E81	E82	25,565	124	19	31	403,732	722,808	627,651	1+531.01

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
	E71					419,774	648,295	783,525	1+325.00
E71	E83	26,881	13	52	37	419,937	654,742	809,621	1+351.88
E83	E84	23,963	19	4	56	417,731	662,576	832,267	1+375.84
E84	E85	19,433	4	51	0	416,464	664,219	851,630	1+395.28
E85	E86	18,828	5	39	26	415,847	666,075	870,366	1+414.10
E86	E87	24,029	17	35	55	414,387	673,340	893,270	1+438.13
E87	E88	19,631	32	51	17	415,372	683,990	909,761	1+457.76
E88	E89	22,064	35	21	30	416,378	696,758	927,755	1+479.83
E89	E90	19,478	29	5	49	418,222	706,230	944,775	1+499.30
E90	E91	16,126	83	46	50	417,811	722,261	946,522	1+515.43
E91	E92	30,142	106	22	4	421,304	751,181	938,028	1+545.57
E92	E93	21,113	106	22	4	419,078	765,092	922,146	1+566.69
E93	E94	16,986	137	17	56	417,185	778,604	911,853	1+583.67
E94	E95	27,799	143	29	45	414,093	795,141	889,508	1+611.47
E95	E96	17,420	148	30	9	413,711	804,242	874,655	1+628.89
E96	E97	32,117	147	19	1	413,588	821,585	847,623	1+661.01
E97	E98	18,498	124	0	4	416,108	836,920	837,279	1+679.50
E98	E99	25,084	163	33	35	414,264	844,019	813,221	1+704.59
E99	E100	28,556	189	10	57	408,494	839,462	785,031	1+733.14
E100	E101	23,387	163	23	23	406,098	846,147	762,620	1+756.53
	E93					419,078	765,092	922,146	1+566.69
E93	E102	35,610	235	27	16	410,544	735,761	901,953	1+602.30
E102	E103	81,049	196	35	10	408,949	712,625	824,276	1+683.34
	E39					424,732	159,965	696,649	0+980.03
E39	E104	45,071	41	15	41	421,473	189,689	730,529	1+025.10
E104	E105	46,670	41	30	45	420,253	220,621	765,476	1+071.77
E105	E106	54,834	87	1	41	418,162	275,381	768,319	1+126.61
	E104					421,473	189,689	730,529	1+025.10
E104	E107	19,217	319	14	14	424,092	177,142	745,084	1+044.32
E107	E108	42,978	346	12	38	424,402	166,898	786,823	1+087.30
E108	E109	26,136	336	47	52	424,658	156,601	810,845	1+113.43
E109	E110	34,174	18	47	27	424,954	167,609	843,198	1+147.61
E110	E111	37,453	51	1	52	423,000	196,728	866,752	1+185.06
E111	E112	16,412	39	22	38	420,388	207,140	879,438	1+201.47
E112	E113	18,967	36	23	44	418,466	218,394	894,705	1+220.44
E113	E114	24,650	22	27	24	415,299	227,810	917,486	1+245.09
E114	E115	32,637	5	27	46	417,059	230,917	949,975	1+277.73
E115	E116	71,361	68	37	27	421,248	297,369	975,985	1+349.09
E116	E117	23,683	108	43	13	421,824	319,799	968,384	1+372.77
E117	E118	54,416	56	5	6	421,669	364,957	998,746	1+427.19
E118	E119	16,500	27	46	2	420,038	372,644	1,013,346	1+443.69
E119	E120	17,134	41	21	39	419,549	383,966	1,026,206	1+460.82

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
E120	E121	35.974	49	48	12	420.149	411.444	1049.424	1+496.79
E121	E122	35.175	56	35	19	421.171	440.806	1068.793	1+531.97
E122	E123	14.625	28	4	32	416.914	447.689	1081.697	1+546.59
E123	E124	15.848	69	64	27	415.153	462.541	1087.228	1+562.44
E124	E125	24.682	73	46	33	412.455	486.240	1094.124	1+587.12
E125	E126	28.798	38	16	16	413.437	504.077	1116.733	1+615.92
E126	E127	39.324	306	5	56	419.133	472.303	1139.902	1+655.25
E127	E128	45.881	288	57	49	418.211	428.912	1154.812	1+701.13
E128	E129	34.496	277	18	17	417.785	394.696	1159.198	1+735.62
E129	E130	51.784	296	53	3	413.093	348.509	1182.614	1+787.41
E130	E131	45.278	336	42	32	414.747	330.606	1224.202	1+832.68
E131	E132	64.319	292	38	28	414.490	271.244	1248.962	1+897.00
E132	E133	83.039	281	41	47	414.927	189.929	1265.796	1+980.04
E133	E134	102.000	252	3	59	418.838	92.885	1234.389	2+082.04
E134	E135	12.950	297	14	2	419.728	81.371	1240.315	2+094.99
	E126					413.437	504.077	1116.733	1+615.92
E126	E136	18.736	37	32	49	416.478	515.495	1131.588	1+634.66
E136	E137	22.164	50	43	12	420.852	532.651	1145.620	1+656.82
E137	E138	93.800	107	10	45	423.872	622.266	1117.915	1+750.62
E137	E139	16.430	28	57	57	421.369	540.608	1159.995	1+842.48
E139	E140	55.639	349	5	45	421.418	530.083	1214.629	1+898.12
E140	E141	86.044	318	21	9	424.985	472.903	1278.925	1+984.17
E141	E142	68.410	317	18	5	434.007	426.511	1329.202	2+052.58
E142	E143	35.778	296	57	27	439.141	394.620	1345.421	2+088.35
	E50					415.621	-162.988	912.333	1+386.59
E50	E144	37.391	341	16	25	420.878	-174.593	947.877	1+423.98
E144	E145	49.355	301	49	30	422.302	-216.528	973.903	1+473.33
E145	E146	98.688	307	49	12	422.153	-294.486	1034.417	1+572.02
E146	E147	113.314	315	55	48	429.541	-373.300	1115.832	1+685.34
E147	E148	42.897	322	26	53	431.425	-399.445	1149.841	1+728.23
E148	E149	34.089	331	26	47	428.384	-415.739	1179.784	1+762.32
E149	E150	61.077	331	10	8	425.583	-445.192	1233.290	1+823.40
E150	E151	25.825	287	4	15	425.835	-469.879	1240.871	1+849.22
E151	E152	30.123	286	55	6	426.007	-498.698	1249.637	1+879.35
E152	E153	33.691	307	53	21	432.821	-525.287	1270.328	1+913.04
E153	E154	40.980	307	1	14	436.932	-558.006	1295.002	1+954.02
E154	E155	33.238	325	12	58	439.245	-576.968	1322.301	1+987.26
E155	E156	168.784	300	0	34	434.200	-723.125	1406.717	2+156.04

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
	E19					455.234	303.768	225.083	0+403.69
E19	E160	5.500	98	47	17	456.291	309.268	223.742	0+422.35
E160	E161	34.525	80	33	14	449.091	343.268	229.742	0+456.88
E161	E162	33.377	80	25	28	444.491	376.268	234.742	0+490.25
E162	E163	59.464	42	38	43	435.391	416.268	278.742	0+549.72
E163	E164	8.062	29	15	37	432.691	420.268	285.742	0+557.78
E164	E165	50.210	45	44	5	434.891	456.268	320.742	0+607.99
E165	E166	61.522	45	43	59	422.391	500.268	363.742	0+669.51
E166	E167	35.511	58	30	45	414.491	530.268	382.742	0+705.02
E167	E168	101.139	45	47	32	410.191	600.268	455.742	0+806.16
E168	E169	3.606	304	49	9	411.791	603.268	453.742	0+809.77
E169	E170	42.450	19	46	49	402.891	614.268	494.742	0+852.22
E170	E171	68.411	14	57	48	399.291	632.268	560.742	0+920.63
E171	E172	51.352	7	28	58	393.791	638.268	611.742	0+971.98
E172	E173	34.540	21	14	8	404.591	651.268	643.742	1+006.52
E173	E174	9.000	0	10	53	403.891	651.268	652.742	1+015.52
	E170					402.891	614.268	494.742	0+852.22
E170	E175	59.942	62	12	39	400.491	667.268	522.742	0+912.16
E175	E176	91.548	96	26	56	396.891	758.268	512.742	1+003.71
E176	E177	39.661	34	3	1	391.691	780.268	545.742	1+043.37
E177	E178	72.125	44	52	41	394.091	831.268	596.742	1+115.49
E178	E179	87.281	80	42	52	388.791	914.268	623.742	1+202.77
E179	E180	16.643	32	15	15	390.191	905.268	609.742	1+219.42
E180	E181	82.006	116	31	22	384.391	984.268	587.742	1+301.42
E181	E182	42.190	122	0	14	385.591	1020.268	565.742	1+343.61
	E176					396.891	758.268	512.742	1+003.71
E176	E183	12.042	92	55	60	400.491	770.268	511.742	1+015.75
E183	E184	36.125	95	45	43	390.191	806.268	508.742	1+051.87
E184	E185	54.589	117	51	2	395.491	854.268	482.742	1+106.46
E185	E186	101.139	76	4	42	405.391	952.268	507.742	1+207.60
	E185					395.491	854.268	482.742	1+106.46
E185	E187	108.467	131	9	54	397.691	936.268	411.742	1+214.93
E187	E188	50.695	158	1	22	396.191	955.268	364.742	1+265.62
E188	E189	68.007	90	23	51	400.791	1023.268	363.742	1+333.63
	E185					395.491	854.268	482.742	1+106.46
E185	E190	52.154	176	20	14	394.791	858.268	430.742	1+158.62
	E144						-174.593	947.877	1+423.98
E144	E51	62.591	341	10	3	430.045	-194.798	1007.119	1+486.57

EST	PO	DIST (m)	AZIMUT			COTA	X	Y	DIST ACUM
			GRADO	MINUTO	SEGUNDO				
	E137					420.852	532.651	1145.620	1+656.82
E137	E139	16.430	28	57	57	421.369	540.608	1159.995	1+656.82
E139	E140	55.639	349	5	45	421.418	530.083	1214.629	1+656.82
E140	E141	86.044	318	21	9	424.985	472.903	1278.925	1+656.82
E141	E142	68.410	317	18	5	434.007	426.511	1329.202	1+656.82
E142	E143	35.778	296	57	24	439.141	394.620	1345.421	1+656.82

APÉNDICE C
RESUMEN DEL DISEÑO HIDRÁULICO

CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE CAPTACIÓN

PROYECTO: Rehabilitación Sistema de Agua Potable MUNICIPIO: Campur, San Pedro Carchá DEPARTAMENTO: Alta Verapaz
 DISEÑO: Harry Efraín Ochaeta Galindo REVISÓ: Ing. Oscar Argueta Hernández FECHA: Abril de 2008 HOJA: 1 / 1

TRAMO		LONGITUD (mts)	DIÁMETRO (plg)	CLASE	Q (l/s)	V (m/s)	HF (m)	COTA PIEZOMÉTRICA		COTA TERRENO		PRESIÓN DINAMICA	PRESIÓN ESTATICA	OBSERVACIONES
DE	A							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			
E0	E-1	13.46	2 1/2	HG	4.11	1.30	0.738	499.6	498.862	500	498.26	1.340	0.602	
E1	E2	19.09	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.047	498.862	497.815	498.26	496.45	2.412	1.365	
E2	E3	9.39	2 1/2	HG	4.11	1.30	0.515	497.815	497.3	496.45	495.47	2.345	1.830	
E3	E4	13.92	2 1/2	HG	4.11	1.30	0.764	497.3	496.536	495.47	494.23	3.070	2.306	
E4	E5	29.67	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.627	496.536	494.909	494.23	488.14	8.396	6.769	
E5	E6	19.93	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.093	494.909	493.815	488.14	488.10	6.809	5.715	
E6	E7	10.03	2 1/2	HG	4.11	1.30	0.550	493.815	493.265	488.10	486.48	7.335	6.785	
E7	E8	7.50	2 1/2	HG	4.11	1.30	0.412	493.265	492.854	486.48	484.57	8.695	8.284	
E8	E9	25.89	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.420	492.854	491.434	484.57	477.30	15.554	14.134	
E9	E10	27.10	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.486	491.434	489.947	477.30	475.38	16.054	14.567	
E10	E11	40.86	2 1/2	HG	4.11	1.30	2.241	489.947	487.706	475.38	472.57	17.377	15.136	
E11	E12	29.72	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.630	487.706	486.076	472.57	468.50	19.206	17.576	
E12	E13	24.70	2 1/2	HG	4.11	1.30	1.355	486.076	484.722	468.50	470.75	15.326	13.972	
E13	E14	12.36	2	HG	4.11	2.03	2.009	484.722	482.712	470.75	469.81	14.912	12.902	
E14	E15	25.17	2	HG	4.11	2.03	4.092	482.712	478.62	469.81	465.54	17.172	13.080	
E15	TANQUE	6.60	2	HG	4.11	2.03	1.073	478.62	477.547	465.54	467.69	10.930	9.857	

CÁLCULO HIDRÁULICO RED DE DISTRIBUCIÓN

PROYECTO: Rehabilitación Sistema de Agua Potable MUNICIPIO: Campur, San Pedro Carchá DEPARTAMENTO: Alta Verapaz
 DISEÑO: Harry Efraín Ochaeta Galindo REVISÓ: Ing. Oscar Argueta Hernández FECHA: Abril de 2008 HOJA: 1 / 1

TRAMO		LONGITUD (mts)	DIÁMETRO (plg)	CLASE	Q (l/s)	V (m/s)	HF (m)	COTA PIEZOMÉTRICA		COTA TERRENO		PRESIÓN DINAMICA	PRESIÓN ESTATICA	OBSERVACIONES
DE	A							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			
TANQUE	E-19	89.347	4	PVC	5.48	0.68	0.400	466.19	465.79	466.19	455.234	10.556	10.956	
E-19	E-167	288.171	2	PVC	2.20	1.09	6.964	465.79	458.827	455.234	414.491	44.336	51.699	
E-167	E-170	147.194	1 1/2	PVC	2.20	1.93	14.439	458.827	444.388	419.129	402.891	41.497	63.299	
E-170	E-174	163.303	1 1/2	PVC	0.86	0.75	2.818	444.388	441.569	402.891	403.891	37.678	62.299	
E-170	E-176	164.652	1 1/2	PVC	1.58	1.39	8.765	444.388	435.623	402.891	396.891	38.732	69.299	
E-176	E-182	339.907	1 1/2	PVC	1.03	0.90	8.190	435.623	427.433	396.891	385.591	41.842	80.599	
E-176	E-185	102.756	1 1/2	PVC	0.89	0.78	1.889	435.623	433.733	396.891	395.491	38.242	70.699	
E-185	E-186	101.139	1 1/2	PVC	0.60	0.53	0.897	433.733	432.836	395.491	405.391	27.445	60.799	
E-185	E-189	227.169	1 1/2	PVC	1.10	0.97	6.181	433.733	427.552	395.491	400.791	26.761	65.399	
E-185	E-190	52.154	1	PVC	0.26	0.51	0.709	433.733	433.024	395.491	394.791	38.233	71.399	
E-19	E-28	263.721	4	PVC	2.94	0.36	0.373	465.79	465.418	455.234	430.504	34.914	35.686	
E-28	E-37	196.867	3	PVC	2.94	0.64	1.129	465.418	464.289	430.504	419.326	44.963	46.864	
E-37	E-71	460.722	1 1/2	PVC	1.37	1.20	18.816	464.289	445.472	419.326	419.774	25.698	46.416	
E-71	E-82	206.011	1	PVC	0.65	1.28	15.258	445.472	430.214	419.774	403.732	26.482	62.458	
E-71	E-93	241.685	1 1/2	PVC	0.64	0.56	2.429	445.472	443.044	419.774	419.078	23.966	47.112	
E-93	E-101	189.845	1	PVC	0.56	1.11	10.673	443.044	432.371	419.078	406.098	26.273	60.092	
E-93	E-103	116.659	1	PVC	0.45	0.89	4.376	443.044	438.667	419.078	408.949	29.718	57.241	
E-37	E-39	115.754	2 1/2	PVC	1.53	0.48	0.479	464.289	463.81	419.326	424.732	39.078	41.458	
E-39	E-49	378.917	2	PVC	0.71	0.35	1.130	463.81	462.68	424.732	418.182	44.498	48.008	
E-49	E-53	67.643	1	PVC	0.50	0.99	3.084	462.68	459.596	418.182	413.732	45.864	52.458	
E-53	E-56	129.442	3/4	PVC	0.50	1.75	23.953	459.596	435.644	413.732	407.287	28.357	58.903	
E-49	E-144	65.031	2	PVC	0.37	0.18	0.059	462.68	462.621	418.182	420.878	41.743	45.312	
E-144	E-148	304.254	2	PVC	0.85	0.42	1.266	462.621	461.355	420.878	431.425	29.930	34.765	
E-148	E-156	427.807	1 1/2	PVC	0.85	0.75	7.225	461.355	454.13	431.425	434.2	19.930	31.990	
E-144	E-51	62.591	1	PVC	0.34	0.67	1.398	462.621	461.223	420.878	430.045	31.178	36.145	
E-39	E-104	45.071	2	PVC	0.733	0.36	0.143	463.81	463.667	424.732	421.473	42.194	44.717	
E-104	E-106	101.504	1	PVC	0.4	0.79	3.062	463.667	460.605	421.473	418.162	42.443	48.028	
E-104	E-126	590.819	2	PVC	0.66	0.33	1.539	463.667	462.128	421.473	413.437	48.691	52.753	
E-126	E-133	364.121	1 1/2	PVC	0.81	0.71	5.625	462.128	456.503	413.437	414.927	41.576	51.263	
E-133	E-135	114.949	1	PVC	0.81	1.60	12.792	456.503	443.711	414.927	419.728	23.983	46.462	
E-126	E-137	40.9	1 1/2	PVC	0.187	0.16	0.042	462.128	462.086	413.437	420.852	41.234	45.338	
E-137	E-138	93.8	1	PVC	0.34	0.67	2.095	462.086	459.991	420.852	423.872	36.119	42.318	
E-137	E-143	262.301	1 1/2	PVC	0.56	0.49	2.047	462.086	460.039	420.852	439.141	20.898	27.049	

APÉNDICE D
PRESUPUESTO DESGLOSADO
REHABILITACIÓN DE AGUA POTABLE

Proyecto: Rehabilitación del sistema de agua potable de la aldea Campur					
No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
1	Trabajos Preliminares	1.00	global		
	Limpieza, destronque y chapeo	6,831.61	ml	Q1.75	Q11,955.32
	Replanteo topográfico	6,831.61	ml	Q1.50	Q10,247.42
	Rotulo	1.00	unidad	Q2,500.00	Q2,500.00
				SUB-TOTAL	Q24,702.74
2	Captación	1.00	global		
	Cemento	24.00	sacos	Q53.50	Q1,284.00
	Arena de rio	2.00	m3	Q200.00	Q400.00
	Piedrín 3/4"	2.00	m3	Q225.00	Q450.00
	Hierro No.3	5.00	quintal	Q369.00	Q1,845.00
	Alambre de amarre	17.00	libras	Q4.30	Q73.10
	Tabla de 8'x1'x3/4"	3.50	docena	Q260.00	Q910.00
	Regla de 3"x2"x8'	3.50	docena	Q180.00	Q630.00
	Tubo h.g. 2 1/2" 250 psi	1.00	unidad	Q583.00	Q583.00
	Pichacha de 2 1/2" bronce	1.00	unidad	Q810.00	Q810.00
				SUB-TOTAL	Q6,985.10
3	Línea de Conducción	315.41	ml		
	Tubo h.g. 2 1/2"	46.00	unidad	Q583.00	Q26,818.00
	Tubo h.g. 2"	8.00	unidad	Q373.20	Q2,985.60
	Reductor h.g. 2 1/2"x2"	1.00	unidad	Q25.00	Q25.00
	Válvula de aire 2 1/2"	1.00	unidad	Q920.75	Q920.75
	Válvula de limpieza 2 1/2"	1.00	unidad	Q690.25	Q690.25
	Válvula de compuerta de 2 1/2"	1.00	unidad	Q625.00	Q625.00
	Válvula de compuerta de 2"	1.00	unidad	Q330.00	Q330.00
	Codo h.g. 2 1/2"x45°	6.00	unidad	Q55.20	Q331.20
	Codo h.g. 2"x45°	1.00	unidad	Q36.00	Q36.00
	Codo h.g. 2"x90°	2.00	unidad	Q28.00	Q56.00
	Copla h.g. 2 1/2"	48.00	unidad	Q35.00	Q1,680.00
	Copla h.g. 2"	7.00	unidad	Q17.75	Q124.25
	Unión universal h.g. 2 1/2"	3.00	unidad	Q160.00	Q480.00
	Unión universal h.g. 2"	1.00	unidad	Q85.00	Q85.00
	Pegamento silicón Permatex	14.00	tubos	Q22.00	Q308.00
	Caja para válvula de compuerta	2.00	unidad	Q210.00	Q420.00
	Caja para válvula de aire	1.00	unidad	Q210.00	Q210.00
	Caja para válvula de limpieza	1.00	unidad	Q210.00	Q210.00
	Bases para tubería h.g.	108.00	unidad	Q24.50	Q2,646.00
	Tarraja	1.00	unidad	Q3,400.00	Q3,400.00
				SUB-TOTAL	Q42,381.05

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
4	Sistema de Cloración	1.00	global		
	Dosificador de cloro	1.00	unidad	Q3,340.00	Q3,340.00
	Cubeta hipoclorito de calcio	1.00	unidad	Q625.00	Q625.00
	Kit de análisis de cloro y ph	2.00	unidad	Q90.00	Q180.00
	Caja para sistema de cloración	1.00	unidad	Q675.00	Q675.00
				SUB-TOTAL:	Q4,820.00
5	Tanque de almacenamiento	1.00	Unidad		
Tubería y accesorios					
	Tubería PVC 4" de 160 psi	1.00	unidad	Q 535.09	Q 535.09
	Tubería PVC 3" de 160 psi	3.00	unidad	Q 324.70	Q 974.10
	Sifón HG de 4" PVC	1.00	unidad	Q 425.53	Q 425.53
	Codo de 90 grados de 4" PVC	9.00	unidad	Q 82.65	Q 743.85
	Adaptador macho de 4" PVC	2.00	unidad	Q 301.39	Q 602.78
	Pichacha de 4"	1.00	unidad	Q 845.25	Q 845.25
	Válvula de compuerta de 6" de hg.	1.00	unidad	Q 3,312.99	Q 3,312.99
	Válvula de compuerta de 3" de br.	1.00	unidad	Q 638.01	Q 638.01
	Candado de 60 mm	3.00	unidad	Q 126.00	Q 378.00
Materiales de construcción					
	Cemento	884.00	Sacos	Q 63.00	Q 55,692.00
	Arena de río	85.00	m ³	Q 210.00	Q 17,850.00
	Piedrín	110.00	m ³	Q 189.00	Q 20,790.00
	Piedra de bola	60.00	m ³	Q 189.00	Q 11,340.00
	Hierro No. 2	5.00	Varillas	Q 19.43	Q 97.15
	Hierro No. 3	460.00	Varillas	Q 40.43	Q 18,597.80
	Hierro No. 4	35.00	Varillas	Q 75.08	Q 2,627.80
	Hierro No. 5	15.00	Varillas	Q 105.00	Q 1,575.00
	Hierro No. 6	4.00	Varillas	Q 175.35	Q 701.40
	Alambre de amarre calibre 16	200.00	Lbs.	Q 8.40	Q 1,680.00
	Clavos para madera de 3"	100.00	Lbs.	Q 8.40	Q 840.00
	4190 tablas de 1"x12"x10'	4190.00	pie tabla	Q 6.30	Q 26,397.00
	201 parales de 3"x3"x10'	1508.00	pie tabla	Q 6.30	Q 9,500.40
	50 tendales de 3"x4"x10'	500.00	pie tabla	Q 6.30	Q 3,150.00
	Block de 0.15x0.20x0.40	75.00	U	Q 3.94	Q 295.50
Total en materiales					Q 179,589.65
	Transporte de material 5%	1.00	Global		Q 8,979.48
	Herramientas y equipo 10%	1.00	Global		Q 17,958.97
Mano de obra					
	Mano de obra calificada	300.00	Día/alb	Q 126.00	Q 37,800.00
	Mano de obra no calificada 45%				Q 17,010.00
Total en mano de obra					Q 54,810.00
				SUB-TOTAL	Q 261,338.10

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
6	Línea de Distribución:	6,516.20	ml		
	Tubería p.v.c. 4" 160 psi	59.00	unidad	Q360.00	Q21,240.00
	Tubería p.v.c. 3" 160 psi	33.00	unidad	Q226.00	Q7,458.00
	Tubería p.v.c. 2 1/2" 160 psi	20.00	unidad	Q165.00	Q3,300.00
	Tubería p.v.c. 2" 160 psi	281.00	unidad	Q110.00	Q30,910.00
	Tubería p.v.c. 1 1/2" 160 psi	511.00	unidad	Q75.00	Q38,325.00
	Tubería p.v.c. 1" 160 psi	172.00	unidad	Q45.00	Q7,740.00
	Tubería p.v.c. 3/4" 250 psi	22.00	unidad	Q36.00	Q792.00
	Tee p.v.c. 4"	1.00	unidad	Q114.70	Q114.70
	Tee p.v.c. 3"	1.00	unidad	Q68.90	Q68.90
	Tee p.v.c. 2 1/2"	1.00	unidad	Q54.15	Q54.15
	Tee p.v.c. 2"	2.00	unidad	Q13.70	Q27.40
	Tee p.v.c. 1 1/2"	7.00	unidad	Q10.20	Q71.40
	Yee p.v.c. 2"	2.00	unidad	Q21.00	Q42.00
	Reductor p.v.c. 4"x2"	1.00	unidad	Q66.60	Q66.60
	Reductor p.v.c. 4"x3"	1.00	unidad	Q66.60	Q66.60
	Reductor p.v.c. 3"x 2 1/2"	1.00	unidad	Q41.85	Q41.85
	Reductor p.v.c. 3"x1 1/2"	1.00	unidad	Q41.85	Q41.85
	Reductor p.v.c. 2 1/2"x2"	2.00	unidad	Q26.55	Q53.10
	Reductor p.v.c. 2"x1 1/2"	4.00	unidad	Q26.55	Q106.20
	Reductor p.v.c. 2"x1"	3.00	unidad	Q8.85	Q26.55
	Reductor p.v.c. 1 1/2"x1"	6.00	unidad	Q5.75	Q34.50
	Reductor p.v.c. 1"x3/4"	1.00	unidad	Q3.00	Q3.00
	Válvula de compuerta de 4"	2.00	unidad	Q1,725.00	Q3,450.00
	Válvula de compuerta de 2 1/2"	1.00	unidad	Q625.00	Q625.00
	Válvula de compuerta de 2"	4.00	unidad	Q330.00	Q1,320.00
	Válvula de compuerta de 1 1/2"	7.00	unidad	Q225.00	Q1,575.00
	Válvula de compuerta de 1"	2.00	unidad	Q120.00	Q240.00
	Adaptador macho p.v.c. 4"	4.00	unidad	Q52.75	Q211.00
	Adaptador macho p.v.c. 2 1/2"	2.00	unidad	Q25.95	Q51.90
	Adaptador macho p.v.c. 2"	8.00	unidad	Q9.84	Q78.72
	Adaptador macho p.v.c. 1 1/2"	14.00	unidad	Q6.70	Q93.80
	Cajas para válvulas	16.00	unidad	Q210.00	Q3,360.00
	Pegamento para p.v.c.	7.00	galón	Q334.35	Q2,340.45
				SUB-TOTAL	Q123,929.67

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
7	Instalaciones para Conexiones Dom.	292.00	unidad		
	Tubería p.v.c. 1/2" 315 psi	49.00	unidad	Q20.00	Q980.00
	Tee p.v.c. 3"	3.00	unidad	Q68.90	Q206.70
	Tee p.v.c. 2 1/2"	9.00	unidad	Q54.15	Q487.35
	Tee p.v.c. 2"	45.00	unidad	Q13.70	Q616.50
	Tee p.v.c. 1 1/2"	181.00	unidad	Q10.20	Q1,846.20
	Tee p.v.c. 1"	47.00	unidad	Q5.75	Q270.25
	Tee p.v.c. 3/4"	7.00	unidad	Q3.00	Q21.00
	Reductor p.v.c. 3"x1/2"	3.00	unidad	Q38.65	Q115.95
	Reductor p.v.c. 2 1/2"x1/2"	9.00	unidad	Q26.55	Q238.95
	Reductor p.v.c. 2"x1/2"	45.00	unidad	Q8.85	Q398.25
	Reductor p.v.c. 1 1/2"x1/2"	181.00	unidad	Q5.25	Q950.25
	Reductor p.v.c. 1"x1/2"	47.00	unidad	Q3.05	Q143.35
	Reductor p.v.c. 3/4"x1/2"	7.00	unidad	Q2.10	Q14.70
	Tapón hembra liso 1/2"	292.00	unidad	Q2.00	Q584.00
	Pegamento para p.v.c.	1.00	galón	Q334.35	Q334.35
				SUB-TOTAL	Q7,207.80
8	Conexiones Domiciliares	292.00	Unidad		
	Tubería p.v.c. 1/2" 315 psi	920.00	unidad	Q20.00	Q18,400.00
	Adaptador hembra p.v.c. 1/2"	292.00	unidad	Q1.90	Q554.80
	Codo p.v.c. 1/2"x45°	584.00	unidad	Q1.65	Q963.60
	Llave chorro 1/2"	292.00	unidad	Q40.75	Q11,899.00
	Llave de globo 1/2"	292.00	unidad	Q60.00	Q17,520.00
	Base de concreto para chorro	292.00	unidad	Q72.50	Q21,170.00
	Caja para llave de globo, prefabricada	292.00	unidad	Q59.75	Q17,447.00
	Teflón 1/2"	90.00	rollos	Q1.40	Q126.00
	Pegamento para p.v.c.	3.00	galón	Q334.00	Q1,002.00
				SUB-TOTAL	89,082.40
9	M.O. Captación	1.00	global		
	Armado de refuerzo	22.70	m2	Q28.90	Q656.03
	Colocación de formaleta	23.00	m2	Q16.25	Q373.75
	Instalación de tubo y pichacha	1.00	global	Q110.00	Q110.00
	Fundición	2.10	m3	Q375.00	Q787.50
	Desencofrado	23.00	m2	Q7.00	Q161.00
	Tallado	9.20	m2	Q18.50	Q170.20
				SUB-TOTAL	Q2,258.48

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
10	M.O. Línea de Conducción	315.41	ml		
	Instalación de tubos h.g.	54.00	unidad	Q15.00	Q810.00
	Instalación accesorios h.g.	63.00	unidad	Q7.50	Q472.50
	Instalación de válvulas	4.00	unidad	Q90.00	Q360.00
	Construcción de cajas para válvulas	4.00	unidad	Q155.30	Q621.20
	Construcción base tubería h.g.	108.00	unidad	Q25.50	Q2,754.00
				SUB-TOTAL	Q5,017.70
11	M.O. Sistema de Cloración	1.00	global		
	Instalación dosificador de cloro	1.00	global	Q1,150.00	Q1,150.00
	Caja para sistema de cloración	1.00	unidad	Q325.80	Q325.80
				SUB-TOTAL	Q1,475.80
12	M.O. Línea de Distribución	6,516.20	ml		
	Excavación de zanja 0.30x0.60x6516.20	6,516.20	ml	Q4.75	Q30,951.95
	Relleno de zanja de 0.30x0.60x6516.20	6,516.20	ml	Q3.00	Q19,548.60
	Instalación de tubería p.v.c.	1,072.00	unidad	Q3.00	Q3,216.00
	Instalación de accesorios p.v.c.	62.00	unidad	Q2.50	Q155.00
	Construcción de cajas para válvulas	16.00	unidad	Q155.30	Q2,484.80
	Instalación de válvulas	16.00	unidad	Q75.00	Q1,200.00
				SUB-TOTAL	Q57,556.35
13	M.O. Inst. para conexiones Domic.	292.00	unidad		
	Excavación de zanja 0.30x0.40x1.00	292.00	ml	Q4.10	Q1,197.20
	Relleno de zanja de 0.30x0.40x1.00	292.00	ml	Q2.50	Q730.00
	Instalación de tubos p.v.c. 1/2" 315 psi	49.00	unidad	Q2.50	Q122.50
	Instalación accesorios p.v.c. 1/2"	876.00	unidad	Q1.25	Q1,095.00
				SUB-TOTAL	Q3,144.70
14	M.O. Conexiones Domiciliares	1.00	global		
	Excavación de zanja 0.30x0.40x4936	4,936.00	ml	Q4.10	Q20,237.60
	Relleno de zanja de 0.30x0.40x4936	4,936.00	ml	Q2.90	Q14,314.40
	Instalación de tubos p.v.c. 1/2" 315 psi	823.00	unidad	Q2.50	Q2,057.50
	Instalación de chorros	292.00	unidad	Q2.00	Q584.00
	Instalación de llaves de globo	292.00	unidad	Q5.50	Q1,606.00
	Instalación accesorios p.v.c. 1/2"	876.00	unidad	Q1.25	Q1,095.00
	Construcción base para chorro	292.00	unidad	Q55.00	Q16,060.00
	Inst. cajas prefabr. para llave de globo	292.00	unidad	Q22.50	Q6,570.00
				SUB-TOTAL	Q62,524.50

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
15	Herramientas	1.00	global		
	Palas	15.00	unidad	Q48.00	Q720.00
	Piochas	15.00	unidad	Q60.00	Q900.00
	Almárganas	15.00	unidad	Q60.00	Q900.00
	Azadones	15.00	unidad	Q56.00	Q840.00
	Carretas rueda de hule	9.00	unidad	Q200.00	Q1,800.00
				SUB-TOTAL	Q5,160.00
16	Fletes	1.00	global		
	Traslado de materiales	4.00	viajes	1750.00	Q7,000.00
				SUB-TOTAL	Q7,000.00

TOTAL COSTOS DIRECTOS:				Q704,584.39
-------------------------------	--	--	--	--------------------

17	Costos Indirectos				
	Gastos Administrativos	15.00	%	Q704,584.39	Q105,687.66
	Supervisión	5.00	%	Q704,584.39	Q35,229.22
	Imprevistos	5.00	%	Q704,584.39	Q35,229.22

TOTAL COSTOS INDIRECTOS:				176,146.09
---------------------------------	--	--	--	-------------------

	Resumen de Costos:				Total
	Costos Directos				Q704,584.39
	Costos Indirectos				Q176,146.08

COSTO TOTAL DEL PROYECTO:				Q880,730.48
----------------------------------	--	--	--	--------------------

INTEGRACIÓN COSTOS UNITARIOS

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unit.	Total
1	Trabajos Preliminares	1.00	global	Q30,878.42	Q30,878.42
2	Captación	1.00	global	Q11,554.47	Q11,554.47
3	Línea de Conducción	315.41	ml	Q187.85	Q59,248.44
4	Sistema de Cloración	1.00	global	Q7,869.75	Q7,869.75
5	Tanque de Almacenamiento	1.00	global	Q326,672.63	Q326,672.63
6	Línea de Distribución	6,516.20	ml	Q34.81	Q226,857.53
7	Instalaciones para Conexiones Dom.	292.00	unidad	Q44.32	Q12,940.62
8	Conexiones Domiciliares	292.00	unidad	Q649.00	Q189,508.62
15	Herramientas	1.00	global	Q6,450.00	Q6,450.00
16	Fletes	4.00	global	Q2,187.50	Q8,750.00

GRAN TOTAL	Q880,730.48
-------------------	--------------------

APÉNDICE E
LIBRETA TOPOGRÁFICA
DISEÑO CAMINO RURAL

LIBRETA TOPOGRÁFICA

DISEÑO CAMINO RURAL ALDEA SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, A.V.

EST	P.O.	AZIMUT			DIFERENCIA DE HILOS			ANGULO ZENITAL			COORDENADAS					TOTALES			OBSERVACIONES
		G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S	DIST	X	Y	Z	HI	X	Y	Z	
	E-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101.46	1.46	0	0	101.46	E-0
E-0	E-1	12	50	0	0.573	0.500	0.427	87	30	0	14.5722	3.2367	14.2082	103.0562	1.46	3.2367	14.2082	103.0562	E-1
E-1	E-2	5	0	0	0.565	0.500	0.435	90	50	0	12.9973	1.1328	12.9478	103.8472	1.48	4.3695	27.1560	103.8472	E-2
E-2	E-3	54	40	0	0.533	0.500	0.467	92	39	0	6.5859	5.3728	3.8088	104.5324	1.49	9.7423	30.9648	104.5324	E-3
E-3	E-4	127	10	0	0.538	0.500	0.462	87	21	0	7.5838	6.0434	-4.5816	105.9134	1.53	15.7856	26.3832	105.9134	E-4
E-4	E-5	157	0	0	0.620	0.500	0.380	88	12	0	23.9763	9.3683	-22.0703	107.6669	1.50	25.1539	4.3129	107.6669	E-5
E-5	E-6	148	20	0	0.700	0.500	0.300	86	18	0	39.8334	20.9116	-33.9029	111.2428	1.50	46.0655	-29.5900	111.2428	E-6
E-6	E-7	132	10	0	0.575	0.500	0.425	88	11	0	14.9849	11.1068	-10.0592	112.7381	1.52	57.1723	-39.6492	112.7381	E-7
E-7	E-8	115	30	0	0.670	0.500	0.330	88	17	0	33.9695	30.6604	-14.6242	114.7761	1.52	87.8327	-54.2735	114.7761	E-8
E-8	E-9	120	50	0	0.584	0.500	0.416	86	0	0	16.7183	14.3553	-8.5688	116.9352	1.49	102.1880	-62.8423	116.9352	E-9
E-9	E-10	110	0	0	0.580	0.500	0.420	87	46	0	15.9757	15.0122	-5.4640	118.5682	1.51	117.2002	-68.3063	118.5682	E-10
E-10	E-11	98	10	0	0.640	0.500	0.360	85	41	0	27.8414	27.5590	-3.9550	121.6898	1.52	144.7593	-72.2612	121.6898	E-11
E-11	E-12	82	40	0	0.590	0.500	0.410	93	25	0	17.9361	17.7894	2.2894	121.6289	1.51	162.5486	-69.9718	121.6289	E-12
E-12	A	336	0	0	0.515	0.500	0.485	101	50	0	2.8738	-1.1689	2.6254	122.0768	1.55	161.3797	-67.3465	122.0768	A
A	B	336	0	0	0.550	0.500	0.450	78	22	0	9.5934	-3.9020	8.7640	125.1019	1.52	158.6466	-61.2079	125.1019	B
B	C	157	0	0	0.515	0.500	0.485	110	0	0	2.6491	1.0351	-2.4385	122.1626	1.55	163.5837	-72.4103	122.1626	C
C	D	157	0	0	0.550	0.500	0.450	103	0	0	9.4940	3.7096	-8.7392	120.9350	1.48	166.2582	-78.7111	120.9350	D
D	E-13	58	40	0	0.583	0.500	0.417	92	42	0	16.5632	14.1475	8.6131	122.2957	1.50	176.6962	-61.3587	122.2957	E-13
E-13	E-14	40	40	20	0.640	0.500	0.360	92	10	0	27.9600	18.2224	21.2063	122.0190	1.50	194.9185	-40.1525	122.0190	E-14
E-14	E-15	33	10	0	0.685	0.500	0.315	95	43	0	36.6329	20.0410	30.6648	119.4096	1.47	214.9595	-9.4877	119.4096	E-15
E-15	E-16	39	20	0	0.587	0.500	0.413	93	48	0	17.3236	10.9802	13.3993	121.9262	1.44	225.9397	3.9116	121.9262	E-16
E-16	E-17	35	0	0	0.625	0.500	0.375	97	41	0	24.5531	14.0831	20.1127	119.7644	1.50	240.0228	24.0243	119.7644	E-17
E-17	E-18	64	40	20	0.570	0.500	0.430	99	2	20	13.6545	12.3419	5.8413	120.9047	1.51	252.3648	29.8656	120.9047	E-18
E-18	E-19	77	0	0	0.700	0.500	0.300	93	17	0	39.8688	38.8470	8.9685	120.7896	1.53	291.2117	38.8342	120.7896	E-19
E-19	E-20	86	10	0	0.580	0.500	0.420	93	30	0	15.9404	15.9047	1.0657	122.1019	1.52	307.1164	39.8998	122.1019	E-20
E-20	E-21	160	50	0	0.600	0.500	0.400	90	34	0	19.9980	6.5657	-18.8895	122.8790	1.49	313.6821	21.0103	122.8790	E-21
E-21	E-22	79	20	0	0.540	0.500	0.460	91	36	0	7.9938	7.8556	1.4796	122.8535	1.49	321.5378	22.4900	122.8535	E-22
E-22	E-23	39	40	0	0.635	0.500	0.365	88	6	0	26.9703	17.2157	20.7610	123.9715	1.46	338.7534	43.2509	123.9715	E-23
E-23	E-24	49	20	0	0.590	0.500	0.410	93	40	0	17.9264	13.5974	11.6819	121.9280	1.49	352.3509	54.9328	121.9280	E-24
E-24	A	152	50	0	0.515	0.500	0.485	88	48	0	2.9987	1.3691	-2.6679	123.1396	1.51	353.7200	52.2649	123.1396	A
A	B	152	50	0	0.550	0.500	0.450	79	48	0	9.6864	4.4226	-8.6178	124.8197	1.52	356.7735	46.3150	124.8197	B
B	C	327	0	0	1.515	1.500	1.485	103	0	0	2.8482	-1.5512	2.3887	121.4193	1.48	350.7996	57.3215	121.4193	C
C	D	327	0	0	1.550	1.500	1.450	97	20	0	9.8371	-5.3577	8.2501	120.8108	1.50	346.9932	63.1828	120.8108	D
D	E-25	67	50	0	0.580	0.500	0.420	91	51	0	15.9833	14.8020	6.0305	122.5606	1.48	367.1529	60.9633	122.5606	E-25
E-25	E-26	82	30	0	0.680	0.500	0.320	90	30	0	35.9973	35.6893	4.6986	122.7627	1.48	402.8422	65.6619	122.7627	E-26
E-26	E-27	69	20	0	0.725	0.500	0.275	91	0	0	44.9863	42.0914	15.8770	122.2916	1.47	444.9336	81.5389	122.2916	E-27
E-27	E-28	59	46	0	0.580	0.500	0.420	93	20	0	15.9459	13.7770	8.0291	122.1481	1.54	458.7105	89.5681	122.1481	E-28
E-28	A	145	50	0	0.523	0.500	0.477	65	0	0	3.7784	2.1220	-3.1263	124.8387	1.55	460.8325	86.4418	124.8387	A
A	B	322	40	0	0.580	0.500	0.420	124	0	0	10.9969	-6.6691	8.7438	115.6593	1.52	452.0415	98.3119	115.6593	B
B	C	322	40	0	0.520	0.500	0.480	125	0	0	2.6840	-1.6277	2.1341	121.1974	1.49	457.0828	91.7022	121.1974	C
C	E-29	49	30	20	0.750	0.500	0.250	90	0	0	50.0000	38.0234	32.4687	123.0768	1.43	496.7340	122.0368	123.0768	E-29
E-29	E-30	44	50	0	0.615	0.500	0.385	88	24	0	22.9821	16.2034	16.2980	123.7188	1.38	512.9374	138.3348	123.7188	E-30
E-30	E-31	51	50	20	0.760	0.500	0.240	88	8	0	51.9448	40.8430	32.0954	124.7697	1.50	553.7804	170.4302	124.7697	E-31
E-31	E-32	33	40	20	0.560	0.500	0.440	94	32	0	11.9250	6.6117	9.9243	122.1313	1.47	560.3921	180.3545	122.1313	E-32
E-32	E-33	27	10	0	0.592	0.500	0.408	90	55	0	18.3953	8.3989	16.3660	122.7825	1.53	568.7911	196.7204	122.7825	E-33

E-33	E-34	45	30	20	0.553	0.500	0.447	100	40	20	10.2365	7.3019	7.1741	121.1478	1.49	576.0929	203.8945	121.1478	E-34
E-34	A	326	40	0	1.970	1.960	1.950	90	0	0	2.0000	-1.0990	1.6710	121.6168	1.46	574.9939	205.5655	121.6168	A
A	B	326	40	0	3.980	3.950	3.920	99	10	0	5.8477	-3.2134	4.8857	118.6832	1.48	572.8795	208.7802	118.6832	B
B	C	140	40	20	0.517	0.500	0.483	66	40	30	2.8670	1.8170	-2.2177	124.3130	1.50	577.9099	201.6768	124.3130	C
C	D	140	40	20	0.538	0.500	0.462	64	15	20	6.1661	3.9078	-4.7697	126.0503	1.52	580.0008	199.1248	126.0503	D
D	E-35	55	30	20	0.583	0.500	0.417	98	10	20	16.2646	13.4050	9.2111	120.7411	1.46	589.4979	213.1056	120.7411	E-35
E-35	E-36	43	30	40	0.665	0.500	0.335	100	47	0	31.8448	21.9250	23.0952	117.0117	1.45	611.4229	236.2008	117.0117	E-36
E-36	E-37	36	30	40	0.565	0.500	0.435	99	50	40	12.6200	7.5086	10.1432	120.8869	1.45	618.9315	246.3440	120.8869	E-37
E-37	E-38	62	20	0	0.570	0.500	0.430	100	38	0	13.5233	11.9771	6.2792	120.5378	1.51	630.9086	252.6232	120.5378	E-38
E-38	E-39	54	50	0	0.615	0.500	0.385	99	39	0	22.3537	18.2737	12.8748	119.2759	1.48	649.1824	265.4980	119.2759	E-39
E-39	E-40	66	50	20	0.605	0.500	0.395	95	5	0	20.8351	19.1559	8.1948	121.2234	1.46	668.3382	273.6928	121.2234	E-40
E-40	E-41	40	10	20	0.618	0.500	0.382	95	20	20	23.3957	15.0923	17.8768	120.8904	1.47	683.4305	291.5697	120.8904	E-41
E-41	E-42	59	50	20	0.552	0.500	0.448	98	30	20	10.1725	8.7953	5.1110	121.5555	1.49	692.2258	296.6807	121.5555	E-42
E-42	E-43	88	10	20	0.636	0.500	0.364	94	28	20	27.0346	27.0209	0.8623	120.9623	1.49	719.2466	297.5430	120.9623	E-43
E-43	E-44	72	30	20	0.560	0.500	0.440	97	51	0	11.7762	11.2315	3.5401	121.4532	1.50	730.4781	301.0830	121.4532	E-44
E-44	E-45	60	0	20	0.552	0.500	0.448	99	0	20	10.1452	8.7865	5.0717	121.4690	1.49	739.2646	306.1548	121.4690	E-45
E-45	A	327	10	20	2.040	2.000	1.960	115	10	20	6.5527	-3.5523	5.5062	118.4972	1.50	735.7123	311.6610	118.4972	A
A	B	142	50	0	0.518	0.500	0.482	65	52	0	2.9982	1.8113	-2.3892	124.4201	1.48	741.0759	303.7656	124.4201	B
B	C	142	50	0	0.540	0.500	0.460	58	45	0	5.8470	3.5324	-4.6594	126.6249	1.51	742.7970	301.4954	126.6249	C
C	E-46	50	20	0	0.595	0.500	0.405	97	16	0	18.6960	14.3917	11.9340	120.6929	1.51	753.6562	318.0888	120.6929	E-46
E-46	E-47	60	10	0	0.650	0.500	0.350	92	48	0	29.9284	25.9622	14.8887	121.6131	1.48	779.6184	332.9775	121.6131	E-47
E-47	E-48	68	50	0	0.870	0.500	0.130	89	57	0	73.9999	69.0075	26.7201	123.1414	1.51	848.6259	359.6976	123.1414	E-48
E-48	E-49	72	40	0	0.860	0.500	0.140	87	25	0	71.8537	68.5907	21.4074	126.3187	1.47	917.2166	381.1050	126.3187	E-49
E-49	E-50	82	10	0	0.650	0.500	0.350	87	42	0	29.9517	29.6722	4.0822	124.2798	1.45	946.8888	385.1872	124.2798	E-50
E-50	E-51	87	20	0	0.620	0.500	0.380	90	20	0	23.9992	23.9732	1.1166	122.9372	1.45	970.8620	386.3037	122.9372	E-51
E-51	E-52	98	40	0	0.710	0.500	0.290	89	0	0	41.9872	41.5078	-6.3269	123.8097	1.50	1012.3697	379.9769	123.8097	E-52
E-52	E-53	99	20	0	0.568	0.500	0.432	91	55	0	13.5848	13.4049	-2.2032	122.6222	1.51	1025.7747	377.7737	122.6222	E-53
E-53	A	5	30	0	2.020	2.000	1.980	97	48	0	3.9263	0.3763	3.9082	121.0390	1.51	1026.1510	381.6820	121.0390	A
A	B	5	30	0	3.035	3.000	2.965	107	20	0	6.3787	0.6114	6.3493	118.5860	1.52	1026.3861	384.1230	118.5860	B
B	C	187	20	0	0.515	0.500	0.485	67	20	0	2.5545	-0.3261	-2.5336	124.1436	1.54	1025.4486	375.2401	124.1436	C
C	D	187	20	0	0.535	0.500	0.465	62	15	0	5.4824	-0.6998	-5.4376	125.9613	1.51	1025.0749	372.3361	125.9613	D
D	E-54	86	70	0	0.605	0.500	0.395	92	28	0	20.9611	20.9355	1.0361	122.1738	1.50	1046.7102	378.8099	122.1738	E-54
E-54	E-55	77	10	0	0.810	0.500	0.190	89	0	0	61.9811	60.4328	13.7670	124.1587	1.56	1107.1430	392.5768	124.1587	E-55
E-55	E-56	76	10	0	0.640	0.500	0.360	90	30	0	27.9979	27.1858	6.6942	122.8325	1.54	1134.3288	399.2711	122.8325	E-56
E-56	E-57	86	30	0	0.800	0.500	0.200	87	52	0	59.9169	59.8051	3.6578	125.3088	1.52	1194.1339	402.9289	125.3088	E-57
E-57	E-58	86	20	0	0.860	0.500	0.140	90	0	0	72.0000	71.8526	4.6045	123.0768	1.51	1265.9865	407.5334	123.0768	E-58
E-58	A	353	18	0	0.920	0.900	0.880	120	37	0	2.9625	-0.3456	2.9423	120.9236	1.51	1265.6409	410.4757	120.9236	A
A	B	353	18	0	3.040	3.000	2.960	116	8	0	6.4479	-0.7523	6.4039	117.4133	1.52	1265.2342	413.9374	117.4133	B
B	C	173	0	0	0.520	0.500	0.480	62	0	0	3.1184	0.3800	-3.0951	124.7349	1.51	1266.3666	404.4383	124.7349	C
C	D	173	0	0	0.540	0.500	0.460	56	15	0	5.5307	0.6740	-5.4895	126.7723	1.50	1266.6606	402.0439	126.7723	D
D	E-59	92	10	0	0.730	0.500	0.270	85	20	0	45.6955	45.6628	-1.7276	126.8069	1.53	1311.6494	405.8059	126.8069	E-59
E-59	E-60	98	10	0	0.680	0.500	0.320	89	10	0	35.9924	35.6274	-5.1128	123.6003	1.53	1347.2768	400.6930	123.6003	E-60
E-60	E-61	107	20	0	0.565	0.500	0.435	87	51	0	12.9817	12.3922	-3.8676	123.5642	1.53	1359.6689	396.8254	123.5642	E-61
E-61	E-62	98	40	0	0.730	0.500	0.270	86	41	0	45.8460	45.3225	-6.9083	125.7337	1.49	1404.9915	389.9170	125.7337	E-62
E-62	E-63	95	30	0	0.655	0.500	0.345	89	40	0	30.9990	30.8562	-2.9711	123.2572	1.47	1435.8477	386.9459	123.2572	E-63
E-63	E-64	80	0	0	0.675	0.500	0.325	89	13	0	34.9935	34.4618	6.0766	123.5553	1.50	1470.3096	393.0225	123.5553	E-64
E-64	E-65	58	0	0	0.610	0.500	0.390	88	11	0	21.9779	18.6383	11.6465	123.7739	1.49	1488.9479	404.6690	123.7739	E-65
E-65	E-66	60	10	0	1.550	1.000	0.450	84	35	0	109.0198	94.5721	54.2350	132.9142	1.52	1583.5199	458.9040	132.9142	E-66
E-66	A	153	30	0	0.522	0.500	0.478	68	40	0	3.8177	1.7034	-3.4166	124.5678	1.44	1585.2234	455.4874	124.5678	A
A	B	153	30	0	0.550	0.500	0.450	64	35	0	8.1579	3.6400	-7.3008	126.9534	1.49	1587.1600	451.6032	126.9534	B
B	C	333	10	0	3.050	3.000	2.950	106	30	0	9.1934	-4.1498	8.2034	117.8536	1.50	1579.3701	467.1075	117.8536	C
C	E-67	53	50	0	0.590	0.500	0.410	87	0	0	17.9507	14.4917	10.5934	124.0176	1.50	1598.0116	469.4974	124.0176	E-67
E-67	E-68	48	40	0	0.560	0.500	0.440	88	5	0	11.9866	9.0005	7.9164	123.4779	1.50	1607.0121	477.4138	123.4779	E-68

E-68	E-69	62	0	0	0.645	0.500	0.355	89	40	0	28.9990	25.6046	13.6142	123.2455	1.54	1632.6167	491.0280	123.2455	E-69
E-69	E-70	55	0	0	0.615	0.500	0.385	89	23	0	22.9973	18.8383	13.1907	123.3243	1.45	1651.4550	504.2187	123.3243	E-70
E-70	E-71	58	40	0	0.735	0.500	0.265	89	30	0	46.9964	40.1423	24.4389	123.4869	1.51	1691.5973	528.6576	123.4869	E-71
E-71	A	159	10	0	0.518	0.500	0.482	84	40	0	3.5689	1.2693	-3.3356	123.4100	1.50	1692.8666	525.3220	123.4100	A
A	B	159	10	0	0.840	0.800	0.760	74	50	0	7.4524	2.6505	-6.9652	124.7969	1.48	1694.2478	521.6924	124.7969	B
B	C	333	10	0	1.715	1.700	1.685	107	20	0	2.7337	-1.2340	2.4394	121.0236	1.49	1690.3633	531.0970	121.0236	C
C	D	333	10	0	2.060	2.000	1.940	112	40	0	10.2179	-4.6123	9.1177	117.3096	1.52	1686.9850	537.7753	117.3096	D
D	E-72	73	50	0	0.570	0.500	0.430	92	56	0	13.9633	13.4112	3.8878	122.3613	1.55	1705.0085	532.5454	122.3613	E-72
E-72	E-73	82	40	0	0.660	0.500	0.340	90	12	0	31.9996	31.7379	4.0845	122.9651	1.50	1736.7463	536.6299	122.9651	E-73
E-73	E-74	70	20	0	0.620	0.500	0.380	90	42	0	23.9964	22.5966	8.0759	122.7836	1.50	1759.3430	544.7059	122.7836	E-74
E-74	E-75	78	30	0	0.600	0.500	0.400	89	46	0	19.9997	19.5982	3.9873	123.1583	1.50	1778.9411	548.6932	123.1583	E-75
E-75	E-76	95	10	0	0.650	0.500	0.350	86	40	0	29.8986	29.7771	-2.6925	124.8182	1.54	1808.7182	546.0007	124.8182	E-76
E-76	E-77	94	10	0	0.690	0.500	0.310	90	38	0	37.9954	37.8949	-2.7607	122.6568	1.50	1846.6132	543.2400	122.6568	E-77
E-77	E-78	131	30	0	0.586	0.500	0.414	89	48	0	17.1998	12.8819	-11.3969	123.1369	1.51	1859.4950	531.8431	123.1369	E-78
E-78	E-79	156	0	0	0.580	0.500	0.420	84	6	0	15.8309	6.4390	-14.4623	124.7128	1.52	1865.9341	517.3808	124.7128	E-79
E-79	E-80	122	40	0	0.556	0.500	0.444	91	50	0	11.1885	9.4188	-6.0390	122.7187	1.50	1875.3529	511.3418	122.7187	E-80
E-80	E-81	103	50	0	0.540	0.500	0.460	93	11	0	7.9753	7.7440	-1.9069	122.6332	1.50	1883.0969	509.4349	122.6332	E-81
E-81	E-82	87	50	0	0.690	0.500	0.310	85	30	0	37.7661	37.7391	1.4278	126.0491	1.50	1920.8359	510.8627	126.0491	E-82
E-82	A	347	10	0	1.530	1.500	1.470	108	40	0	5.3854	-1.1962	5.2508	120.2575	1.52	1919.6398	516.1136	120.2575	A
A	B	347	10	0	1.555	1.500	1.445	109	10	0	9.8143	-2.1799	9.5691	118.6655	1.51	1918.6560	520.4318	118.6655	B
B	C	171	0	0	0.515	0.500	0.485	75	30	0	2.8119	0.4399	-2.7773	123.8040	1.50	1921.2758	508.0854	123.8040	C
C	D	171	0	0	0.555	0.500	0.445	69	0	0	9.5873	1.4998	-9.4693	126.7570	1.48	1922.3357	501.3935	126.7570	D
D	E-83	81	50	0	0.580	0.500	0.420	86	14	0	15.9310	15.7694	2.2630	124.1256	1.50	1936.6053	513.1258	124.1256	E-83
E-83	E-84	92	50	0	0.640	0.500	0.360	88	5	0	27.9687	27.9345	-1.3825	124.0128	1.50	1964.5398	511.7432	124.0128	E-84
E-84	E-85	100	40	0	0.710	0.500	0.290	87	50	0	41.9400	41.2153	-7.7629	124.6635	1.52	2005.7551	503.9804	124.6635	E-85
E-85	E-86	103	30	0	0.726	0.500	0.274	89	45	0	45.1991	43.9503	-10.5515	123.2740	1.50	2049.7054	493.4288	123.2740	E-86
E-86	E-87	106	0	0	0.680	0.500	0.320	89	5	0	35.9908	34.5966	-9.9204	123.6527	1.51	2084.3019	483.5084	123.6527	E-87
E-87	E-88	112	50	0	1.250	1.000	0.750	93	52	0	49.7726	45.8723	-19.3144	119.2127	1.53	2130.1743	464.1941	119.2127	E-88
E-88	A	112	20	0	1.160	1.000	0.840	95	0	0	31.7569	29.3748	-12.0675	119.7984	1.53	2159.5491	452.1266	119.7984	A
A	E-89	112	0	0	1.340	1.000	0.660	88	5	0	67.9239	62.9780	-25.4448	124.8499	1.54	2193.1522	438.7493	124.8499	E-89
E-89	E-90	112	30	0	1.310	1.000	0.690	84	44	0	61.4776	56.7979	-23.5265	128.2438	1.51	2249.9501	415.2229	128.2438	E-90
E-90	A	194	0	0	0.950	0.900	0.850	82	18	0	9.8205	-2.3758	-9.5288	124.0046	1.52	2247.5744	405.6941	124.0046	A
A	B	19	50	0	0.560	0.500	0.440	127	33	0	7.5428	2.5592	7.0954	117.2786	1.48	2252.5093	422.3182	117.2786	B
B	E-91	108	0	0	0.660	0.500	0.340	89	50	0	31.9997	30.4336	-9.8885	123.1699	1.50	2280.3837	405.3344	123.1699	E-91
E-91	E-92	115	40	0	0.710	0.500	0.290	90	0	0	42.0000	37.8558	-18.1917	123.0768	1.51	2318.2395	387.1427	123.0768	E-92
E-92	A	122	0	0	0.640	0.500	0.360	95	13	0	27.7685	23.5490	-14.7151	120.5415	1.49	2341.7886	372.4277	120.5415	A
A	E-93	122	0	0	0.880	0.500	0.120	89	30	0	75.9942	64.4467	-40.2708	123.7400	1.53	2382.6863	346.8719	123.7400	E-93
E-93	E-94	123	50	0	0.640	0.500	0.360	88	50	0	27.9884	23.2489	-15.5833	123.6468	1.48	2405.9351	331.2886	123.6468	E-94
E-94	E-95	106	10	0	0.573	0.500	0.427	91	45	0	14.5864	14.0096	-4.0613	122.6312	1.50	2419.9447	327.2273	122.6312	E-95
E-95	E-96	92	30	0	0.577	0.500	0.423	95	30	0	15.2585	15.2440	-0.6656	121.6076	1.53	2435.1887	326.5617	121.6076	E-96
E-96	E-97	80	20	0	0.740	0.500	0.260	96	41	0	47.3499	46.6775	7.9508	117.5284	1.47	2481.8663	334.5125	117.5284	E-97
E-97	A	189	0	0	0.550	0.500	0.450	110	20	0	8.7926	-1.3755	-8.6843	119.8185	1.47	2480.4908	325.8282	119.8185	A
A	B	12	50	0	0.550	0.500	0.450	76	20	0	9.4418	2.0972	9.2059	125.3726	1.49	2483.9634	343.7184	125.3726	B
B	E-98	118	0	0	0.720	0.500	0.280	89	11	0	43.9911	38.8418	-20.6526	123.7039	1.47	2520.7081	313.8599	123.7039	E-98
E-98	E-99	114	40	0	0.720	0.500	0.280	85	20	0	43.7088	39.7204	-18.2413	126.6447	1.50	2560.4284	295.6186	126.6447	E-99
E-99	E-100	123	20	0	0.740	0.500	0.260	89	13	0	47.9910	40.0959	-26.3715	123.7330	1.51	2600.5244	269.2471	123.7330	E-100
E-100	E-101	102	10	0	0.660	0.500	0.340	91	3	0	31.9893	31.2707	-6.7419	122.4905	1.53	2631.7951	262.5052	122.4905	E-101
E-101	E-102	110	40	0	0.690	0.500	0.310	82	10	0	37.2941	34.8942	-13.1622	128.2076	1.47	2666.6893	249.3429	128.2076	E-102
E-102	A	200	20	0	3.025	3.000	2.975	103	43	0	4.7189	-1.6397	-4.4248	119.4250	1.43	2665.0496	244.9181	119.4250	A
A	B	200	20	0	3.060	3.000	2.940	112	50	0	10.1930	-3.5419	-9.5578	116.2851	1.50	2663.1475	239.7851	116.2851	B
B	C	17	10	0	0.515	0.500	0.485	80	25	0	2.9169	0.8609	2.7869	123.5693	1.52	2667.5502	252.1298	123.5693	C
C	D	17	10	0	0.560	0.500	0.440	64	28	0	9.7705	2.8838	9.3352	127.7441	1.51	2669.5731	258.6781	127.7441	D
D	E-103	107	20	0	0.660	0.500	0.340	82	51	0	31.5043	30.0736	-9.3861	127.0288	1.41	2696.7629	239.9569	127.0288	E-103

E-103	E-104	101	40	0	0.608	0.500	0.392	86	37	0	21.5248	21.0801	-4.3527	124.3493	1.42	2717.8430	235.6042	124.3493	E-104
E-104	E-105	120	0	0	0.528	0.500	0.472	94	0	0	5.5728	4.8261	-2.7864	122.6871	1.50	2722.6691	232.8178	122.6871	E-105
E-105	E-106	180	0	0	0.612	0.500	0.388	85	52	0	22.2836	0.0000	-22.2836	124.6872	1.49	2722.6691	210.5342	124.6872	E-106
E-106	E-107	178	10	0	0.638	0.500	0.362	92	30	0	27.5475	0.8813	-27.5334	121.8741	1.51	2723.5504	183.0008	121.8741	E-107
E-107	E-108	194	10	0	0.810	0.500	0.190	83	20	0	61.1644	-14.9696	-59.3043	130.2259	1.43	2708.5809	123.6965	130.2259	E-108
E-108	E-109	198	0	0	0.550	0.500	0.450	92	0	0	9.9878	-3.0864	-9.4990	122.7280	1.43	2705.4944	114.1975	122.7280	E-109
E-109	E-110	171	0	0	0.538	0.500	0.462	93	40	0	7.5689	1.1840	-7.4757	122.5918	1.53	2706.6785	106.7218	122.5918	E-110
E-110	E-111	91	30	0	0.580	0.500	0.420	93	10	0	15.9512	15.9457	-0.4176	122.1943	1.53	2722.6242	106.3043	122.1943	E-111
E-111	E-112	83	50	0	0.670	0.500	0.330	86	4	0	33.8400	33.6442	3.6351	125.4036	1.53	2756.2684	109.9394	125.4036	E-112
E-112	E-113	71	10	0	0.740	0.500	0.260	87	10	0	47.8827	45.3192	15.4573	125.4466	1.53	2801.5876	125.3967	125.4466	E-113
E-113	E-114	65	40	0	0.585	0.500	0.415	93	0	0	16.9534	15.4474	6.9856	122.1883	1.57	2817.0349	132.3823	122.1883	E-114
E-114	E-115	52	30	0	0.570	0.500	0.430	95	35	0	13.8675	11.0018	8.4420	121.7212	1.48	2828.0367	140.8243	121.7212	E-115
E-115	A	150	20	0	1.515	1.500	1.485	101	24	0	2.8828	1.4268	-2.5049	121.4955	1.51	2829.4636	138.3193	121.4955	A
A	B	150	20	0	3.066	3.000	2.934	113	0	0	11.1847	5.5359	-9.7186	115.8292	1.52	2833.5726	131.1056	115.8292	B
B	C	150	20	0	0.560	0.500	0.440	95	12	0	11.9014	5.8907	-10.3414	121.9937	1.51	2833.9274	130.4829	121.9937	C
C	D	332	20	0	0.520	0.500	0.480	92	0	0	3.9951	-1.8550	3.5383	122.9373	1.50	2826.1817	144.3626	122.9373	D
D	E	332	20	0	0.550	0.500	0.450	73	5	0	9.1533	-4.2501	8.1068	125.8607	1.49	2823.7866	148.9310	125.8607	E
E	E-116	85	50	0	0.543	0.500	0.457	96	21	0	8.4948	8.4723	0.6172	122.1315	1.54	2836.5091	141.4415	122.1315	E-116
E-116	E-117	111	30	0	0.600	0.500	0.400	92	45	0	19.9540	18.5655	-7.3132	122.1184	1.55	2855.0746	134.1283	122.1184	E-117
E-117	E-118	95	0	0	0.620	0.500	0.380	92	35	0	23.9512	23.8601	-2.0875	121.9962	1.54	2878.9347	132.0408	121.9962	E-118
E-118	E-119	87	40	0	0.632	0.500	0.368	92	5	0	26.3651	26.3433	1.0734	122.1177	1.56	2905.2779	133.1142	122.1177	E-119
E-119	E-120	100	0	0	0.580	0.500	0.420	95	48	0	15.8366	15.5960	-2.7500	121.4682	1.51	2920.8739	130.3642	121.4682	E-120
E-120	E-121	108	40	20	0.740	0.500	0.260	93	38	20	47.8066	45.2904	-15.3055	120.0365	1.51	2966.1643	115.0588	120.0365	E-121
E-121	E-122	101	30	0	0.630	0.500	0.370	95	50	20	25.7309	25.2144	-5.1299	120.4455	1.48	2991.3787	109.9289	120.4455	E-122
E-122	A	106	10	20	0.625	0.500	0.375	100	30	0	24.1698	23.2133	-6.7319	118.5972	1.47	3014.5920	103.1970	118.5972	A
A	E-123	106	10	20	0.700	0.500	0.300	96	0	0	39.5630	37.9974	-11.0193	118.9186	1.52	3029.3761	98.9096	118.9186	E-123
E-123	E-124	109	0	20	0.850	0.500	0.150	93	45	0	69.7006	65.9010	-22.6987	118.5084	1.49	3095.2771	76.2109	118.5084	E-124
E-124	A	14	0	0	0.820	0.800	0.780	118	25	0	3.0942	0.7485	3.0022	121.1026	1.48	3096.0256	79.2131	121.1026	A
A	B	14	0	0	0.860	0.800	0.740	113	20	0	10.1174	2.4476	9.8169	118.4126	1.49	3097.7247	86.0278	118.4126	B
B	C	189	25	20	0.830	0.800	0.770	83	21	0	5.9195	-0.9691	-5.8397	123.4670	1.51	3094.3080	70.3712	123.4670	C
C	D	189	25	20	0.853	0.800	0.747	75	0	0	9.8899	-1.6191	-9.7565	125.4268	1.52	3093.6580	66.4544	125.4268	D
D	E-125	94	20	0	0.750	0.500	0.250	93	37	0	49.8010	49.6587	-3.7629	119.9291	1.55	3144.9357	72.4480	119.9291	E-125
E-125	E-126	95	40	0	0.810	0.500	0.190	89	0	0	61.9811	61.6782	-6.1201	124.1587	1.55	3206.6140	66.3279	124.1587	E-126
E-126	E-127	107	40	0	0.775	0.500	0.225	92	28	0	54.8981	52.3090	-16.6604	120.7119	1.53	3258.9230	49.6675	120.7119	E-127
E-127	E-128	91	30	20	0.915	0.500	0.085	84	13	0	82.1572	82.1289	-2.1586	131.3979	1.47	3341.0519	47.5089	131.3979	E-128
E-128	E-129	102	50	0	0.570	0.500	0.430	86	12	0	13.9385	13.5903	-3.0960	124.0026	1.49	3354.6422	44.4129	124.0026	E-129
E-129	E-130	109	50	0	0.656	0.500	0.344	87	10	0	31.1238	29.2776	-10.5598	124.6172	1.51	3383.9198	33.8531	124.6172	E-130
E-130	E-131	93	20	0	0.560	0.500	0.440	88	55	0	11.9957	11.9754	-0.6975	123.3037	1.52	3395.8952	33.1556	123.3037	E-131
E-131	E-132	80	10	0	0.720	0.500	0.280	84	55	0	43.6546	43.0132	7.4554	126.9601	1.50	3438.9084	40.6111	126.9601	E-132
E-132	E-133	79	40	0	0.590	0.500	0.410	91	30	0	17.9877	17.6959	3.2265	122.6058	1.44	3456.6044	43.8376	122.6058	E-133
E-133	A	180	0	0	0.522	0.500	0.478	72	30	0	4.0021	0.0000	-4.0021	124.3387	1.44	3456.6044	39.8355	124.3387	A
A	B	180	0	0	0.555	0.500	0.445	69	15	0	9.6193	0.0000	-9.6193	126.7212	1.50	3456.6044	34.2183	126.7212	B
B	C	0	0	0	2.002	2.000	1.998	98	46	0	0.3907	0.0000	0.3907	121.5166	1.46	3456.6044	44.2283	121.5166	C
C	D	0	0	0	2.060	2.000	1.940	108	22	0	10.8086	0.0000	10.8086	117.9883	1.48	3456.6044	54.6462	117.9883	D
D	E-134	84	0	0	0.589	0.500	0.411	92	51	0	17.7560	17.6587	1.8560	122.1929	1.44	3474.2631	45.6936	122.1929	E-134
E-134	E-135	90	40	0	0.815	0.500	0.185	83	8	0	62.0995	62.0952	-0.7225	130.5550	1.52	3536.3583	44.9711	130.5550	E-135
E-135	E-136	86	0	0	0.660	0.500	0.340	90	50	0	31.9932	31.9153	2.2317	122.6115	1.46	3568.2736	47.2028	122.6115	E-136
E-136	E-137	108	30	0	0.920	0.500	0.080	80	42	0	81.8063	77.5788	-25.9575	136.4731	1.47	3645.8524	21.2453	136.4731	E-137
E-137	E-138	116	0	0	0.620	0.500	0.380	87	38	0	23.9591	21.5343	-10.5030	124.0670	1.50	3667.3867	10.7423	124.0670	E-138
E-138	E-139	124	20	0	0.700	0.500	0.300	81	18	0	39.0848	32.2751	-22.0441	129.0576	1.46	3699.6618	-11.3018	129.0576	E-139
E-139	A	24	30	0	2.550	2.500	2.450	101	35	0	9.5968	3.9797	8.7327	119.1098	1.53	3703.6415	-2.5690	119.1098	A
A	B	204	45	0	0.550	0.500	0.450	76	40	20	9.4686	-3.9641	-8.5988	125.3199	1.56	3695.6977	-19.9006	125.3199	B
B	E-140	113	0	0	0.612	0.500	0.388	83	51	0	22.1429	20.3827	-8.6519	125.4628	1.51	3720.0445	-19.9537	125.4628	E-140

E-140	E-141	101	40	0	0.880	0.500	0.120	79	42	0	73.5703	72.0503	-14.8772	136.4468	1.48	3792.0948	-34.8309	136.4468	E-141
E-141	E-142	119	10	20	0.780	0.500	0.220	80	20	0	54.4210	47.5182	-26.5268	132.3466	1.47	3839.6130	-61.3577	132.3466	E-142
E-142	E-143	94	10	0	0.600	0.500	0.400	87	10	0	19.9511	19.8984	-1.4496	124.0642	1.48	3859.5114	-62.8073	124.0642	E-143
E-143	E-144	124	0	0	0.545	0.500	0.455	85	38	0	8.9478	7.4181	-5.0036	123.7601	1.53	3866.9295	-67.8109	123.7601	E-144
E-144	E-145	179	10	20	0.552	0.500	0.448	86	25	0	10.3594	0.1497	-10.3583	123.7255	1.52	3867.0791	-78.1692	123.7255	E-145
E-145	E-146	204	10	0	0.570	0.500	0.430	86	51	0	13.9577	-5.7142	-12.7344	123.8450	1.51	3861.3649	-90.9036	123.8450	E-146
E-146	E-147	228	20	0	0.565	0.500	0.435	91	25	0	12.9921	-9.7054	-8.6371	122.7555	1.44	3851.6596	-99.5407	122.7555	E-147
E-147	E-148	237	30	0	0.610	0.500	0.390	82	55	0	21.6655	-18.2725	-11.6408	125.7690	1.54	3833.3871	-111.1815	125.7690	E-148
E-148	E-149	220	0	0	0.650	0.500	0.350	83	27	0	29.6096	-19.0327	-22.6823	126.4766	1.50	3814.3544	-133.8638	126.4766	E-149
E-149	A	318	32	0	2.002	2.000	1.998	93	22	0	0.3986	-0.2640	0.2987	121.5534	1.51	3814.0904	-133.5651	121.5534	A
A	B	318	32	0	2.050	2.000	1.950	103	40	0	9.4418	-6.2522	7.0751	119.2810	1.52	3808.1022	-126.7887	119.2810	B
B	C	142	10	0	0.518	0.500	0.482	95	30	0	3.5669	2.1878	-2.8172	122.7334	1.54	3816.5422	-136.6810	122.7334	C
C	D	142	10	0	0.550	0.500	0.450	88	12	0	9.9901	6.1276	-7.8902	123.3908	1.48	3820.4820	-141.7540	123.3908	D
D	E-150	230	50	0	0.603	0.500	0.397	82	20	0	20.2334	-15.6872	-12.7790	125.8005	1.52	3798.6672	-146.6428	125.8005	E-150
E-150	E-151	181	40	0	0.538	0.500	0.462	85	50	0	7.5599	-0.2199	-7.5567	123.6276	1.50	3798.4473	-154.1994	123.6276	E-151
E-151	E-152	127	10	0	0.608	0.500	0.392	81	45	0	21.1553	16.8582	-12.7806	126.1442	1.49	3815.3056	-166.9801	126.1442	E-152
E-152	E-153	114	10	0	0.650	0.500	0.350	83	35	0	29.6253	27.0289	-12.1284	126.4085	1.51	3842.3345	-179.1085	126.4085	E-153
E-153	E-154	93	10	0	0.775	0.500	0.225	82	52	20	54.1532	54.0705	-2.9915	129.8486	1.53	3896.4050	-182.0999	129.8486	E-154
E-154	E-155	85	0	0	0.670	0.500	0.330	84	15	0	33.6587	33.5306	2.9336	126.4661	1.51	3929.9356	-179.1664	126.4661	E-155
E-155	E-156	76	10	0	0.702	0.500	0.298	80	53	40	39.3882	38.2458	9.4177	129.3897	1.50	3968.1814	-169.7487	129.3897	E-156
E-156	E-157	94	20	0	0.556	0.500	0.444	83	52	40	11.0726	11.0410	-0.8366	124.2645	1.54	3979.2223	-170.5853	124.2645	E-157
E-157	E-158	138	10	0	0.590	0.500	0.410	83	0	0	17.7327	11.8271	-13.2124	125.2541	1.52	3991.0494	-183.7977	125.2541	E-158
E-158	E-159	112	0	0	0.548	0.500	0.452	86	50	0	9.5707	8.8738	-3.5852	123.6063	1.51	3999.9232	-187.3830	123.6063	E-159
E-159	E-160	73	20	0	0.670	0.500	0.330	80	25	20	33.0587	31.6699	9.4814	128.6551	1.51	4031.5931	-177.9016	128.6551	E-160
E-160	A	173	10	0	0.550	0.500	0.450	87	36	0	9.9825	1.1877	-9.9116	123.4952	1.46	4032.7809	-187.8132	123.4952	A
A	B	353	0	0	0.517	0.500	0.483	109	0	0	3.0396	-0.3704	3.0170	122.0302	1.48	4031.2227	-174.8847	122.0302	B
B	C	353	0	0	0.550	0.500	0.450	82	23	0	9.8243	-1.1973	9.7511	124.3906	1.50	4030.3959	-168.1505	124.3906	C
C	E-161	83	50	0	0.614	0.500	0.386	81	11	0	22.2644	22.1355	2.3917	126.5301	1.46	4053.7287	-175.5100	126.5301	E-161
E-161	E-162	103	30	0	1.260	1.000	0.740	82	0	0	50.9928	49.5839	-11.9040	129.7434	1.53	4103.3125	-187.4140	129.7434	E-162
E-162	E-163	98	50	0	0.700	0.500	0.300	87	30	0	39.9239	39.4504	-6.1307	124.8199	1.50	4142.7629	-193.5448	124.8199	E-163
E-163	E-164	94	40	0	0.640	0.500	0.360	88	5	0	27.9687	27.8760	-2.2755	124.0128	1.48	4170.6389	-195.8202	124.0128	E-164
E-164	E-165	99	50	0	0.642	0.500	0.358	91	33	0	28.3792	27.9623	-4.8467	122.3089	1.47	4198.6012	-200.6669	122.3089	E-165
E-165	E-166	123	20	0	0.710	0.500	0.290	87	25	0	41.9147	35.0192	-23.0325	124.9679	1.50	4233.6204	-223.6994	124.9679	E-166
E-166	E-167	123	20	0	0.695	0.500	0.305	88	50	0	38.9838	32.5705	-21.4220	123.8707	1.52	4266.1909	-245.1214	123.8707	E-167
E-167	A	224	0	0	0.564	0.500	0.436	88	30	0	12.7912	-8.8855	-9.2012	123.4118	1.50	4257.3053	-254.3226	123.4118	A
A	B	44	0	0	0.550	0.500	0.450	99	50	0	9.7083	6.7440	6.9836	121.3941	1.52	4272.9349	-238.1378	121.3941	B
B	E-168	143	40	0	0.620	0.500	0.380	92	50	0	23.9414	14.1848	-19.2868	121.8919	1.54	4280.3757	-264.4082	121.8919	E-168
E-168	E-169	169	0	0	0.700	0.500	0.300	90	0	0	40.0000	7.6324	-39.2651	123.0768	1.54	4288.0081	-303.6732	123.0768	E-169
E-169	E-170	165	30	0	0.770	0.500	0.230	89	25	0	53.9944	13.5191	-52.2746	123.6266	1.50	4301.5272	-355.9478	123.6266	E-170
E-170	E-171	142	20	0	0.620	0.500	0.380	90	30	0	23.9982	14.6645	-18.9965	122.8674	1.54	4316.1917	-374.9442	122.8674	E-171
E-171	E-172	143	40	0	0.543	0.500	0.457	98	12	0	8.4251	4.9917	-6.7871	121.8627	1.54	4321.1834	-381.7313	121.8627	E-172
E-172	E-173	173	50	0	0.595	0.500	0.405	94	48	0	18.8670	2.0267	-18.7578	121.4925	1.53	4323.2101	-400.4891	121.4925	E-173
E-173	E-174	163	50	0	0.690	0.500	0.310	87	33	0	37.9306	10.5611	-36.4306	124.6997	1.48	4333.7712	-436.9197	124.6997	E-174
E-174	A	138	10	0	0.650	0.500	0.350	97	0	0	29.5544	19.7118	-22.0207	119.4480	1.53	4353.4830	-458.9404	119.4480	A
A	E-175	138	10	0	0.725	0.500	0.275	91	30	0	44.9692	29.9929	-33.5060	121.8993	1.51	4363.7641	-470.4257	121.8993	E-175
E-175	A	211	10	0	1.515	1.500	1.485	94	7	0	2.9845	-1.5446	-2.5538	121.8620	1.49	4362.2195	-472.9795	121.8620	A
A	B	211	10	0	2.060	2.000	1.940	103	20	0	11.3618	-5.8801	-9.7219	118.8840	1.52	4357.8840	-480.1476	118.8840	B
B	C	33	50	0	0.518	0.500	0.482	97	40	0	3.5359	1.9687	2.9372	122.6008	1.54	4365.7328	-467.4886	122.6008	C
C	D	33	50	0	1.050	1.000	0.950	90	50	0	9.9979	5.5666	8.3048	122.4314	1.52	4369.3307	-462.1209	122.4314	D
D	E-176	109	10	0	0.635	0.500	0.365	89	57	0	27.0000	25.5033	-8.8646	123.1004	1.52	4389.2674	-479.2903	123.1004	E-176
E-176	E-177	118	10	0	0.790	0.500	0.210	91	28	0	57.9620	51.0980	-27.3603	121.5928	1.53	4440.3654	-506.6506	121.5928	E-177
E-177	E-178	119	40	0	0.735	0.500	0.265	93	57	0	46.7770	40.6454	-23.1524	119.8469	1.54	4481.0108	-529.8030	119.8469	E-178
E-178	E-179	140	30	0	0.620	0.500	0.380	84	56	0	23.8128	15.1468	-18.3746	125.1881	1.47	4496.1576	-548.1775	125.1881	E-179

E-179	E-180	115	40	0	0.548	0.500	0.452	83	20	0	9.4706	8.5361	-4.1021	124.1838	1.46	4504.6938	-552.2796	124.1838	E-180
E-180	E-181	94	50	0	0.690	0.500	0.310	81	30	0	37.1698	37.0376	-3.1318	128.6319	1.44	4541.7314	-555.4114	128.6319	E-181
E-181	E-182	91	10	0	0.600	0.500	0.400	85	40	0	19.8858	19.8817	-0.4049	124.5837	1.44	4561.6131	-555.8163	124.5837	E-182
E-182	E-183	83	30	20	0.683	0.500	0.317	84	28	0	36.2597	36.0270	4.1012	126.5895	1.49	4597.6401	-551.7151	126.5895	E-183
E-183	A	0	0	0	2.018	2.000	1.982	91	53	0	3.5961	0.0000	3.5961	121.4586	1.48	4597.6401	-548.1190	121.4586	A
A	B	0	0	0	2.058	2.000	1.942	99	0	0	11.3161	0.0000	11.3161	119.7845	1.51	4597.6401	-540.3990	119.7845	B
B	C	180	0	0	0.517	0.500	0.483	88	45	0	3.3984	0.0000	-3.3984	123.1510	1.52	4597.6401	-555.1135	123.1510	C
C	D	180	0	0	0.550	0.500	0.450	77	10	0	9.5066	0.0000	-9.5066	125.2425	1.54	4597.6401	-561.2217	125.2425	D
D	E-184	93	10	0	0.675	0.500	0.325	81	30	55	34.2381	34.1858	-1.8913	128.1844	1.49	4631.8259	-553.6064	128.1844	E-184
E-184	E-185	109	10	0	0.590	0.500	0.410	82	11	0	17.6671	16.6877	-5.8004	125.5021	1.41	4648.5136	-559.4068	125.5021	E-185
E-185	E-186	142	0	0	0.526	0.500	0.474	90	45	0	5.1991	3.2009	-4.0970	123.0088	1.45	4651.7145	-563.5038	123.0088	E-186
E-186	E-187	184	40	0	0.523	0.500	0.477	87	23	0	4.5904	-0.3735	-4.5752	123.2866	1.47	4651.3410	-568.0790	123.2866	E-187
E-187	E-188	227	10	0	0.660	0.500	0.340	82	19	0	31.4280	-23.0472	-21.3669	127.3167	1.51	4628.2938	-589.4459	127.3167	E-188
E-188	E-189	216	40	0	0.710	0.500	0.290	79	12	0	40.5253	-24.2000	-32.5063	130.8074	1.46	4604.0938	-621.9521	130.8074	E-189
E-189	E-190	213	0	0	0.680	0.500	0.320	78	31	0	34.5732	-18.8299	-28.9955	130.1003	1.52	4585.2639	-650.9476	130.1003	E-190
E-190	A	117	0	0	0.212	0.200	0.188	88	10	0	2.3975	2.1362	-1.0885	123.4536	1.56	4587.4001	-652.0361	123.4536	A
A	B	117	0	0	0.525	0.500	0.475	81	45	0	4.8970	4.3633	-2.2232	123.7868	1.54	4589.6272	-653.1709	123.7868	B
B	C	302	25	0	1.515	1.500	1.485	97	10	0	2.9533	-2.4931	1.5832	121.7055	1.52	4582.7708	-649.3645	121.7055	C
C	D	302	25	0	3.045	3.000	2.955	104	40	0	8.4230	-7.1105	4.5154	118.3723	1.49	4578.1534	-646.4323	118.3723	D
D	E-191	214	0	0	0.585	0.500	0.415	83	13	0	16.7628	-9.3737	-13.8970	125.0707	1.52	4575.8902	-664.8447	125.0707	E-191
E-191	E-192	204	40	0	0.577	0.500	0.423	83	20	0	15.1924	-6.3404	-13.8062	124.8526	1.50	4569.5498	-678.6508	124.8526	E-192
E-192	E-193	195	40	0	0.567	0.500	0.433	82	53	0	13.1943	-3.5630	-12.7041	124.7241	1.49	4565.9868	-691.3550	124.7241	E-193
E-193	E-194	207	0	0	0.670	0.500	0.330	85	14	0	33.7652	-15.3291	-30.0850	125.8924	1.51	4550.6577	-721.4400	125.8924	E-194
E-194	E-195	204	50	0	0.578	0.500	0.422	94	27	0	15.5061	-6.5122	-14.0723	121.8701	1.50	4544.1455	-735.5123	121.8701	E-195
E-195	E-196	179	0	0	0.610	0.500	0.390	92	0	0	21.9732	0.3835	-21.9699	122.3095	1.53	4544.5290	-757.4821	122.3095	E-196
E-196	E-197	153	20	0	0.665	0.500	0.335	90	34	0	32.9968	14.8089	-29.4870	122.7505	1.54	4559.3379	-786.9691	122.7505	E-197
E-197	E-198	159	30	0	0.640	0.500	0.360	94	50	0	27.8012	9.7362	-26.0406	120.7260	1.51	4569.0741	-813.0098	120.7260	E-198
E-198	E-199	176	10	0	0.680	0.500	0.320	90	23	0	35.9984	2.4067	-35.9179	122.8360	1.52	4571.4807	-848.9276	122.8360	E-199
E-199	E-200	121	30	0	0.700	0.500	0.300	82	0	0	39.2252	33.4450	-20.4951	128.5896	1.54	4604.9257	-869.4227	128.5896	E-200
E-200	E-201	109	40	0	0.650	0.500	0.350	86	0	0	29.8540	28.1125	-10.0473	125.1644	1.52	4633.0383	-879.4700	125.1644	E-201
E-201	E-202	99	0	0	0.680	0.500	0.320	87	33	0	35.9342	35.4918	-5.6213	124.6143	1.47	4668.5301	-885.0914	124.6143	E-202
E-202	E-203	109	20	0	0.630	0.500	0.370	95	32	0	25.7583	24.3057	-8.5276	120.5814	1.54	4692.8358	-893.6190	120.5814	E-203
E-203	A	203	30	0	1.525	1.500	1.475	94	40	0	4.9669	-1.9805	-4.5549	121.6714	1.50	4690.8552	-898.1739	121.6714	A
A	B	203	30	0	1.550	1.500	1.450	104	40	0	9.3589	-3.7319	-8.5827	119.6274	1.49	4689.1039	-902.2017	119.6274	B
B	C	28	50	0	2.033	2.000	1.967	112	44	0	5.6144	2.7076	4.9183	119.2244	1.52	4695.5434	-888.7007	119.2244	C
C	D	28	50	0	2.055	2.000	1.945	86	53	0	10.9675	5.2892	9.6078	122.1740	1.54	4698.1250	-884.0112	122.1740	D
D	E-204	116	30	0	0.600	0.500	0.400	87	50	0	19.9714	17.8731	-8.9112	123.8324	1.55	4710.7089	-902.5302	123.8324	E-204
E-204	E-205	99	20	0	0.607	0.500	0.393	95	34	0	21.1986	20.9180	-3.4379	121.0107	1.52	4731.6269	-905.9681	121.0107	E-205
E-205	E-206	90	10	0	0.600	0.500	0.400	93	53	0	19.9083	19.9082	-0.0579	121.7254	1.47	4751.5351	-906.0261	121.7254	E-206
E-206	E-207	71	20	0	0.655	0.500	0.345	92	3	0	30.9603	29.3317	9.9092	121.9686	1.47	4780.8668	-896.1168	121.9686	E-207
E-207	E-208	77	0	0	0.675	0.500	0.325	85	8	0	34.7481	33.8575	7.8166	126.0354	1.47	4814.7243	-888.3002	126.0354	E-208
E-208	E-209	81	40	0	0.700	0.500	0.300	81	40	0	39.1598	38.7463	5.6755	128.8129	1.51	4853.4706	-882.6247	128.8129	E-209
E-209	E-210	80	10	0	0.800	0.500	0.200	86	45	0	59.8072	58.9285	10.2140	126.4729	1.51	4912.3991	-872.4107	126.4729	E-210
E-210	E-211	80	50	0	0.655	0.500	0.345	85	28	0	30.8063	30.4129	4.9077	125.5194	1.50	4942.8120	-867.5030	125.5194	E-211
E-211	E-212	69	50	0	0.595	0.500	0.405	87	51	0	18.9733	17.8101	6.5411	123.7891	1.45	4960.6221	-860.9620	123.7891	E-212
E-212	A	331	0	0	0.526	0.500	0.474	71	0	0	4.6488	-2.2538	4.0660	124.6775	1.46	4958.3683	-856.8960	124.6775	A
A	B	331	0	0	0.955	0.900	0.845	73	5	0	10.0686	-4.8814	8.8062	125.7391	1.48	4955.7408	-852.1557	125.7391	B
B	C	156	0	0	1.526	1.500	1.474	102	51	0	4.9428	2.0104	-4.5155	120.9493	1.51	4962.6325	-865.4774	120.9493	C
C	D	156	0	0	2.055	2.000	1.945	103	0	0	10.4434	4.2477	-9.5405	119.1658	1.54	4964.8698	-870.5024	119.1658	D
D	E-213	55	50	0	0.605	0.500	0.395	85	30	0	20.8707	17.2686	11.7210	124.7194	1.48	4977.8907	-849.2409	124.7194	E-213
E-213	E-214	69	50	0	0.725	0.500	0.275	87	0	0	44.8767	42.1255	15.4714	125.4287	1.51	5020.0162	-833.7696	125.4287	E-214
E-214	E-215	71	0	0	0.620	0.500	0.380	89	5	0	23.9939	22.6866	7.8116	123.4607	1.50	5042.7029	-825.9579	123.4607	E-215
E-215	E-216	79	0	0	0.580	0.500	0.420	86	0	0	15.9221	15.6296	3.0381	124.1902	1.50	5058.3325	-822.9198	124.1902	E-216

E-216	A	43	20	0	1.220	1.000	0.780	85	50	0	43.7677	30.0352	31.8355	125.7653	1.52	5088.3677	-791.0843	125.7653	A
A	E-217	73	30	0	1.690	1.500	1.310	95	41	0	37.6273	36.0778	10.6867	118.3322	1.52	5124.4455	-780.3976	118.3322	E-217
E-217	E-218	71	0	0	1.900	1.500	1.100	93	46	0	79.6548	75.3150	25.9331	116.8327	1.42	5199.7606	-754.4646	116.8327	E-218
E-218	E-219	72	30	0	1.620	1.500	1.380	99	18	0	23.3732	22.2914	7.0285	118.2493	1.46	5222.0520	-747.4361	118.2493	E-219
E-219	E-220	55	30	0	1.750	1.500	1.250	102	11	0	47.7731	39.3711	27.0590	111.7624	1.47	5261.4231	-720.3771	111.7624	E-220
E-220	E-221	65	40	0	1.780	1.500	1.220	100	15	0	54.2268	49.4095	22.3439	112.2710	1.49	5310.8326	-698.0333	112.2710	E-221
E-221	E-222	63	40	0	1.910	1.500	1.090	94	6	0	81.5808	73.1151	36.1887	116.2290	1.50	5383.9477	-661.8446	116.2290	E-222
E-222	E-223	60	0	0	1.610	1.500	1.390	83	5	0	21.6809	18.7763	10.8405	124.7069	1.45	5402.7239	-651.0041	124.7069	E-223
E-223	E-224	64	40	0	1.770	1.500	1.230	84	48	0	53.5564	48.4061	22.9159	126.9508	1.51	5451.1300	-628.0882	126.9508	E-224
E-224	E-225	67	30	0	1.605	1.500	1.395	89	6	0	20.9948	19.3967	8.0344	122.4066	1.52	5470.5267	-620.0538	122.4066	E-225
E-225	E-226	65	10	0	1.650	1.500	1.350	97	33	0	29.4821	26.7560	12.3819	118.1692	1.44	5497.2827	-607.6719	118.1692	E-226
E-226	E-227	64	50	0	1.920	1.500	1.080	100	3	0	81.4420	73.7110	34.6334	107.6431	1.48	5570.9937	-573.0385	107.6431	E-227
E-227	E-228	54	30	0	1.885	1.500	1.115	91	20	0	76.9583	62.6530	44.6899	120.2856	1.37	5633.6467	-528.3486	120.2856	E-228
E-228	E-229	72	40	20	1.740	1.500	1.260	78	20	0	46.0372	43.9479	13.7116	131.5827	1.50	5677.5945	-514.6370	131.5827	E-229
E-229	E-230	71	20	0	1.580	1.500	1.420	81	37	0	15.6599	14.8361	5.0121	124.3846	1.43	5692.4307	-509.6248	124.3846	E-230
E-230	E-231	78	40	0	1.700	1.500	1.300	85	12	0	39.7199	38.9454	7.8056	125.4122	1.42	5731.3761	-501.8192	125.4122	E-231
E-231	E-232	82	10	0	2.520	2.000	1.480	92	20	0	103.8276	102.8588	14.1509	117.3462	1.50	5834.2349	-487.6684	117.3462	E-232

APÉNDICE F
RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELOS



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 056 S.S.

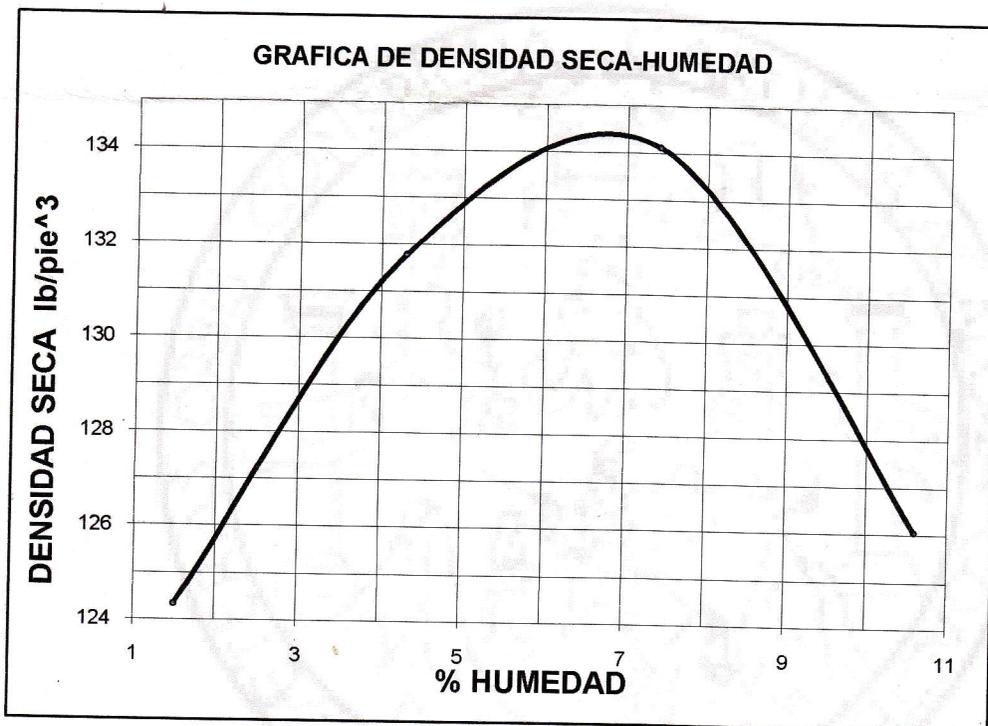
O.T.: 22.660

Interesado: Harry Efrain Ochaeta Galindo
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Ubicación: Aldea el cambur y sebulbuxtlá, San Pedro Carchá, Alta Verapaz
Fecha: 06 de marzo de 2008



Banco No. 1

Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café claro.

Densidad seca máxima γ_d : 2151 Kg/m³ 134.3 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 6.8 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,



Ing. Oswaldo Roméo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC

Vo. Bo.:



Omar E. Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



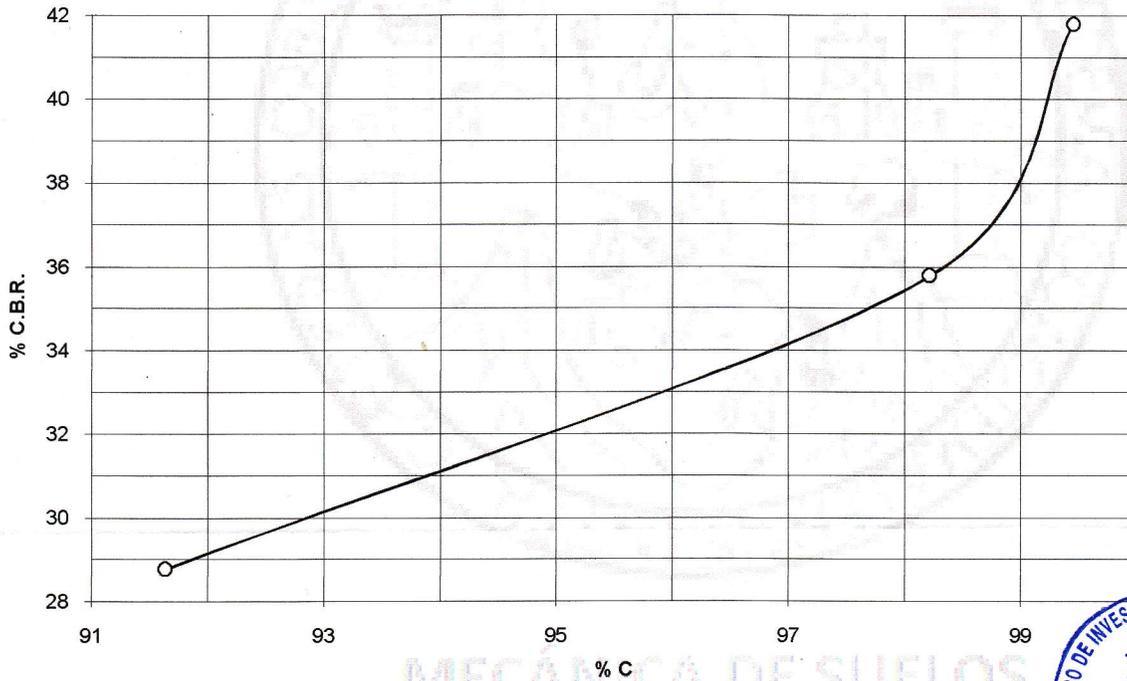
INFORME No.: 057 S.S. O.T.: 22.660

Interesado: Harry Efrain Ochaeta Galindo
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Ubicación: Aldea el cambur y sebulbuxtla, San Pedro Carchá, Alta Verapaz
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café claro.
 Banco No.: 1
 Fecha: 06 de marzo de 2008

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d Lb/pie ³			
1	10	6.50	123.1	91.6	0.3	28.8
2	30	6.50	131.9	98.2	0.2	35.8
3	65	6.50	133.6	99.4	0.1	41.8

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



MECÁNICA DE SUELOS

Atentamente,

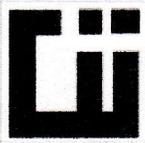
Vo. Bo.:



Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



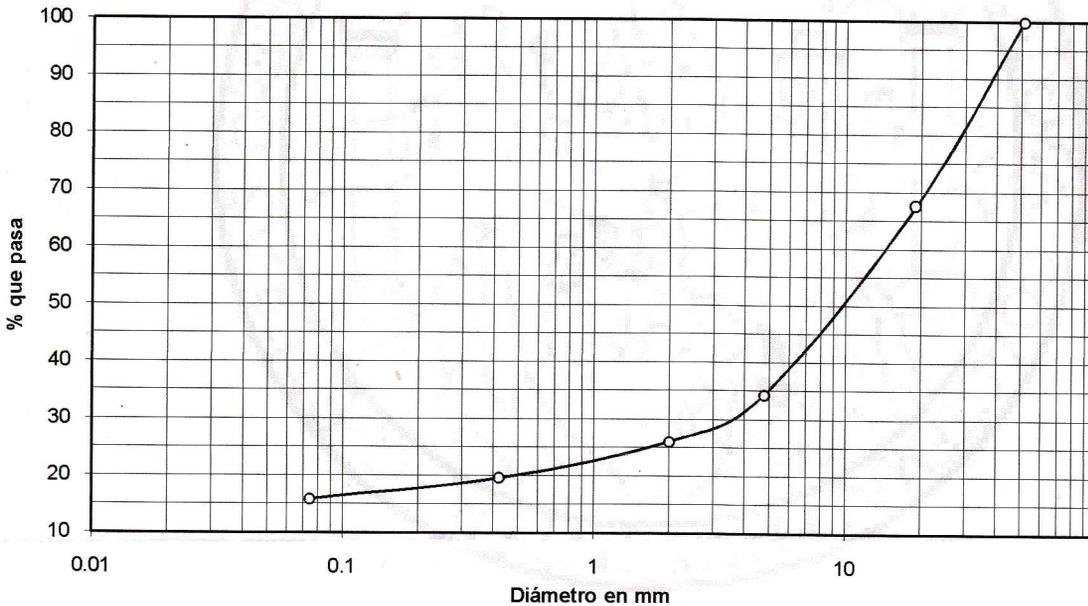
INFORME No. 058 S.S. O.T.: 22.660

Interesado: Harry Efrain Ochaeta Galindo
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Aldea el cambur y sebulbuxtla, San Pedro Carchá, Alta Verapaz
 Fecha: 06 de marzo de 2008
 Banco No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	67.54
4	4.76	34.34
10	2.00	26.03
40	0.42	19.62
200	0.074	15.84

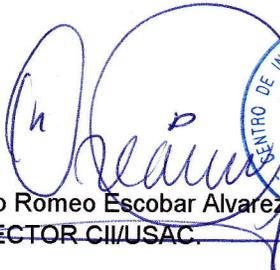
% de Grava: 65.66
 % de Arena: 18.50
 % de Finos: 15.84



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limosa color café claro.
 Clasificación: S.C.U.: GM P.R.A.: A-1-b
 Observaciones Muestra tomada por el Personal del Laboratorio



Atentamente,

Vo. Bo. 
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
 DIRECTOR CII/USAC




 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 0059 S. S. O.T.: 22.660

Interesado: Harry Efraim Ochaeta Galindo
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Banco No: 1
Ubicación: Aldea el cambur y sebulbuxtila, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

FECHA: 06 de marzo de 2008

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	65.2	3.2	S.M.	Fragmentos de roca con arena limosa color café claro.

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado

Atentamente,



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CI/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

APÉNDICE G
PRESUPUESTO DESGLOSADO
DISEÑO CAMINO RURAL

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS CAMINO RURAL SEBULBUXHÁ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

1. Trabajos preliminares

No	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Costo Total (Q)
1.1	Limpia, chapeo y destronque	18,048	m ²	1	18,048.00
1.2	Replanteo topográfico	7,218	m lineal	2	14,436.00
Total Directos					32,484.00
Indirectos (30%)					9,745.20
Total Renglón					42,229.20
Precio Unitario					5.85

2. Movimiento de tierras

2.1 Excavación de material no clasificado

No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m ³ /h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m ³)	Total (Q)
2.1.1	Tractor D6	27,900	75	450.00	6.00	167,400.00
2.1.2	Combustible Diesel	27,900	75	125.00	1.67	46,500.00
2.1.3	Cargador frontal 4 ruedas 85 HP	27,900	75	275.00	3.67	102,300.00
2.1.4	Combustible Diesel	27,900	75	125.00	1.67	46,500.00
2.1.5	Camión de volteo 12 m ³	27,900			5.00	139,500.00
Total Directos						502,200.00
Indirectos (30%)						150,660.00
Total Renglón						652,860.00
Precio Unitario						23.40

2.2 Relleno de material clasificado							
No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m³/h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m³)	Total (Q)	
2.2.1	Motoniveladora 125 HP	6,890	60	375.00	6.25	43,062.50	
2.2.2	Combustible Diesel	6,890	60	125.00	2.08	14,354.17	
2.2.3	Compactador tambor liso doble tracción 80 HP	6,890	60	275.00	4.58	31,579.17	
2.2.4	Combustible Diesel	6,890	60	125.00	2.08	14,354.17	
2.2.5	Pipa regadora de 2,000 galones	6,890			2.00	13,780.00	
						Total Directos	117,130.00
						Indirectos (30%)	35,139.00
						Total Renglón	152,269.00
						Precio Unitario	22.10

2.3 Apertura de brecha rocosa							
No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m³/h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m³)	Total (Q)	
2.3.1	Tractor D6	4,500	75	450.00	6.00	27,000.00	
2.3.2	Combustible Diesel	4,500	75	125.00	1.67	7,500.00	
2.3.3	Cargador frontal 4 ruedas 85 HP	4,500	75	275.00	3.67	16,500.00	
2.3.4	Combustible Diesel	4,500	75	125.00	1.67	7,500.00	
2.3.5	Camión de volteo 12 m ³	4,500			5.00	22,500.00	
						Total Directos	81,000.00
						Indirectos (30%)	24,300.00
						Total Renglón	105,300.00
						Precio Unitario	23.40

2.4 Explosivos**2.4.1 Equipo**

No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m ³ /h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m ³)	Total (Q)
2.4.1.1	Excavadora con martillo hidráulico	2,650	75	500.00	6.67	17,666.67
2.4.1.2	Combustible Diesel	2,650	75	125.00	1.67	4,416.67
2.4.1.3	Camión de volteo 12 m ³	2,650			5.00	13,250.00
2.4.1.4	Barreno hidráulico	7			150.00	1,050.00
2.4.1.5	Compresor de aire 3000 psi	7			170.00	1,190.00
2.4.1.6	Detonador	4			150.00	600.00
2.4.1.7	Pick up 1 tonelada	7			450.00	3,150.00
					Sub total	41,323.33

2.4.2 Materiales

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
2.4.2.1	Anfomalla	5	Bolsa	2,000.00	10,000.00
2.4.2.2	Dinamita de 1 1/4" x 8'	1	Caja	1,500.00	1,500.00
				Sub total	11,500.00

Total Directos	52,823.33
Indirectos (30%)	15,847.00
Total Renglón	68,670.33
Precio Unitario	25.91

3. Estabilización de la sub rasante							
No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m³/h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m³)	Total (Q)	
3.1	Motoniveladora 125 HP	34,481	350	375.00	1.07	36,943.93	
3.2	Combustible Diesel	34,481	350	125.00	0.36	12,314.64	
3.3	Compactador tambor liso doble tracción 80 HP	34,481	350	275.00	0.79	27,092.21	
3.4	Combustible Diesel	34,481	350	125.00	0.36	12,314.64	
3.5	Pipa regadora de 2,000 galones	34,481			2.00	68,962.00	
						Total Directos	157,627.43
						Indirectos (30%)	47,288.23
						Total Renglón	204,915.66
						Precio Unitario	5.94

4. Capa de balasto con una compactación a un 95% proctor modificado							
No.	Descripción	Cantidad	Rendimiento (m³/h)	Arrendamiento (Q/h)	Costo Unitario(Q/m³)	Total (Q)	
4.1	Excavadora	34,481	75	500	6.67	229,873.33	
4.2	Combustible Diesel	34,481	75	125	1.67	57,468.33	
4.3	Motoniveladora 125 HP	34,481	60	375.00	6.25	215,506.25	
4.4	Combustible Diesel	34,481	60	125.00	2.08	71,835.42	
4.5	Compactador tambor liso doble tracción 80 HP	34,481	60	275.00	4.58	158,037.92	
4.6	Combustible Diesel	34,481	60	125.00	2.08	71,835.42	
4.7	Pipa regadora de 2,000 galones	34,481			2.00	68,962.00	
4.8	Camión de volteo 12 m ³	34,481			5.00	172,405.00	
						Total Directos	1,045,923.67
						Indirectos (30%)	313,777.10
						Total Renglón	1,359,700.77
						Precio Unitario	39.43

5. Drenaje**5.1 Drenaje transversal**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
5.1.1	Tubería de 30" metal corrugado, caja receptora y cabezal	49	unidad	4,565.45	223,707.05
				Total directos	223,707.05
				Indirectos (30%)	67,112.12
				Total Renglón	290,819.17
				Precio Unitario	5,935.09

5.2 Cunetas revestidas tipo L 0.47x0.27x0.10

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
5.2.1	Cunetas revestidas	1,805	m ²	116.63	210,517.15
				Total directos	210,517.15
				Indirectos (30%)	63,155.15
				Total Renglón	273,672.30
				Precio Unitario	151.62

5.3 Cunetas naturales tipo L 0.47x0.27x0.10

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
5.3.1	Cunetas naturales	3,610	m lineal	2.25	8,122.50
				Total directos	8,122.50
				Indirectos (30%)	2,436.75
				Total Renglón	10,559.25
				Precio Unitario	2.93

6. Transporte de maquinaria

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
6.1	Transporte de maquinaria	6	flete	5,000.00	30,000.00
				Total Renglón	30,000.00
				Precio Unitario	5,000.00

7. Construcción de empedrado

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo (Q)	Total (Q)
7.1	Empedrado piedra y mortero	5,240	m ²	46.08	241,459.20
				Total directos	241,459.20
				Indirectos (30%)	72,437.76
				Total Renglón	313,896.96
				Precio Unitario	59.90

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO

Proyecto: Construcción camino rural de la aldea Sebulbuxhá, San Pedro Carchá , A.V.

Longitud de tramo: **7.218 kilómetros**

Ancho de Rodadura: **4.00 metros**

Distancia al banco: **12 kilómetros**

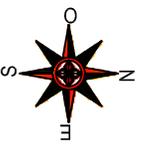
Espesor de balasto: **0.15 metros**

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario (Q)	Costo total (Q)
1	Trabajos preliminares				
1.1 , 1.2	Limpia, chapeo, destronque y replanteo topográfico	7,218	metro	5.86	42,297.48
2	Movimiento de tierras				
2.1	Excavación de material no clasificado	27,900	metro ³	23.40	652,860.00
2.2	Relleno de material clasificado	6,890	metro ³	22.10	152,269.00
2.3	Apertura de brecha rocosa	4,500	metro ³	23.40	105,300.00
2.4	Explosivos	2,650	metro ³	25.92	68,688.00
3	Estabilización de la sub rasante	34,481	metro ³	5.95	205,161.95
4	Capa de balasto	34,481	metro ³	39.44	1,359,930.64
5	Drenaje				
5.1	Drenaje transversal tubería 30"+caja receptora+cabezal	49	unidad	5,935.09	290,819.41
5.2	Cunetas revestidas	1,805	metro ²	151.62	273,674.10
5.3	Cunetas naturales	3,610	metro lineal	2.94	10,613.40
6	Transporte de maquinaria	6	flete	5,000.00	30,000.00
7	Empedrado de piedra y mortero	5,240	metro ²	59.91	313,928.40
8	Rótulo	1	unidad	1,500.00	1,500.00
				Total del proyecto	3,507,042.38

Costo por kilómetro: Q. 485,875.00

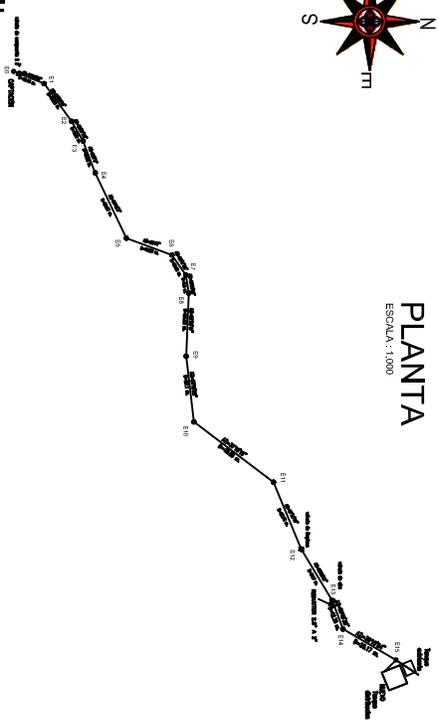
Nota: Este presupuesto incluye costos indirectos

APÉNDICE H
PLANOS



PLANTA

ESCALA: 1:1000



PLANTA

ESCALA: 1:1000



<input type="checkbox"/>	INDICACIONES
<input type="checkbox"/>	INDICACIONES DE CONVERGENCIA
<input type="checkbox"/>	INDICACIONES DE VALVULAS
<input type="checkbox"/>	INDICACIONES DE RESERVORES
<input type="checkbox"/>	INDICACIONES DE ESTACIONES DE TRATAMIENTO
<input type="checkbox"/>	INDICACIONES DE SISTEMAS



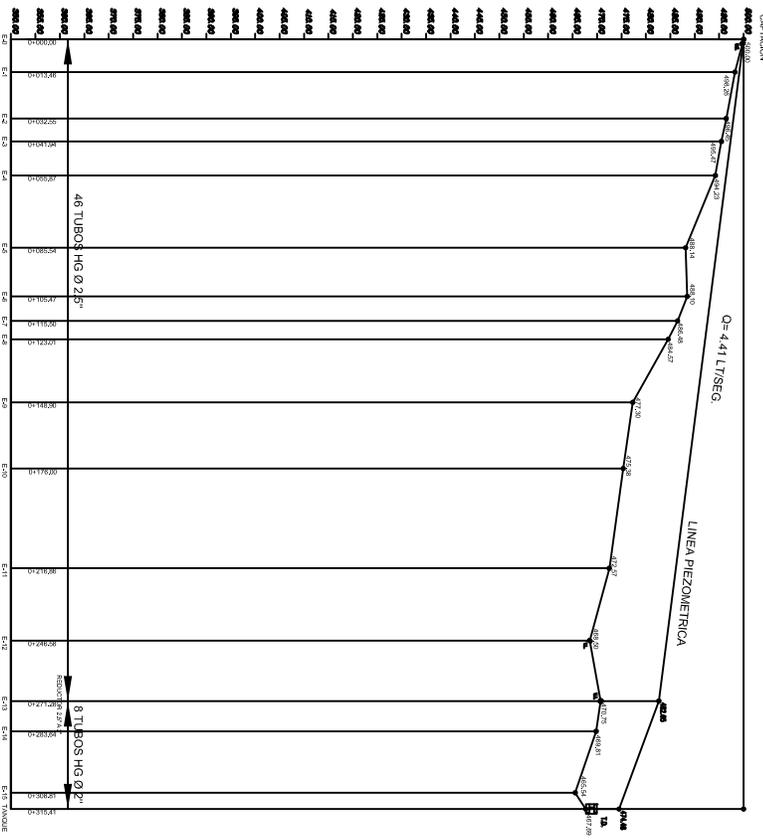
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA

PROFESOR:	REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA RED DE CANTON SAN PEDRO CANTON ATYA VERAPAZ	ESCALA:	LA REDUCIDA
COMISARIO:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	MAYO DE 2008
PROYECTO:	INVESTIGACION TECNICA Y DISEÑO	HOJA:	2/14
CLIENTE:	COMITE MUNICIPAL DE AGUA POTABLE		

PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:50

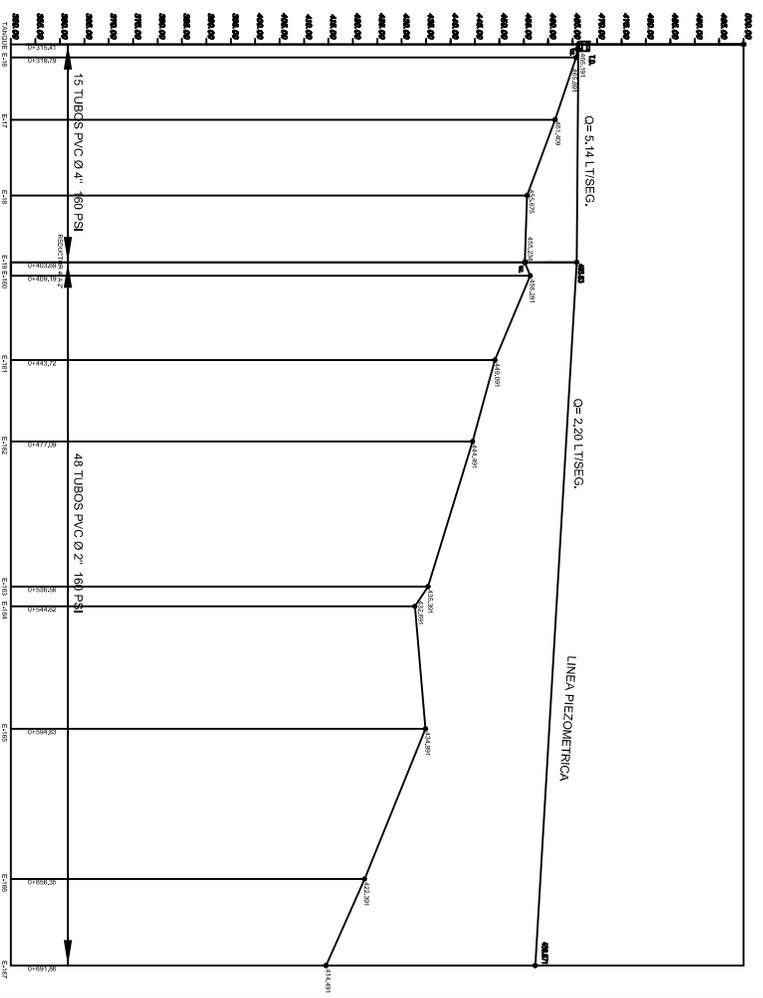
LINEA DE CONDUCCION



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:50

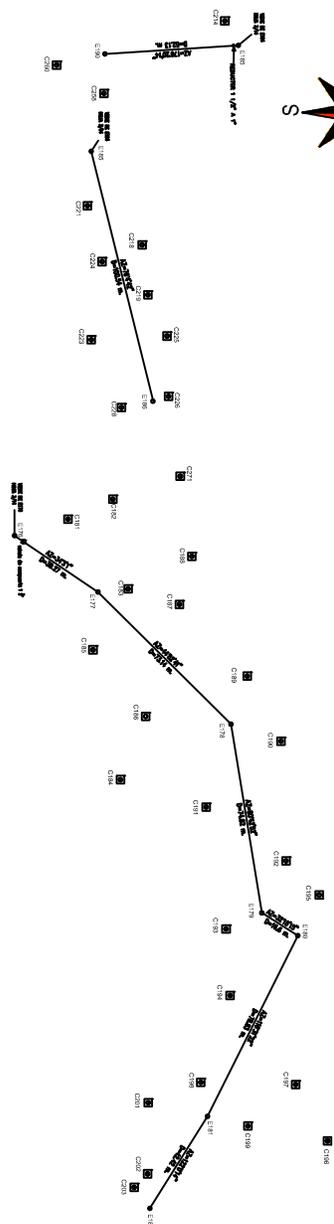
LINEA DE DISTRIBUCION





PLANTA SECTOR CENTRO

ESCALA : 1:1000



NOMENCLATURA	
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	ESTACION
	REDUCTOR
	VIVIENDA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPAN, SAN PEDRO CANCIAL, ALTA VERAPAZ	ESCALA:	LAMBDA
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	MAYO DE 2009
BRINCO:	MAYY TERMIN COMPLETA GUSTAVO GONZALEZ	INFORMANTE:	
FECHA:	05/05/2009		
VIA SO MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CANCIAL, AV.		FI INIC. GOLA. ANILITA HERMANIZAS	
		NOVA:	4/14

PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 500

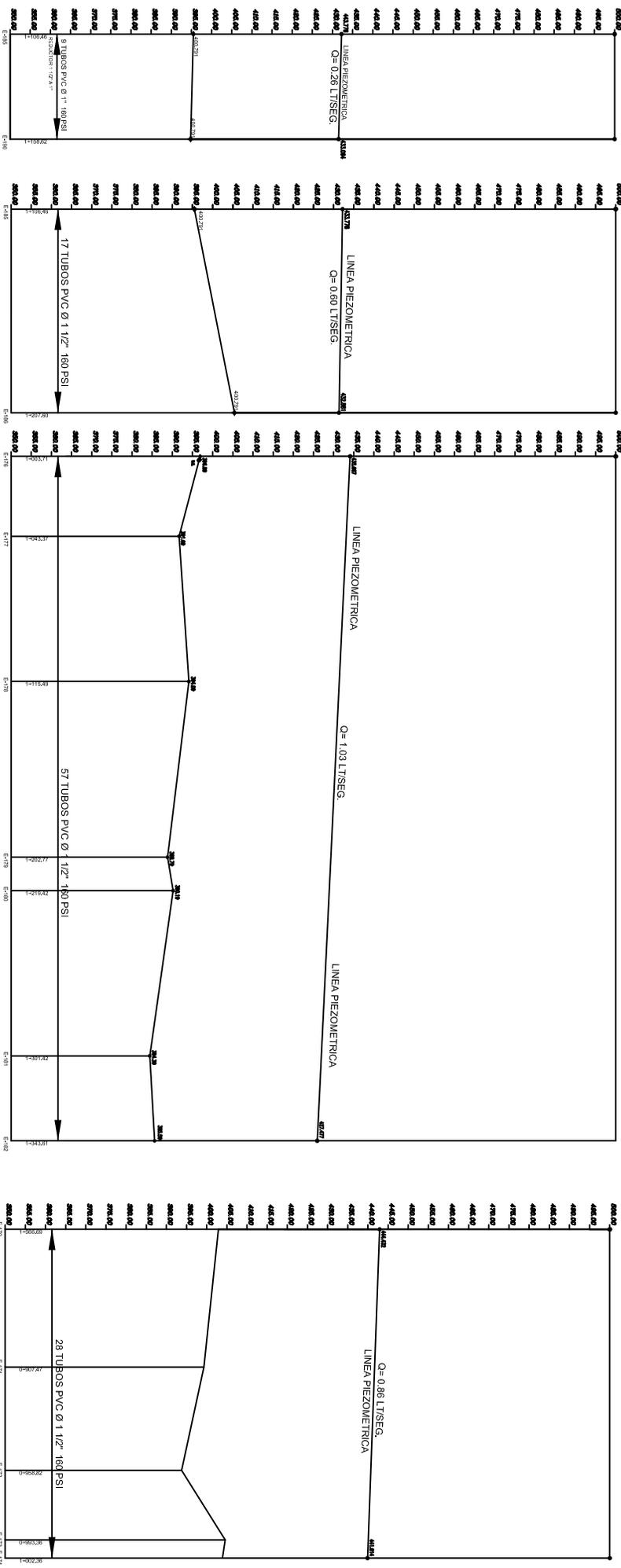
SECTOR CENTRO

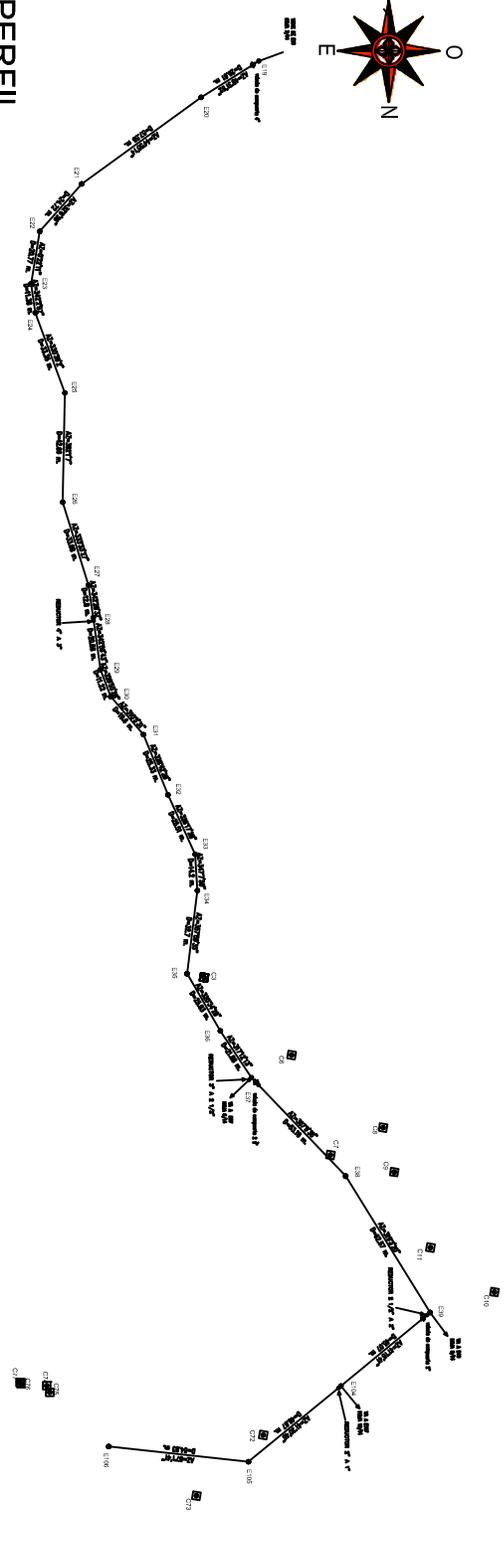
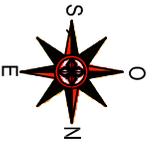
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR CENTRO

SECTOR CENTRO

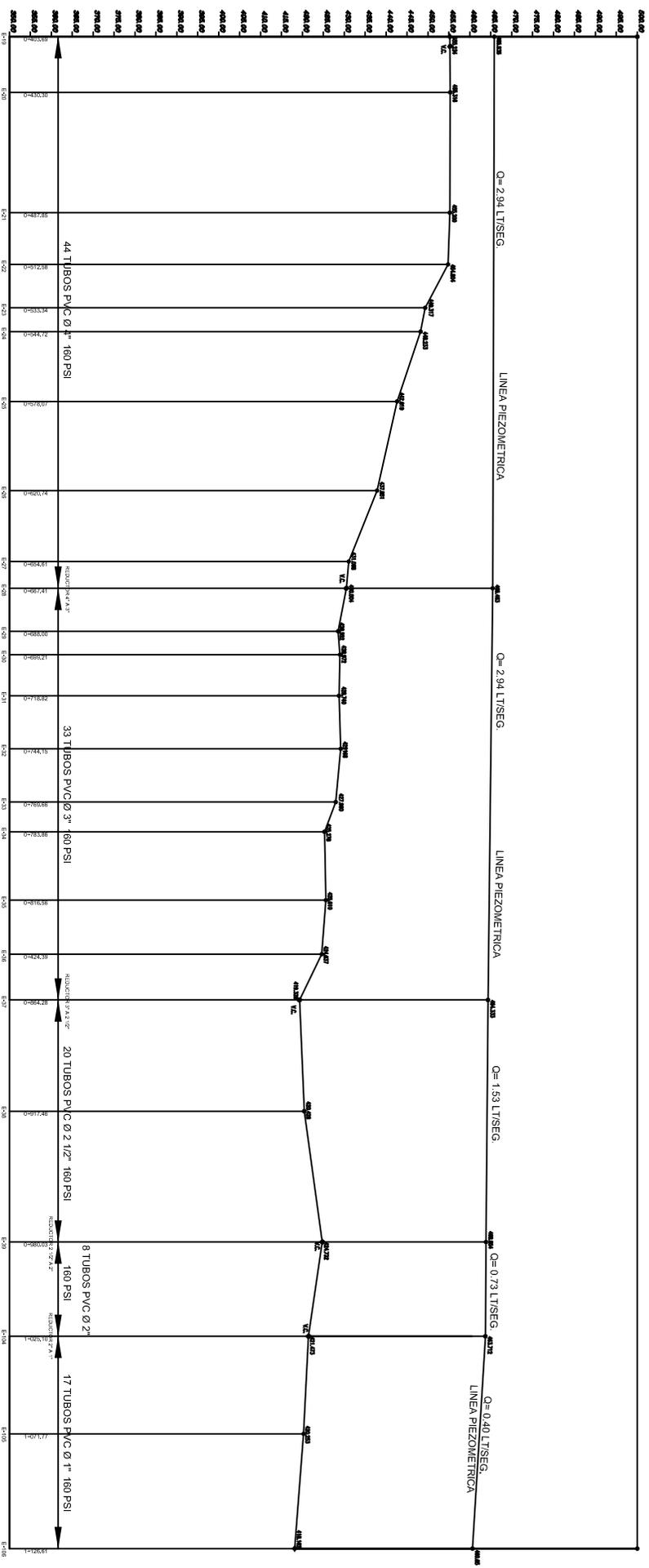




PERFIL
 ESCALA HORIZONTAL: 1:100
 ESCALA VERTICAL: 500

NO MENCLATURA
VALVULA DE COMPUERTA
VALVULA DE AIRE
VALVULA DE LIMPIEZA
ESTACION
REDUCTOR
VIVIENDA

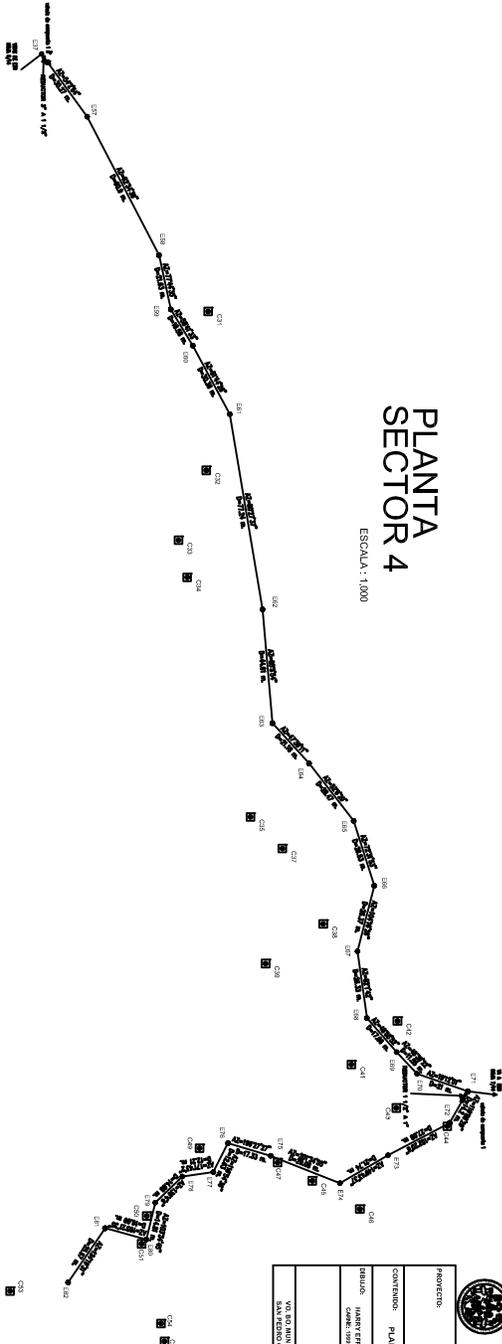
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPEN, SAN PEDRO CANGCHUL, ALTA VERAPAZ	ESCALA: 1:1000000 FECHA: MAYO DE 2009
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	HOJA:
DISEÑADO: HENRY TERMIN GONZALEZ GALINDO (Código: 10011192)	REVISADO: ING. OSCAR ANDRÉS HERNÁNDEZ (Código: 10011192)
VIA SO MINGUAPALMADO DE SAN PEDRO CANGCHUL, A.V.	P.1 ING. OSCAR ANDRÉS HERNÁNDEZ
5/14	





PLANTA SECTOR 4

ESCALA: 1:1000



NOMENCLATURA	
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	ESTACION
	REDUCTOR
	VIVIENDA

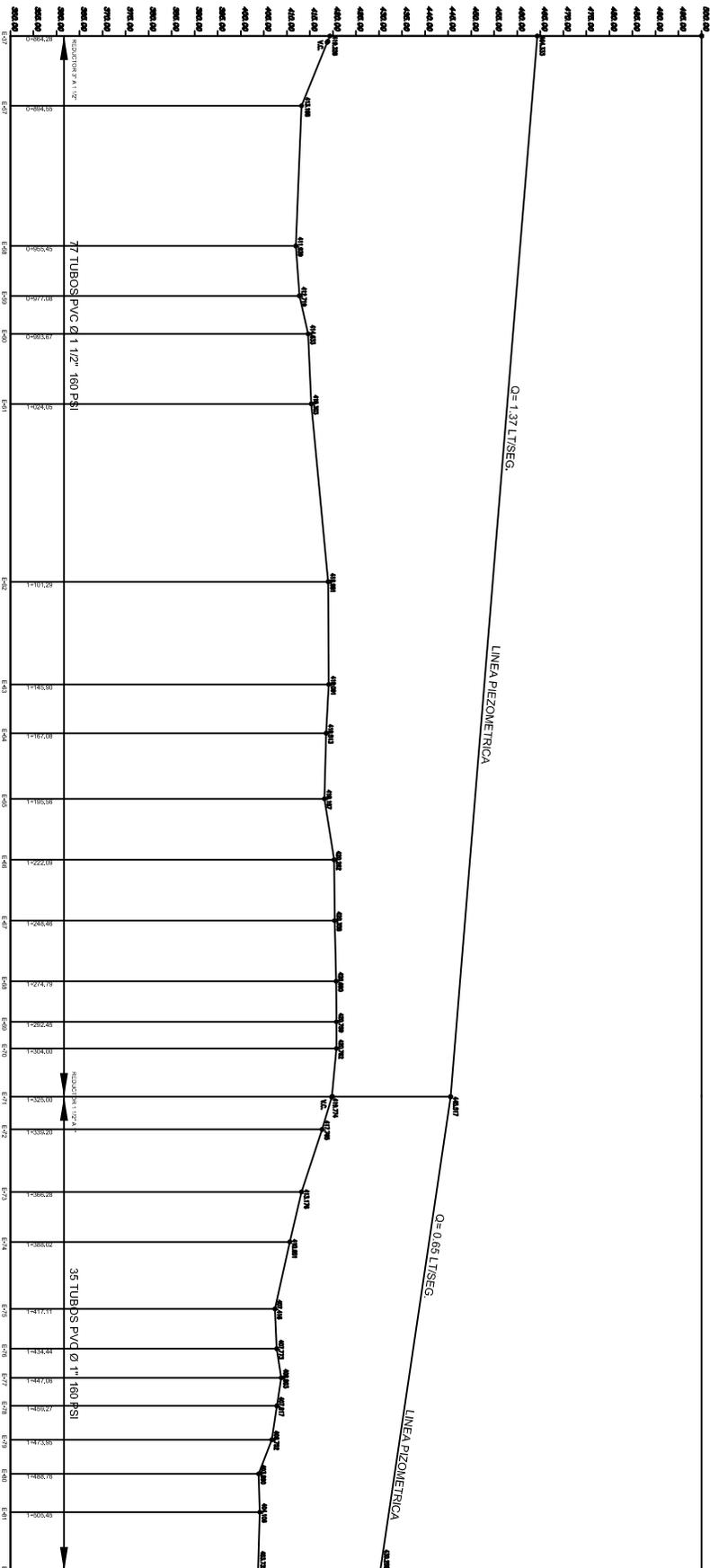
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:100

ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR CUATRO

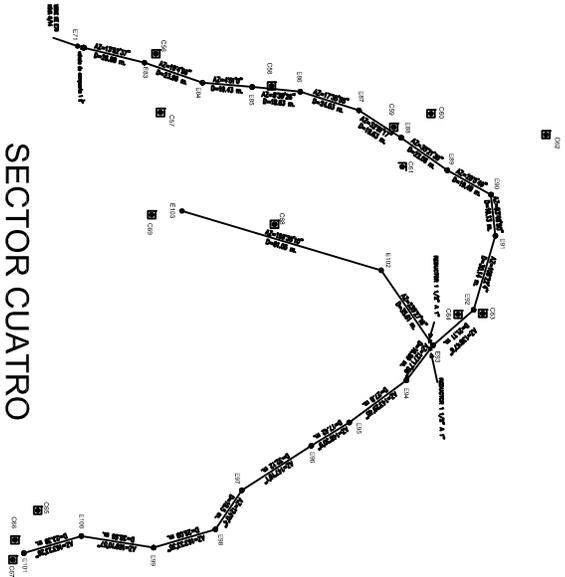
SECTOR CENTRO





PERFIL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR CUATRO

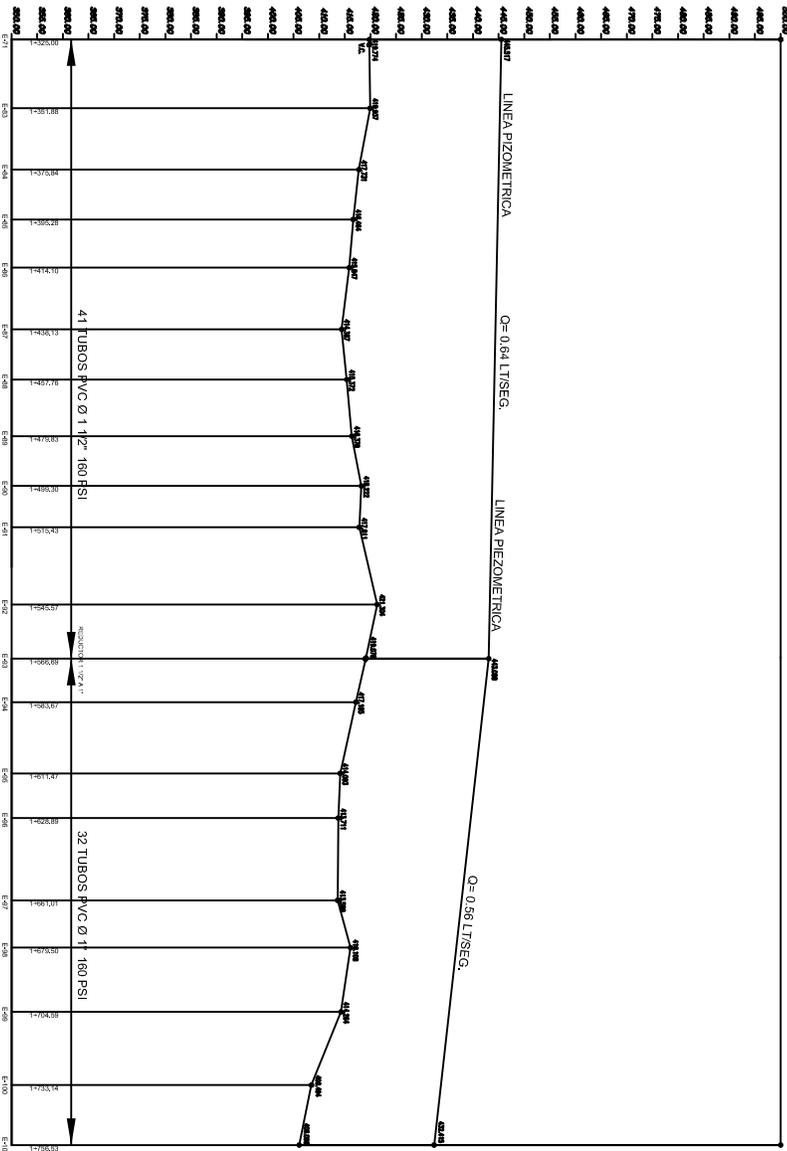


PLANTA SECTOR 4
ESCALA : 1:100

NOMENCLATURA
VALVULA DE COMPUESTA
VALVULA DE AIRE
VALVULA DE LIMPIEZA
ESTACION
REDUCTOR
VIVIENDA

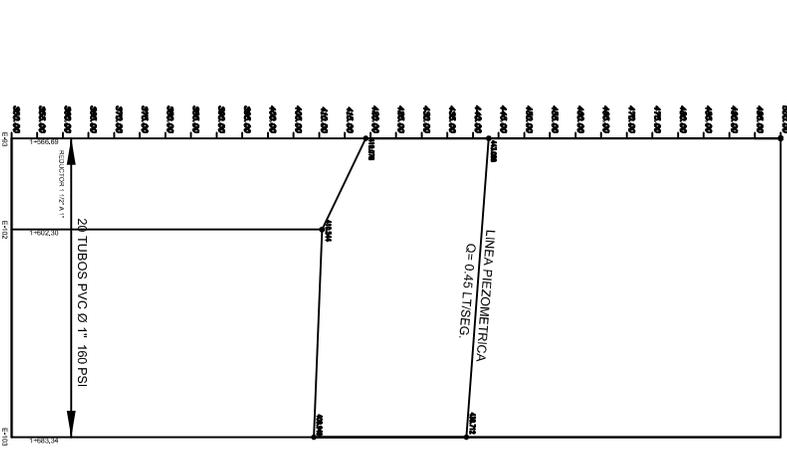
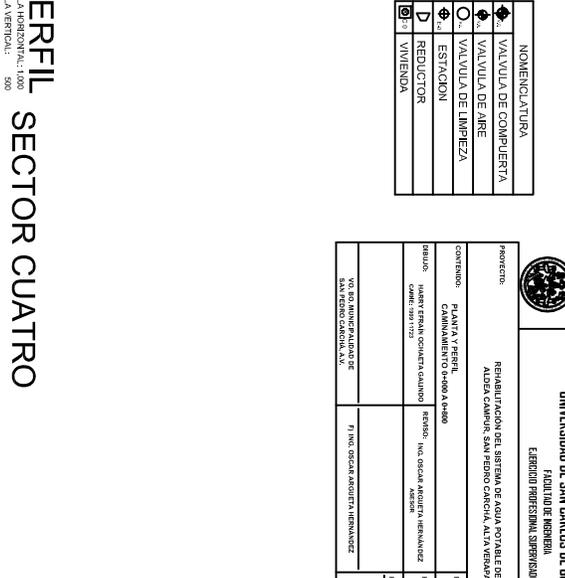
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	REHABILITACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CAMPAN, SAN PEDRO CANGOLA, ALTA VERAPAZ	ESCALA:	LARGITUDINAL
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	MAYO DE 2009
BRINDE:	INGENIERIA Y CONSULTA GENERAL	FECHA:	MAYO DE 2009
ELABORADO POR:	ING. OSCAR ANDRÉS BERNALDEZ	APROBADO POR:	ING. OSCAR ANDRÉS BERNALDEZ
REVISADO POR:	ING. OSCAR ANDRÉS BERNALDEZ	FECHA:	MAYO DE 2009
NO. DE AUTORIZACION DE SAN PEDRO CANGOLA, A.V.	PI INIC. OGCIA. AMPLIATA. HERMANEZ	NO. DE:	7/14



PERFIL
ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR CUATRO



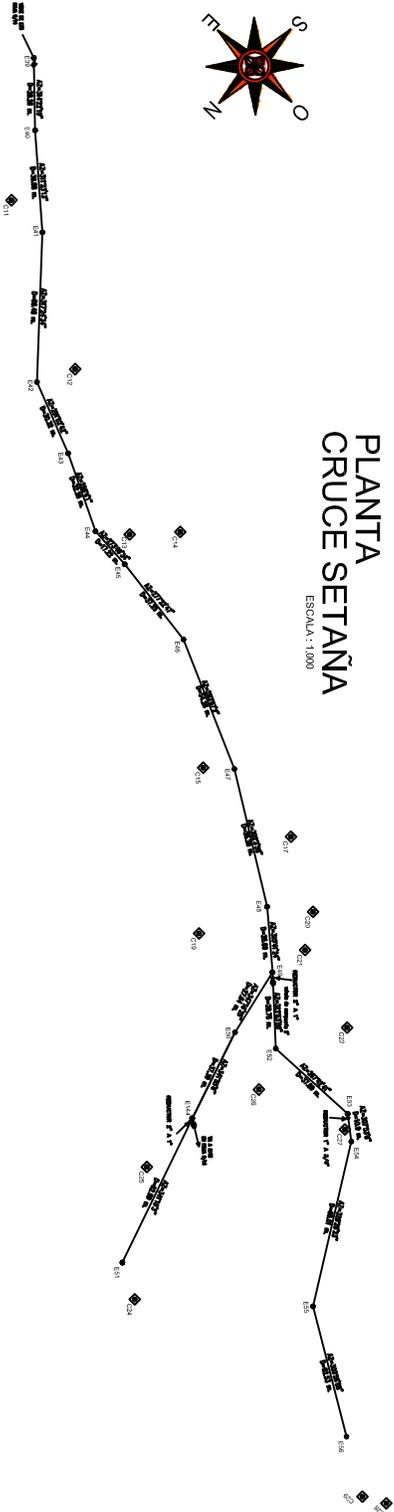


PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPIÑA, SAN PEDRO CANGIOLA, ALTA VERAPAZ	ESCALA: LAMBDA/OMEGA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	FECHA: MAYO DE 2009
DISEÑADO: HARRY FERRAN COLMATA GALINDO DIBUJADO: HARRY FERRAN COLMATA GALINDO	NOVA
VA SO MANTENIMIENTO DE SAN PEDRO CANGIOLA, A.V.	8/14
PI INIC. GICAR. AMOJETA HERMANIZAS	



PLANTA CRUCE SETAÑA

ESCALA: 1:1000

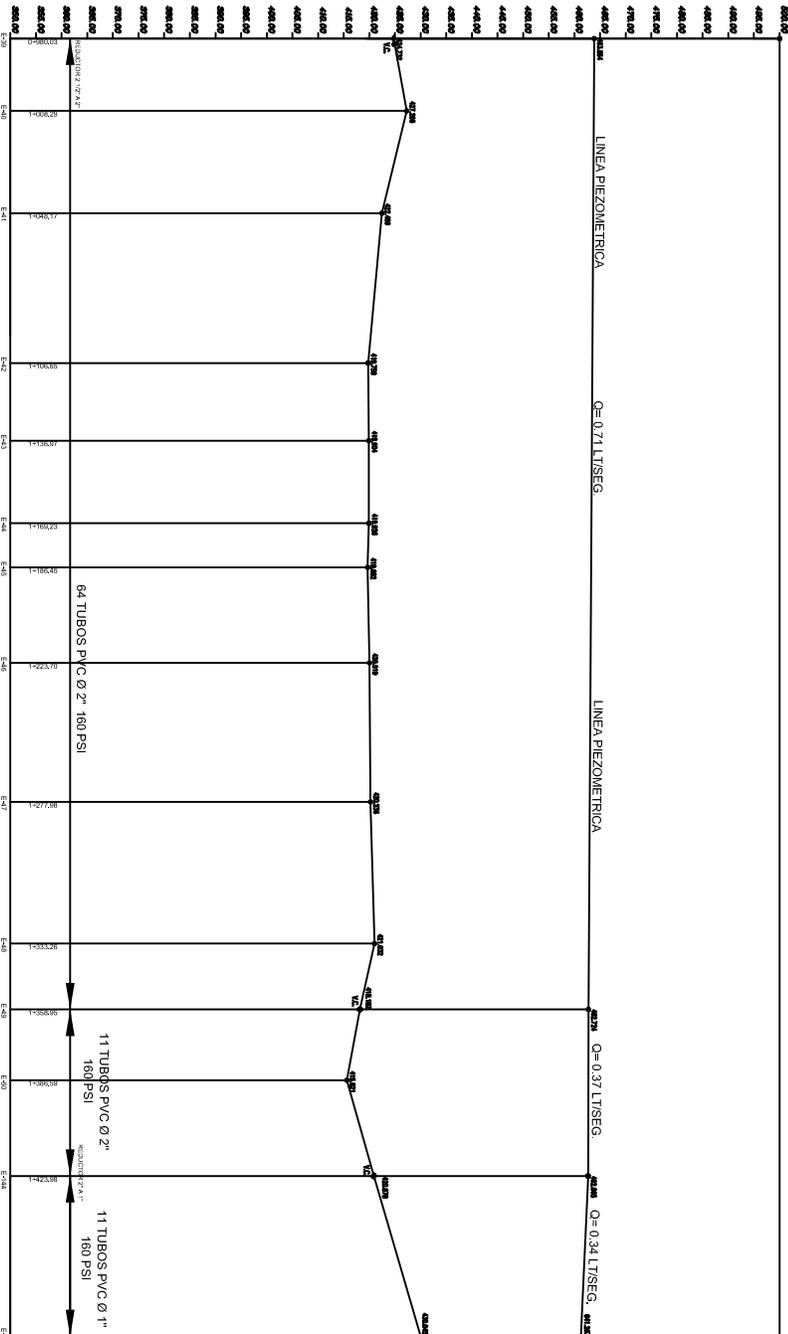


NOMENCLATURA
◆ VALVULA DE COMPUESTA
● VALVULA DE AIRE
○ VALVULA DE LIMPIEZA
⊙ ESTACION
D REDUCTOR
□ VIVIENDA

PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 500

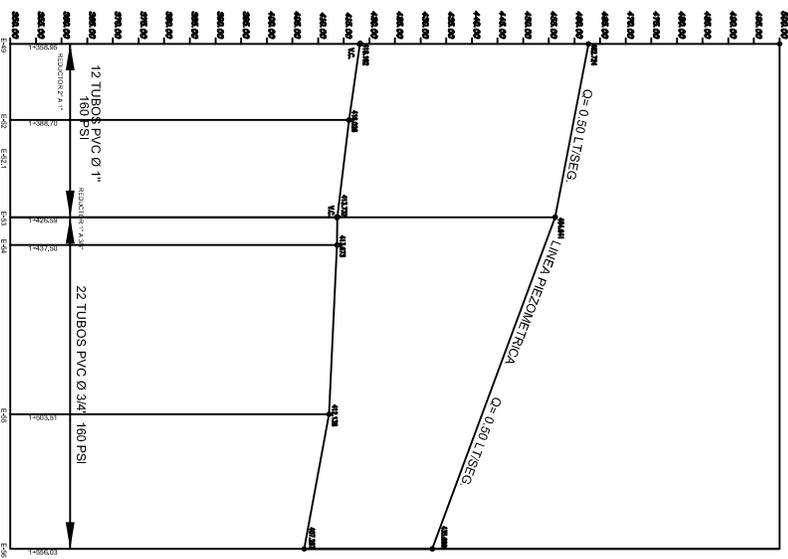
CRUCE SETAÑA



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR CRUCE SETAÑA





PLANTA CRUCE SETAÑA

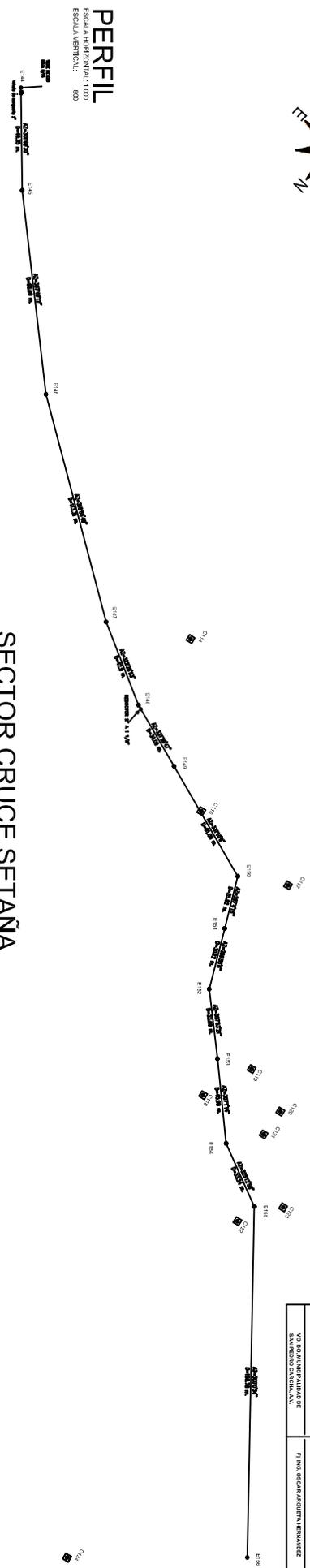
ESCALA: 1:1000

NOMENCLATURA	
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	ESTACION
	REDUCTOR
	VIENDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

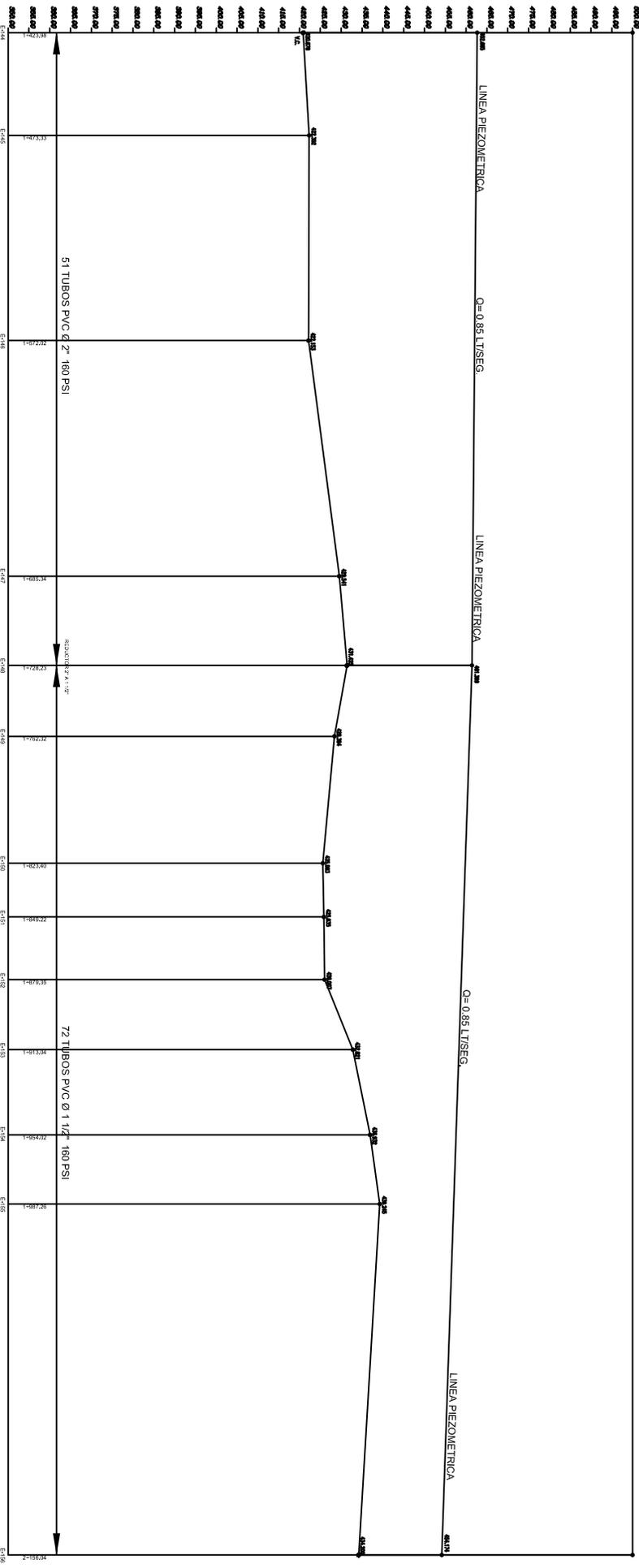
PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA CAMPIR, SAN PEDRO CANGCIA, ALTA VERAPAZ	ESCALA: LARGUENADA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL	FECHA: MAYO DE 2009
PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL GUSTAVO GONZALEZ	MONITOR: INGENIERO CIVIL
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CANGCIA, A.V.	FECHA DE EMISION: 9/14

SECTOR CRUCE SETAÑA



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500



NOMENCLATURA	
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	ESTACION
	REDUCTOR
	VIVIENDA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPIEN, SAN PEDRO CANCUCH, ALTA VERAPAZ

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL

DESARROLLADO POR: JHANNY YERAIN GONZALEZ GALINDO

REVISADO POR: ING. OSCAR ANDRÉS HERNÁNDEZ

FECHA: MAYO DE 2009

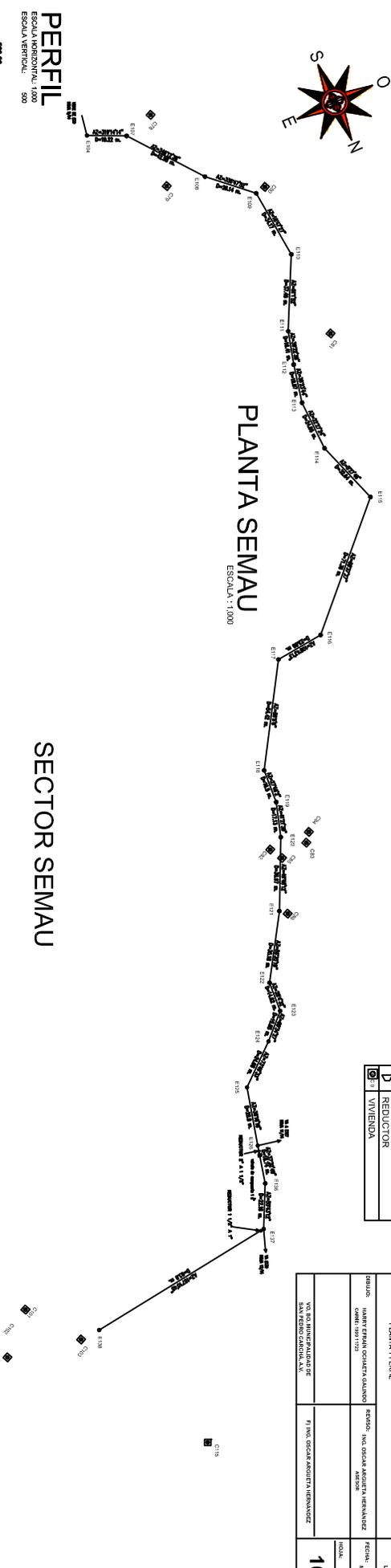
CLIENTE: VA. SO. MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CANCUCH, A.V.

PROYECTO: F.I. INC. OJERA ANOLITZA HERMANEZ

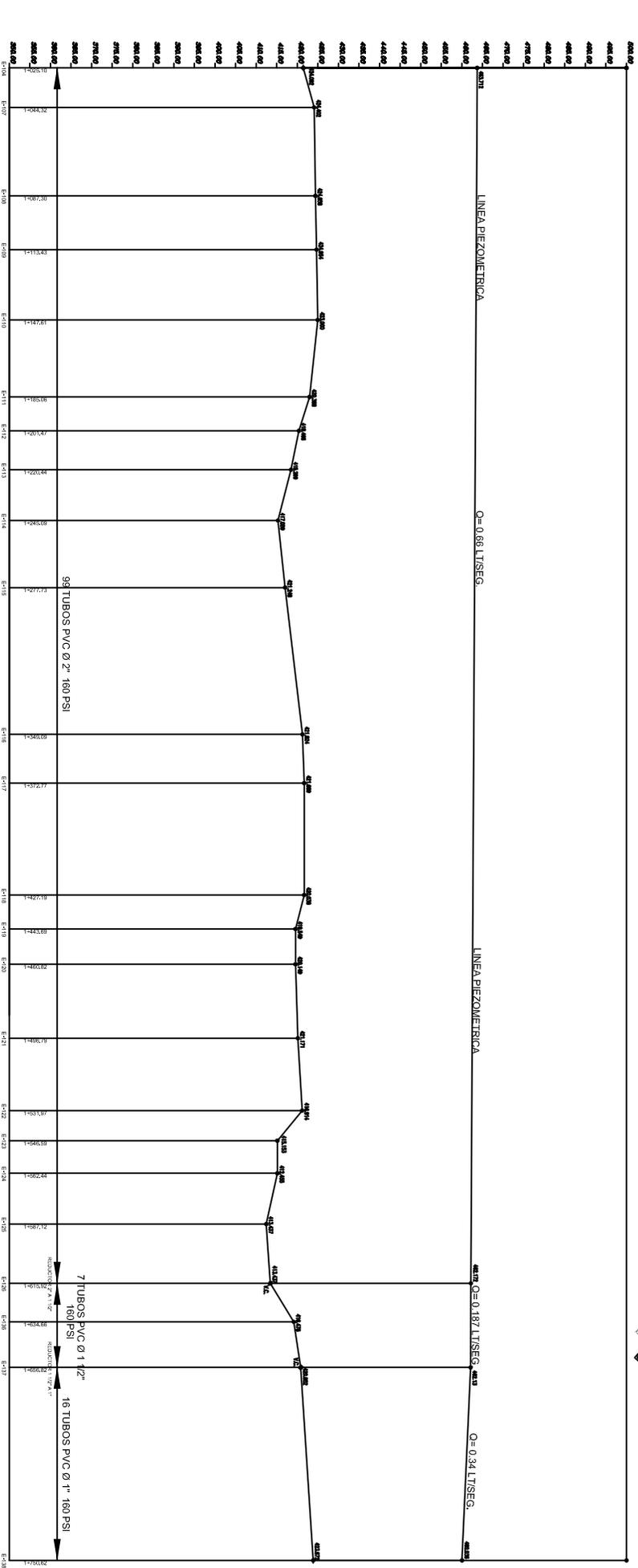
FECHA: 10/14

PLANTA SEMAU

ESCALA: 1:1000



SECTOR SEMAU



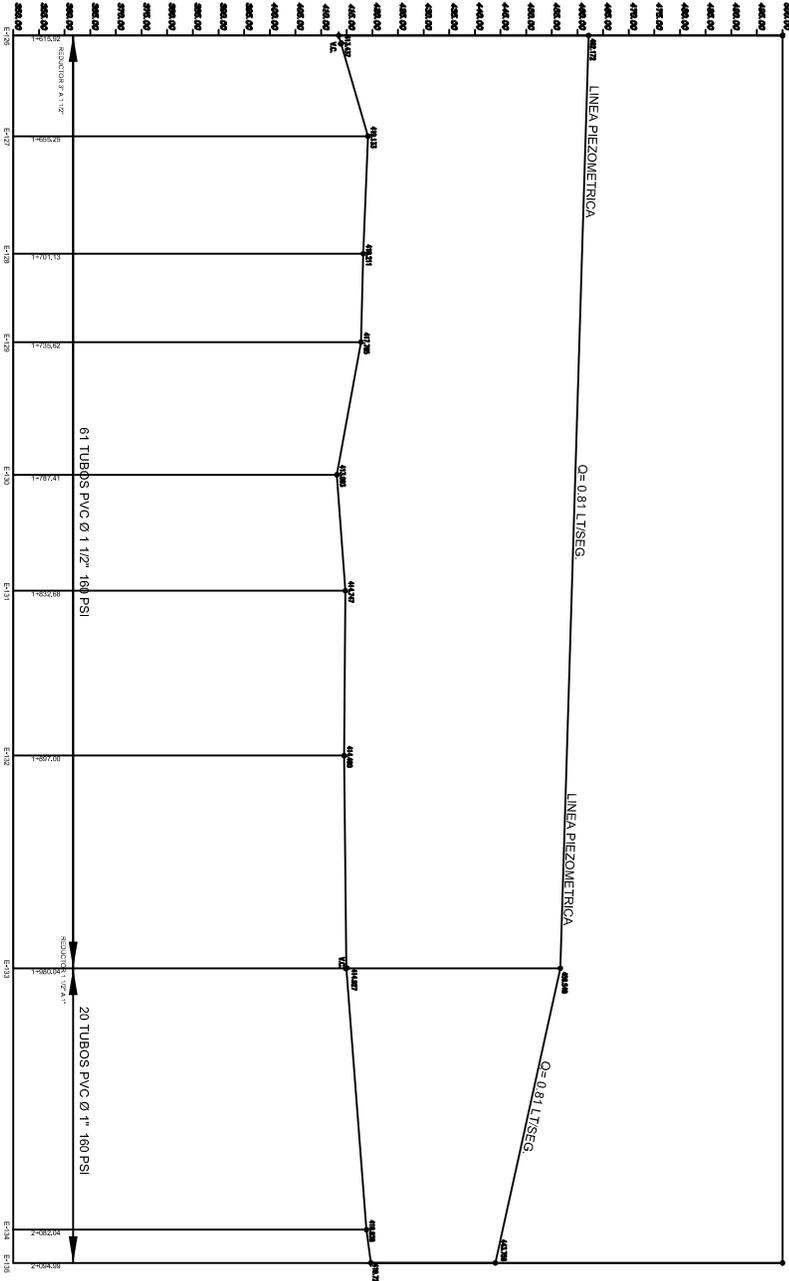
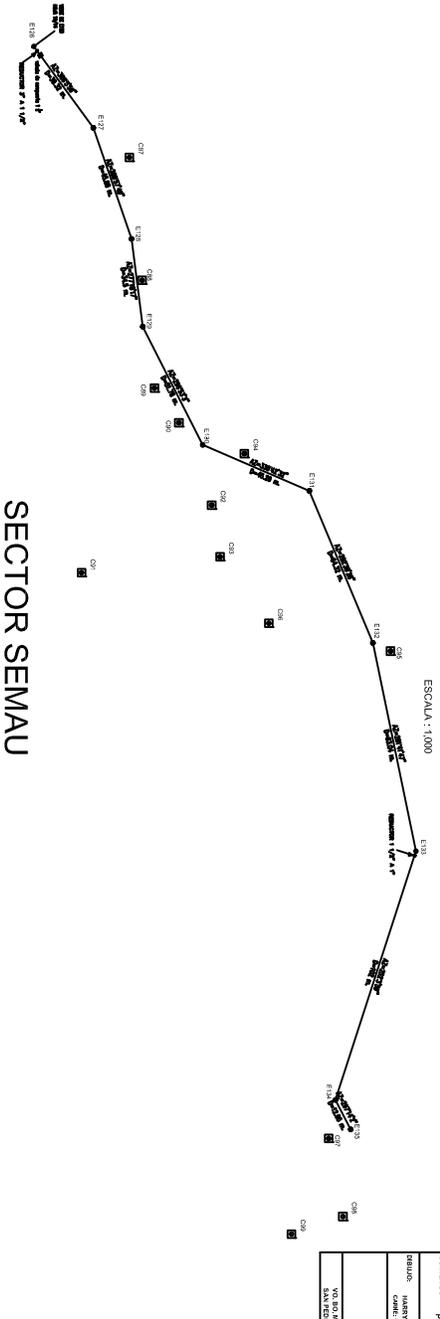


PROYECTO:	REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPAN, SAN PEDRO CANGCHAL, ALTA VERAPAZ	ESCALA:	LAMBDA
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	MAYO DE 2009
DISEÑO:	YASRY YERAIN GONZALEZ GALINDO	MONI:	
REVISOR:	OSCAR ANDRÉS HERNANDEZ	FECHA:	11/14
PROYECTADO POR:	VIA SO MINGUANGUO DE SAN PEDRO CANGCHAL, AV.	PROYECTADO POR:	PI INC OSCAR ANDRÉS HERNANDEZ



PERFIL
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 500

SECTOR SEMAU



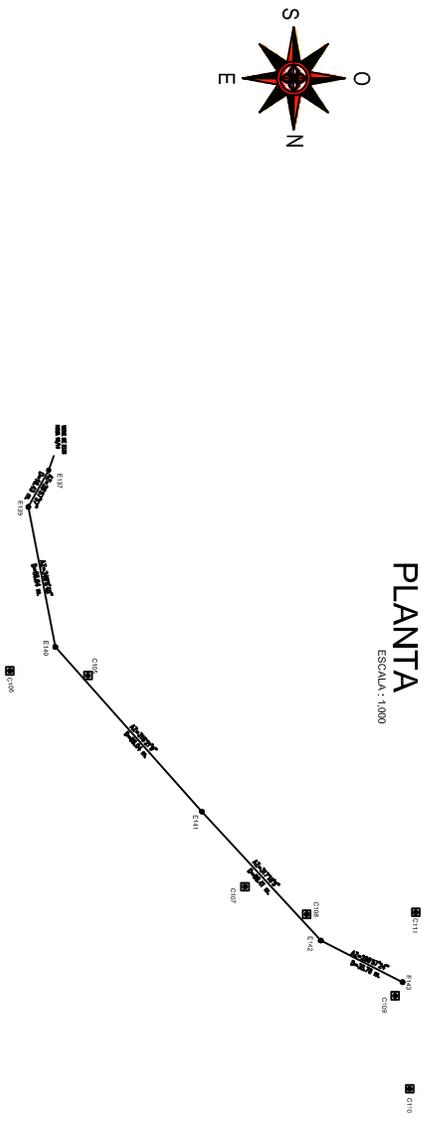
NOMENCLATURA	
VALVULA DE COMPUERTA	
VALVULA DE ARE	
VALVULA DE LIMPIEZA	
ESTACION	
REDUCTOR	
VIVIENDA	



PROYECTO:	REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPAN, SAN PEDRO CANGCHUL, ALTA VERAPAZ	ESCALA:	LAMBDA/DAMA
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL	FECHA:	MAYO DE 2009
BRINDE:	MAYOR YERANIL COLANITA GALINDO	INFORME:	
NO. DE INGENIERIA DE SAN PEDRO CANGCHUL, A.V.	PI INIC. GUECA AMOJITTA HERMANEZ		
			12/14

PLANTA

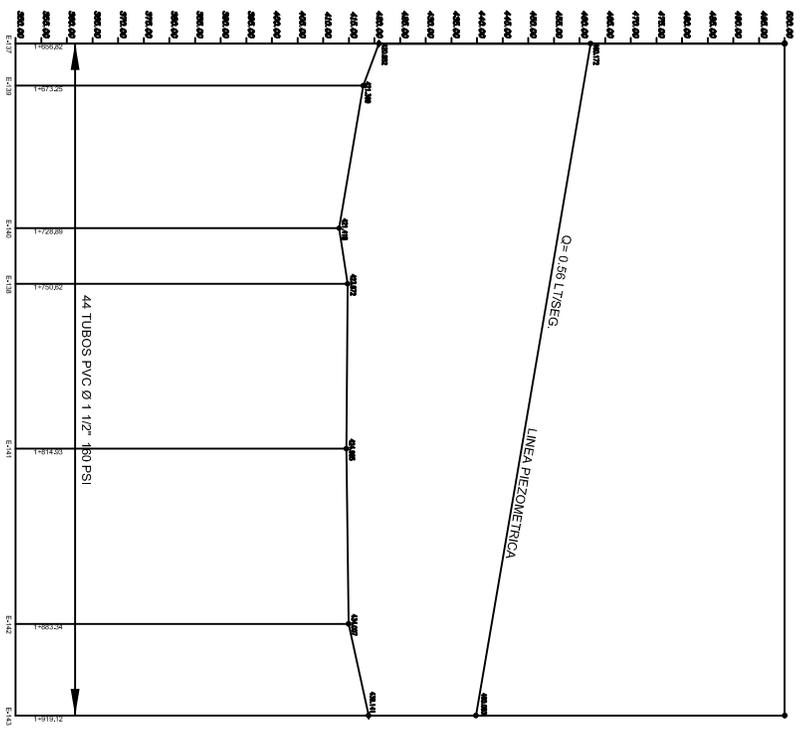
ESCALA: 1:1000



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:100
ESCALA VERTICAL: 300

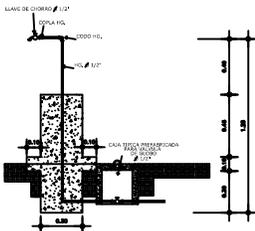
SECTOR SEMAU



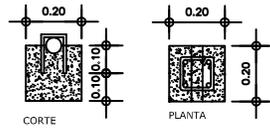
NOMENCLATURA	
	VALVULA DE COMBIERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	ESTACION
	REDUCTOR
	VIVIENDA



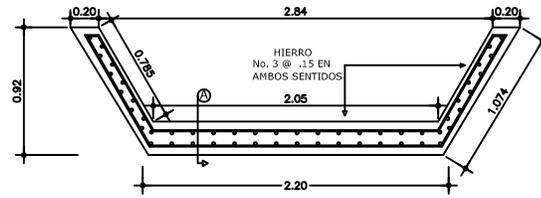
PROYECTO:	REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA CAMPUR, SAN PEDRO GARCIA, ALTA VERAPAZ	
CONTEIDO:	PLANO DE DETALLES	ESCALA: LA INDICADA
DIBAJAO:	HARRY ERIVAN OCHAMETA GARCIO (C.A.M.B. 1988 1032)	REVISOR: JIM, OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ABSOA
		FECHA: MAYO DE 2008
		FOJA: 14/14
VO. SO. MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO GARCIA, A.C.	P. ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ	



BASE ESTRUCTURAL PARA CONEXION DOMICILIAR

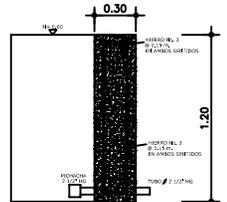


BASES PARA TUBERIA HG.
ESCALA 1:10



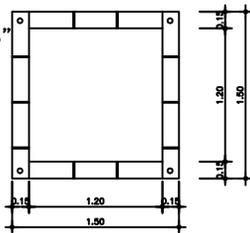
PLANTA

DISEÑO DE CAPTACION
ESCALA 1:20

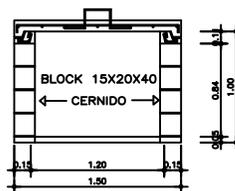


CORTE A-A

BLOCK 15X20X40
PINEADO HIERRO 3/8"

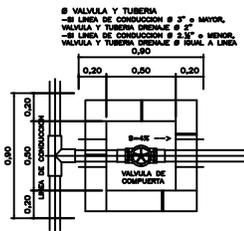


TAPADERA CON HIERRO DE 3/8" EN AMBOS SENTIDOS A CADA 0.15 M

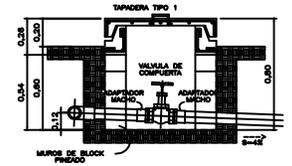


CAJA PARA CLORADOR

ESCALA 1:25

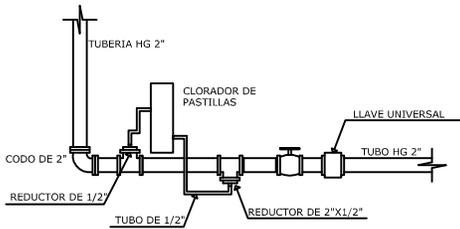


PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA 1:20

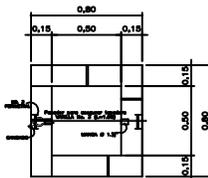


ELEVACION VALVULA DE LIMPIEZA

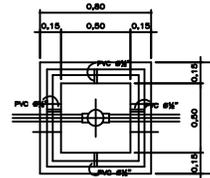
ESCALA 1:20



CONEXION DE CLORADOR

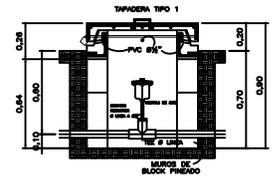


PLANTA CAJA VALVULAS
ESCALA 1:20



PLANTA VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:20



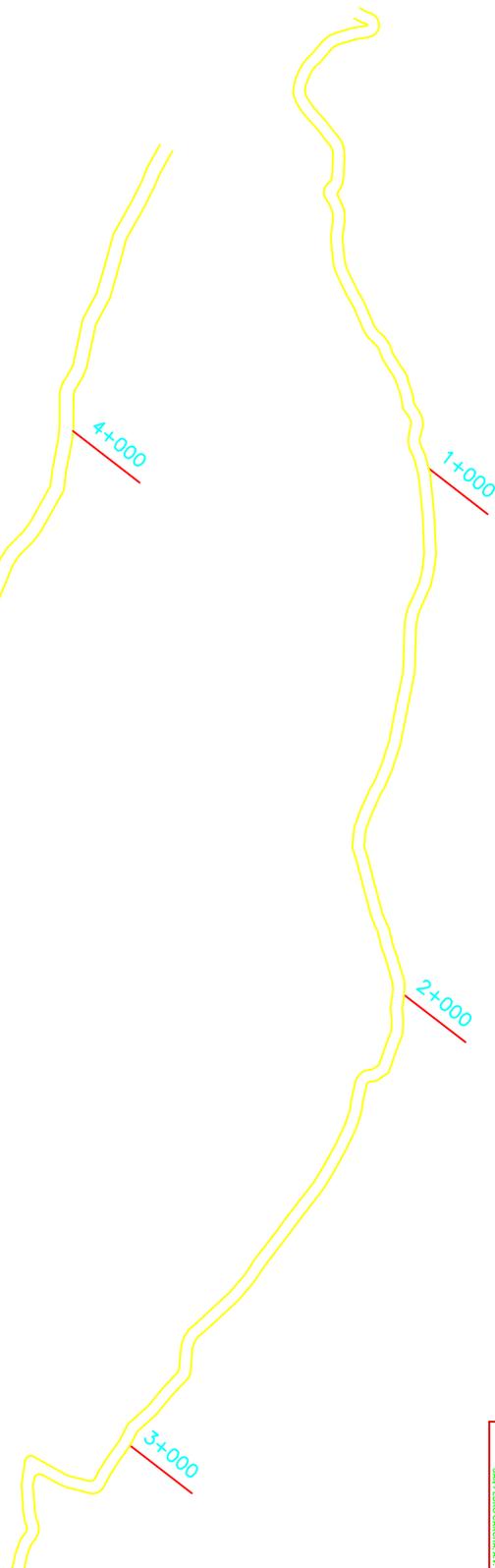
ELEVACION VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:20



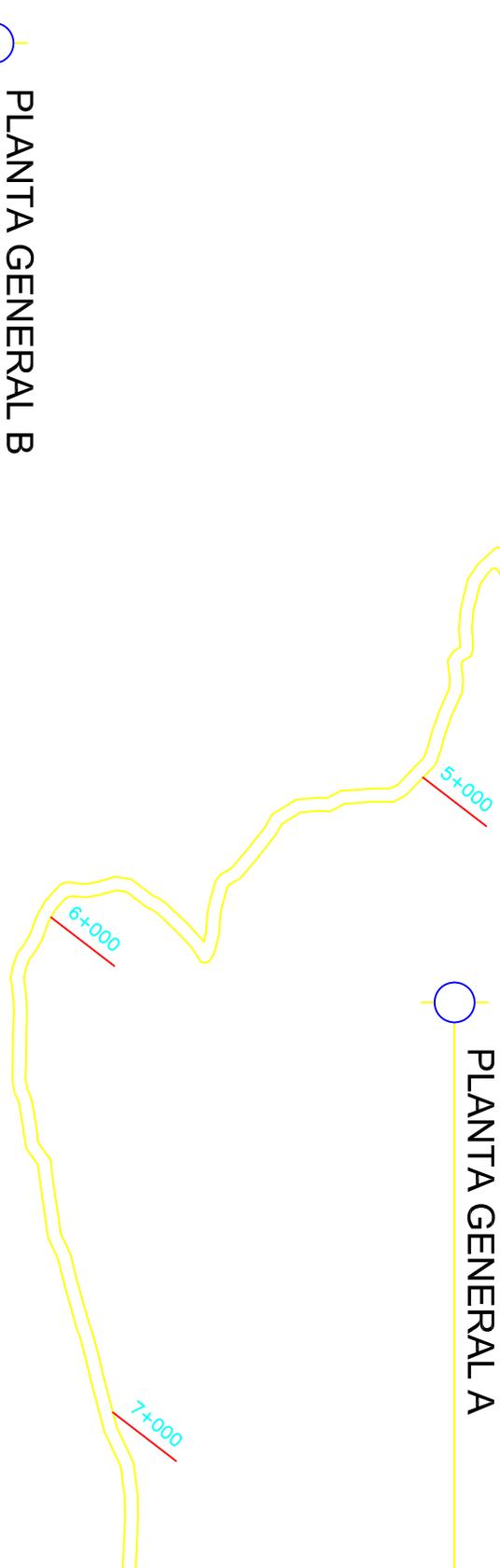
NO.	DESCRIPCIONES GENERALES
1	ALICATA DE RECONSTRUCCION DE LA VIALIDAD
2	ESTUDIOS PRELIMINARES DE ALICATA DE RECONSTRUCCION DE LA VIALIDAD
3	ALICATA DE RECONSTRUCCION DE LA VIALIDAD
4	CONSTRUCCION DE LA VIALIDAD
5	MANUTENCION Y REPARACION DE LA VIALIDAD
6	OTROS TRABAJOS DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA VIALIDAD

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULUBUYNÁ, SAN PABLO CARGCHA, ALTA VERAPAZ
CONTRATANTE:	PLANTA GENERAL
DISEÑO:	HANRY ERASMO OCULTA GUALDO
CLIENTE:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEBULUBUYNÁ
FECHA:	11/11
NO. DE AUTORIZACION DE LA UNIVERSIDAD:	11/11



PLANTA GENERAL A

ESCALA 1:10000



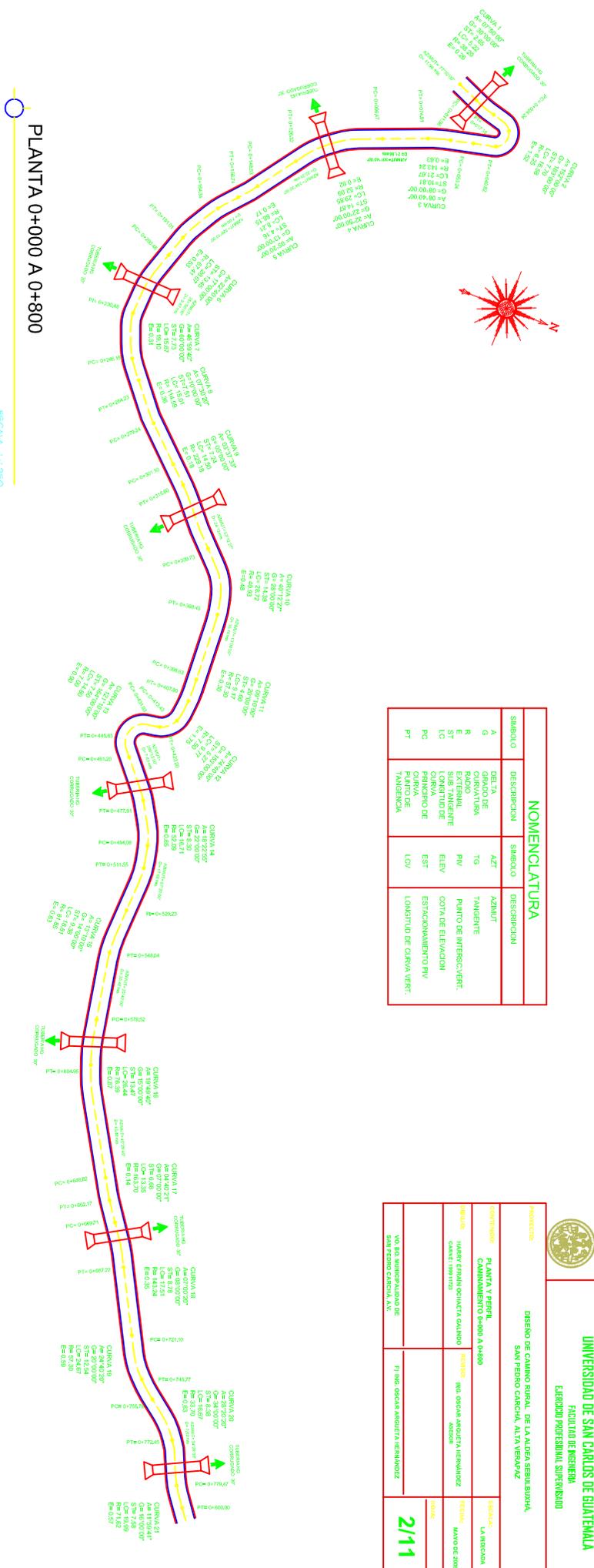
PLANTA GENERAL B

ESCALA 1:10000



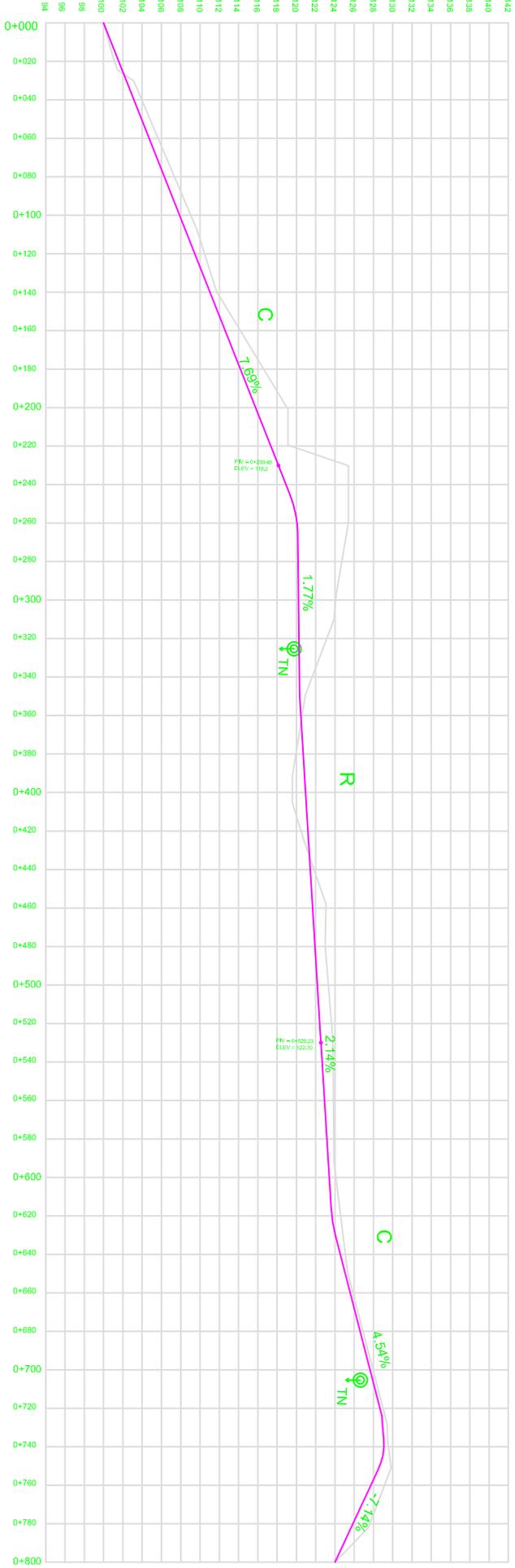
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	DELTA
G	GRADO DE INCLINACIÓN
R	RADIO DE TANGENTE
E	ELEVACION
LC	LONGITUD DE CURVA
PC	PUNTO DE COMIENZO DE CURVA
PT	PUNTO DE TERMINACIÓN DE CURVA
AZT	ÁNGULO DE TANGENTE
TG	TANGENTE
PV	PUNTO DE INTERSECCIÓN DE TANGENTES
ELEV	ELEVACION DEL PUNTO DE INTERSECCIÓN DE TANGENTES
LOC	LONGITUD DE CURVA

PROYECTO		ESCUELA	
CONTRATANTE	PLANTA Y PERFIL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEGUERBUJIA, SAN PEDRO CACAHUQUIL, ALTA VERAPAZ	NOMBRE	LA INGENIERA
DISEÑADOR	HANRY ERNANI GONZALEZ GUZMAN	FECHA	MAYO DE 2008
CLIENTE	CAMER 1991/1123	HOJA	2/111
PROYECTADO POR	V.O. DR. ADMINISTRADOR DE SAN PEDRO CACAHUQUIL, ALTA VERAPAZ		



PLANTA 0+000 A 0+800

ESCALA 1:1250

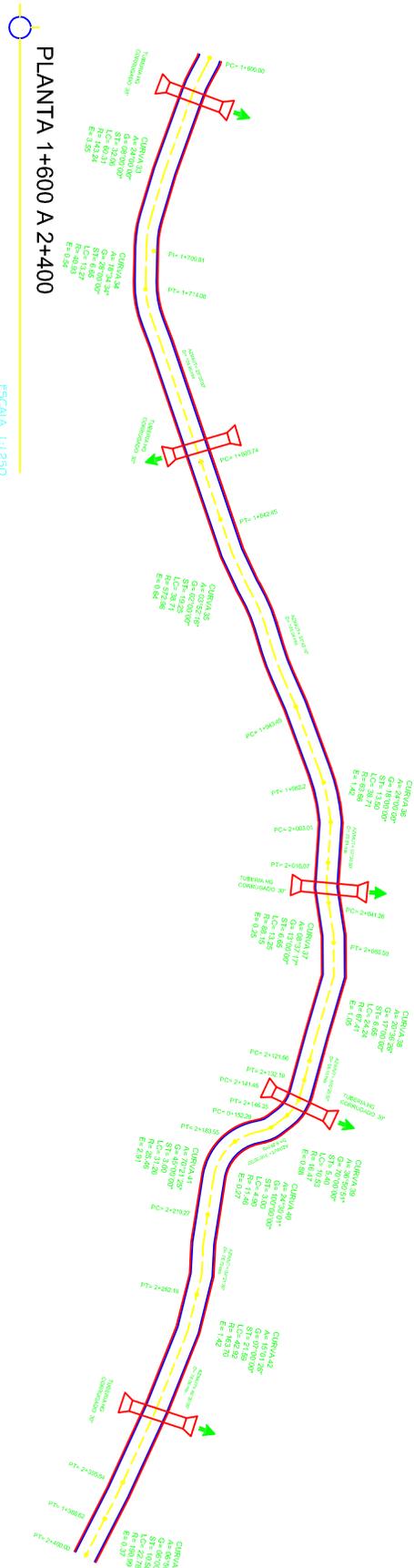




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR

NOMENCLATURA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	DELTA DE CURVATURA	AZT	ANIZUMI
R	RADIO EXTERNO	PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN
ET	ESTACIONAMIENTO	ELEV	COTA DE ELEVACION
LC	LONGITUD DE CURVA	EST	ESTACIONAMIENTO PIV
PC	PUNTO DE CURVA	LEV	LONGITUD DE CURVA VERT.
PT	PUNTO DE TANGENCIA		

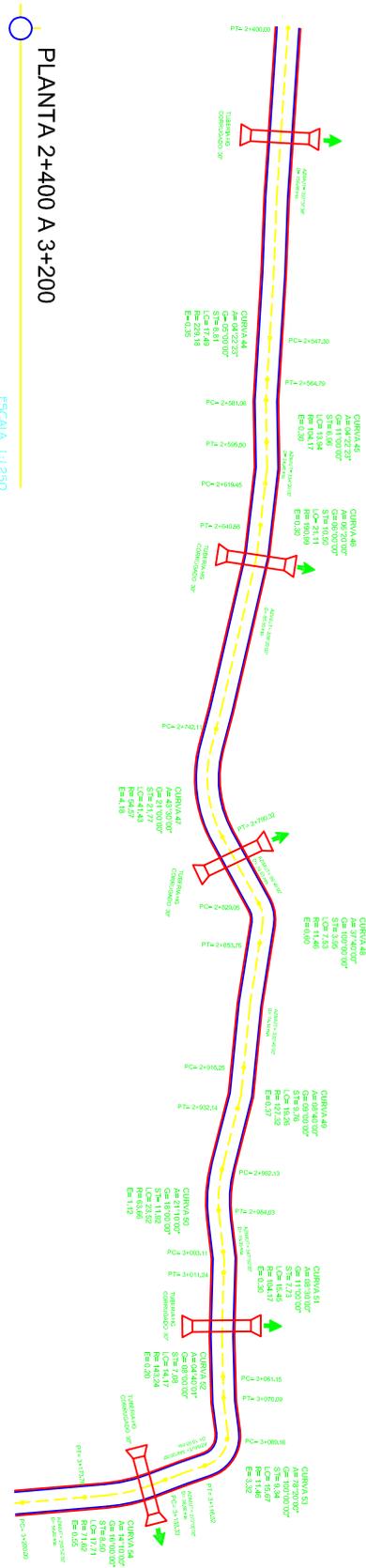
PROYECTO:	DISÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEBULBUDIA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ
CONTENIDO:	PLANTA Y PERFIL PLANTAMIENTO 1+600 A 2+400
DIBUJO:	MAYOR GRADUACIÓN DEL DISEÑO
CLIENTE:	MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, A.L.A. VERAPAZ
FECHA:	MAYO DE 2008
HOJA:	4/11





NOMENCLATURA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	DEBIDA	ACT	AZIMUTH
G	GRABO DE	TG	TANGENTE
R	CURVATURA	PIV	PUNTO DE INTERSCVIRT.
E	EXTERNAL	ELEV	COJA DE ELEVACION
ST	SUB TANGENTE	EST	ESTACIONAMIENTO PIV
LC	LONGITUD DE	LCV	LONGITUD DE CURVA VERT.
PC	PRINCIPIO DE		
PT	FIN DE		

PROYECTO:	DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA CARRETERA BURELA SAN PEDRO CARCHA, ATTA VERENAZ		
COMITENTE:	PLANTA Y PERFILES CAMINAMIENTO 2+400 A 3+200	ESCALA:	LA MENCIONA
DISEÑO:	MARCELO ESPINOSA GARCIA CALVO	REVISOR:	MICHELANGELO HERNANDEZ AMOR
FECHA:	1999/11/23	FECHA:	MAYO DE 2008
NO. DE AUTORIZACION DE		NO. DE	
SAN PEDRO CARCHA, A.T.		PROYECTO:	5/111



PLANTA 2+400 A 3+200
ESCALA 1:1,250





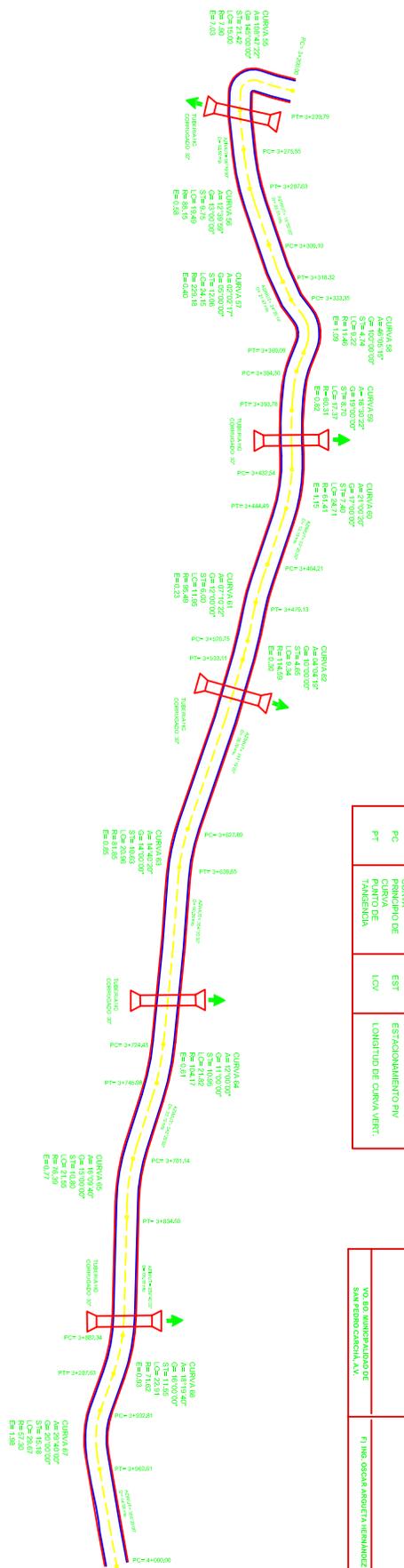
NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	DEGTA	AZT	AZIMUT
G	GRADO DE CURVATURA	TG	TANGENTE
R	RADIO EXTERNAL	PIV	PUNTO DE INTERSECC. VERT.
ST	SUB TANGENTE	ELEV	COTA DE ELEVACION
LC	LONGITUD DE ESTACIONAMIENTO	EST	ESTACIONAMIENTO PIV
PC	PRINCIPIO DE CURVA	LOV	LONGITUD DE CURVA VERT.
PT	FIN DE TANGENCIA		

PROYECTO:	DISERNO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA GERARDO BAHYA, CANTON SAN PEDRO CARCHI, ALTA VERDEZ	ESCALA:	LA MOCOSA
CONTRATANTE:	PLANTA Y ARQUITECTO CAMARONERO 3+200 A 4+000	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	HARRY ERMAN DOMALETA GUALINO	PROYECTO:	ING. OSCAR ANGUELA HERNANDEZ
CLIENTE:	CANTON SAN PEDRO CARCHI	PROYECTO:	ING. OSCAR ANGUELA HERNANDEZ
NO SE MANEJAN DATOS DE SAN PEDRO CARCHI, AV.		HOJA:	6/11

PLANTA 3+200 A 4+000

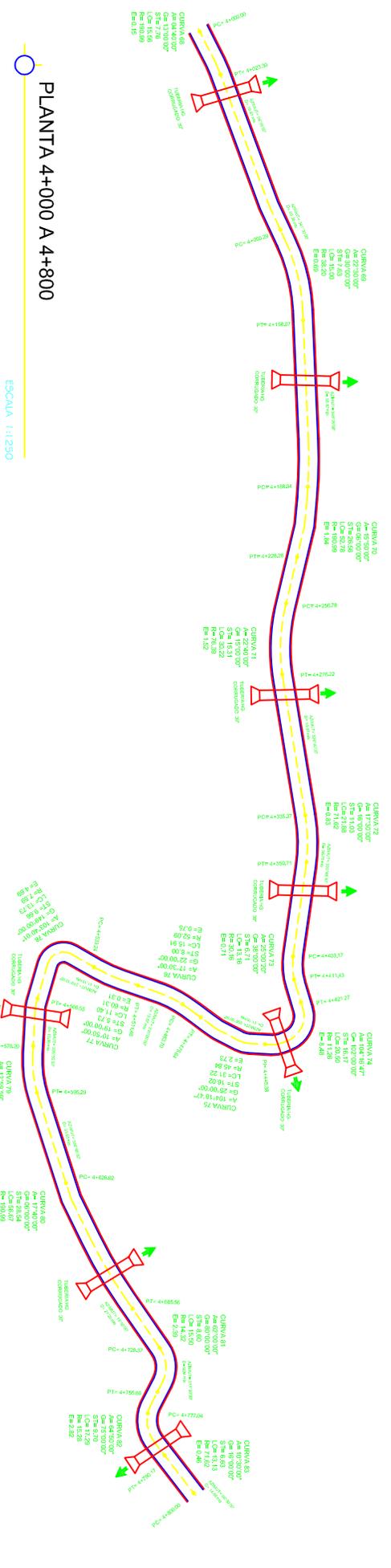
ESCALA 1:1 250





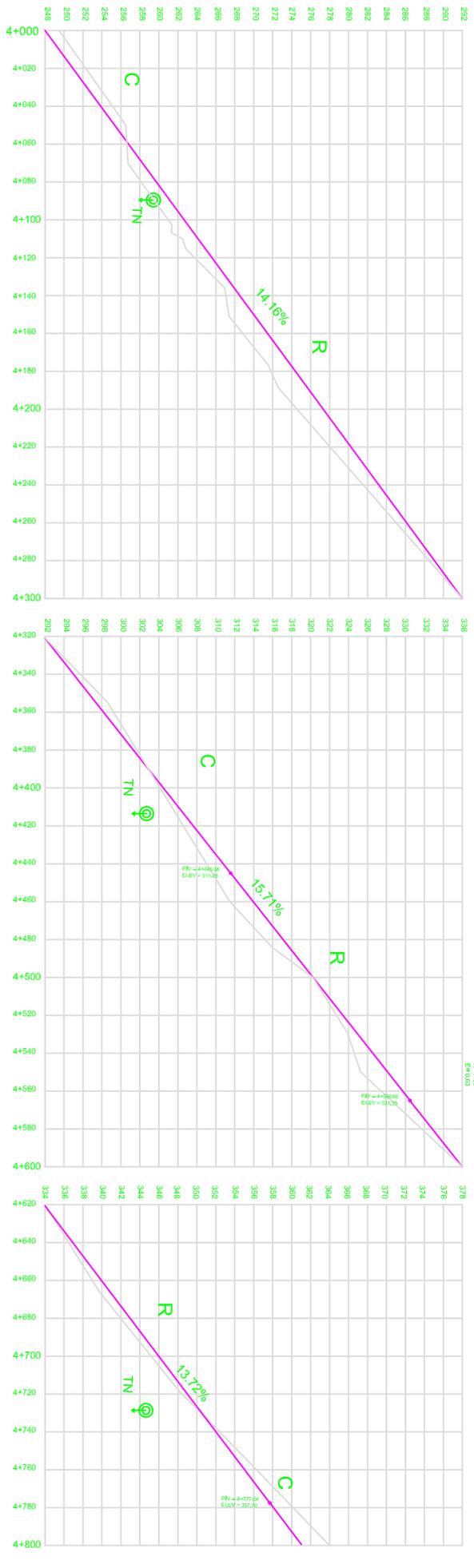
NOMENCLATURA	
SIEMBOLO	DESCRIPCION
A	DELTA
Q	GRADO DE CURVATURA
R	EXTERNA
ST	SUB-TANGENTE
LO	LONGITUD DE PRINCIPIO DE CURVA
PT	TANGENCIA
AZT	ANGULO
TG	TANGENTE
PIV	PUNTO DE INTERSECCION
ELEV	CO/TA DE ELEVACION
EST	ESTACIONAMIENTO
LOV	LONGITUD DE CURVA VERT.

PROYECTO:	DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA SENSUBAHÁ, SAN PABLO CHERCHÉ, ALTA VERAPAZ	ESCALA:	LA MOJCA
CONTRATANTE:	PLANTA Y ASERTE CAMMINAMENTO 4+000 A 4+800	FECHA:	2024
DISEÑO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	PROYECTO:	INGENIERIA CIVIL
VERIFICADO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	FECHA:	2024
APROBADO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	FECHA:	2024
CLIENTE:	MUNICIPIO DE SAN PABLO CHERCHÉ, ALTA VERAPAZ	FECHA:	2024
PROYECTO:	DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA SENSUBAHÁ, SAN PABLO CHERCHÉ, ALTA VERAPAZ	FECHA:	2024
CONTRATANTE:	PLANTA Y ASERTE CAMMINAMENTO 4+000 A 4+800	FECHA:	2024
DISEÑO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	FECHA:	2024
VERIFICADO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	FECHA:	2024
APROBADO:	INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL GABRIEL GONZALEZ	FECHA:	2024
CLIENTE:	MUNICIPIO DE SAN PABLO CHERCHÉ, ALTA VERAPAZ	FECHA:	2024



PLANTA 4+000 A 4+800

ESCALA 1:1250



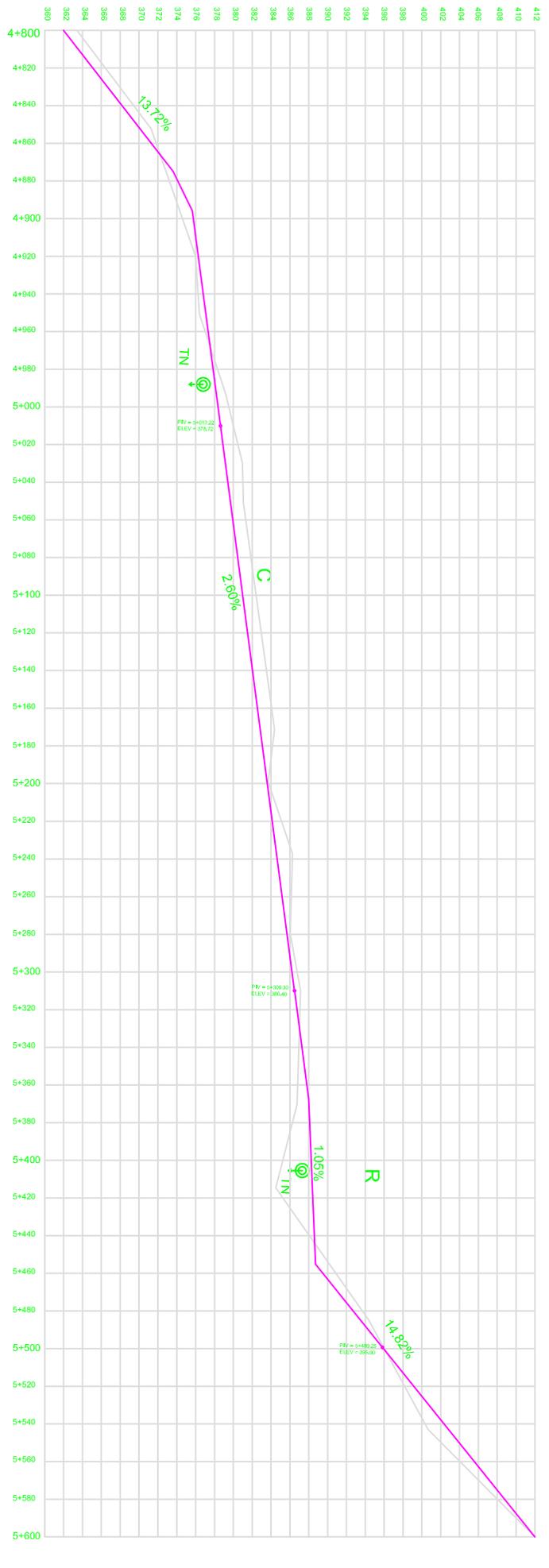
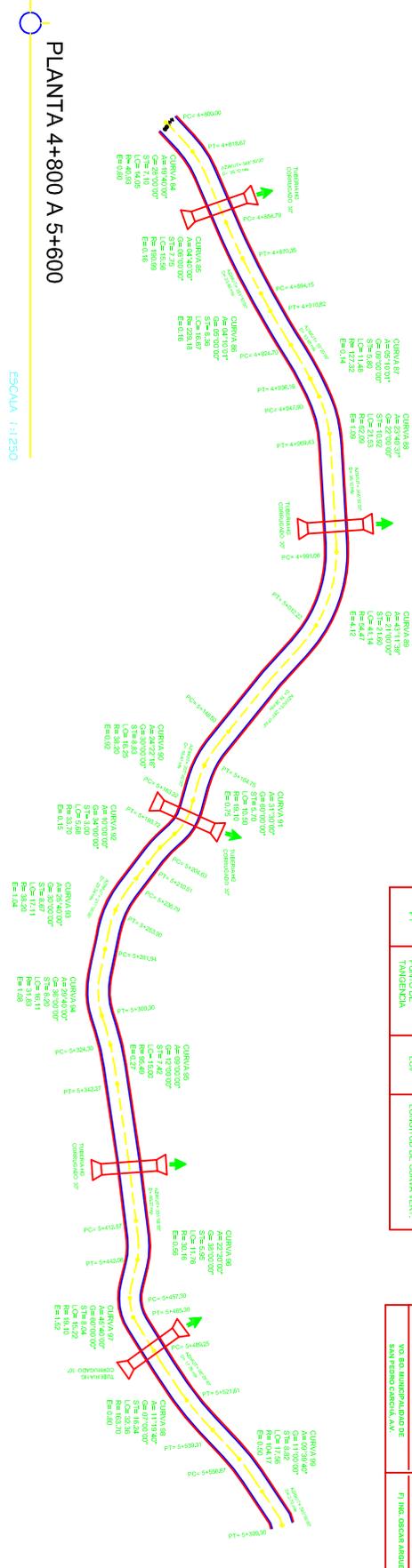


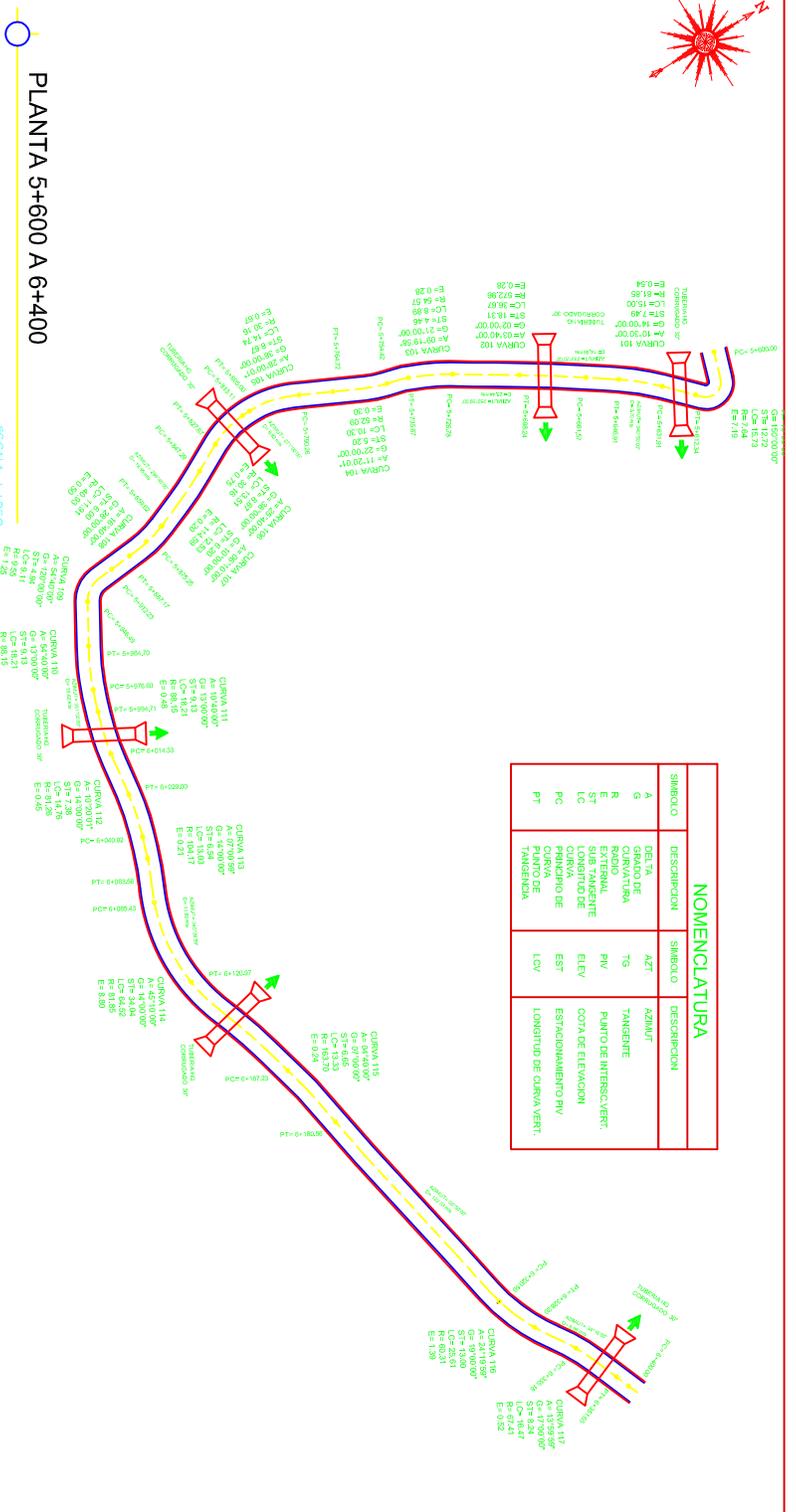
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR

DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEÑAL BUENA,
SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO:	PLANTA Y PERFIL CAMINO RURAL DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	ESCALA:	LA MOCOSA
CONTRATANTE:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	INGENIERO CIVIL YERREY FERRER GARCIA	REVISOR:	INGENIERO CIVIL OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
PROYECTO:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	INGENIERO CIVIL YERREY FERRER GARCIA	REVISOR:	INGENIERO CIVIL OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
PROYECTO:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	INGENIERO CIVIL YERREY FERRER GARCIA	REVISOR:	INGENIERO CIVIL OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
PROYECTO:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	INGENIERO CIVIL YERREY FERRER GARCIA	REVISOR:	INGENIERO CIVIL OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
PROYECTO:	COMUNIDAD DE LA ALDEA SEÑAL BUENA	FECHA:	MAYO DE 2008
DISEÑO:	INGENIERO CIVIL YERREY FERRER GARCIA	REVISOR:	INGENIERO CIVIL OSCAR ANGELITA HERNANDEZ

NOMENCLATURA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
A	DELTA	AZT	AZMUT
G	GRABADO DE CURVATURA	TG	TANGENTE
R	EXTENSION SUB TANGENTE	PIV	PUNTO DE INTERSECCION
ET	EXTENSION TANGENTE	ELEV	COTA DE ELEVACION
LC	COMIENZO DE ESTACIONAMIENTO	EST	ESTACIONAMIENTO PIV
PC	PRINCIPIO DE CURVA DE TANGENCIA	LOV	LONGITUD DE CURVA VERT.
PT	TANGENCIA		





PLANTA 5+600 A 6+400

ESCALA 1:1250

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	BEI TA
G	GRADO DE CURVATURA
R	EST. SUB TANGENTE
ST	LONGITUD DE PRINCIPIO DE CURVA DE TANGENCIA
LC	ESTACIONAMIENTO PIV
PC	LONGITUD DE TANGENCIA
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
AZT	TANGENTE
TG	PIV
PIV	PLANTO DE INTERSC. VERT.
EST	COTA DE ELEVACION
LOV	ESTACIONAMIENTO PIV
LOV	LONGITUD DE CURVA VERT.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALDEA VERDE, ALDEA SAN FERNANDO, ALTA VERAPAZ

CONTRATANTE: PLANTA Y PERIL	ESCALA: LA MOJCA
DISEÑO: HABER EFRAÍN OCULTA GALINDO	FECHA: MAYO DE 2008
CLIENTE: COMUNIDAD SANJOA A 6400	UBICACIÓN: FINCA OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
CALLE: 1999 1723	PROYECTO: FINCA OSCAR ANGELITA HERNANDEZ
	FECHA: 9/111



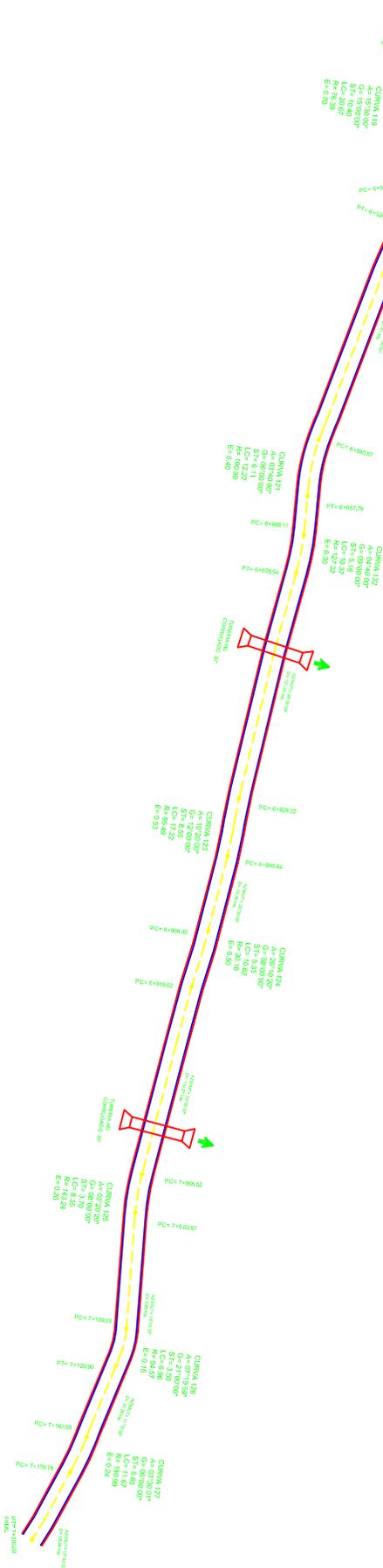


NOMENCLATURA			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A	DELTA	AZT	TANGENTE
G	GRUPO DE CURVATURA	TG	FAJINITE
R	SUB TANGENTE EXTERNAL	PV	PUNTO DE INTERC.VERT.
ST	LONGITUD DE ESTACIONAMIENTO DE CURVA	ELEV	COTA DE ELEVACION
LC	PRINCIPIO DE TANGENCIA	EST	ESTACIONAMIENTO PIV
PC		LCV	LONGITUD DE CURVA VERT.
PT			

PROYECTO:		DISEÑO DE CAMINO RURAL DE LA ALSEA SEÑAL BUNHA	
CLIENTE:		SAN PEDRO CARCHA, AUTÁVAREZ	
CONTRATANTE:		PLANTA V FERRELL	
CONTRATO:		CAMBIAMIENTO DE ANCHO A 7+200	
DISEÑO:		INGENIERO CIVIL GABRIEL GARCÍA	
FECHA:		MAYO DE 2008	
AUTOR:		INGENIERO CIVIL OSCAR ABUELA HERNÁNDEZ	
REVISOR:		INGENIERO CIVIL OSCAR ABUELA HERNÁNDEZ	
EVALUADOR:		LA INGENIERA	
FECHA DE EVALUACIÓN:		MAYO DE 2008	
EVALUADOR:		10/111	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR



PLANTA 6+400 a 7+200

ESCALA 1:1250

