



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA
CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Middiam Carolina Guzman Urbina
Asesorado por Ingeniero Juan Merk Cos

Guatemala, agosto 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA
CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MIDDIAM CAROLINA GUZMÁN URBINA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES
DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 10 de febrero 2020.

Middiam Carolina Guzmán Urbina

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES
DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 10 de febrero 2020.

Middiam Carolina Guzmán Urbina

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 12 de abril de 2023
REF.EPS.DOC.175.04.2023

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Middiam Carolina Guzmán Urbina, CUI 2653 13856 0101 y Registro Académico 200018146** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, 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
JMC/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 19 de abril de 2023
REF.EPS.D.137.04.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Middiam Carolina Guzmán Urbina, CUI 2653 13856 0101 y Registro Académico 200018146**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular official stamp. The stamp contains the text: 'Universidad de San Carlos de Guatemala', 'DIRECCIÓN', 'Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS', and 'Facultad de Ingeniería'.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 08 de mayo 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
USAC


Estimado Ingeniero Fuentes:

Por este medio se informa que el Área de Topografía y Transportes, ha aprobado el trabajo de graduación denominado: **“DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ”**, el cual fue presentado por el estudiante de Ingeniería Civil **Middiam Carolina Guzmán Urbina**, con CUI **2653 13856 0101** y registro académico No. **200018146**, quien contó con la asesoría de la Ingeniero Civil **Juan Merck Cos**. Y después de haber realizado las correcciones pertinentes por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil.

Por lo que considero que este trabajo llena los requisitos planteados y que representa un aporte para la Facultad de Ingeniería, por lo que se aprueba al mismo, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS,



Ing. Alejandro Castañón López
Coordinación de Área de
Topografía y Transportes

FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN

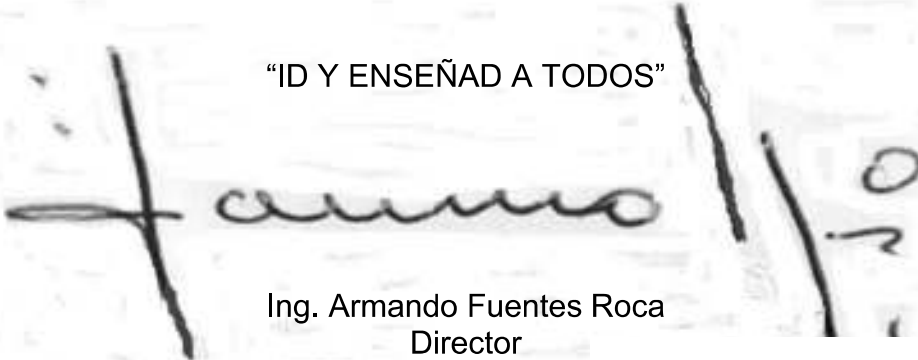




LNG.DIRECTOR.178.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, presentado por: **Middiam Carolina Guzman Urbina**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”




Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, agosto de 2023



LNG.DECANATO.OI.602.2023



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**, presentado por: **Middiam Carolina Guzman Urbina**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, agosto de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme vida y sabiduría para lograr una meta más en mi vida.
Mis padres	Héctor Guzmán y Midiam Urbina de Guzmán por creer en mi en todo momento sin dudarlo de mi carrera
Mi esposo	Pablo Hass por apoyarme a realizar mi meta y crear en mí.
Mis hijos	Héctor y Aída Hass por ser parte fundamental en mi vida.
Mis hermanos	Juan Carlos Guzmán y Diana Guzmán por el apoyo en todos estos años.
Mi familia	Familia Hass Guzmán por confiar en que lograría mi meta.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Jehová por la bendición de darme vida para poder culminar mi carrera.
Facultad de Ingeniería	Porque sus aulas siempre serán un lugar para disfrutar del aprendizaje.
Mis padres	Héctor Guzmán y Midiam Urbina. Por siempre brindarme apoyo y creer en que lograría mi meta, mil gracias.
Mis hermanos	Juan Carlos Guzmán y Diana Guzmán. Por brindarme cariño, apoyo y confianza en todo momento.
Mi esposo	Pablo Hass. Por su apoyo condicional
Mis hijos	Héctor y Aida Hass. Por ser el motor de mi vida. Este logro es para ustedes.
Mi familia	Familia Hass. Por creer en mí y su apoyo en todo momento.
Mis amigos	Por el apoyo en toda la carrera.

Mi asesor de tesis

Ing. Juan Merck por su confianza, consejos y
paciencia para lograr mis objetivos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de aldea Chelac, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.....	1
1.1.1. Características físicas y descripción general del proyecto	2
1.1.1.1. Ubicación y localización	2
1.1.1.2. Colindancias	3
1.1.1.3. Clima.....	3
1.1.1.4. Población y demografía.....	3
1.1.2. Características de infraestructura.....	4
1.1.2.1. Vías de acceso	4
1.1.2.2. Servicios públicos.....	4
1.1.2.3. Salud.....	5
1.1.2.4. Educación.....	5
1.1.2.5. Energía eléctrica.....	6
1.1.2.6. Agua potable	6
1.1.3. Características socioeconómicas	7
1.1.3.1. Actividad económica	7

	1.1.3.2.	Idioma y religión	7
1.2.		Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Pedro Carchá.....	8
	1.2.1.	Descripción de las necesidades	8
	1.2.2.	Evaluación y priorización de necesidades	9
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.		Diseño de la carretera hacia el caserío Chiajam.....	11
	2.1.1.	Descripción general del proyecto	11
	2.1.2.	Levantamiento topográfico	14
	2.1.2.1.	Planimetría	14
	2.1.2.2.	Altimetría	16
	2.1.2.3.	Secciones transversales	17
	2.1.2.4.	Cálculo topográfico y dibujo del tránsito y nivelación preliminar.....	18
	2.1.2.4.1.	Cálculo planimétrico, dibujo del tránsito.....	18
	2.1.2.4.2.	Cálculo altimétrico	19
	2.1.3.	Estudio de suelos de subrasante y balasto.....	19
	2.1.3.1.	Clasificación del suelo.....	20
	2.1.4.	Carpeta de rodadura (balasto)	21
	2.1.4.1.	Análisis de granulometría.....	22
	2.1.4.2.	Límites de Atterberg	22
	2.1.4.3.	Ensayo de compactación o proctor modificado	23
	2.1.4.4.	Ensayo de razón soporte california (C.B.R.).....	24
	2.1.4.5.	Análisis de resultados	25

2.1.5.	Diseño geométrico de la carretera	25
2.1.5.1.	Diseño del alineamiento horizontal	25
2.1.5.2.	Diseño de localización.....	26
2.1.5.3.	Curvas horizontales.....	27
2.1.5.4.	Grado de curvatura.....	27
2.1.5.4.1.	Cálculo de delta (Δ):	29
2.1.5.4.2.	Longitud de curva	30
2.1.5.4.3.	Subtangente (St).....	34
2.1.5.4.4.	Curva de transición	35
2.1.5.4.5.	Cuerda máxima (Cm) ...	35
2.1.5.4.6.	External (E)	35
2.1.5.4.7.	Ordenada media (Om)..	36
2.1.6.	Alineamiento vertical.....	38
2.1.6.1.	Diseño del alineamiento vertical	38
2.1.6.2.	Diseño de subrasante	39
2.1.6.3.	Pendiente	39
2.1.6.3.1.	Pendiente máxima	40
2.1.6.3.2.	Pendiente mínima	40
2.1.6.4.	Curvas verticales	41
2.1.6.5.	Longitud mínima de curvas	41
2.1.6.5.1.	Tipos de curva vertical..	42
2.1.6.5.2.	Correcciones.....	43
2.1.6.6.	Selección de la sección típica a utilizar	46
2.1.7.	Movimiento de tierras	46
2.1.7.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	47
2.1.7.2.	Cálculo de volumen de movimiento de tierra.....	50
2.1.7.3.	Drenajes	50

	2.1.7.3.1.	Drenajes transversales y longitudinales	51
	2.1.7.4.	Evaluación hidráulica	55
	2.1.7.5.	Cunetas	59
2.1.8.		Planos y detalles.....	61
2.1.9.		Presupuesto.....	61
	2.1.9.1.	Integración de precio unitario.....	63
2.1.10.		Evaluación de impacto ambiental inicial (E.A.I)	64
2.2.		Diseño de terminal de buses de la cabecera municipal	65
	2.2.1.	Descripción general del proyecto	65
	2.2.2.	Diseño arquitectónico	66
	2.2.2.1.	Requerimiento de áreas	67
	2.2.2.2.	Distribución de espacios	71
	2.2.2.3.	Planta de conjunto.....	72
	2.2.2.4.	Clasificación del suelo.....	73
	2.2.2.5.	Análisis compactación proctor	74
	2.2.2.6.	Relación soporte California (C.B.R.)....	75
	2.2.2.7.	Análisis de granulometría.....	76
	2.2.2.8.	Límites de Atterberg	76
	2.2.2.9.	Análisis de resultados	76
	2.2.3.	Diseño de estacionamiento	77
	2.2.3.1.	Diseño de pavimento rígido	78
	2.2.3.2.	Métodos de diseño de pavimento	81
	2.2.3.3.	Periodo de diseño	84
	2.2.3.4.	Estimación de transito	85
	2.2.3.5.	Cálculo del espesor del pavimento	85
	2.2.4.	Diseño de alcantarillado pluvial	91
	2.2.4.1.	Hidrología del lugar	91

2.2.4.2.	Determinación de pendientes y áreas de descarga	93
2.2.4.3.	Ubicación de cunetas y alcantarillas	94
2.2.4.4.	Diseño de disipadores y obras de protección	94
2.2.5.	Instalaciones	94
2.2.5.1.	Instalaciones eléctricas	94
2.2.5.2.	Instalaciones hidráulicas	95
2.2.5.3.	Instalaciones sanitarias	96
2.2.6.	Elaboración de planos	96
2.2.7.	Presupuesto.....	97
2.2.7.1.	Cantidades de renglones de trabajo	97
2.2.7.2.	Integración de precios unitarios	99
CONCLUSIONES		101
RECOMENDACIONES.....		103
REFERENCIAS		105
APÉNDICE.....		107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio	2
2.	Principales rutas de Alta Verapaz.....	12
3.	Área urbana la aldea Chelac y el Caserío Chiajam.....	13
4.	Ruta Departamental RN-5 de A.V.: Cobán a Fray Bartolomé de las Casas	14
5.	Bases de referencia en inicio de proyecto (replanteos)	16
6.	Ejemplo de levantamiento de nivelación o altimétrico.....	17
7.	Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S).....	20
8.	Alineamiento horizontal de proyecto (línea roja)	26
9.	Estacionamiento expresado en progresivas.....	29
10.	Delta de un alineamiento horizontal	30
11.	Grado de una curva horizontal.....	31
12.	Elementos de una curva horizontal	34
13.	Tipos de curva vertical	43
14.	Curva vertical	44
15.	Sección típica seleccionada del proyecto.....	46
16.	Cortes y rellenos en una carretera	47
17.	Cálculo de volumen de relleno.....	48
18.	Relación de triángulos con distancia entre estaciones.....	49
19.	Calificación climática por Thornwhite, Rep. de Guatemala	52
20.	Cuenca 1, Caudal: 1.11 m ³ /s	56
21.	Cuenca 2, Caudal: 1.28 m ³ /s	56
22.	Cuenca 3 Caudal: 1.65 m ³ /s	57

23.	Cuenca.4, Caudal: 2.00 m ³ /s	57
24.	Cuenca 5, Caudal: 1.65 m ³ /s	58
25.	Cuenca 6, Caudal: 2.00 m ³ /s	58
26.	Cuneta	60
27.	Proyección de población Alta Verapaz, por municipio	68
28.	Ubicación terminal improvisada, Carchá Alta Verapaz	69
29.	Ambientes y áreas requeridas en terminal de buses de Carchá A.V.....	71
30.	Croquis de ubicación de ambientes.....	72
31.	Planta de conjunto de terminal de buses	73
32.	Gráfica densidad seca vrs. porcentaje de humedad	74
33.	Gráfica densidad seca vrs. porcentaje de CBR	75
34.	Planta de distribución.	77
35.	Dimensiones de la cuneta	92

TABLAS

I.	Población según censos	4
II.	Principales necesidades en el caso urbano del municipio de San PedroCarchá.....	9
III.	Resultados del análisis granulométrico	22
IV.	Índice plástico	23
V.	Análisis de resultados proctor	24
VI.	Análisis de resultados CBR	24
VII.	Datos de grado de curvatura y velocidad de diseño, según tipo de sección	32
VIII.	Especificaciones para caminos de penetración, sección típica G	33
IX.	Curvas horizontales de la carretera	38
X.	Pendiente máxima	40
XI.	Valores de K, según velocidad de diseño	42

XII.	Cálculo de curvas verticales	45
XIII.	Valores indicativos del coeficiente de escorrentía I	54
XIV.	Cálculo de curvas verticales II	55
XV.	Ancho de cunetas y profundidad	60
XVI.	Resumen de presupuesto de carretera	62
XVII.	Factores para integración de costo unitario	63
XVIII.	Cronograma de ejecución	63
XIX.	Listado taxativo	65
XX.	Categoría de carga por eje	82
XXI.	Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K	83
XXII.	Valores de K para diseño sobre bases de suelo cemento (de PCA)	83
XXIII.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con juntas de trabe por agregados (no necesita dovelas)	84
XXIV.	Proporción final calculada	88
XXV.	Revenimiento recomendado para estructuras de concreto	89
XXVI.	Relación agua-cemento para concreto de diferentes resistencias	89
XXVII.	Relación asentamiento-agua-tamaño de agregado grueso	90
XXVIII.	Relación tamaño máximo de agregado grueso - % de arena	90
XXIX.	Resumen de presupuesto de terminal de buses	98
XXX.	Cronograma de ejecución física	99
XXXI.	Evaluación de impacto ambiental (E.I.A.)	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Az	Azimut
Cm	Centímetros
Δ	Delta
D	Diámetro de tubería en metros
Dist	Distancia
Est	Estación
I.P	Índice de plasticidad
Psi	Libra por pulgada cuadrada
L.L	Limite líquido
Mín	Mínima
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
ML	Metro línea
M ²	Metro cuadrado
M ³	Métro cúbico
Mm	Milímetros
K	Módulo de reacción de subrasante
Mr	Módulo de ruptura de concreto
OM	Ordenada media
S	Pendiente
S %	Pendiente en porcentaje
Pns	Peso neto seco
Puh	Peso unitario húmedo
Pus	Peso unitario seco

P	Población
PV	Pozo de visita
PU	Precio unitario
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
PI	Punto de inflexión
PIV	Punto de inflexión vertical
PO	Punto observado
R	Radio
ST	Subtangente
R	Tasa de crecimiento de la población en porcentaje
U	Unidad
V	Velocidad a sección llena de tubería en m/s
v	Velocidad de flujo en la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials, Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transportes.
Aguas negras	Agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comercial o industrial.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Ampliación de curva	Incrementando el ancho de corona y calzada en el lado interior de las curvas del alineamiento horizontal.
Autobus	Vehículo automotor de dos o más ejes, construido para el transporte colectivo para más de 28 personas, y con peso bruto superior de 3.5 toneladas métricas.
Automóvil	Vehículo de dos ejes, construido para el transporte de personas. Peso max. De 3.5. toneladas métricas.
Banco de marca	Punto en la altimetría, cuya altura se conoce y se utiliza para determinar altura siguiente.
Bases de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño, como población, clima comercios, caudales.

Bombeo	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación de agua en superficie de rodamiento.
Calzada	Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que las conduce al colector del sistema de drenaje.
Carril	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hielera de vehículos.
Contracuneta	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
Corona	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hielera de vehículos.
Cuneta	Canal ubicado en los cortes, en uno o en ambos lados de la corona, contiguo a la línea de lombros para drenar el agua que escurre por la corona y el talud.
Curva vertical	Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.

Derecho de vía	Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Dirección General de Caminos. Se requiere para la construcción, conservación, ampliación y protección general de una vía de comunicación y servicios auxiliares.
DGS	Dirección General de Caminos.
EIA	Estudio de impacto ambiental.
Grado de curvatura	Ángulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte metros de longitud.
Libro azul	Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de las DGS en sus ediciones de 1975 y 2001.
Microbus	Vehículo con capacidad para 25 personas máximo pero más de 9 con peso admisible de 3.5 toneladas métricas.
Pick-up	Vehículo para el transporte máximo de 1.5 toneladas métricas con un peso de 3.5 toneladas métricas.
Renglón de trabajo	Rubro descrito para el cual se fija un precio unitario.
Talud	Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes.

Vehículo	Cualquier medio de transporte que circula en la vía pública.
Vehículo automotor	Vehículo provisto de motor eléctrico o de combustión interna para su propulsión. Se excluyen las motocicletas y los tranvías.
Vía pública	Es el espacio público por donde circulan los vehículos peatones y animales.

RESUMEN

En este trabajo de graduación se presenta el diseño de la carretera entre las comunidades de la aldea Chelac y caserío Chiajam, con el fin de brindar a la población desarrollo en infraestructura vial. Una vez que se construya esta vía de acceso se logrará proporcionar el resto de servicios básicos en dichas poblaciones.

De igual manera se presenta el diseño de una terminal de buses que cubre la región norte del municipio en el casco urbano de San Pedro Carcha. La el cual será de utilidad principalmente para la comercialización de la producción agrícola de la zona, ya que, el poder contar con otra terminal de buses contribuye con el crecimiento económico del sector, y movilización de la población para sus diferentes necesidades.

En el capítulo 1 se desarrolla una investigación monográfica y el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del casco urbano de San Pedro Carchá, en el cual se ve la necesidad de priorizar el diseño del camino rural entre dichas comunidades y una terminal de buses para la región norte, dentro del casco urbano que servirá como segunda terminal en el municipio.

El capítulo 2 se describen los aspectos técnicos de los diseños, los cuales serán necesarios para la planificación del camino rural y la terminal de buses. También se presenta un análisis de costos, cronograma de ejecución, y en apéndices se presentan las gráficas de los resultados de los estudios de suelos, planos correspondientes a cada uno de los proyectos.

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera hacia el caserío Chiajam y la terminal de buses extraurbanos para la región norte de la cabecera municipal de San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Específicos

1. Realizar el diseño de la carretera hacia el caserío Chiajam aplicando las especificaciones de la Dirección General de Caminos y AASHSTO.
2. Realizar el diseño de la terminal de buses aplicando todo lo concerniente a espacios, distribución de vehículos aplicando diseño de pavimentos de concreto y normas relacionadas con terminales de buses.
3. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de San Pedro Carchá.
4. Elaborar el juego de planos de la terminal de buses y de la carretera, incluyendo presupuesto, cronograma y evaluación ambiental.

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, brinda por medio del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el aporte técnico profesional del diseño de dos proyectos de infraestructura, para beneficiar a un sector de la población de la República, como es en este caso el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

La infraestructura vial en nuestro país está muy comprometida en su estado actual debido a muchos factores. Actualmente es difícil garantizar una adecuada comunicación vial, como es el caso de las comunidades de Chelac y Chiajam, las cuales no cuentan con un acceso apropiado; la construcción de una adecuada ruta se encamina a proporcionar una vía inmediata para la introducción de salud y adelantos tecnológicos que permitan el progreso y mejoras en el nivel de vida, el diseño de esta carretera y su posterior construcción encaminará los esfuerzos para proporcionar a la población, el desarrollo en su producción agrícola y a las comunidades vecinas entre ellas las áreas rurales y urbanas del interior de la república.

Así también se desarrollará el diseño de una terminal de buses en el casco urbano del municipio. Debido a la necesidad de un adecuado ordenamiento vehicular proveniente de los alrededores (aldeas, caseríos, comunidades), permitirá el control adecuado de la movilización del producto agrícola y distribución de la población al casco urbano hacia la región norte.

Para efectos de estos dos proyectos, a continuación, se presenta el desarrollo técnico de la planificación, la cual contará con: el diseño de cada

uno, los cálculos correspondientes, presupuestos y planos finales para asegurar adecuados procedimientos a la construcción y especificaciones técnicas que aseguren la calidad de estos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de aldea Chelac, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Durante el periodo indígena se denominó Carchá, el título Real de Don Francisco Izquin Nehaib, fechado en 1,558 otro documento según el manuscrito del Capitán Martín Alfonso de Tovilla, alcalde Mayor de la Verapaz, en el año 1543, por disposición de su Majestad Carlos V, eran diez los pueblos de la Verapaz que la componían, mencionándose como segundo municipio San Pedro Carchá y lo confirma el documento “Título de fundación de la Verapaz” del 15 de enero de 1547, emitido por el emperador antes mencionado, cuando creó la providencia que anteriormente se llamaba Tezulutlan, la cual fue dividida para formar los indicados pueblos a intercesión de Fray Pedro Angulo, Luis de Cáncer y demás frailes de la Orden de Santo Domingo de Guzmán. (Plan de Desarrollo San Pedro Carchá, 2011-2025, p.22)

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 personas y a consecuencia de ello, muchas personas emigraron a algunas aldeas del municipio de Senahú. La feria titular del municipio se celebra del 25 al 29 de junio, para lo cual se desarrollan una serie de actividades dentro de las cuales podemos hacer mención las deportivas, culturales y sociales, dentro de las sociales sobresalen el baile del torito, representaciones de enmascarados, Paabanc. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.22)

1.1.1. Características físicas y descripción general del proyecto

A continuación se describe la características del proyecto como ubicación, localización, colindancias, clima, demografía y población.

1.1.1.1. Ubicación y localización

La aldea de Chelac se ubica a $15^{\circ} 33'39.71''$, $90^{\circ}10'18.48''$ a 18 km del casco urbano de San Pedro Carchá, su principal fuente de trabajo es el cultivo de; maíz, frijol, cardamomo, café, entre otros.

Figura 1. **Ubicación del municipio**



Fuente: Google Earth (2018). *Ubicación del municipio.*

1.1.1.2. Colindancias

Colinda al norte con el municipio de Chisec y Fray Bartolomé de las Casas, al sur con los municipios de San Juan Chamelco y Senahú, al este con los municipios de Cahabón, Lanquín y Senahú; y al oeste colinda con el municipio de Cobán, todos los municipios son del departamento de Alta Verapaz (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.19).

1.1.1.3. Clima

El clima del municipio es predominantemente cálido, con mucha humedad, durante los meses de mayo a diciembre que es época lluviosa, aumentando el grado de humedad en la región, importante en la actividad agrícola del municipio.

1.1.1.4. Población y demografía

Es un municipio indígena (99.30 %) de la comunidad lingüística Q'eqchi' y una población mayoritariamente rural (92 %), debido al crecimiento poblacional acelerado y que se desarrolla de una forma desordenada, se establece que la demanda insatisfecha de servicios básicos tales como educación, salud, vivienda, seguridad alimentaria, fuentes de empleo, y otros, evidenciando una carencia en la prestación de servicios públicos en las comunidades, lo que se agudiza, ya que el municipio es el que mayor cantidad de lugares poblados posee en el departamento. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.56)

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística, INE (2009), Carchá tiene una población total de 201,341 habitantes, de los cuales 100,671 son mujeres (50 %) y 100,670 son hombres (50 %). Considerando la extensión territorial del municipio, se determina una densidad poblacional de 186 habitantes por kilómetro.

Tabla I. Población según censos

	Censo [Año]	Población [Hab.]	%Hombres	%Mujeres	%Indigenas
	2009	201,341	50	50	97
	2001		50	49	96
Proyección al año	2016		49	51	96

Fuente: elaboración propia con datos de INE (2008). *IX Censo Nacional de Población y V de Habitación 1994, XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002 y proyección Poblacional INE 2008.*

1.1.2. Características de infraestructura

La infraestructura es el conjunto de elementos y servicios que conforman los pilares necesarios para desarrollar plenamente de la carretera.

1.1.2.1. Vías de acceso

Dista de la cabecera departamental 8 kilómetros sobre carretera asfaltada, y 227 kilómetros de la ciudad capital, sobre carretera asfaltada, transitables en cualquier época del año.

1.1.2.2. Servicios públicos

Los servicios públicos son muy importantes e indispensables entre estos tenemos:

1.1.2.3. Salud

El municipio de San Pedro Carchá ha mejorado sustancialmente el aspecto social, mediante la prestación de salud que en la actualidad tiene una mejor cobertura y sobre todo tiene una prestación de servicio de mejor calidad y con pertinencia cultural, contribuyendo significativamente en la disminución de la mortalidad materna mediante la capacitación de los promotores de salud comunitarios, la ampliación y equipamiento de la infraestructura de los centros de convergencia y la ampliación de su personal técnico y administrativo, contando con al menos un centro de convergencia en cada micro región del municipio, y sobre todo en la cabecera municipal se cuenta con un hospital general que cuenta con el equipo y personal. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.61)

1.1.2.4. Educación

El municipio ha logrado una ampliación y mejorar en la cobertura por medio de la construcción establecimientos educativos del ciclo básico y diversificado, contando con al menos un edificio en cada micro región lo cual contribuido en la disminución de los índices de analfabetismo en el municipio. Así mismo se ha registrado una disminución en cuanto a la deserción del estudiantado en los distintos ciclos lectivos, mediante la promoción de incentivos educativos, la mejora en la calidad de material didáctico y una mejor preparación de los docentes. La cabecera municipal cuenta con un campus universitario que prepara y contribuye a brindarles mejores oportunidades de desarrollo a la población del municipio, por ende, contribuye a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p. 61)

1.1.2.5. Energía eléctrica

El servicio de energía eléctrica es brindado por la empresa Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A., ENERGUATE, dando cobertura a 23 lugares poblados lo que equivale al 23.25 %, las que se encuentran en su mayoría cercanas a las líneas principales de conducción.

La Dirección Municipal de Planificación estima que las causas por las que no toda la población dispone del servicio de energía son la inaccesibilidad, falta de recursos económicos, las tierras pertenecen a fincas privadas o por falta de gestión comunitaria; quienes utilizan para su alumbrado domiciliar candiles hechizos, ocote, entre otros. En relación con el alumbrado público existen comunidades que rescinden los servicios, por falta de recursos económicos. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p. 61).

1.1.2.6. Agua potable

El municipio presenta una de las problemáticas más grandes en comparación de otros municipios del departamento, y es que en el territorio en mención hay una carencia de del vital líquido, toda la parte centro y norte del municipio no cuenta con dicho servicio por la falta de afluentes hídricos que puedan suministrar a las familias que habitan dicha área del territorio.

Según la D.M.P el acceso al agua potable para consumo humano constituye uno de los problemas más grandes que afronta el municipio, ya que solamente el 2.72 % de la población tiene acceso a dicho servicio, lo que significa que si se habla en términos de salubridad se estaría estableciendo que toda la población está bebiendo agua contaminada.

Uno de los factores que contribuye a que se maneje un índice tan bajo en cuanto a agua limpia para consumo humano es que los drenajes tienen como destino los ríos produciendo así más contaminación, ya que no se cuenta con plantas de tratamiento de desechos líquidos y la recolección de desechos sólidos lo realiza una sola empresa, que no le brinda el tratamiento adecuado a la misma. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.12).

1.1.3. Características socioeconómicas

A continuación, se describen las características socioeconómicas relevantes para entender la naturaleza de este estudio y los resultados obtenidos.

1.1.3.1. Actividad económica

El desarrollo de la economía municipal está condicionado, además de la red vial debilitada, el poco apoyo técnico y financiero que reciben los pequeños y mediano productores del municipio; no reciben asistencia técnica para mejorar la producción de sus actividades agropecuarias, no existe asociatividad de los productores para contar con un ente que vele por los derechos y beneficios de ellos, así mismo no se han establecido los encadenamientos productivos necesarios para la dinamización del flujo económico municipal. Cabe mencionar que la infraestructura comercial, como mercados, no es suficiente y no cuentan con las condiciones mínimas para un buen desarrollo económico. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011- 2025, 2011, p.65).

1.1.3.2. Idioma y religión

El traje típico del municipio es similar al del municipio de Cobán, con la diferencia de que el rebozo que lleva en la cabeza es blanco y rayas rojas, como

adorno en la cintura se amarra una camalsá (faja roja), llevan anillos y collares. Cabe mencionar que la utilización del traje típico todavía se acostumbra a llevarlo, aunque con modificaciones, de acuerdo con la época actual y al nivel económico de la persona.

En cuanto al aspecto religioso ha variado grandemente durante los últimos años, inicialmente solo existían iglesias católicas y evangélicas con sus derivaciones. En la actualidad además de éstas existen otras como: mormonas, testigos de Jehová y adventistas. Estas han venido a disminuir en parte el número de fieles católicos, pero éstos aun ocupan el primer lugar en cuanto al número de seguidores, cabe mencionar que se estima que la mayoría de la población del municipio es católica, sin embargo, no se tiene cuantificado cuantas personas practican las distintas religiones anteriormente mencionadas. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 2011, p.22).

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Pedro Carchá.

La investigación diagnóstica es una herramienta útil para identificar las necesidades de la población y mejorar los servicios con calidad en la población de San Pedro Carchá.

1.2.1. Descripción de las necesidades

A continuación, se presenta un cuadro en donde se indican las principales necesidades en los sectores que se verán beneficiados, la información que se muestra fue brindada por la población y la Oficina de Planificación Municipal, le da un criterio de las carencias que aún hace falta de realizar.

Tabla II. **Principales necesidades en el caso urbano del municipio de San Pedro Carchá**

Descripción y priorización de las necesidades en el sector.
Casco Urbano
Mejoramiento de infraestructura y equipo para la recolección de desechos sólidos en el área urbana.
Contratación de promotores ambientales comunitarios.
Ampliación de drenajes.
Compra de maquinaria para el mantenimiento de la infraestructura vial.
Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
Construcción de Servicios sanitarios públicos en la cabecera municipal.
Construcción de Salones comunales, Centro de capacitación de Arte y Cultura.
Construcción Puente Vehicular
Construcción de caminos rurales
Construcción Sistema de distribución de Agua potable
Construcción de campus universitario
Construcción de centros de convergencia

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word

1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades

Una de dinámicas que resalta en el municipio es la apertura que brinda las autoridades municipales para la priorización de proyectos por medio de la participación ciudadana y representantes de COODES en el COMUDE, ya que en él se presentan los de segundo nivel quienes llegan con sus necesidades y propuestas de proyectos para el desarrollo comunitario. Cabe mencionar que el municipio de Carchá es uno de los municipios con mayor presencia institucional, tanto gubernamental como no gubernamental, debido principalmente a la anuencia de las autoridades municipales para que ellas puedan desarrollar sus

actividades en el territorio en pro del desarrollo del municipio. (Plan de Desarrollo, San Pedro Carchá 2011-2025, 201, p. 49)

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la carretera hacia el caserío Chiajam

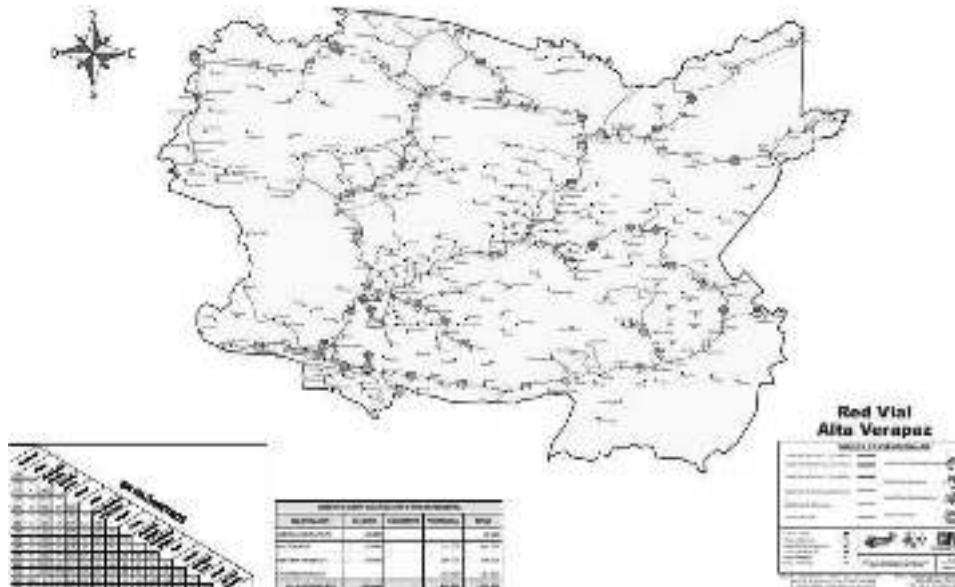
El diseño de una carretera es un proceso complejo que involucra varios factores a considerar, como las características propias y la descripción general del proyecto.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El tramo carretero denominado como camino rural, debido a sus especificaciones de diseño geométrico, se encuentra ubicado en el municipio de Carchá Alta Verapaz, dicho camino rural facilita la movilidad entre la aldea Chelac y el caserío Chiajam las cuales se encuentran dentro del municipio y a la vez trae beneficios a las aldeas aledañas cercanas como la aldea Tanchí y el Cachitón y así facilitar el comercio entre las aldeas de la región.

Actualmente el departamento de Alta Verapaz cuenta con rutas principales, lo que hace necesario la construcción de vías alternas o caminos rurales para dar acceso a las aldeas y caseríos del lugar.

Figura 2. Principales rutas de Alta Verapaz



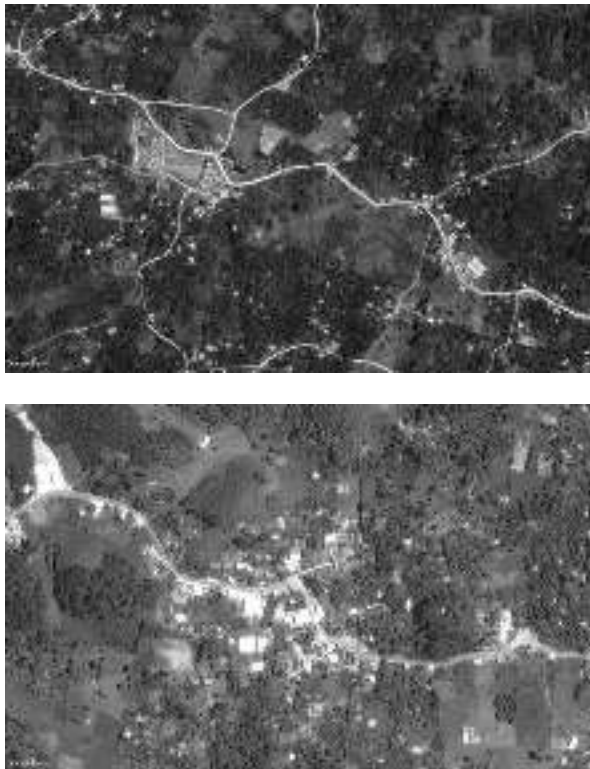
Fuente: Caminos (2020). *Mapa de red vial*. Recuperado de caminos.gob.gt.

El proyecto consiste en el diseño de una carretera de dos carriles, un ancho de calzada de 7.00 m incluyendo cunetas de 0.60 m, clasificada como una carretera tipo G, con pendientes máximas del 18 % y diseño de carpeta de rodadura, según lo estipulado en las especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos.

Esta nueva ruta de acceso y comunicación permitirá el tránsito a más de 100 vehículos diarios, lo que facilitará el comercio y el desarrollo agrícola del municipio de San Pedro Carchá y sus comunidades vecinas. Esta conexión tiene como objetivo principal que los usuarios transiten con más fluidez y con seguridad, ya que el clima de la región hace que los caminos sean cada vez más difíciles de transitar, al no contar con una carpeta de rodadura apropiada ni ningún tipo de drenaje en su estado natural.

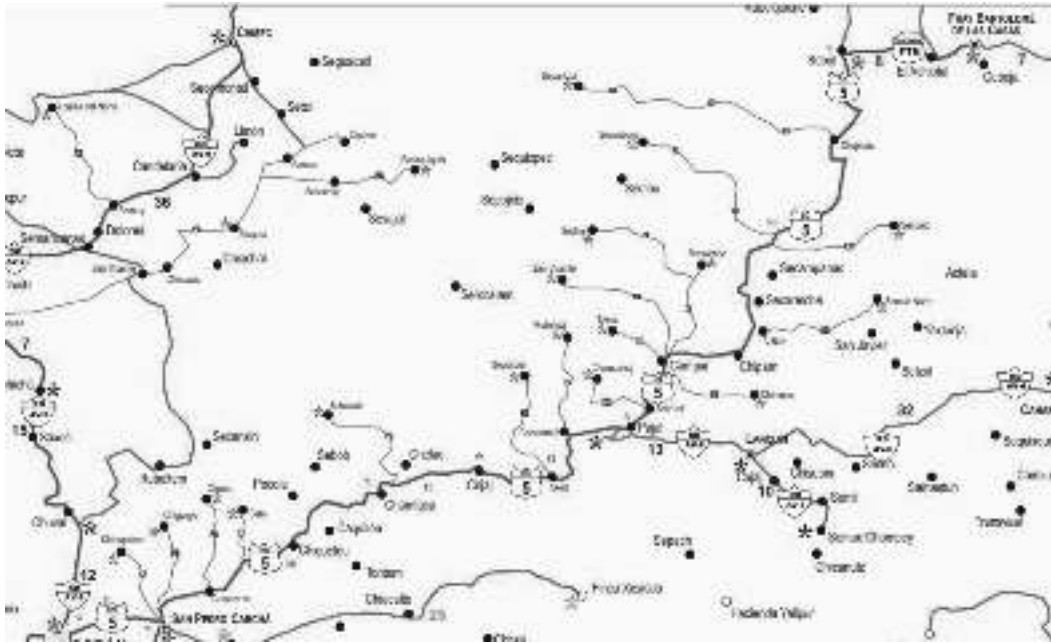
Al momento de seleccionar la ruta en donde pasará la carretera, se analizaron las diferentes opciones, de acuerdo con la topografía y estudios previos y se siguió la ruta existente la cual consiste en un camino en malas condiciones y se determinó la ubicación óptima para realizar dicho proyecto la que será con una carpeta de rodadura de balasto y cunetas para canalizar las aguas pluviales, también contará con señalización vertical para facilitar la movilidad en época de lluvia o de noche. El conjunto de todos estos aspectos dará como resultado una vía de uso frecuente y cómoda para los pobladores y visitantes.

Figura 3. **Área urbana la aldea Chelac y el Caserío Chiajam**



Fuente: elaboración propia, realizado con Google Maps.

Figura 4. **Ruta Departamental RN-5 de A.V.: Cobán a Fray Bartolomé de las Casas**



Fuente: Caminos (2020). *Mapa de red vial*. caminos.gob.gt.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Es un conjunto de técnicas y procesos para conseguir datos para realizar la representación gráfica de la superficie terrestre.

2.1.2.1. Planimetría

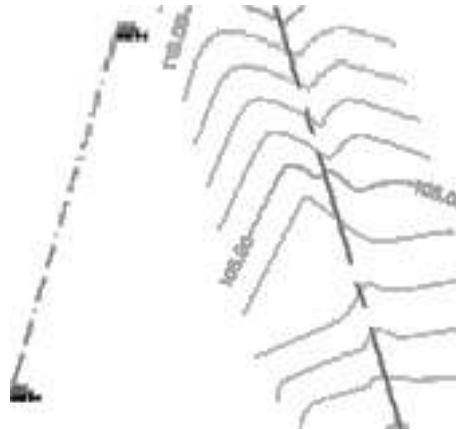
La realización del levantamiento topográfico planimétrico se lleva a cabo utilizando una poligonal abierta, con orientación de estación a estación de 180 grados. Se procedió a colocar en cada estación marcas o trompos como referencias en la línea central y estacas a un lado de los trompos a lo largo del

proyecto, en las cuales se dejó plasmado el kilometraje al que corresponde cada uno, por ejemplo: 0+020, 0+040, 0+060.

Se colocaron mojones de madera que sobresalen 0.60 m. para referencia, sin embargo, la municipalidad se compromete a instalar mojones fundidos con concreto. Estos se utilizarán como referencias para futuros replanteos a cada 500 metros, los que están indicados en los planos, convirtiéndose estos en puntos de control en dichos replanteos del diseño o modificaciones al mismo. Para la realización de los trabajos de planimetría y señalización en campo de la topografía se utilizó el equipo siguiente:

- Estación Total Topcon ES-105.
- Trípode.
- Brújula.
- 2 plomadas.
- Cinta métrica.
- Trompos de madera (para marcar la línea central).
- Estacas de madera (para identificar el caminamiento o estacionamiento de los trompos).

Figura 5. Bases de referencia en inicio de proyecto (replanteos)



Point Number	Easting	Northing	Point Elevation	Name	Raw De...	Full De...	Descrip
◆ 10921	955.1958m	1005.0934m	105.000m		BASE B-1	BASE B-1	
◆ 10922	966.6416m	1044.7373m	110.000m		BASE B-2	BASE B-2	

Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.1.2.2. Altimetría

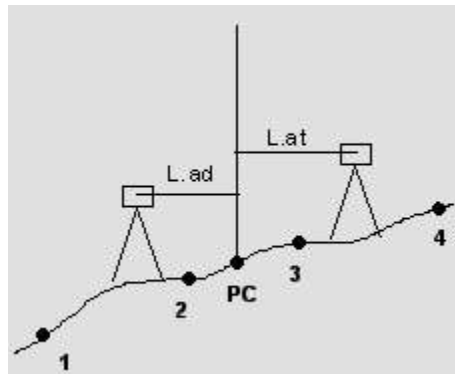
El levantamiento topográfico de altimetría o levantamiento de niveles se realizó usando equipo de geolocalización para establecer bancos de marca y así permitir el replanteo de todo el proyecto. Para permitir dicho replanteo de niveles, la municipalidad fundirá mojonos a cada kilómetro, los que están indicados en los planos.

En los trabajos de altimetría se utilizó el mismo equipo utilizado en la planimetría.

En apéndices, se puede observar la altimetría del proyecto siendo este el resultado del levantamiento, así como los puntos de referencia los cuales son

puntos con cotas conocidas y servirán para localizar y determinar las cotas desconocidas y así poder generar las curvas de nivel que se muestran en los planos.

Figura 6. **Ejemplo de levantamiento de nivelación o alimétrico**



Fuente: Wilsontopo (2010) *Nivelación*. Recuperado de <http://wilsontopo.blogspot.com/2010/05/nivelacion.html>.

2.1.2.3. Secciones transversales

Se le llaman así al levantamiento que se realiza a lo largo de la carretera, paralelamente al eje de diseño o al eje preliminar, y en cada punto de nivelación, con el fin de definir a través de los puntos de nivelación obtenidos, las curvas de nivel en el derecho de vía, de acuerdo con el alcance que tendrá la carretera en este caso camino rural.

La información que se obtuvo sirvió para definir la orilla de la carretera, la cuneta, el principio del talud, la corona del talud, la contra cuneta y el terreno natural, definiendo así la topografía del lugar y la geometría existente.

La información debe obtenerse dentro de una franja no menor a 15 metros,

a cada lado de la línea central para poder tener información confiable y suficiente al momento de hacer cambios o mejoras al diseño, y al final de dicho levantamiento se obtiene una libreta de campo con toda la información levantada del lugar.

2.1.2.4. Cálculo topográfico y dibujo del tránsito y nivelación preliminar

El cálculo topográfico se refiere a procesar en gabinete los datos que fueron obtenidos en el levantamiento preliminar.

2.1.2.4.1. Cálculo planimétrico, dibujo del tránsito

Con los datos obtenidos de campo tanto con la estación total como de la libreta de tránsito, se procede a realizar los cálculos. Debido a que se ha utilizado una estación total para el levantamiento topográfico, la información obtenida de la misma son coordenadas totales, con lo cual se simplifican los cálculos. La información se ingresa al software Civil 3D 2020 para poder analizar la localización de la ruta.

Se recomienda utilizar valores altos iniciales de las coordenadas X y Y, esto con el fin de evitar tener datos negativos en nuestros cálculos.

Coordenadas totales para el punto número 1, de acuerdo con la libreta topográfica:

X = 31154.069

Y = 11640.793

2.1.2.4.2. Cálculo altimétrico

Este cálculo se refiere a las elevaciones de las estaciones ubicadas en la línea central.

Con las cotas del terreno se puede observar la topografía real de la línea preliminar. El perfil del terreno obtenido es el que determinará el tipo de carretera a diseñarse.

Se tienen que establecer bancos de marca, tanto en el punto de partida como en el punto de llegada, esto con el fin de poder controlar la nivelación. Si no existieran cotas establecidas, se puede utilizar un valor arbitrario, siempre y cuando no proporcione cotas negativas.

Cota para el punto número 1, de acuerdo con la libreta topográfica:
 $Z = 534.862$.

2.1.3. Estudio de suelos de subrasante y balasto

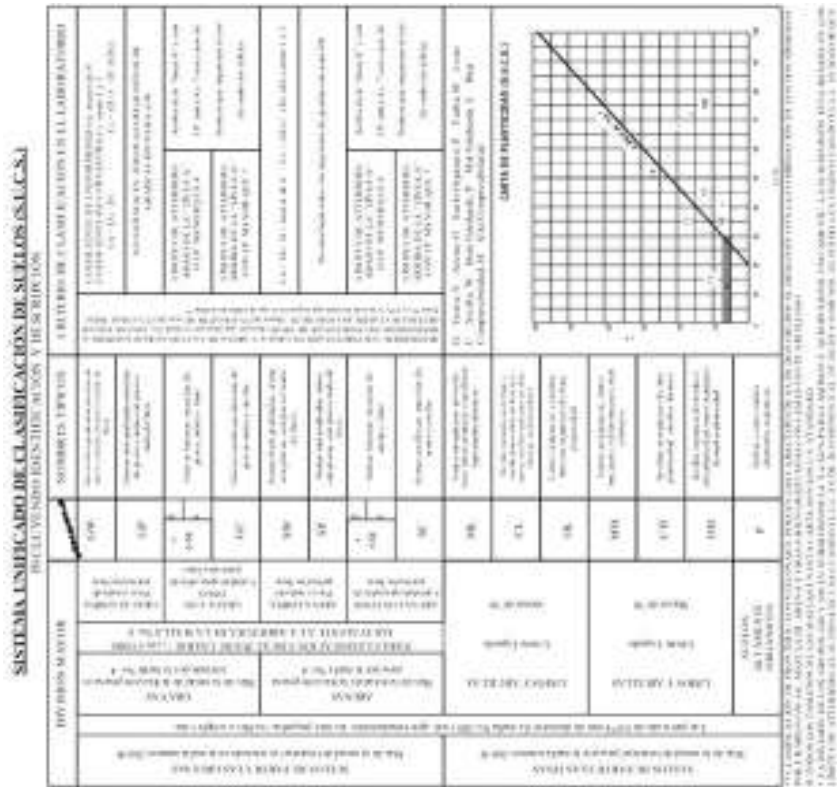
El estudio de suelos determina la capacidad que tiene para soportar una carga, sin que esta produzca fallas dentro de su masa, su unidad de medida es fuerza por unidad de área.

Uno de los objetivos de estudio de suelos es determinar sus características y para ello se extrajo una muestra de suelo a una profundidad de 1.50 metros. Dicha muestra se analiza en un laboratorio de suelos para conocer sus características y así determinar las propiedades de este.

2.1.3.1. Clasificación del suelo

En la mecánica de suelos se reconocen diversos tipos suelos naturales, por lo que, en el libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo. (2004). Describe cada uno de ellos incluyendo la característica más importante las propiedades mecánicas de los suelos.

Figura 7. Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S)



Fuente: Crespo Villalaz (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones.

Para este caso el tipo de suelo es arena pómez color beige oscuro, el cual corresponde a la región y se concluye que es apto para el proyecto del diseño de camino en la aldea Chelac, según se indica en el ensayo de suelos realizado.

2.1.4. Carpeta de rodadura (balasto)

Para este proyecto el balasto será el material que se colocará sobre la subrasante, ya que en los ensayos que se le hicieron al material, el resultado fue que era óptimo para su utilización. Se tomó la decisión que la carpeta de rodadura fuera de balasto, por ser económicamente más accesible para la municipalidad.

La capa de balasto no deberá ser menor de 15 centímetros sobre toda la subrasante. La calidad del balasto será según lo indica la norma AASHTO T 19, y su compactación será como mínimo al 95 % de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180, la compactación deberá ser realizada con maquinaria adecuada.

El espesor de la capa de rodadura para la carreta será de 15 cm, debido al tipo de tráfico al que estará expuesto, el cual se indica en la sección 2.1.1.

El material para utilizarse será de buena calidad y excelentes propiedades, lo cual será efectivo para garantizar una larga durabilidad. El análisis para el material de capa de rodadura dio 32.22 % grava, 56.23 % arena y 11.55 % finos.

Debido a que las pendientes máximas son del 18 %, se recomienda la realización de carrileras con piedra de 0.10 metros de diámetro, para evitar la erosión por lluvia. Estas carrileras se construirán en dónde las pendientes excedan el 13 % (en los planos se especifica el inicio y fin de las carrileras; referirse a los perfiles en los planos de la carretera).

2.1.4.1. Análisis de granulometría

El análisis granulométrico permite conocer la cantidad en porcentaje de diferentes tamaños de partículas que se encuentran en el suelo.

El ensayo determina el tamaño de las partículas del suelo, lo cual se representa por medio de una gráfica, en este caso para carpeta de rodadura y balasto.

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

Tabla III. Resultados del análisis granulométrico

Descripción del suelo	Arena pómez color beige oscuro				
			% de	32	D 10= mm
			Grava	.22	
Clasificación	S	S	% de	56	D 30=0.57 mm
	.C.U:	P-SM	Arena	.23	
	P	A-	% de	11	D 60=3.38 mm
	.R.A:	1-b	finos	.55	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.1.4.2. Límites de Atterberg

Se conoce también como límites de plasticidad o límites de consistencia y sirve para determinar el comportamiento de los suelos finos.

Límites de consistencia: proporciona conocer la plasticidad del suelo limoso y arcilloso, la consistencia del suelo permite detectar el contenido de

humedad por medio de: límite líquido, el cual permite detectar asentamientos en problemas de consolidación, siendo una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Una observación importante es el tamaño de partículas, entre menos el tamaño de partículas el límite líquido es mayor.

Límite plástico: se determina cuando el suelo se encuentra semi sólido teniendo la humedad más baja, la forma de obtener el límite es; cilindros de 3 mm de diámetro, rodando dicho suelo entre los dedos de la mano y una superficie lisa, hasta que los cilindros presenten grietas. El proceso se debe basar en la norma AASHTO T 90.

Tabla IV. **Índice plástico**

RESULTADOS:					
Muestra No.	CAPA DE:	L.L (%)	L.P (%)	CLASIFICACIÓN:	DESCRIPCIÓN DEL SUELO.
1	BALASTO	0.0	0.0	SM	Arena pómez color beige oscuro.
(*) CLASIFICACIÓN SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD					

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.1.4.3. Ensayo de compactación o proctor modificado

Generalmente el ensayo de Proctor Modificado se aplica en carretas para determinar la humedad óptima de compactación, la que alcanzará su máxima compactación, según AASHTO T-180.

La compactación de suelo provoca el incremento en la densidad del material

y con ello se obtienen los siguientes datos importantes:

- Reducción de la compresibilidad
- Incremento de la resistencia al corte
- Disminución de la permeabilidad

Tabla V. Análisis de resultados proctor

Descripción del suelo:	Arena pómez color beige oscuro.			
Densidad seca máxima	1,272	Kg/m ³	79.4	lb/pie ³
Humedad óptima Hop.:	14.8	%		

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word

2.1.4.4. Ensayo de razón soporte california (C.B.R.)

El objetivo del ensayo es obtener la capacidad soporte del suelo y agregados compactados en laboratorio. Con este ensayo se determina la calidad del material para la subrasante que se utilizará en este proyecto. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Tabla VI. Análisis de resultados CBR

PRO	G	A LA COMPACTACIÓN			C	EXPA	B.R.	C.
BETA	OLPES	N	H	(lb/pies ³)	(NSIÓN)	(%
No.	o.	(%)	(%)	(%)	((%))	(%
1	0	1	1	71.6	9	0	4	45.
2	0	3	1	75.9	9	0	6	80.
3	5	6	1	79	9	0	8	12
		5			9.5			

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.1.4.5. Análisis de resultados

Los resultados de los ensayos de suelos realizados, para este proyecto, dieron como resultado que para una densidad seca máxima se requiere una humedad óptima del 14.8 %, límite plástico y límite líquido dieron como descripción del suelo “Arena pómez color beige oscuro” Por lo que la subrasante y el material de balasto se clasifican como adecuados para el proyecto de camino rural, ya que tiene suelos de preferencia granulares y tiene menos de un 3 % de expansión. Se entiende que el estudio del material corresponde tanto al balasto como a la carpeta de rodadura, considerando que el banco de material se ubica a menos de 5 kilómetros. Los ensayos se adjuntan en el apéndice 1.

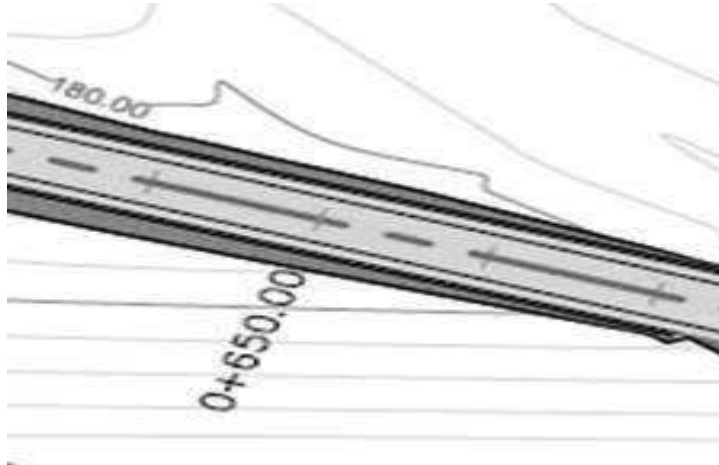
2.1.5. Diseño geométrico de la carretera

Es la parte del proyecto de una carretera que se encarga de definir las características de la vía, como la ubicación y dimensiones de los carriles, la pendiente de las curvas, la visibilidad y otros aspectos.

2.1.5.1. Diseño del alineamiento horizontal

Es la proyección del eje del camino diseñado y plasmado sobre un plano, dicha proyección consiste en diseñar la línea o ruta final en donde pasará la carretera o camino de acuerdo con factores tales como topografía del lugar, derecho de vía y accidentes geográficos locales los cuales pueden modificar considerablemente un diseño. El diseño del alineamiento horizontal comprende la línea central del proyecto que será la que dará lugar a los demás componentes de la carretera, que a su vez en conjunto da origen a lo que se le denomina Corredor el cual es el espacio por donde circularan los vehículos.

Figura 8. **Alineamiento horizontal de proyecto (línea roja)**



Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.1.5.2. Diseño de localización

Se refiere a la selección de las áreas en dónde se localizarán los elementos geométricos, por motivos de la existencia de una vía sin ningún tipo de geometría, fue necesario definir los elementos de la carretera que se debieron acondicionar al trazo existente, por lo tanto, la nueva localización de la carretera toma como punto de partida el trazo original con objeto de minimizar el movimiento de tierras que se hubiera dado al hacer la selección de una ruta nueva.

Para desarrollar este proyecto fue necesario adecuar la geometría horizontal y vertical para cumplir con las condiciones mínimas de operabilidad para una carretera con sección tipo G correspondientes a caminos rurales.

Fue necesario estudiar detenidamente la topografía, así como la generación dinámica de secciones transversales para determinar apropiadamente la ubicación del nuevo proyecto vial.

2.1.5.3. Curvas horizontales

La curva es un arco de circunferencia que se utiliza para unir dos tangentes de una vía, es decir, cuando se va a cambiar de dirección, la cual proporciona la circulación de los vehículos.

Una vez escogida la curva, se calculan sus elementos, entre los que se encuentran la subtangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (Δ), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (Om), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (PI).

2.1.5.4. Grado de curvatura

El alineamiento horizontal debe componerse por rectas y curvas horizontales; la característica de las rectas es la “longitud y dirección”; y los cambios de dirección en las rectas se suavizan con las curvas horizontales, y sus características son su curvatura y su longitud.

El grado de curvatura es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular. De otra manera, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros y se representa con la letra G .

$$G = \frac{1145.9156}{R}$$

R

Radio de curvatura:

Es el radio de la curva circular; está simbolizado con R y se obtiene de la expresión mencionada previamente

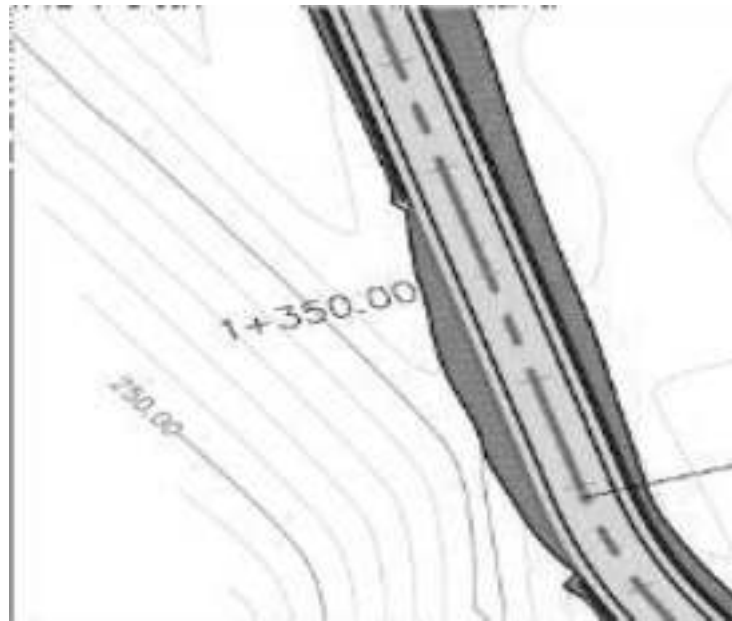
$$R = \frac{1145.9156}{G}$$

G

Los radios mínimos que se usan en las diferentes carreteras están en función de la velocidad de diseño y del peralte.

Para este diseño se calcularon las curvas circulares (radios de curvaturas constantes). Las distancias horizontales se enuncian como progresivas o kilometrajes y son medidas a partir de un origen convenientemente seleccionado, que generalmente es el inicio del tramo de proyecto. Se deben anotar como cualquier número, sustituyendo el punto que normalmente separa los miles de las centenas por un signo +. Por ejemplo 1+350.00 expresa que ese punto está a 1,350.00 metros del origen.

Figura 9. **Estacionamiento expresado en progresivas**

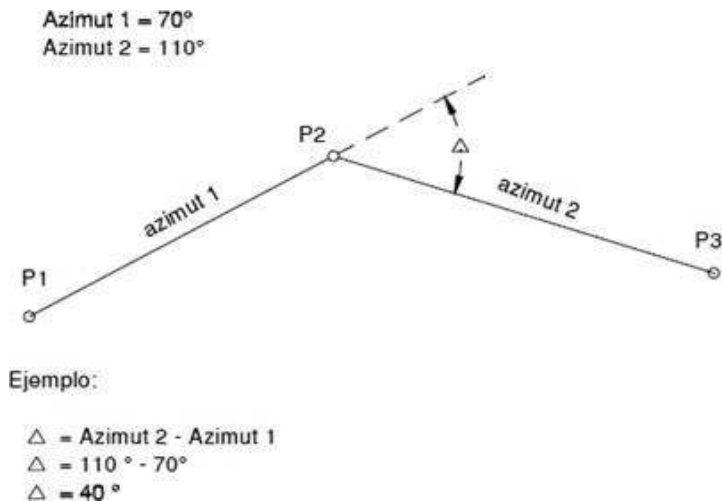


Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.1.5.4.1. Cálculo de delta (Δ):

Entre dos azimuts existe una diferencia angular o un delta, la forma de calcular es restando el azimut 2 del azimut 1. El Δ sirve para escoger el tipo de curva que se utilizará, mientras más grande es el Δ se utiliza un grado de curvatura mayor.

Figura 10. **Delta de un alineamiento horizontal**



Fuente: Hernández, H. (2007). *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tucurú, Departamento de Alta Verapaz.*

2.1.5.4.2. Longitud de curva

La curva circular horizontal, es el arco de circunferencia del alineamiento horizontal que junta dos tangentes, luego de determinar o calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimuts, se calculan las partes de la curva que servirán para el trazo de la carretera.

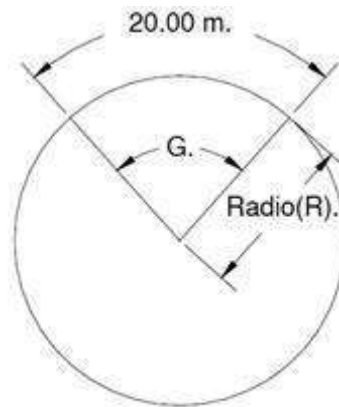
La longitud de curva es la distancia del PC hasta el PT, medida a lo largo de la curva:

$$L_c = 20 * \Delta$$

G

La formulación para las ecuaciones para obtener los datos de la curva horizontal está definida por el grado de una curva (G), misma que ha sido descrita anteriormente. A partir de esta definición se obtienen las ecuaciones de los diferentes elementos de una curva circular, como se muestra en la gráfica siguiente:

Figura 11. **Grado de una curva horizontal**



$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R} \Rightarrow R = \frac{20 * 360}{2\pi G} = \frac{1145.9156}{G} \Rightarrow G = \frac{1145.9156}{R}$$

Fuente: Hernández, H. (2007). *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tucurú, Departamento de Alta Verapaz.*

Para el cálculo de los elementos de curva, es indispensable tener las distancias entre los puntos de intersección (PI) de localización, el azimut y el grado de curvatura (G) que el diseñador escogerá de acuerdo con el Δ y la velocidad de diseño, según la tabla siguiente:

Tabla VII. Datos de grado de curvatura y velocidad de diseño, según tipo de sección

T.P.D.	Carretera	velocidad de diseño (km.)	Radio mínimo(m.)	Pendiente máxima (%)	Ancho de calzada
	Tipo "A"				2 x 7.20
3000.00	Llanas	100.00	375.00	3.00	
A	Onduladas	80.00	225.00	4.00	
5000.00	Montañas	60.00	110.00	5.00	
	Tipo "B"				7.20
1500.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
3000.00	Montañas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "C"				6.50
900.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
1500.00	Montañas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "D"				6.00
500.00	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
900.00	Montañas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "E"				5.50
100.00	Llanas	50.00	75.00	8.00	
A	Onduladas	40.00	47.00	9.00	
500.00	Montañas	30.00	30.00	10.00	
	Tipo "F"				5.50
10.00	Llanas	40.00	47.00	10.00	
A	Onduladas	30.00	30.00	12.00	
100.00	Montañas	20.00	18.00	14.00	

Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala (2018). *Curvatura y velocidad de diseño.*

Tabla VIII. Especificaciones para caminos de penetración, sección típica

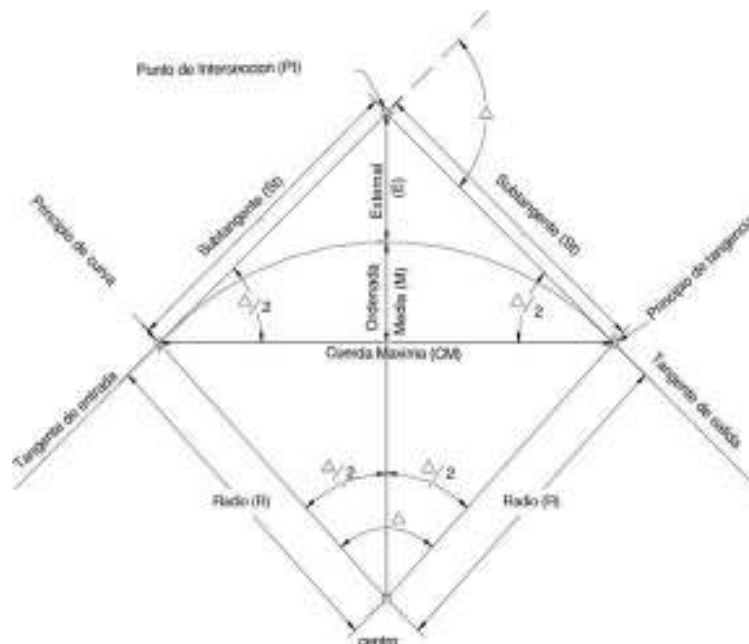
G

VELOCIDAD	30			40			50		
	Q ₁₀	RADIO	A	Q ₁₀	RADIO	A	Q ₁₀	RADIO	A
1'	1,148.92	8M17	0°51'	8M	23	1:09	8M	28	1°24'
2'	572.98	8M17	1°42'	8M	23	2°15'	8M	35	2°48'
3'	381.97	8M17	2°33'	8M	23	3°27'	8M	38	4°12'
4'	286.48	1.417	3°24'	2.5	23	4°38'	3.8	38	5°36'
5'	228.18	1.717	4°15'	3.1	23	5°45'	4.8	38	7°00'
6'	190.99	2.117	5°06'	3.7	23	6°54'	5.8	32	8°36'
7'	163.70	2.417	5°57'	4.3	24	8°24'	6.8	37	12°57'
8'	143.24	2.817	6°48'	4.9	25	10°00'	7.4	41	16°24'
9'	127.32	3.117	7°39'	5.5	28	12°36'	8.1	45	20°15'
10'	114.59	3.517	8°30'	6.1	31	15°30'	8.7	49	24°30'
11'	104.17	3.917	9°21'	6.6	33	18°09'	9.1	51	28°00'
12'	95.49	4.319	11°24'	7.1	36	21°36'	9.5	53	31°48'
13'	88.18	4.820	13°00'	7.6	38	24°42'	9.8	55	35°48'
14'	81.88	4.822	15°24'	8	40	28°00'	9.9	58	39°12'
15'	76.39	5.323	17°15'	8.4	42	31°30'	10	58	42°00'
16'	71.62	5.825	20°00'	8.7	44	35°12'			
17'	67.41	5.826	22°06'	9	46	38°15'			
18'	63.66	6.327	24°18'	9.3	47	42°15'			
19'	60.31	6.429	27°33'	9.5	48	45°36'			
20'	57.30	6.730	30°00'	9.7	48	48°00'			
21'	54.57	7	33°36'	9.8	49	51°27'			
22'	52.09	7.331	36°12'	9.9	50	55°00'			
23'	49.82	7.634	39°06'	10	50	57°30'			
24'	47.75	7.835	42°00'	10	50	60°00'			
25'	45.84	7.836	45°00'						
26'	44.07	8.137	48°06'						
27'	42.44	8.337	48°57'						
28'	40.93	8.538	53°12'						
29'	39.51	8.739	56°33'						
30'	38.20	8.940	60°00'						
31'	36.97	9	63°33'						
32'	35.81	9.241	66°36'						
33'	34.73	9.342	69°15'						
34'	33.70	9.443	71°24'						
35'	32.74	9.543	75°15'						
36'	31.83	9.643	77°24'						
37'	30.97	9.744	81°24'						
38'	30.16	9.844	85°36'						

Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala (2007). *Especificaciones para caminos de penetración típica G.*

Cuando se selecciona la curva, se determinan sus elementos, la subtangente (St), el largo de curva (Lc), el radio (R), el principio de curva (PC), el delta (Δ), la cuerda máxima (CM), la ordenada media (Om), el external (E), el centro de la curva, y el punto de intersección (PI), a continuación, se muestra la siguiente gráfica:

Figura 12. **Elementos de una curva horizontal**



Fuente: Dirección General de Caminos de Guatemala (2007.) *Elementos de curva horizontal*.

2.1.5.4.3. 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.

$$St = R * \tan (\Delta/2)$$

2.1.5.4.4. Curva de transición

Cuando un vehículo pasa por un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se refiere al cambio de dirección como a la sobre elevación. Para lograrlo se usan estas curvas de transición y su definición será la curva que une una tangente con una curva circular simple, teniendo como característica la variación continúa en el valor del radio de curvatura a través de su longitud, desde el infinito en la tangente al correspondiente en la curva circular. Como en este proyecto las curvas circulares no se encuentran peraltadas, entonces no se hace necesario el uso de las curvas de transición.

2.1.5.4.5. Cuerda máxima (Cm)

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

$$Cm = 2 * R * \text{sen} (\Delta /2)$$

2.1.5.4.6. External (E)

El external (E) es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

$$E = R * [\text{sec} (\Delta /2) - 1]$$

2.1.5.4.7. Ordenada media (Om)

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

$Om = R * [1 - \cos (\Delta /2)]$ Ejemplo de curva horizontal (curva No.1):

Datos:

$$\Delta = 8^{\circ} 47' 56''$$

$$\text{Radio} = 57.30 \text{ m}$$

$$\text{P.C.} = 0+069.164$$

$$\text{P.T.} = 0+077.964$$

Grado de curvatura:

$$G = \frac{1145.9156}{R}$$

R

$$G = \frac{1145.9156}{57.30}$$

$$57.30$$

$$G = 19.99 \text{ m} \approx 20.0 \text{ m}$$

Longitud de curva:

$$Lc = \frac{20 * \Delta}{G}$$

G

$$Lc = \frac{20 * (8^{\circ} 47' 56'')}{19.99}$$

20.0

$$L_c = 8.80 \text{ m}$$

Subtangente:

$$St = R * \tan (\Delta/2) = 57.30 * \tan [(8^\circ 47' 56'') / 2]$$

$$St = 4.41 \text{ m}$$

Cuerda máxima:

$$C_m = 2 * R * \sin (\Delta / 2) = 2 * 57.30 * \sin [(8^\circ 47' 56'') / 2] \quad C_m = 8.79 \text{ m}$$

External:

$$E = R * [\sec (\Delta / 2) - 1] = 57.30 * \{\sec [(8^\circ 47' 56'') / 2] - 1\} \quad E = 0.17 \text{ m}$$

Ordenada media:

$$O_m = R * [1 - \cos (\Delta / 2)] = 57.30 * \{1 - \cos [(8^\circ 47' 56'') / 2]\} \quad O_m = 0.17 \text{ m}$$

A continuación, se presenta una tabla con las curvas horizontales y sus respectivos elementos que se utilizaron para el diseño geométrico de la carretera.

Tabla IX. **Curvas horizontales de la carretera**

Cálculo de curvas horizontales										
Curva	G	R (m)	Δ			Lc (m)	St (m)	Cm (m)	E (m)	Om (m)
			grados	min.	seg.					
1	20.00	57.30	8	47	56	8.800	4.408	8.79	0.17	0.17
2	20.00	57.30	21	0	30	21.010	10.624	20.89	0.98	0.96
3	30.00	38.20	21	16	52	14.188	7.177	14.11	0.67	0.66
4	25.00	45.84	30	7	31	24.102	12.337	23.83	1.63	1.57
5	30.00	38.20	31	7	35	20.752	10.639	20.50	1.45	1.40
6	35.00	32.74	32	25	56	18.532	9.522	18.29	1.36	1.30
7	37.99	30.16	40	42	11	21.426	11.187	20.98	2.01	1.88
8	20.00	57.30	17	59	50	17.999	9.074	17.92	0.71	0.71
9	30.00	38.20	67	34	30	45.053	25.561	42.49	7.76	6.45
10	37.99	30.16	31	26	17	16.549	8.488	16.34	1.17	1.13
11	15.00	76.39	13	51	45	18.482	9.286	18.44	0.56	0.56
12	15.00	76.39	21	28	45	28.637	14.489	28.47	1.36	1.34
13	30.00	38.20	13	33	34	9.040	4.541	9.02	0.27	0.27
14	30.00	38.20	31	14	58	20.834	10.683	20.58	1.47	1.41
15	30.00	38.20	63	56	4	42.626	23.840	40.45	6.83	5.79
16	44.99	25.47	56	30	14	25.118	13.687	24.11	3.44	3.03
17	44.99	25.47	123	4	20	54.710	46.980	44.78	27.97	13.33
18	5.73	200.00	3	49	52	13.373	6.689	13.37	0.11	0.11
19	20.00	57.30	44	57	42	44.965	23.712	43.82	4.71	4.35

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

2.1.6. Alineamiento vertical

Es la proyección del eje de la carretera sobre una superficie vertical paralela al mismo. El eje en este lineamiento se llama Rasante o Subrasante.

2.1.6.1. Diseño del alineamiento vertical

El diseño vertical se forma por medio de la rasante, formada por una serie de rectas entrelazadas por arcos verticales parabólicas, dichas rectas son tangentes. La pendiente de la rasante depende principalmente de la topografía de la zona, la seguridad, visibilidad, velocidad de diseño del proyecto, paso de vehículos pesados en pendientes fuertes. y el rendimiento en las diferentes

pendientes de descenso que lleguen a configurar el perfil longitudinal de la carretera.

2.1.6.2. Diseño de subrasante

Subrasante es la capa que soporta la estructura del pavimento con una profundidad la cual se verá afectada por las cargas de diseño del tránsito. Existen tablas que permiten determinar la pendiente máxima según la sección típica y el tipo de terreno. Para el diseño de la subrasante se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Tener claramente definida la sección típica de la carretera
- El alineamiento horizontal del tramo
- Perfil longitudinal
- Secciones transversales
- Conocer las especificaciones que regirán el diseño
- Datos de la clase del terreno

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, el cual se considera uno de los renglones más caros al momento de ejecutar el proyecto. El diseño de la subrasante va directamente relacionado con el costo de la obra; se busca una opción económica para un correcto trazo de esta, tomando en consideración que el relleno es más caro que el corte.

2.1.6.3. Pendiente

La pendiente en una carretera se define como la relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre los dos puntos. Pendiente positiva y negativa.

Por pendiente positiva se entiende aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura con respecto al punto anterior, en otras palabras, nos dirigimos hacia arriba en un determinado tramo.

Por pendiente negativa se entiende aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, decrece la altura con respecto al punto anterior, es decir, nos dirigimos hacia abajo en un determinado tramo.

2.1.6.3.1. Pendiente máxima

Es la máxima pendiente que se permite en el proyecto, y está determinada por el volumen, el tránsito definido y por la topografía del terreno. Se utiliza para salvar ciertos obstáculos, siempre y cuando convenga desde el punto de vista económico.

Tabla X. **Pendiente máxima**

Est. (m)	Pendiente (%)
1 + 587 a 1 + 709	18.90
1 + 709 a 1 + 821	18.90
1 + 821 a 1 + 934	18.90
1 + 934 a 2 + 045	18.90
2 + 100 a 2 + 190	18.90

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.1.6.3.2. Pendiente mínima

Se establece para poder permitir el drenaje. En los cortes se recomienda el 2 % mínimo para poder garantizar un correcto funcionamiento de las cunetas;

en algunos casos, la longitud de los cortes y la precipitación podrían requerir aumentarla.

Para este proyecto se proponen carrileras de piedra en las áreas donde se ubican las pendientes máximas, para evitar la erosión en época de lluvia y mejorar la tracción de los vehículos.

2.1.6.4. Curvas verticales

Son los arcos de parábola de eje vertical, los cuales unen dos tangentes verticales consecutivas. Están definidas por la pendiente de entrada y de salida, como también por su longitud.

Al momento de diseñar las curvas verticales se debe tener muy en cuenta la longitud de estas, para evitar traslapes entre curvas, garantizando de esta manera la mejor visibilidad posible para los conductores.

2.1.6.5. Longitud mínima de curvas

La longitud mínima de las curvas verticales se calcula con la expresión siguiente:

$$L = k * A$$

Siendo:

L = longitud mínima de la curva vertical en metros

A = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %

K = parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la siguiente tabla.

Tabla XI. **Valores de K, según velocidad de diseño**

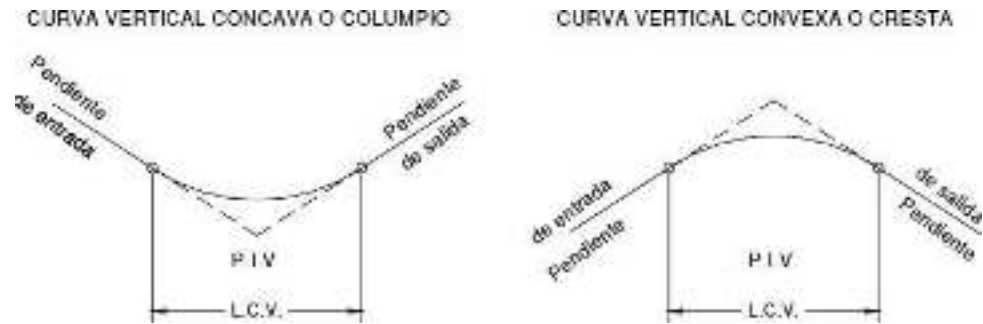
Velocidad de diseño en K.P.H.	Valores de K, según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: Paiz, B. (2017). *Guía de cálculo para carreteras*.

2.1.6.5.1. Tipos de curva vertical

- Curva cóncava: existen curvas que están en descenso, con ambas pendientes negativas, a las que se les denomina cóncavas o también conocidas como curvas en columpio.
- Curva convexa: existen curvas que están en ascenso, con ambas pendientes positivas, a las que se les denomina convexas o también conocidas como curvas en cresta.

Figura 13. Tipos de curva vertical



Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a lo indicado en la tabla anterior.

2.1.6.5.2. Correcciones

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. De acuerdo con su forma, la corrección máxima en la curva vertical es la ordenada media y puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$OM = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V.$$

800

Donde:

OM = ordenada media

P1 = pendiente de entrada P2 = pendiente de salida

L.C.V. = longitud de curva vertical

La corrección para cualquier punto en una curva vertical se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{(OM) * D^2}{[(L.C.V.) / 2]^2} \quad K = OM / [(L.C.V.) / 2]^2$$

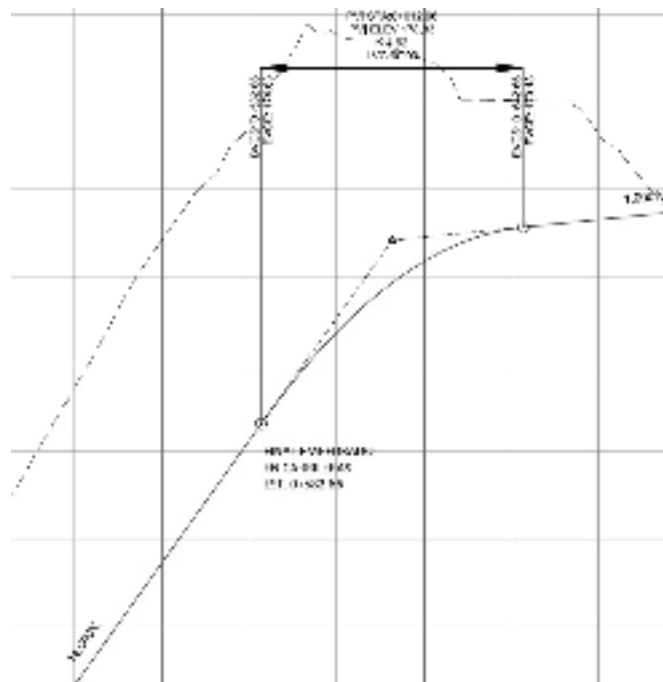
$Y = K * D^2$ Donde:

Y = corrección en cualquier punto de la curva

D = distancia del punto intermedio de la curva a la estación deseada

Ejemplo de cálculo de curva vertical número 3 y la corrección de la subrasante.

Figura 14. **Curva vertical**



Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

$K = 4.62$ según cálculo Diferencia algebraica

$$A = 14.00 - 1.00 = 13.00$$

$$L = K * A = 4.62 * 13 = 60.06$$

Se utilizará una L.C.V. = 60.00 Cálculo de la ordenada media:

$$OM = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V. = \frac{13.00 * 60.00}{800} = 0.975$$

$$800 \quad 800$$

$$K = OM / [(L.C.V.) / 2]^2 = 0.975 / [60/2]^2 \quad K = 0.001083$$

Tabla XII. **Cálculo de curvas verticales**

Cálculo de curvas verticales												
Curva	PCV	PCV E (m)	PIV STA.	PIV ELEV (m)	PTV	PTV E (m)	Pe (%)	Ps (%)	A (%)	K	L. C. V (m)	OM (m)
1	0+242.66	137.53	0+262.66	140.63	0+282.66	141.83	15.50	6.00	9.5	4.21	40	0.48
2	0+367.66	146.93	0+397.66	148.73	0+427.66	152.93	6.00	14.00	-8.0	7.50	60	-0.60
3	0+582.66	174.63	0+612.66	178.83	0+642.66	179.13	14.00	1.00	13.0	4.62	60	0.98
4	0+812.66	180.83	0+852.66	181.23	0+892.66	186.43	1.00	13.00	-12.0	6.67	80	-1.20
5	1+297.66	239.08	1+337.66	244.28	1+377.66	247.48	13.00	8.00	5.0	16.00	80	0.50
6	1+507.66	257.88	1+547.66	261.08	1+587.66	268.65	8.00	18.91	-10.9	7.33	80	-1.09

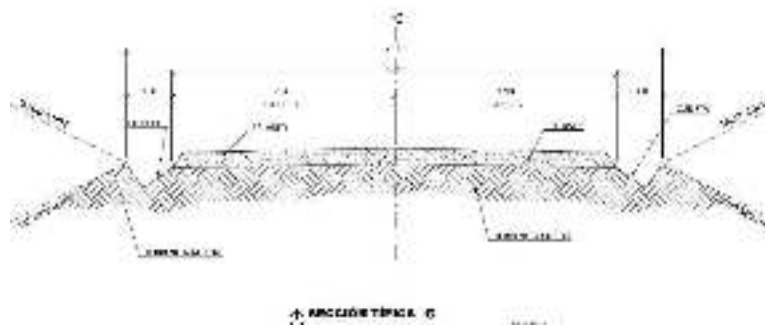
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.1.6.6. Selección de la sección típica a utilizar

De acuerdo con la topografía del lugar y a las condiciones de uso de la carretera o camino rural se determinó la sección típica G, según las especificaciones de la Dirección General de Caminos. Referirse al plano No.3 en el cual se detalla la sección típica de la carretera.

Para este proyecto, la sección típica propuesta consta de dos carriles de 2.90 metros, que será la carpeta de rodadura, cunetas en donde lo requiera el proyecto de 0.60 metros y una carpeta de rodadura de balasto de 0.15 metros de espesor. Los anchos en la sección típica permiten que dos vehículos transiten en doble sentido como se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 15. **Sección típica seleccionada del proyecto**



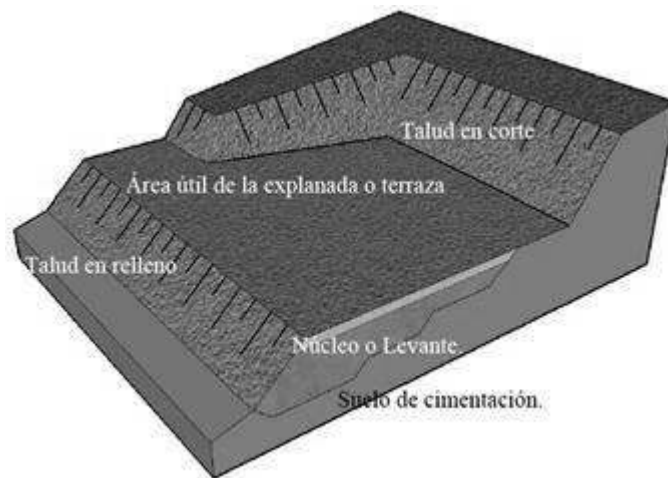
Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.1.7. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras es una de las actividades constructivas presentes frecuentemente, cuando se ejecuta una infraestructura vial.

El movimiento de tierras es un factor importante a la hora del trazo de la carretera, para variar o modificar la topografía de un área, faja o zona, con el fin de adaptarla al proyecto previamente diseñado. También es importante referirse al movimiento de tierras, como uno de los principales renglones que proporcionan una buena referencia del costo directo de la carretera, ya que, dependiendo de la experiencia del diseñador, logrará realizar un balance óptimo entre el corte y el relleno.

Figura 16. **Cortes y rellenos en una carretera**

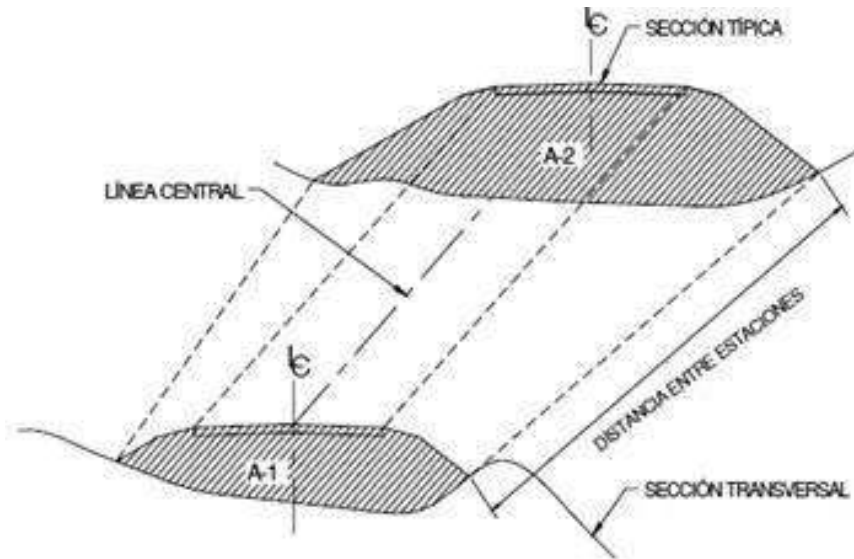


Fuente: Academia (2020). *Rellenos en carretera*. Recuperado de https://www.academia.edu/ADtulo_1._Movimiento_de_Tierra._Movimiento_de_Tierra.

2.1.7.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

El cálculo se realiza entre estaciones, a cada 20 metros por lo regular, cuando secciones que se desean obtener el volumen se encuentran en corte o relleno es viable hacerlo con el volumen de un prisma irregular que es la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las dos estaciones.

Figura 17. **Cálculo de volumen de relleno**



$$V = \frac{A1 + A2}{2} \cdot d$$

V = Volumen

A1 = Área 1

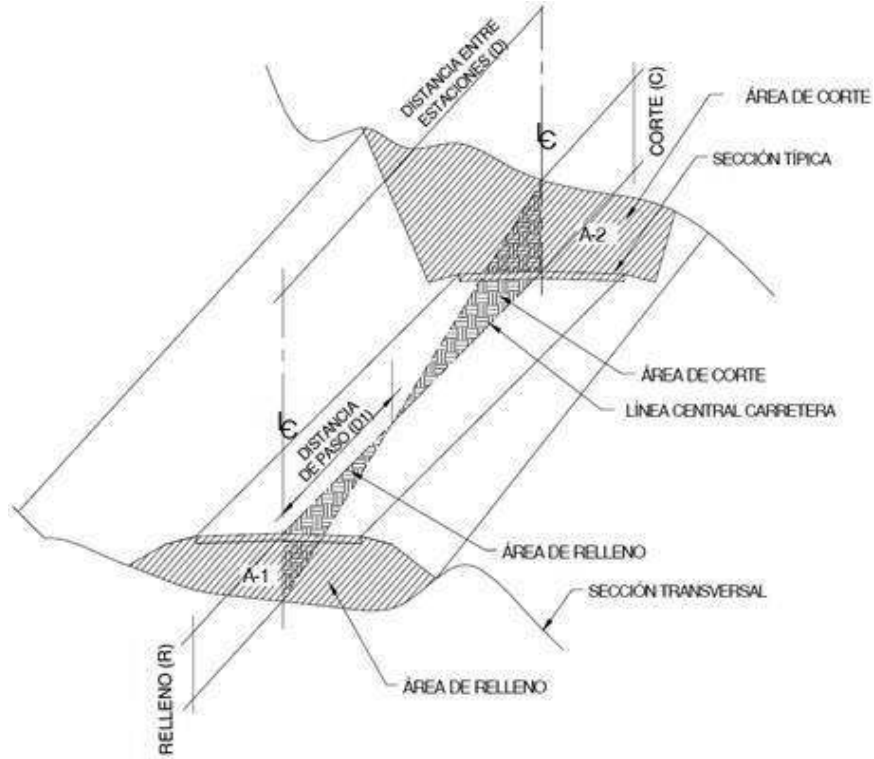
A2 = Área 2

d = distancia

Fuente: Hernández, H. (2007) *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tukurú, Departamento de Alta Verapaz.*

En la sección transversal podrán existir áreas de corte y relleno las cuales deberán calcularse las distancias de paso, que son los puntos donde el área de la sección entre estaciones cambia de corte a relleno o viceversa.

Figura 18. **Relación de triángulos con distancia entre estaciones**



Fuente: Hernández, H. (2007). *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tukurú, Departamento de Alta Verapaz.*

Para determinar la distancia de paso se efectúa una relación de triángulos con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C+R}{D} = \frac{R}{D1} \Rightarrow D1 = \frac{R \cdot D}{C+R}$$

Donde:

C = corte

R = relleno

D = distancia

D1 = distancia de paso

El cálculo de las secciones transversales se llevó a cabo mediante el software Civil 3D 2020. Los resultados de las áreas de las secciones transversales, tanto en corte como en relleno, se presentan en los planos de la carretera

2.1.7.2. Cálculo de volumen de movimiento de tierra

El cálculo para el movimiento de tierra se clasifica de dos formas:

- Métodos exactos
- Métodos aproximados

La exactitud de estos métodos de cálculo para el movimiento de tierra es generalmente la magnitud absoluta del error que es despreciable cuando se compara con grandes volúmenes de trabajo, entonces el error relativo (ΔR) en general es despreciable, no obstante, existe la clasificación anterior ajustada a las etapas de proyecto.

El cálculo de volumen de corte y relleno se llevó a cabo mediante el software Civil 3D 2020. Los resultados de los volúmenes, tanto de corte como de relleno, se presentan en los planos de la carretera, en los cuales se incluye el cuadro resumen que detalla los volúmenes tanto específicos como acumulados del tramo, referirse a plano 13

2.1.7.3. Drenajes

El tema de drenajes, en este proyecto, es importante porque al no contar con un sistema adecuado sería la principal causa de daños significativos en

carreteras y además disminuyen la resistencia de los suelos, presentando fallas en la estructura que conforma una vía de tránsito.

2.1.7.3.1. Drenajes transversales y longitudinales

Para este proyecto se considera el drenaje superficial longitudinal y transversal, que tiene por objeto captar los escurrimientos, y evitar que llegue al camino o permanezcan en él, siendo esto una causante de accidentes y de mal funcionamiento de la carretera. El drenaje se sitúa más o menos paralelo al eje del camino y es por eso denominado longitudinal.

Entre las obras de arte de drenajes se encuentran; las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Para este proyecto únicamente se trabajará con cunetas y contracunetas.

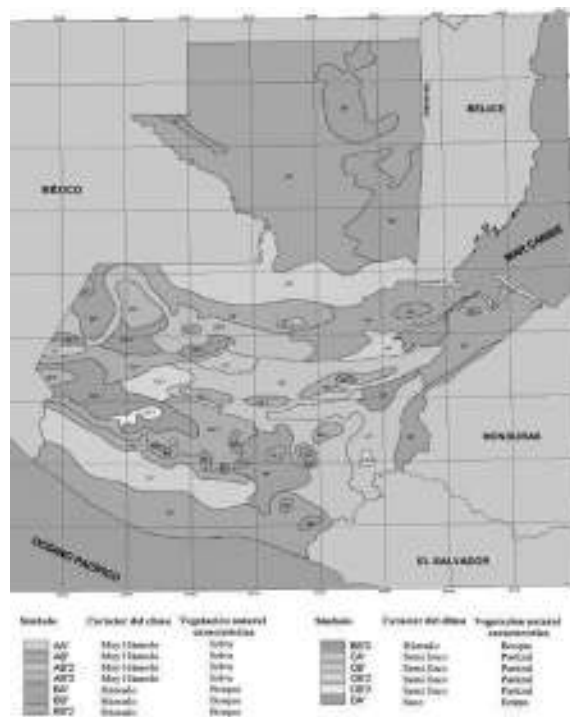
El drenaje longitudinal permite que el agua se dirija de un lado a otro del camino, liberando la carpeta de rodadura y garantizando el correcto bombeo de la sección.

También las obras de drenaje transversal se dividen en drenaje mayor y menor. El drenaje mayor tendrá obras con un claro superior de 6 m. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las del drenaje menor, alcantarillas, como en este proyecto se usarán las obras de arte de drenaje menor y alcantarillas.

- Drenaje transversal, se realizó un levantamiento de campo para considerar la tubería existente en el diseño, sin embargo, se pudo observar en campo que no existen tuberías transversales.

- Descripción del área: según Thornwhite el área del proyecto está clasificada como BA' indicando que el área tiene un clima húmedo y tiene vegetación boscosa.

Figura 19. **Calificación climática por Thornwhite, Rep. de Guatemala**



Fuente: SIG, MAGA (2000). *Clasificación Thornwhite.*

- Metodología: para obtener el caudal se utilizará el método racional, teniendo el caudal de diseño y los datos del terreno se hará el análisis hidráulico para proponer la estructura correspondiente.

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q = Caudal pico [m³ /s]

C = Coeficiente de escorrentía

i = intensidad de precipitación [mm/hr], con una duración igual a Tc A = Área de la cuenca tributaria [km²]

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

i_{Tr}, intensidad de lluvia [mm/hr], asociada a una frecuencia de ocurrencia, representada por el período de retorno (Tr).

t, duración [min], A, B, n parámetros de ajuste. Estos parámetros se obtienen mediante regresión no lineal. Los períodos de retorno analizados son: 2, 5, 10, 20, 25, 30, 50 y 100 años.

Donde:

$$t_c = \frac{3L^{1.15}}{154H^{0.38}}$$

L [m], longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria y H [m], desnivel de dicho cauce.

El tiempo de concentración del área tributaria puede estimarse mediante fórmulas, que se basan en parámetros morfométricos de las cuencas o en base a aspectos hidráulicos de las corrientes.

Una de las fórmulas utilizadas en nuestro medio es la de KIRPICH, que usa el desnivel y longitud del cauce. El coeficiente de escorrentía C, se estima con base a las características hidrogeológicas de las cuencas. En la literatura

especializada de hidrología se publican tablas con valores de C en función, generalmente, de tres aspectos que se consideran determinantes en la generación de escorrentía como consecuencia de tormentas de lluvias: La cobertura, el tipo de suelo y las pendientes del terreno.

Tabla XIII. **Valores indicativos del coeficiente de escorrentía I**

Uso del suelo	Pendiente del terreno	Capacidad de infiltración del suelo		
		Alto (suelos arenosos)	Medio (suelos francos)	Bajo (suelos arcillosos)
Tierra agrícola	< 5 %	0.30	0.50	0.60
	5 – 10 %	0.40	0.60	0.70
	10 – 30 %	0.50	0.70	0.80
Potreros	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.15	0.35	0.55
	10 – 30 %	0.20	0.40	0.60
Bosques	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.25	0.35	0.50
	10 – 30 %	0.30	0.50	0.60

Fuente: National Engineering Handbook. (1972). *Sec. 4: Hydrology, USDA.*

Tabla XIV. Cálculo de curvas verticales II

CAUDAL DE DISEÑO (TABLA)											
Caudal No. (m³/s)	Estación superior	Estación inferior	Longitud (m)	Diámetro (m)	Velocidad (m/s)	Tiempo de tránsito (s)	Proveer de flujo	Velocidad de flujo (m/s)	Caudal de diseño (m³/s)	Velocidad de flujo (m/s)	Observaciones
1-001											Iniciar proyecto
2	1-001	1-002	10.00	0.11	1.00	1.00	10.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
3	1-001	1-003	20.00	0.11	1.00	2.00	20.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
4	1-001	1-004	30.00	0.11	1.00	3.00	30.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
5	1-001	1-005	40.00	0.11	1.00	4.00	40.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
6	1-001	1-006	50.00	0.11	1.00	5.00	50.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
7	1-001	1-007	60.00	0.11	1.00	6.00	60.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
8	1-001	1-008	70.00	0.11	1.00	7.00	70.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
9	1-001	1-009	80.00	0.11	1.00	8.00	80.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
10	1-001	1-010	90.00	0.11	1.00	9.00	90.00	1.00	1.00	1.00	Si se construye Tablero de Cauce
11	1-001	1-011	100.00	0.11	1.00	10.00	100.00	1.00	1.00	1.00	Final Proyecto

Se utilizarán los datos de la tabla por el método de la velocidad de flujo

COMI					
1	2	3	4	5	6
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: National Engineering Handbook. (1972). Sec. 4: Hydrology, USDA.

2.1.7.4. Evaluación hidráulica

Para evaluar cada uno de los caudales de diseño, se toma en cuenta que la tubería o estructura es de concreto, si es de otro material, probablemente sería afectado por los químicos que se podrían utilizar en áreas de cultivo.

El coeficiente de rugosidad de Manning será de: 0.015, se utilizará el programa Hcanales para el análisis de estructuras pequeñas como tuberías y bóvedas.

Figura 20. **Cuenca 1, Caudal: 1.11 m³/s**



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

Se puede observar que el tirante es de 0.55 m, cumpliendo la tubería de 36" de concreto con evacuar el caudal de diseño.

Figura 21. **Cuenca 2, Caudal: 1.28 m³/s**



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

La tubería de 36" de concreto, cumple con evacuar el caudal de diseño.

Figura 22. Cuenca 3 Caudal: 1.65 m³/s



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

Se observa que también con este caudal de diseño cumple la tubería de 36" de concreto.

Figura 23. Cuenca.4, Caudal: 2.00 m³/s



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

En este caso se modificó la pendiente a 1.5 % para que se pueda continuar utilizando la tubería de 36" de concreto.

Figura 24. **Cuenca 5, Caudal: 1.65 m³/s**



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

Se observa que también con este caudal de diseño cumple la tubería de 36" de concreto.

Figura 25. **Cuenca 6, Caudal: 2.00 m³/s**



Fuente: elaboración propia, realizado con Recortes.

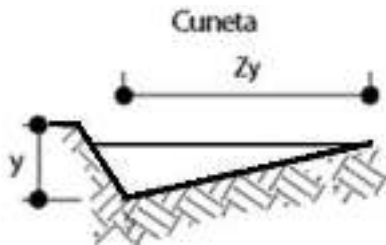
En este caso se modificó la pendiente a 1.5 % para que se pueda continuar utilizando la tubería de 36" de concreto.

Cada drenaje transversal tendrá incorporado una caja colectora, un muro cabezal y un desfogue de concreto ciclópeo. Referirse a los detalles de drenajes, especificados en los planos de la carretera.

2.1.7.5. Cunetas

Tomando en cuenta que el proyecto es nuevo, se considera un caudal aproximado del área que ocupará la sección típica. Se sugiere utilizar cunetas tipo triangular.

$$Q = 0.375(z/n)l_o^{1/2}y^{8/3}$$



Donde:

$$Z = x/y$$

X= ancho de cuneta

N= coeficiente de Manning

Lo= pendiente longitudinal de la cuneta

Y= profundidad efectiva de la cuneta

Q= caudal por conducir a través de la cuneta.

Tabla XV. **Ancho de cunetas y profundidad**

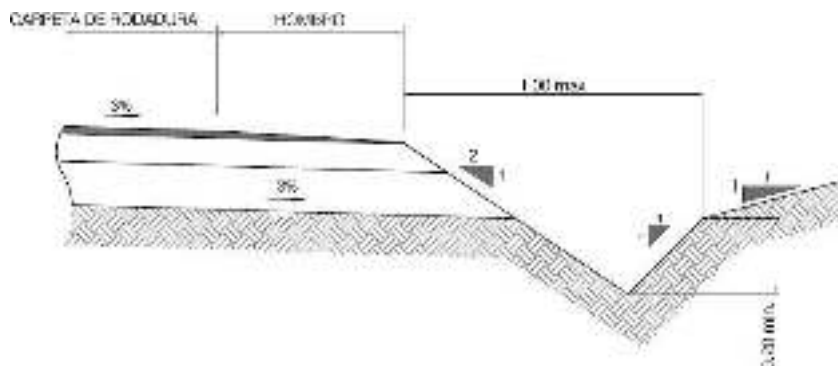
ANCHO X	PROFUNDIDAD Y	PENDIENTE Lo	RUGOSIDAD N	CAUDAL Q
0.9	0.2	0.01	0.015	0.15

Fuente: elaboración propia realizado con Microsoft Word.

Se sugiere usar cunetas con un ancho de 0.9 metros, profundidad efectiva de 0.2 metros y la pendiente mínima aceptable no debe ser menor al 1 %. Se colocarán cunetas revestidas en las áreas dónde se presenten pendientes mayores al 13 %; el espesor de la cuneta revestida debe ser entre 7.0 centímetros de concreto. Referirse a los planos de la carretera para mayores detalles de la cuneta.

Las cunetas serán revestidas en las áreas donde exista pendiente mayor al 1 %, para proteger la superficie y evitar la erosión.

Figura 26. **Cuneta**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCAD.

2.1.8. Planos y detalles

Los planos son representaciones gráficas, un objeto real y documentos utilizados del proyecto, por lo que deben ser completos, suficientes y concisos e incluir la información necesaria para concretar o ejecutar la obra objeto del proyecto en la forma más concreta posible con información real. Los planos correspondientes al proyecto de diseño de carretera se detallan en el apéndice1, planos de camino rural y son los siguientes:

- Hoja título
- Planta perfil general
- Sección típica
- Detalles de drenaje, subdrenaje, protección de taludes y cunetas
- Detalles de drenajes, método de colocación de tuberías
- Planta – perfil Est. 0+000 a Est. 0+700
- Planta – perfil Est. 0+700 a Est. 1+400
- Planta – perfil Est. 1+400 a Est. 2+100
- Planta – perfil Est. 2+100 a Est. 2+190.54
- Secciones transversales Est. 0+000 a Est. 0+820
- Secciones transversales Est. 0+840 a Est. 1+520
- Secciones transversales Est. 1+540 a Est. 2+190.54
- Volúmenes de movimiento de tierra

2.1.9. Presupuesto

Cuando se elabora el presupuesto se consideran los precios unitarios de material, maquinaria y equipo, que se cotizan en la región donde se ubica el proyecto, de igual forma la mano de obra calificada y no calificada según su rendimiento, así como los volúmenes de trabajo de los renglones.

Tabla XVI. Resumen de presupuesto de carretera

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL						
UBICACIÓN: ALDEA CHELAC Y CASERÍO CHIAJAM						
MUNICIPIO: SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ						
LONGITUD:		2+190.54 Km.				
ANCHO DE BRECHA:		7.00 Mts.				
ANCHO DE RODADURA:		5.80 Mts.				
ESPESOR CAPA DE BALASTO:		0.15 Mts.				
DISTANCIA DEL PROYECTO AL BANCO DE MAT.		5.00 Km.				
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO PARCIAL	MONTO TOTAL
1	PREELIMINARES Y TOPOGRAFÍA					
1.1	Preeliminaries	15,334.00	m ²	Q. 2.60	Q. 39,868.40	Q. 58,524.05
1.2	Topografía	2.19	km	Q. 8,516.47	Q. 18,655.65	
2	MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.1	Excavación no clasificada de desperdicio	69,038.72	m ³	Q. 24.42	Q. 1,685,677.50	Q. 34,200.72
2.2	Excavación no clasificada de préstamo	4,335.26	m ³	Q. 41.90	Q. 181,657.72	
2.3	Excavación estructural de alcantarilla	1,307.52	m ³	Q. 25.37	Q. 33,169.50	
2.4	Relleno estructural de alcantarilla	976.28	m ³	Q. 34.51	Q. 33,696.00	
3	CONFORMACIÓN DE SUB-RASANTE					
3.1	Escarificación, conformación y compactación de sub-rasante	12,705.11	m ²	Q. 3.70	Q. 47,034.00	Q. 47,034.00
4	DRENAJES					
4.1	Transversales Ø 36"	90.80	ml	Q. 1,697.02	Q. 154,089.00	Q. 27,096.90
4.2	Cabezal de salida y caja colectora	12.00	u	Q. 7,441.93	Q. 89,303.18	
4.3	Cuneta natural	4,380.00	ml	Q. 4.49	Q. 19,656.00	
4.4	Cunetas revestidas	240.00	ml	Q. 266.87	Q. 64,048.73	
5	CARPETA DE RODADURA					
5.1	Corte y carga de material balasto	2,542.00	m ³	Q. 82.69	Q. 210,185.82	Q. 13,520.02
5.2	Colocación de material balasto	2,542.00	m ²	Q. 32.10	Q. 81,607.50	
5.3	Carrileras de empedrado	240.13	m ³	Q. 923.36	Q. 221,726.70	
6	TRASLADO DE MAQUINARIA					
6.1	Traslado de maquinaria	7.00	u	Q. 4,735.71	Q. 33,150.00	Q. 33,150.00
7	ASPECTOS AMBIENTALES					
7.1	Medidas de mitigación ambiental	1.00	global	Q. 195,000.00	Q. 195,000.00	Q. 195,000.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q. 3,108,525.69	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

2.1.9.1. Integración de precio unitario

El costo total se basa en el precio de materiales, mano de obra calificada y no calificada, maquinaria, equipo y transporte, así como la estimación de gastos administrativos, imprevistos y utilidades, obteniendo el porcentaje de indirecto.

Tabla XVII. Factores para integración de costo unitario

Factor	Valor
Factor de mano de obra indirecta	0.35
Factor de prestaciones	0.67
Factor de imprevistos	0.10
Factor de administración	0.05
Factor de utilidad	0.10

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XVIII. Cronograma de ejecución

Tiempo		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
No.	Actividad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Preliminares y topografía																
1.1	Limpia, chapeo y destronque																
1.2	Trazo topográfico																
2	Movimiento de tierra																
2.1	Excavación no clasificada de desperdicio																
2.2	Excavación no clasificada de préstamo																
2.3	Excavación estructural de alcantarilla																
2.4	Relleno estructural de alcantarilla																
3	Conformación de sub-rasante																
3.1	Escarificación, conformación y compactación de sub-rasante																
4	Drenajes																
4.1	Transversales Ø 36"																
4.2	Cabezal de salida y caja colector																
4.3	Cuneta natural																
4.4	Cunetas revestidas																
5	Carpeta de rodadura																
5.1	Corte y carga de material balasto																
5.2	Colocación de material balasto																
5.3	Carrileras de empedrado																

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

2.1.10. Evaluación de impacto ambiental inicial (E.A.I)

Es un procedimiento administrativo que sirve para poder identificar y prevenir los posibles impactos relacionados al ambiente, derivado de la ejecución de un proyecto. Se debe someter para aprobación ante las autoridades correspondientes para que puedan dar una resolución.

Por lo general, en este tipo de evaluaciones, no se cuenta con información previa para poder llevar a cabo un estudio de impacto ambiental, por lo que requiere ser diseñado y se deben analizar adecuadamente los aspectos más determinantes para poder obtener los impactos ambientales, de acuerdo con el entorno analizado. Se analizan los aspectos positivos (beneficios) y los aspectos negativos (riesgos y consecuencias) que se obtendrían de la interacción del ser humano en el área de influencia.

Se deben hacer dos tipos de análisis: el primero es analizar el entorno previamente a la implementación de la actividad, y el segundo análisis que correspondería al ser implementada la actividad. Se hace una evaluación de los impactos sobre los recursos naturales cómo también sobre la población, y también se evalúan los riesgos que podrían generarse.

La entidad competente es El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el cual proporciona un listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades. El listado está clasificado en sectores; en este caso particular se clasifica en el sector 10 (infraestructura, construcción y vivienda; subsector A). Se describe a continuación la actividad correspondiente a este proyecto.

Tabla XIX. **Listado taxativo**

ACTIVIDAD ECONÓMICA (CIU)	DESCRIPCIÓN	FACTOR DE IMPACTO	UNIDAD DE MEDIDA	CIU-4	Categoría C		Categoría C con PGA		Categoría B2		Categoría B1		Categoría A	
					Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Construcción de carreteras y líneas de ferrocarril.	Carreteras y autopistas, en lugares sin brecha.	Longitud	kilómetros lineales	4210					<=15	>15				

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de MARN. *Listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades.*

De acuerdo con el listado taxativo proporcionado por el MARN, el proyecto propuesto de la carretera está en la clasificación de moderado a bajo impacto ambiental potencial, es decir, es ambientalmente factible.

2.2. **Diseño de terminal de buses de la cabecera municipal**

El proyecto consiste en el diseño y planificación de la nueva terminal de buses en San Pedro Carchá, Alta Verapaz. La nueva terminal de buses prestará su servicio a 52 buses, con capacidad de 20 a 30 personas por viaje, cubriendo las rutas del ala norte del departamento, siendo estas; rutas largas con un aproximado de 8 comunidades beneficiadas y rutas cortas que serían un aproximado de cinco comunidades.

2.2.1. **Descripción general del proyecto**

Ubicada en el municipio de Carchá Alta Verapaz, la terminal de buses responde a las necesidades de la población de contar con un espacio para ubicar a los buses que salen de la parte norte del municipio hacia los municipios de Cobán, Lanquín y Cahabón Alta Verapaz.

El proyecto consiste en el diseño y planificación de la nueva terminal de buses en San Pedro Carchá, Alta Verapaz. La nueva terminal de buses prestará su servicio a 52 buses, con capacidad de 20 a 30 personas por viaje, cubriendo las rutas del ala norte del departamento, siendo estas; rutas largas con un aproximado de 8 comunidades beneficiadas y rutas cortas que serían un aproximado de cinco comunidades.

La terminal tiene como objetivo primordial prestar un mejor servicio, como a su vez tener un mejor control de lo que transita, para así generar calidad en la atención y en los servicios que presta.

A la fecha, se cuenta con un terreno donde funciona, de manera informal, la terminal que cubre las rutas de ala norte del departamento, la terminal cuenta con un control de acceso a través de un portón de ingreso, pero por dentro cada bus se estaciona de manera desordenada, ya que no cuenta con un diseño de estacionamiento ordenado.

El proyecto propone mejorar estos aspectos como también generar nuevos ambientes, para garantizar el funcionamiento de la terminal con las necesidades que van aumentando. Como resultado un diseño que armonice con el usuario y sus necesidades básicas.

2.2.2. Diseño arquitectónico

Para poder entender el proyecto, es importante considerar un diseño arquitectónico, ya que es el medio por el cual se pueden analizar las necesidades de habitar los espacios, como también es la herramienta con que se aborda la solución funcional y formal del proyecto. Un diseño arquitectónico consiste en un

proceso de toma de decisiones, basadas en las necesidades inmediatas en relación con el espacio disponible, para crear y modificar ambientes.

El diseño arquitectónico para el proyecto de la nueva terminal de San Pedro Carchá contempla al usuario como primordial eje de decisiones ya que todos los espacios son completamente accesibles, como también los ambientes se conectan y relacionan entre sí de modo de agrupar en manera general al peatón con el vehículo.

2.2.2.1. Requerimiento de áreas

La cantidad de personas a servir, basados en las estadísticas proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística INE, el cual especifica que en el área urbana de Carchá, Alta Verapaz, existe una población a servir de 7 000 personas, las cuales se encuentran en edad económicamente activa, y que viven en la zona urbana, de esta población a servir, se prevé que el 80 % de las rutas a cubrir, sea hacia el municipio de Cobán que está ubicado a 7 kilómetros, el 20 % de las rutas restantes, irán hacia los municipios de Lanquín y Cahabón, Alta Verapaz, estas rutas se encuentran todas a una longitud superior a 50 km y 100 km respectivamente.

El estado actual de las carreteras y el tipo de comercio de estas rutas, es un factor fundamental al momento de prever el diseño de este tipo de obra; la carretera RN-5 es la ruta que conecta los municipios de Cobán y Carchá, esta ruta está en buen estado, pavimentada con superficie de asfalto y un trazo geométrico adecuado y seguro, el tránsito por este tramo de ruta es liviano y con intensidad moderada; el comercio y las relaciones familiares motivan el tráfico entre estos dos municipios, pues estas dos ciudades están en constante crecimiento y eventualmente se unirán.

Las rutas hacia los municipios de Lanquín y Cahabón, se encuentra gran parte del comercio y el turismo, pues en los municipios de Lanquín y Cahabón están ubicados los parques de reservas naturales Grutas de Lanquín y Semuc Champey.

Figura 27. **Proyección de población Alta Verapaz, por municipio**

MUNICIPIO	AÑOS				
	2018	2020	2022	2024	2026
Total Departamento	953,203	983,479	1,014,419	1,046,185	1,078,942
Cobán	185,374	192,622	200,064	207,797	215,790
Santa Cruz Verapaz	26,758	28,238	29,799	31,420	33,138
San Cristóbal Verapaz	51,802	53,273	54,704	56,163	57,657
Tactic	20,694	20,588	21,438	22,334	23,255
Tamahú	18,123	18,727	19,347	19,987	20,650
Tayasú	34,683	35,741	36,818	37,921	39,055
Patzún	52,189	53,356	54,552	55,784	56,999
Bonahé	81,992	82,999	83,100	84,105	85,123
San Pedro Carchá	183,112	189,052	195,119	201,343	207,755
San Juan Chamelco	48,023	49,567	51,143	52,750	54,423
Lanquín	20,401	21,058	21,730	22,419	23,128
Cahabón	51,262	52,634	54,024	55,441	56,881
Chucuc	84,607	87,189	90,324	93,511	96,279
Chahal	21,272	22,043	22,835	23,650	24,493
Fray Bartolomé De Las Casas	54,123	55,735	57,376	59,054	60,777
Santa Catalina La Tinta	32,648	33,588	34,543	35,518	36,519
Ratzún			29,892	30,786	31,709

Fuente. Instituto Nacional de Estadística. (2018). *Específica para el departamento de Alta Verapaz.*

Basados en el espacio requerido para ubicar la cantidad de buses necesarios para la población a servir, se hace este estudio teniendo como base un predio municipal, que actualmente cumple las funciones de terminal de buses, pero sin un diseño específico que otorgue seguridad necesaria como una adecuada comodidad a los usuarios del transporte público extraurbano. El terreno está ubicado en la parte interna de un meandro del río Cahabón donde el tirante estimado es de 2 a 4 metros, a una distancia segura de la orilla de crecida máxima reportada.

Figura 28. **Ubicación terminal improvisada, Carchá Alta Verapaz**



Fuente: elaboración propia, realizado con Google Maps.

El terreno municipal en cuestión tiene una medida de 60 metros de longitud y 45 metros de ancho efectivo, un área útil de 2 500 m² en donde se ubica una plataforma plana, que es donde se encuentra emplazada la improvisada terminal de buses en cuestión. Esta terminal no es la terminal principal, sino únicamente una terminal auxiliar que aliviará el tráfico dentro del casco urbano del municipio.

El proyecto se divide en cuatro grupos constructivos: Administración, guardianía, garita y servicios sanitarios.

- Administración: la administración estará compuesta de: área de espera, recepción (la cual funcionará como venta de boletos y recepción de papelería), oficina de Administrador, oficina de contador, comedor (funcionará como sala de reuniones) y servicio sanitario, con un total de 59.76 m² de construcción.

- Guardianía: la guardianía está compuesta de dormitorio para el agente de turno como su respectivo baño. La Guardianía tiene un total de 11.34 m² de construcción.
- Garita: la garita está compuesta de una oficina de control desde la cual se chequea los egresos e ingresos de vehículos y personas. La Garita tiene un total de 7.13 m².
- Servicios sanitarios: los servicios sanitarios, los cuales se dividen en hombres y mujeres, también cuentan con un área de cobro, para generar una tarifa que sirva para el mantenimiento y la limpieza de estos. Los sanitarios tienen un total de 48.88 m².

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de los metros cuadrados de construcción de cada área de construcción necesaria para la gestión de la terminal.

Figura 29. **Ambientes y áreas requeridas en terminal de buses de Carchá A.V.**

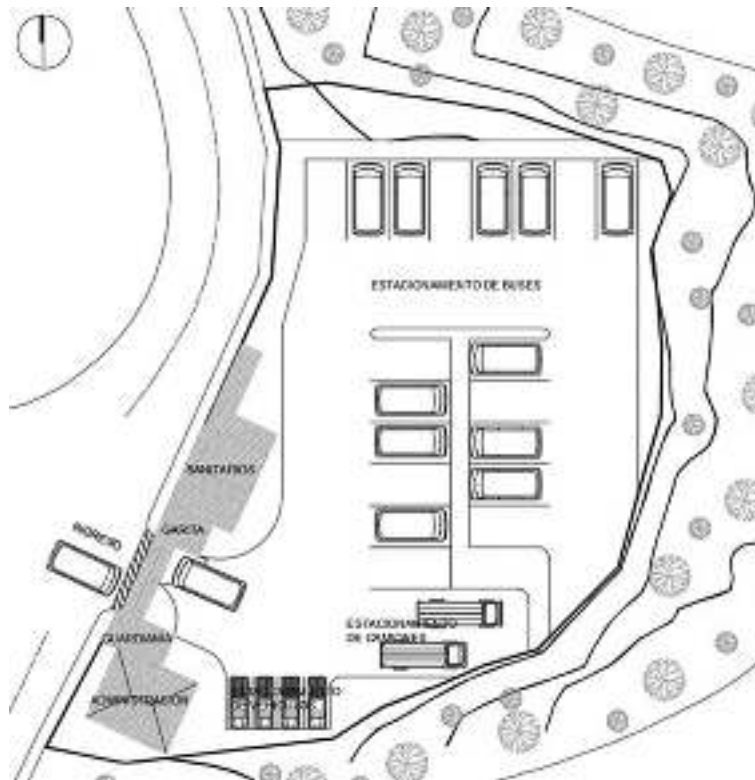
Ambiente	Área reportada
Administración	59.78 m ²
Guardiana	11.34 m ²
Garita	7.13 m ²
Sanitarios	48.88 m ²
Total	127.11 m²

Fuente: elaboración propia realizado con Microsoft Word.

2.2.2.2. Distribución de espacios

Los espacios se distribuyen con base a los requerimientos de los usuarios y al diseño arquitectónico que determine la mejor ubicación de los espacios para el adecuado flujo de transeúntes y vehículos, determinando áreas de espera y abordaje a las unidades de buses, para lo cual debe especificarse espacios de acceso y almacenamiento de tráfico de vehículos. El terreno cuenta con área total de: 2,462 m².

Figura 30. **Croquis de ubicación de ambientes**



Fuente: elaboración propia, realizado con Autodesk AutoCad 2017.

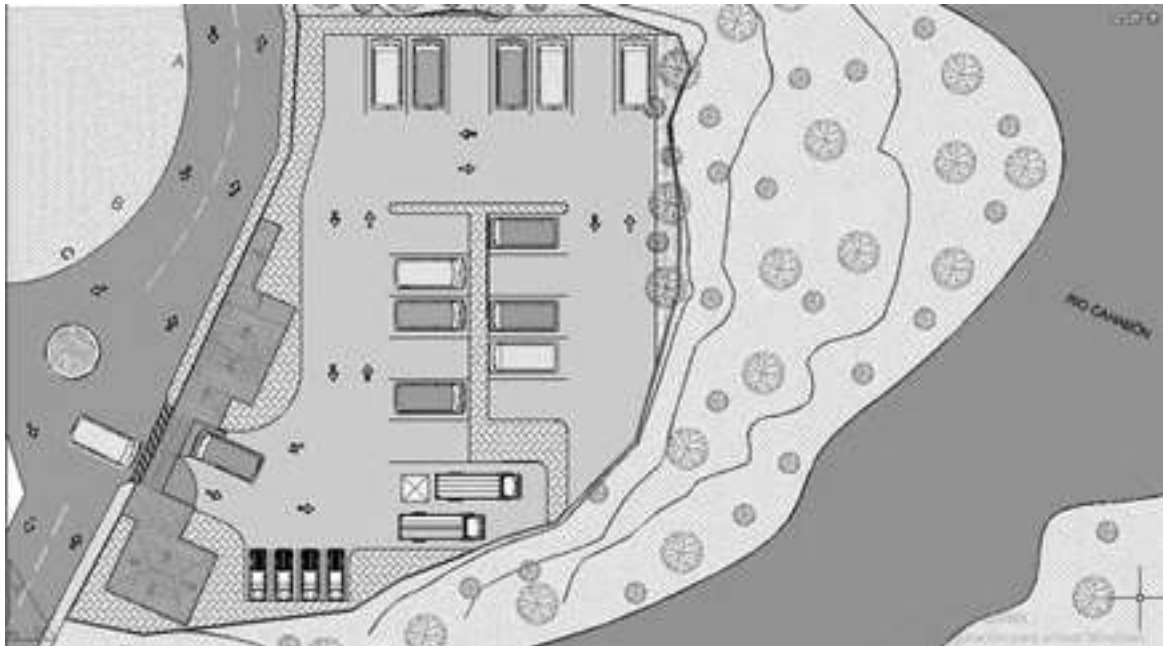
2.2.2.3. **Planta de conjunto**

La planta de conjunto permite ver la distribución final de los espacios, la referencia espacial siempre será útil con el fin de evaluar la información procedente del proceso arquitectónico, que indica los flujos y la circulación de tráfico peatonal y vehicular.

Además, la administración de esta terminal para que su funcionamiento sea como tal, contará con oficinas e instalaciones que posibiliten la mejor gestión

de pasajeros y rutas a cubrir, así como las áreas apropiadas de carga y descarga de mercadería.

Figura 31. **Planta de conjunto de terminal de buses**



Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.2.2.4. Clasificación del suelo

En la mecánica de suelos se reconocen diversos tipos suelos naturales, por lo que en el Libro de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Crespo Villalaz, 5ta. edición, Limusa 2004, describe cada uno de ellos incluyendo la característica más importante de las propiedades mecánicas de los suelos.

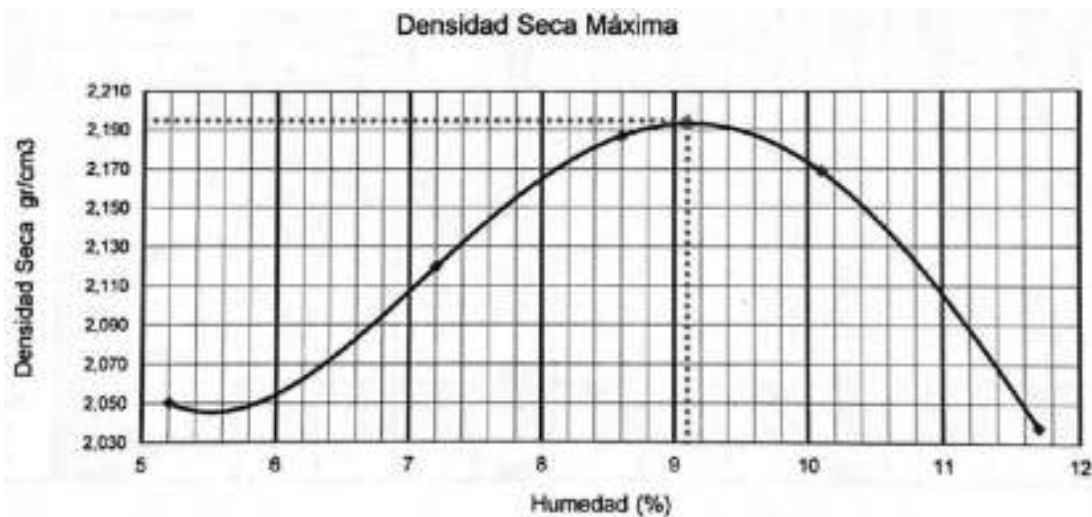
Para este caso el tipo de suelo es una arena y grava limo arcillosa color café claro, el cual corresponde a la región y se concluye que es apto para el proyecto de la terminal de buses en el casco urbano de Carchá, según se indica

en el ensayo de suelos realizado. Ver apéndice 1 de estudio de suelos de la terminal de buses.

2.2.2.5. Análisis compactación proctor

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo realizado según AASHTO T-180 (2018).

Figura 32. Gráfica densidad seca vs. porcentaje de humedad



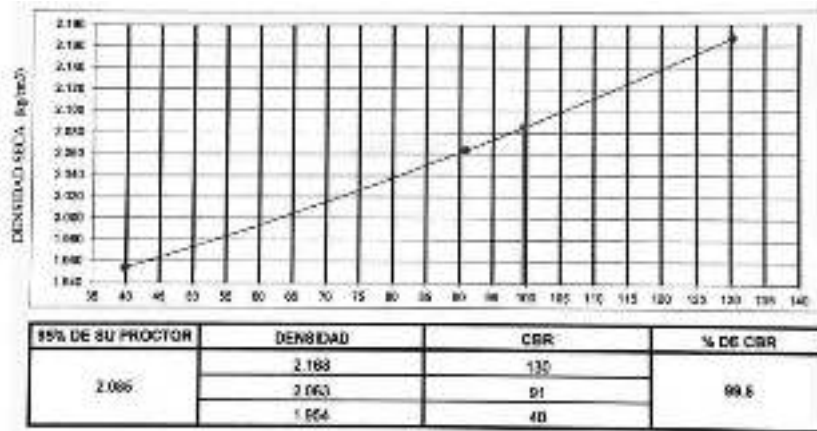
Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

De la gráfica anterior se determina que la densidad seca máxima es de 2,195 kg/m³ con una humedad óptima del 9.1 %. El informe de laboratorio se encuentra en el apéndice 1.

2.2.2.6. Relación soporte California (C.B.R.)

Con este ensayo se puede determinar la calidad del material para la base que se utilizará en este proyecto. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

Figura 33. Gráfica densidad seca vrs., porcentaje de CBR



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

De acuerdo con los resultados de laboratorio, se analiza de la gráfica que para un 95 % de su Proctor se obtiene un 99.5 % de CBR. Debido a que se tiene un CBR mayor al 50 %, su clasificación general es excelente para base.

2.2.2.7. Análisis de granulometría

Según la información del análisis de laboratorio, y de acuerdo con la clasificación AASHTO, se indica que es un suelo A-2-6 con un índice de grupo (IG) igual a cero.

Referirse al apéndice 1 de los estudios de suelos de la terminal de buses, en el cual se detalla la curva granulométrica del suelo ensayado.

2.2.2.8. Límites de Atterberg

Se conoce también como límites de plasticidad o límites de consistencia y sirve para determinar el comportamiento de los suelos finos.

Este ensayo está normado por AASHTO T89 y AASHTO T90. De acuerdo con los resultados de laboratorio se tiene lo siguiente:

- Límite líquido: 25.2
- Límite plástico: 14.1
- Índice plástico: 11.1

Referirse al apéndice 1 para ver informe de laboratorio.

2.2.2.9. Análisis de resultados

De acuerdo con los ensayos de laboratorio, se determina que el suelo a utilizar para la subrasante es una arena y grava limo arcillosa color café claro. Según clasificación AASHTO se clasifica como un A-2-6 con índice de grupo igual

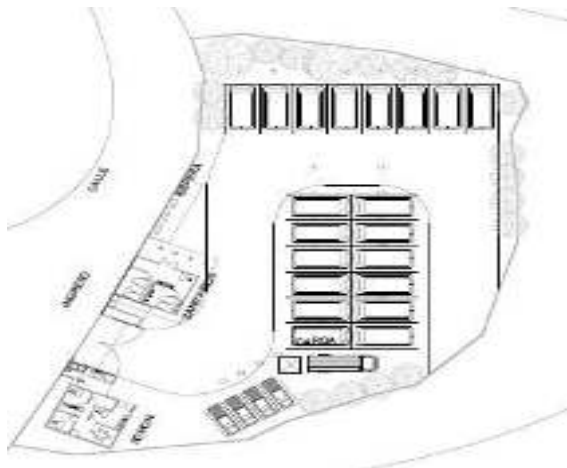
a cero. Con relación a la plasticidad del material, se tiene un índice plástico de 11.1, con lo cual se clasifica en el rango de los medianamente plásticos.

Con referencia a la compactación del material, de acuerdo con el Proctor se tiene una densidad seca máxima de $2,195 \text{ kg/m}^3$ con una humedad óptima de 9.1 %. Finalmente, el CBR es mayor al 50 %, con lo que se garantiza que el material es adecuado para la finalidad propuesta.

2.2.3. Diseño de estacionamiento

Sobre la distribución de estacionamientos se propone a partir del estudio y análisis de varios factores, internos y externos, que brindan un desarrollo funcional del área de estacionamiento, así como una correcta circulación vehicular y peatonal por planta, además como se trató en el inciso 2.2.2.2 distribución de espacios para servicios diversos y los aspectos que se tomaron, para realizar el diseño de las instalaciones, de energía y fuerza, agua potable, drenaje sanitario.

Figura 34. **Planta de distribución**



Fuente: elaboración propia, realizado con Civil 3D.

2.2.3.1. Diseño de pavimento rígido

El tipo de pavimento que se diseñará en el proyecto de terminal de buses será pavimento de concreto hidráulico o pavimento rígido, consiste básicamente en losas de concreto simple o armado, apoyadas directamente sobre una base o subbase.

Para un pavimento rígido uno de los elementos estructurales importantes es la losa de concreto, que es el elemento que soporta mayor cantidad de esfuerzos por el peso de los microbuses que circulará sobre ella.

Se consideró utilizar pavimento rígido por los materiales versátiles de utilizar, la municipalidad puede construirlo con trabajadores y vecinos, colaborando con la economía de la población.

Una de las características de los pavimentos de concreto es soportar esfuerzos abrasivos, provocado por las llantas de vehículos, también a esfuerzos directos de compresión y corte causados por las cargas de las ruedas, esfuerzos de compresión y tensión resultado de deflexión en las losas bajo la carga de las ruedas, causadas por la expansión y contracción del concreto, así como los que se originan por la combadura del pavimento por cambios de temperatura.

- Tipos de juntas: existen dos tipos de juntas para pavimentos rígidos, transversales y longitudinales, los que se clasifican como contracción, de construcción y de expansión. Sirven para controlar el agrietamiento que pueda generarse en ambos sentidos, generado por la contracción del concreto.

Para este proyecto las juntas serán diseñadas para inducir fallas en intervalos a cada 15 o 25 pies (4.57 metros y 7.62 metros), y así obtener un mejor comportamiento. Se han propuesto juntas longitudinales y juntas transversales.

- Juntas longitudinales: se colocan paralelamente al eje longitudinal del pavimento, para evitar la formación de grietas longitudinales, la profundidad de la ranura superior de esta junta no debe ser inferior de un cuarto de la altura de la losa y espesor de 3.0 mm. Son en forma mecánica o unión macho-hembra. Esta junta determina el ancho que tendrá el carril, siendo su separación máxima entre longitudes de 15 pies (4.57 m).
- Juntas transversales o de contracción: la función de estas es la de controlar las grietas causadas por la retracción del secado del concreto, se deben construir perpendicularmente al tráfico. Las juntas transversales deberán tener una ranura que tenga, por lo menos, una profundidad de un cuarto de la altura de la losa y un espesor de 3.0 mm. Se deberán de separar a una distancia no mayor de 15 pies (4,57 m), para losas de 15 centímetros de espesor espaciamiento máximo 4,5 m, y para losas de más 15 cm de espesor su espaciamiento máximo es de 7.62 m.
- Juntas de expansión: este tipo de juntas se utiliza específicamente donde se localicen estructuras fijas como: puentes, aceras, alcantarillas y otras. En este proyecto no se utilizarán porque no es diseño de carretera sino es un estacionamiento.
- Juntas de construcción: estas juntas unen carriles de pavimentos adyacentes, cuando estos fueron pavimentados en diferentes

fechas. Son de tipo trabado debido a que llevan barras de acero formando tabiques.

- Capas del pavimento: los pavimentos rígidos se conforman por capas, subrasante, subbase, y losa o superficie de rodadura.

En este proyecto, el tipo de subrasante, según resultados de laboratorio, es una arcilla color café oscuro, el material es de buena calidad y tiene una capa de balasto de 20.0 cm, por lo que se propone una base de espesor de 10.0 cm.

- Carpeta de rodadura: se le dice carpeta de rodadura a la losa superficial que soportará y distribuirá cargas en ella. A continuación, se mencionan otras funciones de la losa:
 - Debe resistir las cargas concentradas que provienen de ruedas y distribuirlo bien en el material existente debajo.
 - Servir de textura superficial poco resbaladiza, aun cuando se encuentre húmeda, salvo que está cubierta de lodo, aceite u otro material deslizante.
 - Proteger la superficie, sobre la que está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
 - Proveer la visibilidad necesaria, por el color claro que da mayor seguridad al tráfico nocturno de los vehículos, se aclara que la terminal de buses funcionara únicamente de 4:00 a.m. a 04:30 p.m.

- Resistencia al desgaste, con poca producción de partículas de polvo.

Se propone pañuelos con una pendiente 1 % en la carpeta de rodadura, el desfogue será hacia las alcantarillas que se ubican sobre el perímetro de la terminal de buses.

2.2.3.2. Métodos de diseño de pavimento

Los métodos son:

- Método de capacidad: este método se utiliza cuando se pueden obtener datos exactos de carga de tránsito.
- Método simplificado: este método se utiliza cuando no es posible obtener datos de carga por eje.

En este caso se podría decir que la capacidad de 36 parqueos y que los microbuses entran y salen cada 20 o 30 minutos, pero no se tiene la certeza que se vayan a respetar estas condiciones, por lo que se aplicará el método simplificado.

La PCA ha elaborado tablas que se basan en las distribuciones de carga-eje, en este proyecto se trabajará con un periodo de diseño de 20 años, y se contemplará un factor de seguridad de carga el cual varía de 1.0 a 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente, según la tabla mostrada a continuación.

Tabla XX. Categoría de carga por eje

CARGA POR EJE CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			MÁXIMA CARGA POR EJE, KIPS	
		TPD	TPDC		Eje sencillo	Eje tandem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 a 18	De 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 2 carriles 3000 a 50000 4 carriles o más.	8 a 30	De 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 2 carriles 3000 a 15000 4 carriles o más.	8 a 30	De 1500 a 8000	34	60

Fuente: Salazar, A. (2018). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la subbase, ya que mejoran la estructura del pavimento.

Tabla XXI. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K

TIPOS DE SUELOS	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K (PCA)
Suelos de grano fino en los cuales el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180 – 220
Sub-bases tratadas con cemento.	Muy alto	250 - 400

Fuente: Salazar, A. (2018). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

Tabla XXII. Valores de K para diseño sobre bases de suelo cemento (de PCA)

Valor de K de la subrasante lb/plg.	Valores de K sobre la base lb/plg ²			
	Espesor 4 plg.	Espesor 6 plg.	Espesor 9 plg.	Espesor 12 plg.
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	—

Fuente: Salazar, A. (2018). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

Valores aproximados del módulo de reacción k, cuando se usan bases granulares y bases de suelo-cemento, se muestran en las dos tablas anteriores respectivamente.

Tabla XXIII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con juntas de trabe por agregados (no necesita dovelas)

		Sin hombros de concreto o bordillo			Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de losa pulg.		Soporte Subrasante - sub-base			Espesor de losa pulg.	Soporte Subrasante - sub-base		
		BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 850 PSI	4,5			0,1	4	2	0,2	0,8
	5	0,1	0,8	3	4,5	8	25	
	5,5	3	15	45	5	30	100	300
	6	40	160	430				
	6,5	330						
MR = 600 PSI	5		0,1	0,4	4			0,1
	5,5	0,5	3	8	4,5	0,2	1	5
	6	8	38	80	5	6	27	75
	6,5	75	300	760	5,5	73	290	730
	7	520			6	610		
MR = 550 PSI	5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2	0,8
	6	1	6	18	5	0,8	4	13
	6,5	13	80	180	5,5	13	27	150
	7	110	400		6	130	480	
	7,5	620						

Fuente: Salazar, A. (2018). *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*.

2.2.3.3. Periodo de diseño

El periodo de diseño para un pavimento rígido será el tiempo durante el cual el pavimento mantendrá su eficiencia. El periodo puede variar de acuerdo con algunos factores, como el incremento vehicular y el mantenimiento que se le brinde para que dure el tiempo determinado.

Para el pavimento rígido, este tiempo varía entre 20 y 40 años, el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de dilatación entre losas. El periodo de diseño es criterio del diseñador; en este proyecto se toma un periodo de 25 años.

2.2.3.4. Estimación de tránsito

Es necesario conocer el tránsito promedio diario que pasará sobre el pavimento, ya que es un factor que determinará el espesor de la capa de rodadura, por eso es necesario conocer los siguientes datos:

- TPD: tránsito promedio diario de todos los vehículos
- TPDC: tránsito promedio diario de camiones de carga por eje de camiones.
- El TPDC: puede ser expresado como un porcentaje de TPD o como un valor aparte. Como no se incluyen paneles, pick – ups, o algún otro camión de dos ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo tiene que ser mayor que el TPDC tabulado para calles y carreteras secundarias.
- El dato del TPD se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo. Para este caso se aplicó el criterio de que sobre el perímetro transita un aproximado de 50 vehículos diariamente.

2.2.3.5. Cálculo del espesor del pavimento

De acuerdo con el resultado obtenido y aplicando la tabla XVIII, corresponde a la categoría 1, calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio), con un tránsito promedio diario TDP en un rango de 200 vehículos y un tránsito promedio diario de camiones TPDC alrededor de 25, con una carga máxima por eje sencillo de 22 KIPS y 36 KIPS para eje tándem.

Para determinar el módulo de ruptura del concreto, se estimó que este representa un 15 % de la resistencia a compresión del concreto, en este caso se toma un concreto con 4000 PSI de resistencia, el módulo de ruptura será de 600 PSI.

Por medio de los valores de CBR de 60 % (referirse al apéndice 1 de estudio de suelos de la terminal) se clasifica y encuentra el módulo de reacción K de la subrasante, en este caso se obtiene un valor de $K = 600 \text{ lb/plg}^3$.

Se obtiene la descripción del tipo de suelo con base al valor $K = 600 \text{ lb/plg}^3$; puede observarse que este valor está arriba de 400 lb/plg^3 , es decir que está fuera de los rangos establecidos en la tabla XIX, por lo tanto, el valor soporte es muy alto, por tal motivo este suelo tiene cualidades de subbase tratada con cemento.

En la tabla XX, se observan los valores de K sobre la base con respecto a los valores de K de la subrasante, por lo descrito anteriormente, se dedujo que la subrasante no necesita ningún tratamiento, según esta tabla, se diseña sobre una base de suelo-cemento, al tratar de ubicar el valor K de la subrasante en la primera columna del lado izquierdo, se puede dar cuenta que no está, por tal razón se ubica en el último valor que aparece de arriba hacia abajo, que corresponde a 200 lb/plg^3 , estando en ese punto, se avanza sobre esa fila de izquierda a derecha, hasta ubicar el más aproximado a las 600 lb/plg^3 ; se observa que el valor más cercano a este es el que se encuentra en la tercera columna, entonces se observa que el espesor correspondiente es 6 pulgadas, equivalente a 15.0 cm.

Ahora se utilizarán los datos de la tabla XXI de TPDC permisible, carga por eje categoría 1 para pavimentos con juntas de trabe por agregados (no

necesita dovelas), cuando se calcula el espesor de la losa, este diseño contempla la inclusión de banquetas, con el fin de disminuir el espesor de la losa y tener paso peatonal, por lo tanto se utiliza el lado derecho de la tabla, en donde se encuentran los datos para diseñar con hombros de concreto, bordillos o banquetas, se baja por la columna donde se encuentra el valor alto del soporte de la subrasante y subbase, hasta donde está el rango del módulo de ruptura $MR= 600 \text{ PSI}$, se hace la aclaración que los valores que aparecen son del tránsito promedio diario de microbuses, ya que el valor no pasa de 35 microbuses diarios, se toma ese valor, ya que 730 es muy alto, al cual le corresponde una losa de concreto de 5 pulgadas de espesor, equivalente a 12.7 cm.

Por lo que realmente se tiene, el diseño del pavimento rígido para un CBR de 60 % queda de la siguiente manera:

- 15 cm de losa
- 15 cm de subbase
- 28 cm espesor total del pavimento

Adicionalmente se han propuesto pañuelos del 1 % de pendiente sobre la losa para el desfogue del agua hacia las alcantarillas.

- Diseño de la mezcla de concreto
 - La cantidad de cemento se calcula dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico, por la relación agua-cemento.

$$\text{Cemento} = \frac{200 \text{ Lt}}{0.44 \text{ m}^3} \quad \text{Cemento} = 454.55 \text{ Kg/m}^3$$

Considerando que un litro de agua pesa un kilogramo.

- Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Agregado} = 2,400.0 - 454.55 - 200 \quad \text{Agregado} = 1745.45 \text{ Kg/m}^3$$

- La cantidad de arena se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1,745.45 \times 44\% \quad \text{Arena} = 768.0 \text{ Kg/m}^3$$

La cantidad de pedrín será, el agregado total menos la cantidad de arena:

$$\text{Piedrín} = 1,745.45 - 768.0 \quad \text{Piedrín} = 977.45 \text{ Kg/m}.$$

Proporción final será:

Tabla XXIV. **Proporción final calculada**

Cemento	Arena	Piedrín
454.55	768.00	977.45
454.55	454.55	454.55
1	1.70	2.15

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Se concluye entonces que la proporción será 1:1.70:2.15

Equivalente a:

$$\text{Cemento} = 454.55 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 768.00 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Piedrín} = 977.45 \text{ Kg/m}^3$$

Tabla XXV. **Revenimiento recomendado para estructuras de concreto**

ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO (REVENIMIENTO)
Cimiento, muros Columnas, vigas	10 cm.
Pavimentos Losas	8 cm.

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XXVI. **Relación agua-cemento para concreto de diferentes resistencias**

RESISTENCIA (Kg/cm²)	RELACIÓN AGUA -CEMENTO
352	0.30
316	0.38
281	0.44
246	0.51
211	0.58
176	0.67

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XXVII. **Relación asentamiento-agua-tamaño de agregado grueso**

ASENTAMIENTO (CM.)	Lts. De agua por m3				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"
3 – 5	205	200	185	180	175
8 - 10	225	215	200	195	180
15- 18	240	230	210	205	200

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

Tabla XXVIII. **Relación tamaño máximo de agregado grueso - % de arena**

TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO GRUESO	% DE ARENA SOBRE AGREGADO TOTAL
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42
1 ½"	40

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

2.2.4. Diseño de alcantarillado pluvial

Para garantizar una correcta evacuación del agua pluvial en el área pavimentada de la terminal, se requiere un correcto análisis para proponer el sistema de drenaje adecuado.

Se debe evitar la acumulación de agua de lluvia sobre el pavimento para garantizar una correcta circulación vehicular sobre la superficie de rodadura.

En este caso particular, se ha propuesto un sistema de cunetas que recorrerán a lo largo del perímetro del pavimento, y tendrán su desfogue final de manera natural hacia el río Cahabón.

El drenaje pluvial de las áreas techadas será mediante una tubería principal de PVC, que recolectará el agua, para finalmente desfugarla en el río antes mencionado.

2.2.4.1. Hidrología del lugar

La cuneta para este proyecto será de una sección trapezoidal y tendrá un revestimiento de 5.0 cm. Se ha considerado usar una cuneta con un ancho libre en la base de 30.0 cm, ancho superior de 43.0 cm y una altura de 24.0 cm. Se hará la verificación para determinar si la cuneta propuesta es la adecuada para transportar el caudal de diseño.

Datos

Área = 0.19 Ha C = 0.90

I = 131.85 mm/h

Esto para un aguacero de 5 minutos de duración, y una frecuencia en acontecimiento de 10 años.

Para estimar caudales por el método racional se emplea la siguiente ecuación:

$$Q = CIA / 360$$

$$Q = (0.90 * 131.85 * 0.19) / 360 \quad Q = 0.0626 \text{ m}^3/\text{s}$$

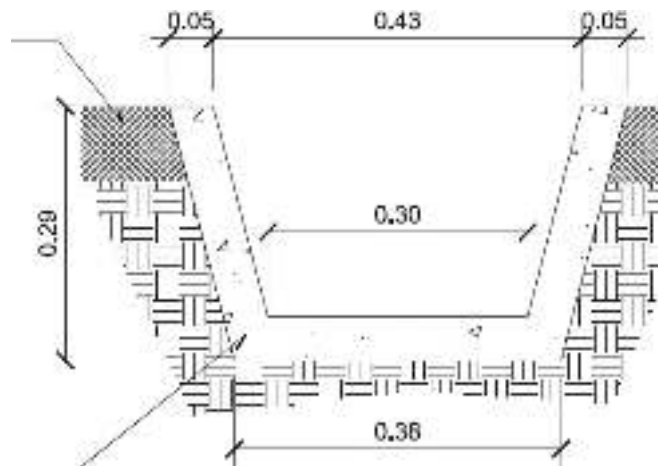
Condiciones de diseño de la cuneta.

$$S = 1 \%$$

Lleno = 70 % de su capacidad n

$$n = 0.015$$

Figura 35. **Dimensiones de la cuneta**



Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCad.

Fórmula del radio hidráulico

$$R_h = A / P_m = \text{Área} / \text{Perímetro mojado} \quad R_h = 0.0613 \text{ m}^2 / 0.6667 \text{ m}$$

$$R_h = 0.0919 \text{ m}$$

Usando la fórmula de Manning:

$$Q = (1 / n) * A * (R_h)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = (1 / 0.015) * (0.0613) * (0.0919)^{2/3} * (0.01)^{1/2}$$

$$Q = 0.0832 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se determina que el área de la cuneta propuesta es suficiente para transportar el caudal de diseño, por lo tanto, se utilizará la geometría de la cuneta especificada.

2.2.4.2. Determinación de pendientes y áreas de descarga

Las cunetas tendrán una pendiente longitudinal del 1 %. El agua será captada de la superficie del pavimento mediante pañuelos también preparados al momento de la fundición del concreto; esto con el fin de evitar empozamientos de agua sobre la superficie. Con referencia al agua pluvial proveniente del agua de techos, estos tendrán una pendiente del 2 % en la tubería de desfogue, tanto antes como después de interceptar las cajas de registro ubicadas en cada bajada pluvial. Ambos drenajes, cunetas y tubería, tendrán su desfogue hacia el río Cahabón; las cunetas desfogarán en tres ubicaciones del río, una en la parte norte y dos en la parte sur.

2.2.4.3. Ubicación de cunetas y alcantarillas

Las cunetas se han ubicado paralelamente en el perímetro de las caras del pavimento, para poder recolectar adecuadamente el agua que llegue a la superficie. La tubería de recolección pluvial de los techos recorre paralelamente el área de espera, el módulo de servicios sanitarios y el área de administración en dirección sur, para posteriormente encontrar su punto de desfogue en el río.

2.2.4.4. Diseño de disipadores y obras de protección

Debido a que la ubicación de los puntos de desfogue se encuentra relativamente cercanos, y los cambios de pendiente no son tan pronunciados, no se incluyen disipadores en el diseño. Con relación a las cunetas, estarán revestidas por un espesor de 5.0 cm. Las cunetas cuentan con cajas pluviales ubicadas en los puntos de cambio de dirección o en las intersecciones entre dos cunetas.

2.2.5. Instalaciones

La acometida eléctrica proviene de las líneas principales de energía ya existentes en el área. Con relación a la iluminación del área exterior, las lámparas están conectadas en un circuito en serie.

2.2.5.1. Instalaciones eléctricas

Para las instalaciones eléctricas de la parte interna del área administrativa, se han considerado instalar circuitos de luz y fuerza, con alambre calibre 10 y calibre 12, y se distribuirán en 11 circuitos en total. Se han propuesto 11 lámparas

de 2 x 40 watts del tipo industrial para la iluminación y 10 tomacorrientes dobles para los circuitos de fuerza. Todo converge en un tablero ubicado en un lugar específico del área administrativa.

Se tiene un total de 20 lámparas halógenas de 400 W del tipo Cobra, con fotocelda y brazo. Estas lámparas están soportadas por postes de tubos galvanizados de 6.0 pulgadas de diámetro, los cuales están anclados a pedestales de concreto mediante platinas. Cada lámpara cuenta con su respectiva caja de registro.

La acometida eléctrica proviene de las líneas principales de energía ya existentes en el área.

2.2.5.2. Instalaciones hidráulicas

Se ha propuesto una red de agua potable para el área de servicios sanitarios y garita de ingreso, la cual proviene de un tanque de agua ya existente. En la acometida se tiene una válvula de paso, posteriormente el contador y por último la válvula de cheque. Se tiene un baño para mujeres el cual cuenta con 3 inodoros y un baño para hombres el cual cuenta con 2 inodoros y un área de mingitorio. Ambos baños tienen un área en común antes del ingreso, el cual se conforma por 2 lavamanos.

Con relación al área de administración, se tiene un baño independiente, el cual cuenta con un inodoro, mingitorio y lavamanos. El área de guardianía cuenta con un baño privado, el cual se conforma por un área de ducha, un inodoro y un lavamanos.

La red se conforma por tubería de $\frac{3}{4}$ " y las conexiones hacia los artefactos sanitarios se hace con tubería de $\frac{1}{2}$ ".

2.2.5.3. Instalaciones sanitarias

La red de drenajes será para recibir una dotación de 50 litros/habitante/día y un factor de retorno del 73 % y tubería de pvc de 150 P.S.I., lo que da los diámetros que se presentan en la planta de drenajes, el desfogue es hacia la planta de tratamiento municipal que se encuentra colindando con la terminal de buses.

2.2.6. Elaboración de planos

Los planos correspondientes al proyecto de la terminal de buses se ubican en el apéndice 2, los cuales se describen a continuación:

- Planta de localización
- Planta de topografía
- Planta de distribución
- Planta de conjunto
- Plano de distribución de juntas transversales y longitudinales en el pavimento
- Secciones de conjunto
- Planta amoblada, fachadas y cortes servicios sanitarios y garita
- Planta amoblada, fachadas y cortes administración y guardianía
- Planta acotada
- Instalación eléctrica conjunto
- Instalación de agua pluvial, planta de conjunto, área administrativa
- Plano de desfogue del agua pluvial del pavimento

- Cunetas y alcantarillas
- Instalaciones hidráulicas
- Detalles de instalaciones hidráulicas
- Detalles de instalaciones hidráulicas
- Instalaciones sanitarias
- Detalles de instalaciones sanitarias

2.2.7. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, considerando los precios de materiales, maquinaria y equipo de la región donde se ubica el proyecto, de igual forma la mano de obra calificada y no calificada según información de salarios de la municipalidad. En cuanto a costos indirectos, se aplicó el 30 %.

2.2.7.1. Cantidades de renglones de trabajo

A continuación, se presentan las cantidades correspondientes a los renglones de trabajo.

Tabla XXIX. Resumen de presupuesto de terminal de buses

CONSTRUCCIÓN DE TERMINAL DE BUSES						
MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHÁ, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ						
CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO						
ADMINISTRACIÓN, SERVICIOS SANITARIOS Y OBRA EXTERIOR						
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
Preliminares						Q57,762.96
1.0	Limpieza, chapeo, excavación y nivelación	2,341.37	m2	Q24.67	Q57,762.96	
3.0	Columnas tipo T-1 de 0.15x0.20x2.50 m	30.00	unidad	Q1,970.03	Q59,101.03	
4.0	Columnas tipo T-2 de 0.10x0.15x2.50 m	14.00	unidad	Q1,458.62	Q20,420.68	
Vigas y soleras						Q162,211.75
5.0	Vigas y soleras de 0.15x0.20m	522.04	ml	Q310.73	Q162,211.75	
Levantado						Q102,232.71
6.0	Levantado de block de 0.15x0.20x0.40 m	326.28	m2	Q313.33	Q102,232.71	
Estructura del techo						Q143,547.16
7.0	Estructura metálica y cubierta del techo	155.89	m2	Q920.82	Q143,547.16	
Acabados						Q149,376.74
8.0	Repello + cernido + piso + azulejos + pintura	652.55	m2	Q228.91	Q149,376.74	
Puertas y ventanas						Q145,039.54
9.0	Puertas de metal	7.00	unidad	Q6,510.97	Q46,276.82	
Cimentaciones						Q53,611.98
2.0	Cimentación corrida de 0.25x0.50 m	130.51	ml	Q403.79	Q53,611.98	
Columnas						Q79,521.69
10.0	Puertas MDF	11.00	unidad	Q1,467.82	Q16,146.02	
11.0	Ventanas de PVC	17.00	unidad	Q2,698.86	Q45,880.62	
12.0	Portón de acceso principal	1.00	global	Q36,736.08	Q36,736.08	
Instalaciones						Q472,413.16
13.0	Drenaje sanitario	1.00	global	Q59,330.58	Q59,330.58	
14.0	Drenaje pluvial	1.00	global	Q52,852.86	Q52,852.86	
15.0	Agua potable	1.00	global	Q67,160.41	Q67,160.41	
16.0	Instalaciones eléctricas	1.00	global	Q52,887.77	Q52,887.77	
17.0	Instalaciones eléctricas de obra exterior y acometida	1.00	global	Q240,181.53	Q240,181.53	
Carpinterio						Q201,725.46
18.0	Adequinado en áreas peatonales	487.35	m2	Q413.92	Q201,725.46	
Alcantarillas						Q86,271.94
19.0	Cunetas tipo 1 y cuneta tipo 2 + rejilla	163.35	ml	Q528.14	Q86,271.94	
Pavimento						Q461,971.47
20.0	Preparación del área y fundición del pavimento	1,674.71	m2	Q267.17	Q447,429.63	
21.0	Juntas longitudinales y transversales	830.96	ml	Q17.50	Q14,541.84	
Cerramiento						Q43,621.86
22.0	Cerco perimetral	177.00	ml	Q246.45	Q43,621.86	
COSTO TOTAL :					Q2,159,308.41	

Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

2.2.7.2. Integración de precios unitarios

Referirse a la tabla XIV, en la cual se detallan los factores utilizados para la integración del costo unitario.

Tabla XXX. Cronograma de ejecución física

No	Actividad	MES I				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
	Fase I área de parqueos																								
1	Pavimentación																								
2	Bordillos y Jardineras																								
3	Iluminación																								
4	Reposaderas																								
	Fase II área de administración																								
5	Limpieza, trazo y chapeo																								
6	Cemento, vigas y columnas																								
7	Levantado de muros																								
8	Puertas y ventanas																								
9	Acabados																								
10	Instalación de techo																								
11	Instalación eléctrica																								
12	Instalación sanitaria																								
13	Instalación potable																								
	Fase III área de sanitarios																								
14	Limpieza, trazo y chapeo																								
15	Cemento, vigas y columnas																								
16	Levantado de muros																								
17	Puertas y ventanas																								
18	Acabados																								

CONCLUSIONES

1. El proyecto de la Terminal de Buses en el casco urbano de San Pedro Carcha, brindará soluciones para un mejoramiento del tránsito vehicular y una adecuada distribución de mercadería y servicio público adecuado a las necesidades de la población. Con ello se tendría bien delimitado el punto de acceso y salida hacia la terminal, lo que conduce en un mejor orden y una fácil ubicación del transporte a utilizar.
2. El estudio de suelos practicado para la terminal de buses dio como resultado que el suelo en el que va a estar situado el área pavimentada y el área administrativa es apto para ello. El suelo es una arena y grava limo arcillosa color café claro, con un CBR mayor al 50 %; es decir, cumple con los requerimientos para subrasante.
3. El periodo de diseño aplicado en el pavimento es el suficiente para garantizar un adecuado funcionamiento durante 25 años. El mantenimiento requerido es mínimo y por lo general solo se efectúa en las juntas de dilatación entre losas.
4. Con la propuesta del diseño del camino rural en la aldea Chelac, se beneficiará a la población tanto en el desarrollo social, económico y agrícola. Esta ruta facilitará la movilidad entre la aldea antes mencionada y el caserío Chiajam, con lo cual habrá un incremento notable del comercio del área. Se espera el tránsito de más de 100 vehículos al día.

5. El brindar un adecuado mantenimiento preventivo en el camino rural, puede evitar posibles gastos económicos, daños y fallas, así como evitar posibles accidentes en el tramo que pudieran ocasionar pérdidas humanas. También el mantenimiento abarca los diferentes elementos que lo componen, como la carpeta de rodadura, derecho de vía, taludes, cunetas, cabezales y alcantarillas. Un plan de mantenimiento adecuado garantiza una estructura en óptimas condiciones, con lo cual se beneficia a la población, ya que la carretera siempre estaría en operación.

6. Con la topografía obtenida se logró determinar que la pendiente máxima a utilizar es de 18 % y un ancho de 2.90 metros en cada carril. Se tienen cunetas con un ancho de 60.0 cm y en pendientes mayores al 13 %, se han colocado carrileras con empedrado para una mejor tracción de los vehículos. La carpeta de rodadura es una capa de balasto de 15.0 cm de espesor. Con lo antes mencionado se logra una correcta circulación de los vehículos, en ambos sentidos.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a líderes comunitarios para que transmitan sobre la importancia del apoyo en la construcción del camino rural y la terminal de buses, y hacer énfasis acerca del mantenimiento preventivo para ambos proyectos, ya que esto garantizará una operación continua y sin interrupciones.
2. Utilizar los planos que se proporcionan en este trabajo de graduación, para garantizar su funcionamiento durante el período de diseño establecido en cada proyecto. Se debe proporcionar una supervisión técnica adecuada al momento de su ejecución, para poder cumplir con las normas y especificaciones indicadas.
3. Utilizar mano de obra local para la construcción de los proyectos, esto como aporte de parte de la comuna para disminuir los costos, y al mismo tiempo capacitarlos para brindar el mantenimiento adecuado de ambos proyectos.

REFERENCIAS

1. Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa Editores.
2. Deuer, M. (2009). *Texto Guía: Carreteras I*. (Tesis de licenciatura). Universidad Angulo Barja Valeria. España.
3. Hernández, H. (2007). *Diseño del tramo carretero comprendido de la comunidad Volcancito, hacia la comunidad Sam Greene, del municipio de Tukurú, Departamento de Alta Verapaz*. (Tesis de licenciatura). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
4. Municipalidad San Pedro Carchá. (2011) *Plan de Desarrollo Municipalidad San Pedro Carchá, Alta Verapaz 2011-2025*. San Pedro Carchá, Altaverapaz. Guatemala: Autor.
5. Perez de León, David Natividad (2012). *Diseño del sistema de alcantarillado sanitarios y ampliación y mejoramiento de camino rural del caserío Tuiladrillo Municipio de Ixchiguan, departamento de San Marcos* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

APÉNDICE

- Apéndice 1. **Planos de la carretera hacia el caserío Chiajam**
- Apéndice 2. **Planos de la terminal de buses de la cabecera municipal de San Pedro Carchá, Alta Verapaz**

Fuente: elaboración propia, realizado con AutoCad

REPUBLICA DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN CAMINO RURAL ALDEA CHELAC HACIA CASERIO CHIAJAM (REGION CHELAC), SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

Longitud: 2.19 Km.



INDICE	
1. HOJA TITULO	1/13
2. PLANTA PERIL GENERAL	2/13
3. PLANOS DE PERFILES	3/13
4. PLANOS DE DRENAJES	4/13 A 5/13
5. PLANOS PLANTA PERFIL	6/13 A 9/13
6. SECCIONES TRANSVERSALES	10/13 A 12/13
7. VOLUMENES DE MOV. TIERRA	13/13

NOTAS:
 *LAS PENDIENTES ESTAN EXPRESADAS EN PORCENTAJE.
 *LAS DISTANCIAS EN EL PERFIL LONGITUDINAL ASI COMO EN LAS CURVAS ESTAN EXPRESADAS EN METROS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ	
PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHELAC HACIA CASERIO CHIAJAM DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ CONTENIDO: HOJA TITULO	ESCALA: IMP-00A FECHA: DICIEMBRE 2008 PLANO No: 01 13 DISEÑADOR: Exp. Juan Manuel Cols COMPROBADO: Exp. Juan Manuel Cols VERIFICADO: Exp. Juan Manuel Cols COMPROBADO: Exp. Juan Manuel Cols
Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Municipalidad de San Pedro Carcha	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO DE PROYECTO DE GRADUACION
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHEMAC HACIA
 CACERIO CHIMULI, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESCALA: 1:10000
 FECHA: DICIEMBRE, 2020

CONTENIDOS:
 PLANTA PERFIL GENERAL



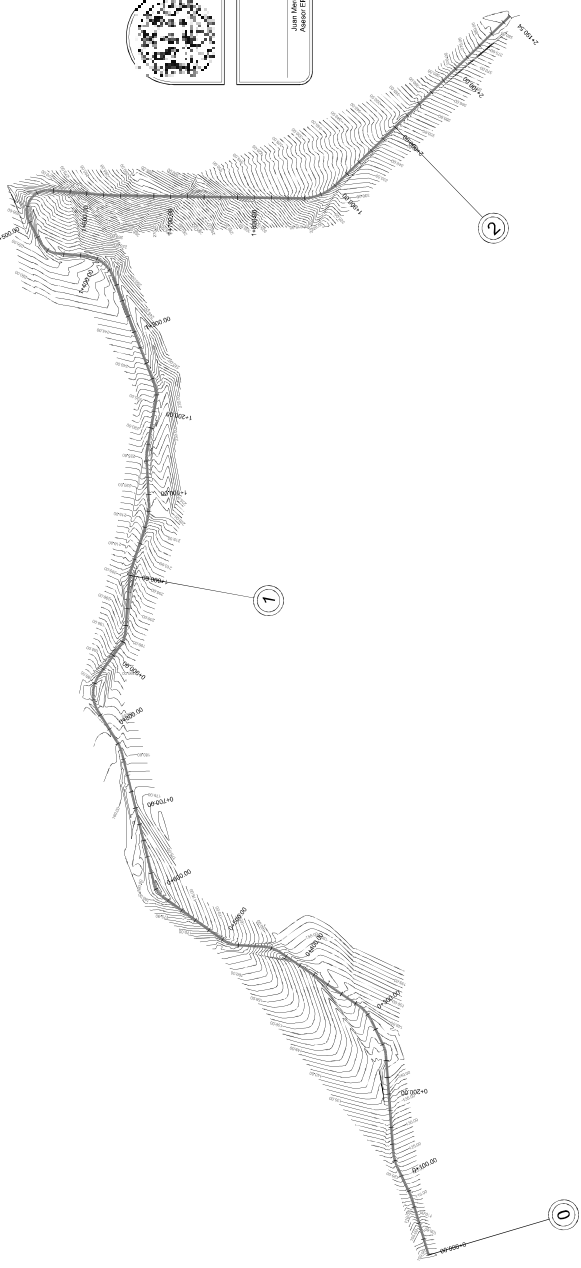
PLANTA No. 0213

ASISTENTE: DORISOLY ROSA
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

PROFESOR: JUAN MARCO ROSA
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

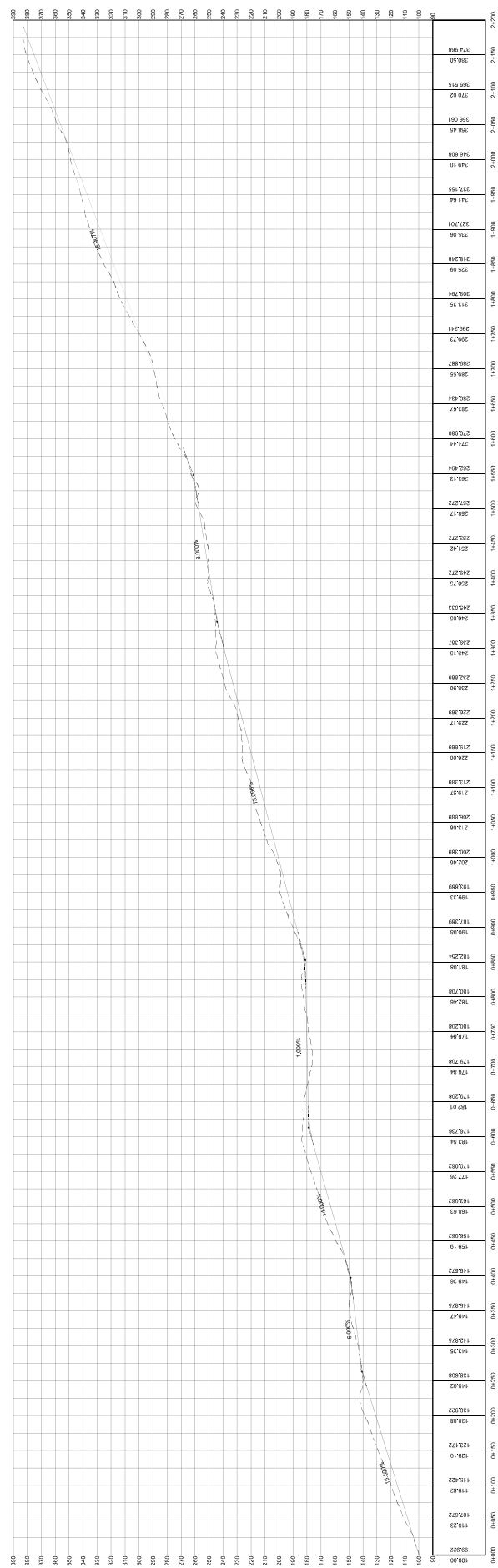
PLANTA No. 0213

PROFESOR: JUAN MARCO ROSA
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL



PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/3000

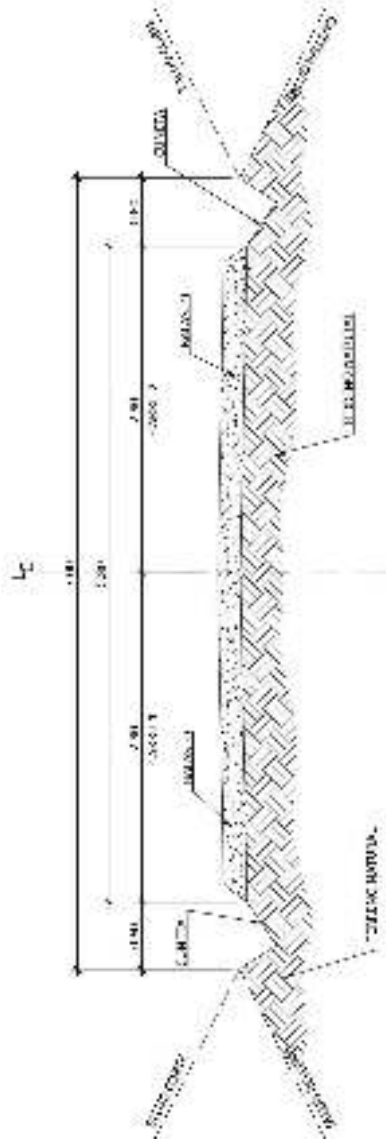


PERFIL GENERAL

ESCALA: V:1/3000 H: 1/1500

NOTAS:
 1. EN LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION SE HAN USADO CURVAS CIRCULARES SIMPLES, CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINE COMO EL ANGULO CENTRAL SUBTENDIDO POR UN ARCO DE 20 METROS.-

	30KPH	40KPH	50KPH	60KPH
Db	27	30	33	37



SECCIÓN TÍPICA G

ESCALA: 1/25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS		MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARGA: ALTA VERAPAZ	
PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHECAC HACIA ESCALA		CACERES CHIMAM DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ INDICIA	
CONTENIDO:		SECCION TÍPICA	
FECHA: DICIEMBRE 2020		FECHA: DICIEMBRE 2020	
DISEÑO: Ingeniero Juan Marco Coa		REVISIÓN: Ingeniero Carlos Coronado Urbán	
CALCULO: Ingeniero Carlos Coronado Urbán		REVISIÓN: Ingeniero Carlos Coronado Urbán	
DISEÑO: Ingeniero Carlos Coronado Urbán		REVISIÓN: Ingeniero Carlos Coronado Urbán	
CALCULO: Ingeniero Carlos Coronado Urbán		REVISIÓN: Ingeniero Carlos Coronado Urbán	

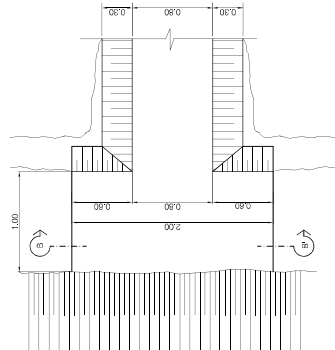


Juan Marco Coa
 Asesor EPS

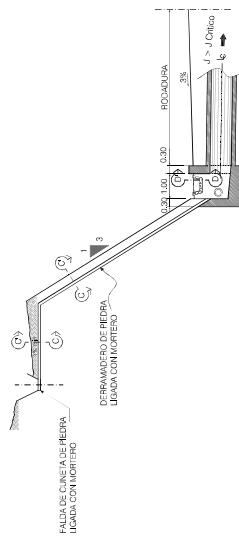
Departo de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Alfredo
 Asesor EPS

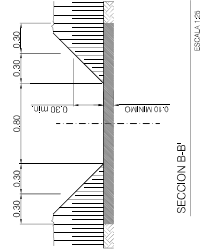
03 13



PLANTA DE CONTRACUNETA Y DERRAMADERO
ESCALA 1:25

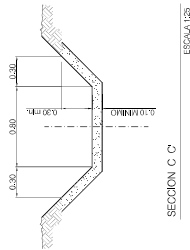


SECCION TÍPICA DE CONTRACUNETA Y DERRAMADERO DE PIEDRA LIGADA CON MORTERO CON DESCARGA EN TRINGANTE
ESCALA 1:25



SECCION B-B
ESCALA 1:25

FIGURA B



SECCION C-C
ESCALA 1:25

FIGURA C

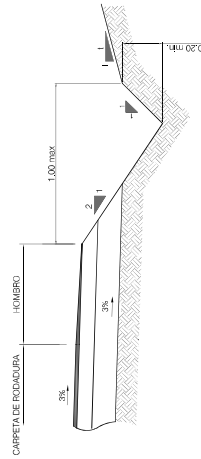
ELEVACION
ESCALA 1:25

FIGURA A

NOTAS GENERALES:

- LA CONFIGURACION Y DIMENSIONES DE LA CORONA DE LA CARRETERA EN LOS DISTINTOS PROYECTOS DEBERAN ADAPTARSE A ESTE PLANO O COMO LO INDIQUE EL DELEGADO RESIDENTE.
- EN LA PARTE SUPERIOR DE CORTES MAYORES A 6m. O DONDE LO INDIQUE EL DELEGADO RESIDENTE CONSTRUIR CONTRACUNETAS COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA.
- LA PENDIENTE DEL CANAL DEBE TENER UN MÍNIMO DE 0.4% EN LA CARRETERA.
- CONSTRUIR DERRAMADEROS DESDE LA GRILLA DE LA CONTRACUNETA DEL CAMINO Y ESPACIADOS 200m. UNO DE OTRO O COMO LO INDIQUE EL DELEGADO RESIDENTE (VER FIGURA B).
- AMPLIAR EL ANCHO DE LA CUNETETA EN LOS DERRAMADEROS Y CONTINUARSE EN LA BASE DE TODOS LOS DERRAMADEROS CONSTRUYASE LA FALDA DE CUNETETA DE CONCRETO GLASE B COMO SE DETALLA.
- LOS DERRAMADEROS DE PIEDRA LIGADA CON MORTERO PUEDEN CONSTRUIRSE EN LOS LUGARES INDICADOS EN LOS PLANOS COMO LO INDIQUE EL INGENIERO DONDE SE REQUIERA CONTRACUNETAS.
- LA CUNETETA DE PIEDRA LIGADA CON MORTERO EN LA PARTE SUPERIOR DE TODOS LOS DERRAMADEROS.
- LAS PALANAS DE PIEDRA DE CUNETETA LIGADA CON MORTERO ASI COMO LOS DERRAMADEROS Y DEBEN CONSTRUIRSE COMO SE DETALLA EN LAS ESPECIFICACIONES. SECCION 407.

ALTERNATIVA A LA CUNETETA NORMAL



3%
1.00 max.
0.30
SECCION A-A
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ACTA TERRAZA

PROYECTOR:	DIENES DOMINGO RUIZ PARRAL AGUIRRE DE LA C. HERRERA	ESCALA:	NÚMERO:
CONTENIDO:	DETALLES DE DRENAJE, SUBDRENAJE Y PROTECCIÓN DE TALUDES Y CUNETAS	FECHA:	04/13

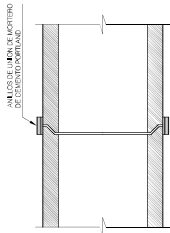


PROYECTOR:	DIENES DOMINGO RUIZ PARRAL AGUIRRE DE LA C. HERRERA	ESCALA:	NÚMERO:
CONTENIDO:	DETALLES DE DRENAJE, SUBDRENAJE Y PROTECCIÓN DE TALUDES Y CUNETAS	FECHA:	04/13

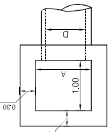
PROYECTOR: DIENES DOMINGO RUIZ PARRAL AGUIRRE DE LA C. HERRERA
CARRERA DE INGENIERIA EN CIVIL
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ACTA TERRAZA

PROYECTOR: DIENES DOMINGO RUIZ PARRAL AGUIRRE DE LA C. HERRERA
CARRERA DE INGENIERIA EN CIVIL
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ACTA TERRAZA

DETALLE DE ANILLOS DE UNION
ESQUEMAS SIN ESCALA

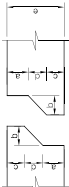


DETALLE DE CAJAS DE REGISTRO
ESQUEMAS SIN ESCALA

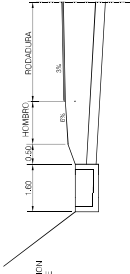


PLANTA

NOTA:
LAS CAJAS DE REGISTRO PARA TUBOS DE 1.00 M DE DIAMETRO DEBEN ALINEAR LOS REJEROS DE LA SECCION DE LOS TUBOS A LOS REJEROS DE LA SECCION DE LOS TUBOS DE 1.00 M DE DIAMETRO. EN CASO DE TUBOS DE COMPUESTO REFERENCIAL.



ELEVACION



SECCION TYPICA EN CAJAS DE REGISTRO
Sin escala

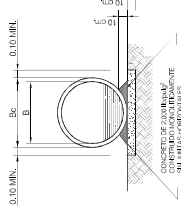
DIAMETRO		VOLUMEN DE CONCRETO PARA DIFERENTES ALTURAS											
m.	Pulg.	1.00		1.25		1.50		1.75		2.00		2.25	
		Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³	Vol. m ³
24	0.96	3	2.526	1.60	3.028	1.90	3.478	2.20	3.928	2.50	4.378	2.80	4.828
30	1.18	3	3.112	1.89	3.662	2.09	3.960	2.39	4.437	2.69	4.914	2.99	5.391
36	1.42	4	3.831	2.33	4.381	2.63	5.231	2.93	5.881	3.23	6.531	3.53	7.181
42	1.67	4	4.112	2.53	4.662	2.83	5.412	3.13	6.062	3.43	6.712	3.73	7.362
48	1.91	5	4.593	2.97	5.143	3.27	5.993	3.57	6.643	3.87	7.293	4.17	7.943
54	2.16	5	5.074	3.41	5.624	3.71	6.574	4.01	7.324	4.31	8.074	4.61	8.724
60	2.40	6	5.555	3.85	6.105	4.15	7.055	4.45	7.805	4.75	8.555	5.05	9.205

NOTAS:

- EL ANCHO DE LA SECCION TYPICA SE INCREMENTA EN UN METRO EN LAS ESTACIONES DONDE SE CONSTRUIRAN LAS CAJAS DE REGISTRO DE LAS TUBERIAS, QUEDANDO ESTAS UBICADAS AL EXTERIOR DE LOS HOMBROS.
- EL ALINEAMIENTO DE LAS CUNETAS SERA AJUSTADO DENTRO DE LOS 10M AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO DE LAS CAJAS DE REGISTRO.
- LAS CAJAS DE REGISTRO SERAN CONSTRUIDAS CON CONCRETO CICLOPE.
- TODAS LAS ORILLAS SUPERFICIALES DEBEN BISELARSE A 0.031M.
- LA DIMENSION B, PROFUNDIDAD DE LA CAJA, PUEDE AUMENTAR A DISCRECION DEL DELEGADO RESIDENTE.

METODOS DE COLOCACION DE TUBERIAS

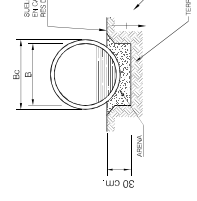
METODOS DE COLOCACION DE TUBERIAS PROYECTADAS SOBRE EL TERRENO ORIGINAL
ESQUEMAS SIN ESCALA



CAMA CLASE 'A'

NOTA:
EN LA CLASE A, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA.

- EN EL METODO DE COLOCACION DE TUBERIAS EN EL TERRENO ORIGINAL, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA. EN CASO DE TUBOS DE COMPUESTO REFERENCIAL, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA.



CAMA CLASE 'B'

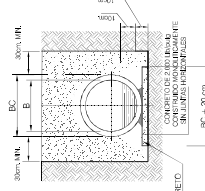
NOTA:
EN LA CLASE B, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA.

- EN EL METODO DE COLOCACION DE TUBERIAS EN EL TERRENO ORIGINAL, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA. EN CASO DE TUBOS DE COMPUESTO REFERENCIAL, EL MATERIAL DE LA ZONA DE LA ZANJA DEBE SER COMPACTADO A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA.

CAMA CLASE B Y CLASE C

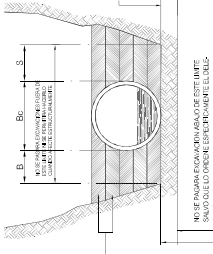
METODO DE COLOCACION DE TUBERIAS

CAMAS TYPICAS PARA TUBERIAS COLOCADAS EN ZANJAS
ESQUEMAS SIN ESCALA



CAMA CLASE 'W'

CON CUALQUIER TIPO DE CANALIZACION DE TUBERIA, LA ZANJA DEBE SER COMPACTADA A UNOS 10 CM DE LA SUPERFICIE DE LA ZANJA.



CAMA CLASE 'C'



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ACTA TERRAZA

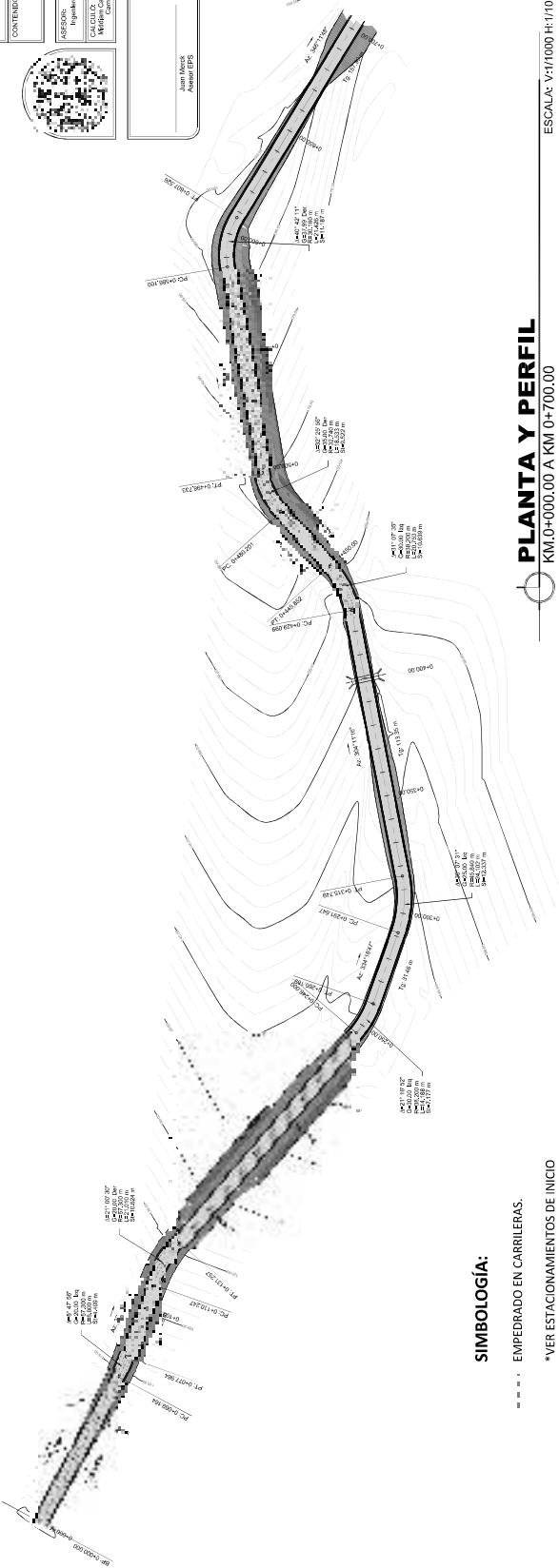
PROFESOR: DIEGO DOMINGO RUIZ PARRA ALVARO, DIEGO DOMINGO RUIZ PARRA ALVARO, DIEGO DOMINGO RUIZ PARRA ALVARO, DIEGO DOMINGO RUIZ PARRA ALVARO

CONTENIDO: METODO DE COLOCACION DE TUBERIAS

FECHA: 05/13

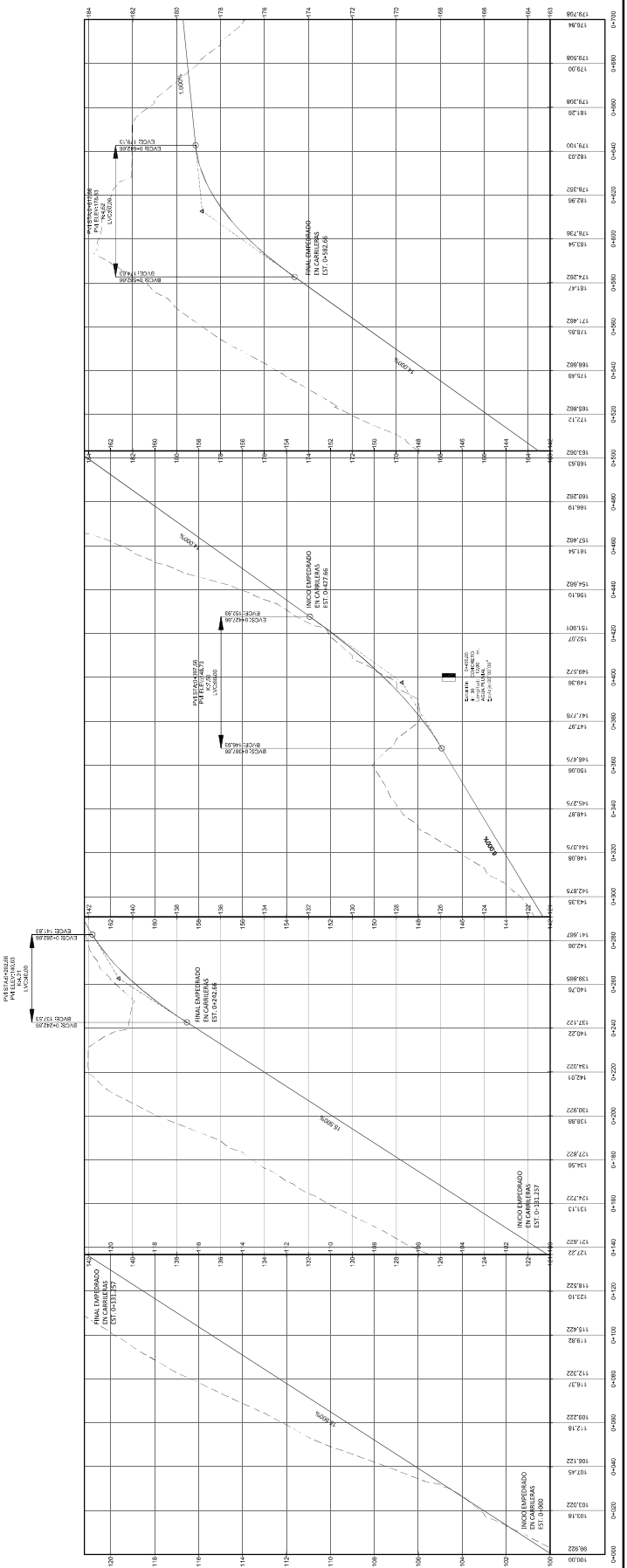
UNIDAD 13

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ACTA TERRAZA



SIMBOLOGÍA:
 - - - - EMPEDRADO EN CARRILERAS.
 *VER ESTACIONAMIENTOS DE INICIO Y FINAL DE CARRILERAS EN EL PERFIL.

PLANTA Y PERFIL
 KM 0+000.00 A KM 0+700.00
 ESCALA: V:1/1000 H:1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
UNIVERSIDAD DE LA TIERRA Y DEL AGUA
EFERICO PROGRESO DE LA TIERRA Y DEL AGUA S.A.S. (EPASA)
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHELAC, HACIA
 CACERIO CHAJAJAM DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESCALA: 1:1000
 FECHA: DICIEMBRE 2020



CONTENIDO:
 PLANTA: EPSPL
 EST: 17-014-EST-1440

CLIENTE:
 Ingeniero Juan José Coto
 Calle 15, Zona 10, Guatemala, Guatemala
 Teléfono: +502 2333 1110

PROYECTO:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

PLANTA No.
 07 13

Autores:
 Ingeniero Juan José Coto
 Calle 15, Zona 10, Guatemala, Guatemala
 Teléfono: +502 2333 1110

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

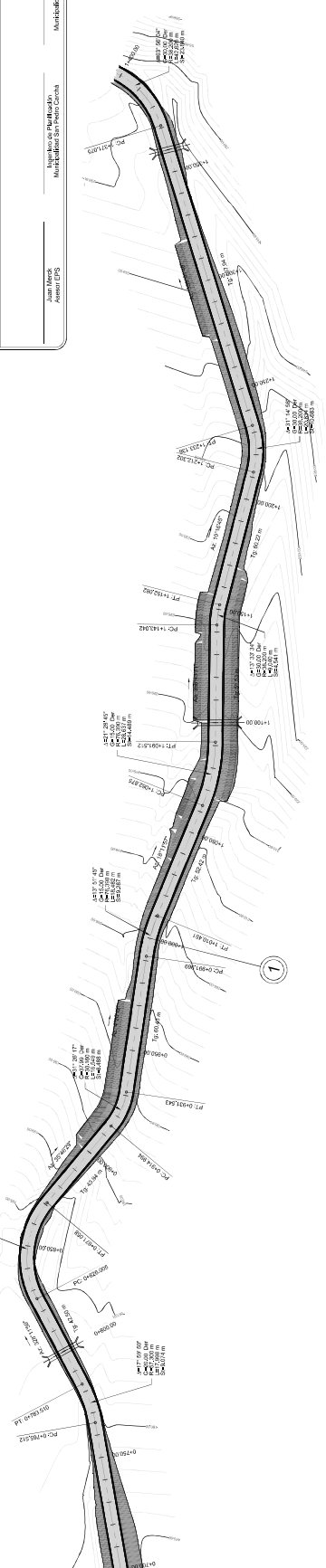
Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

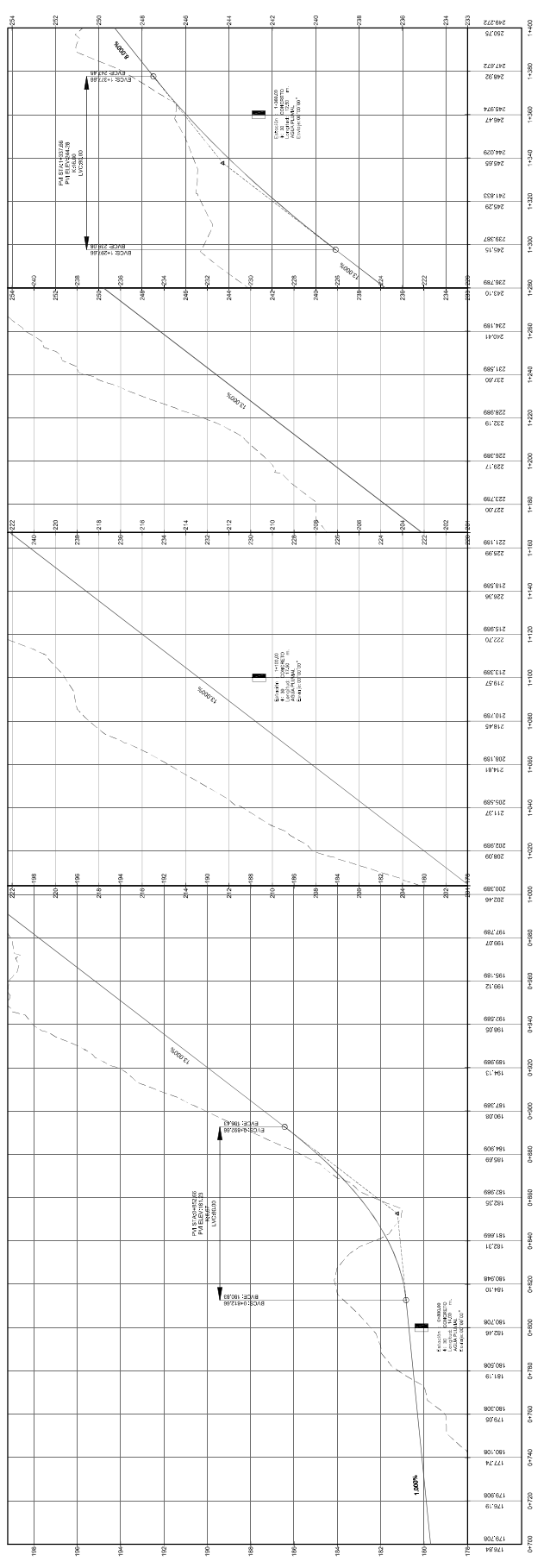
Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz

Asesor:
 Modificar, Construir, Ampliar y
 Mantener, Caminos Rurales
 Cacerio Chajajam, Alta Verapaz



PLANTA Y PERFIL
 KM 0+700.00 A KM 1+400.00

ESCALA: V:1/1000 H:1/1000



PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

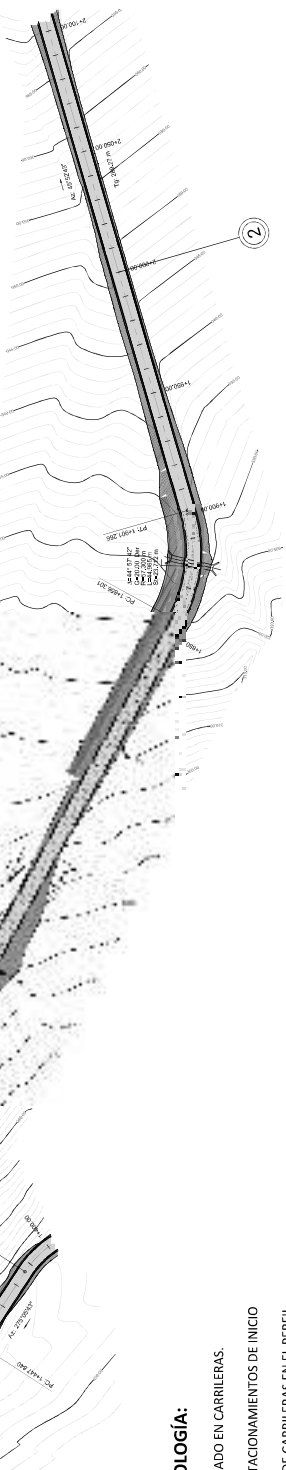
PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala

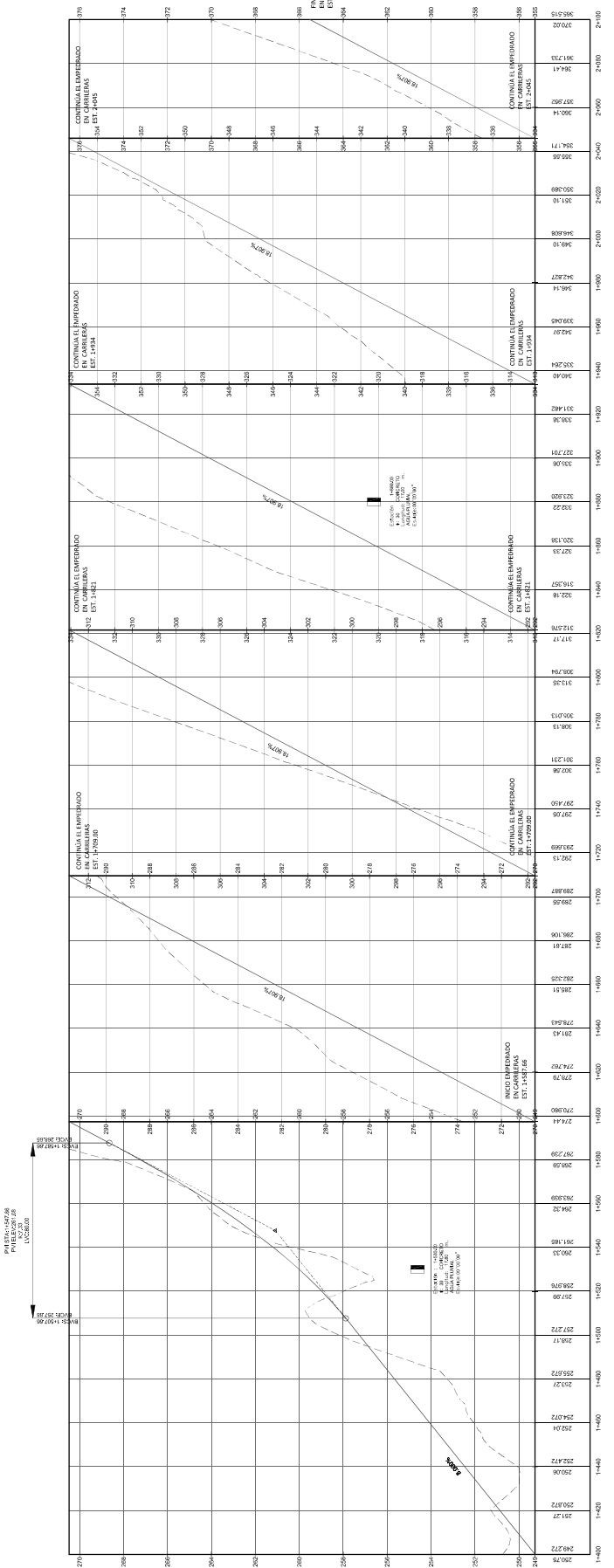
PERSONA: Juan Marcos Amador EPS
 CARGO: Diseñador
 INSTITUCIÓN: Universidad de San Carlos de Guatemala



PLANTA Y PERFIL
 KM 1+400.00 A KM 2+100.00

ESCALA: V:1/1000 H:1/1000

SIMBOLOGÍA:
 ——— EMPEDRADO EN CARRILERAS.
 * VER ESTACIONAMIENTOS DE INICIO Y FINAL DE CARRILERAS EN EL PERFIL.





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

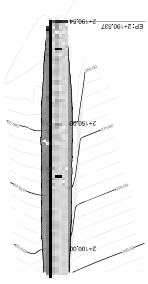
PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHECAC HACIA
 CACERIO CHIMAMU DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 EST. 2+100.00 A EST. 2+180.54



PLANTA - PERFIL
 EST. 2+100.00 A EST. 2+180.54

ASISTENTE: **DORISLEY JUAN MORALES**
 CARRERA: **Ingeniería Civil**
 MÓDULO: **Camino Rurales**
 SEMESTRE: **2020**

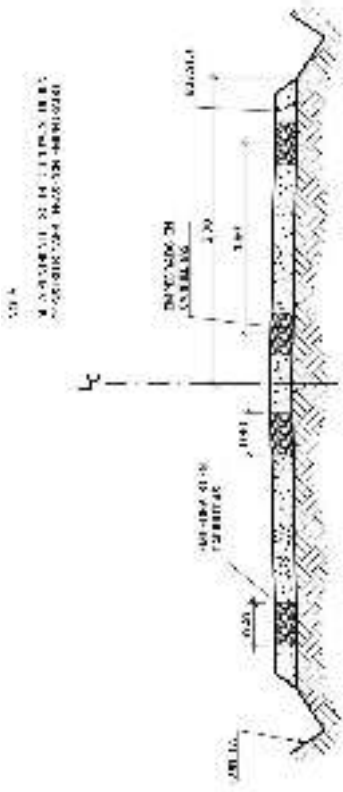
FECHA: **09/13**



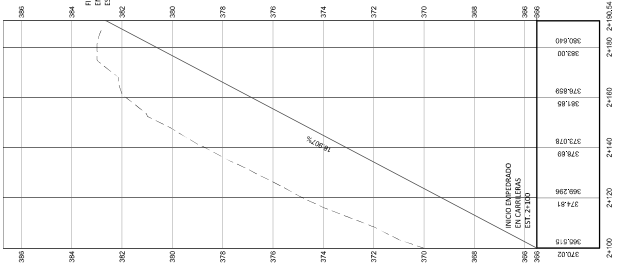
SIMBOLOGÍA:
 - - - - - EMPEDRADO EN CARRILERAS.
 * VER ESTACIONAMIENTOS DE INICIO
 Y FINAL DE CARRILERAS EN EL PERFIL

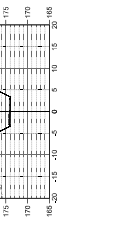
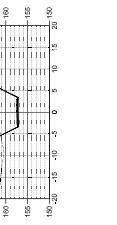
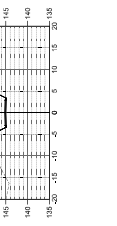
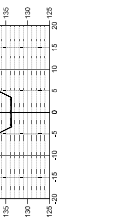
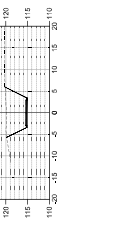
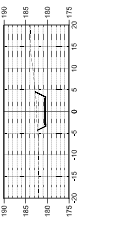
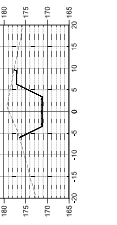
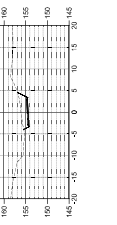
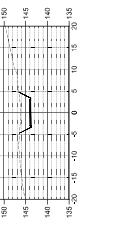
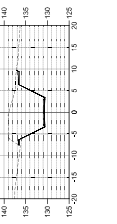
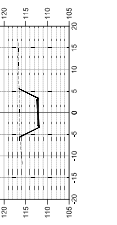
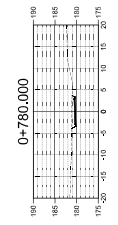
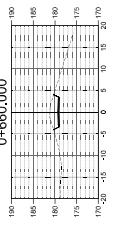
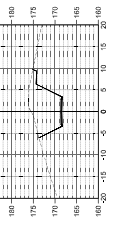
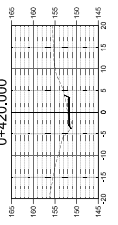
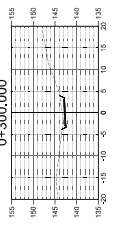
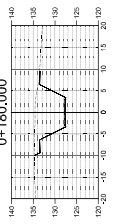
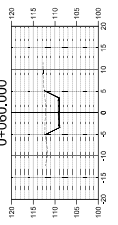
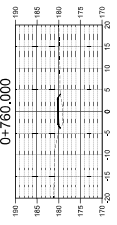
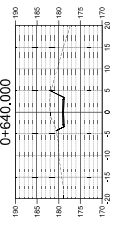
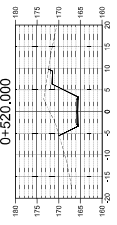
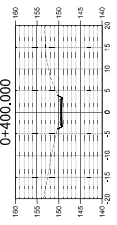
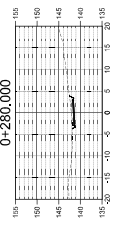
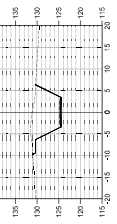
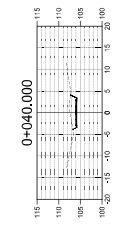
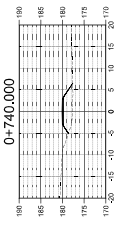
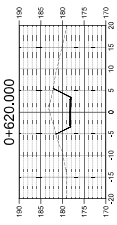
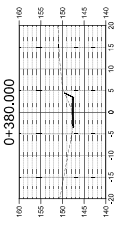
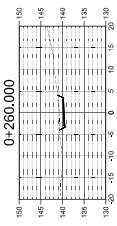
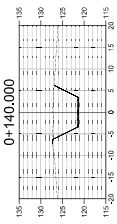
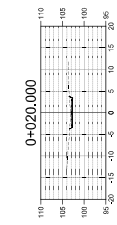
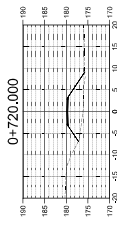
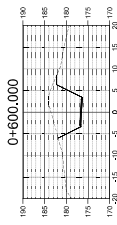
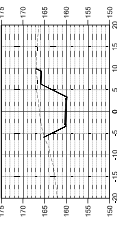
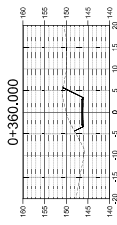
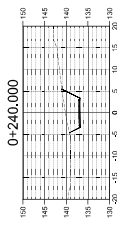
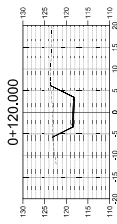
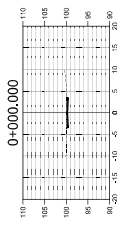
PLANTA Y PERFIL
 KM 2+100.00 A KM 2+180.54

ESCALA: V:1/1000 H:1/1000



SECCIÓN TÍPICA CON EMPEDRADO EN CARRILERAS
 SIN ESCALA





SIMBOLOGIA:

— CARRILLERAS DE CONCRETO.

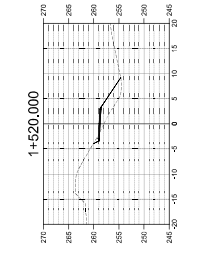
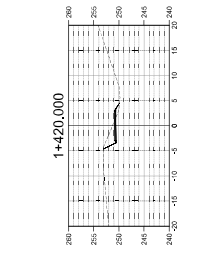
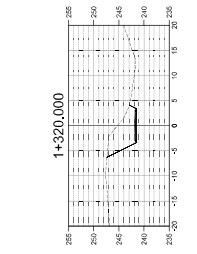
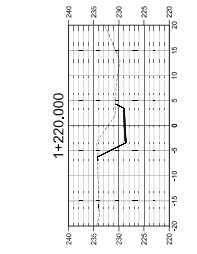
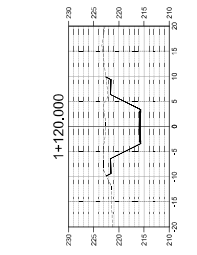
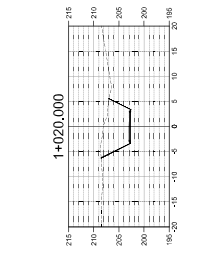
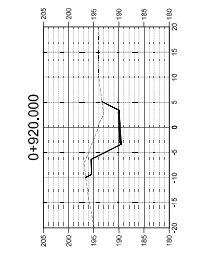
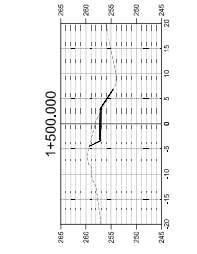
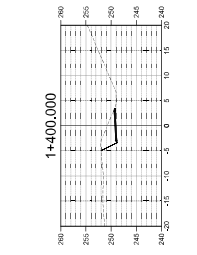
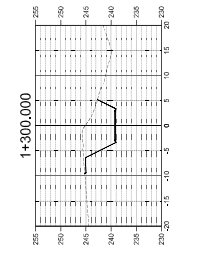
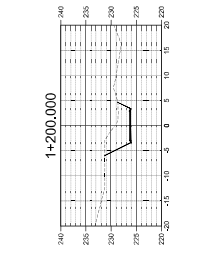
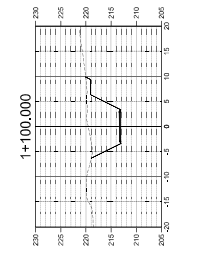
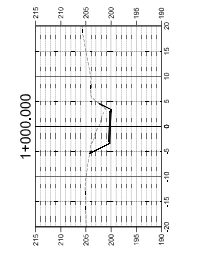
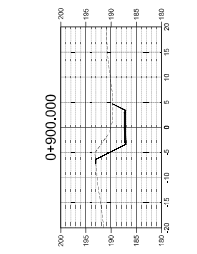
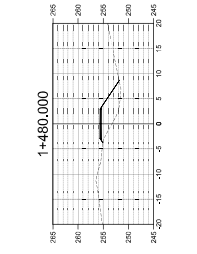
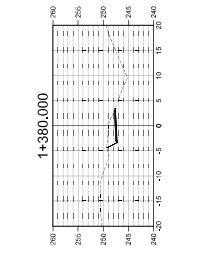
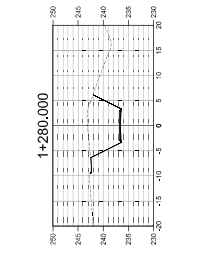
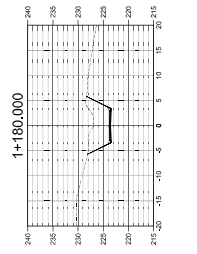
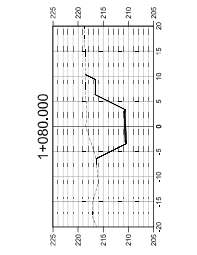
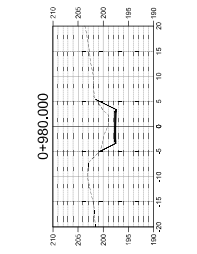
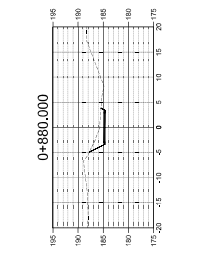
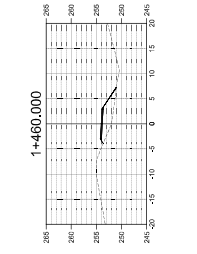
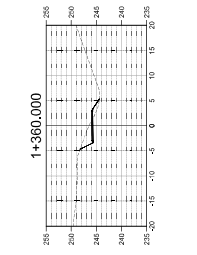
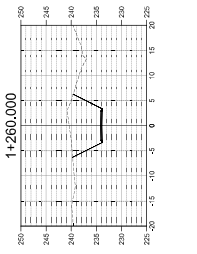
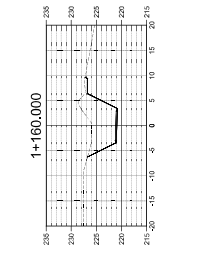
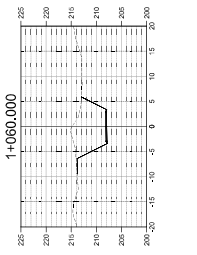
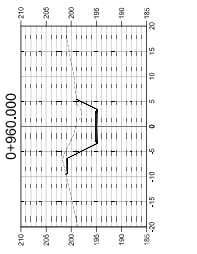
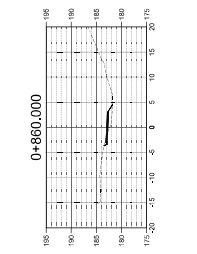
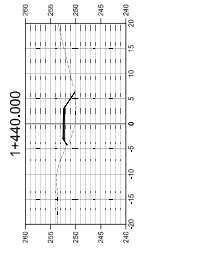
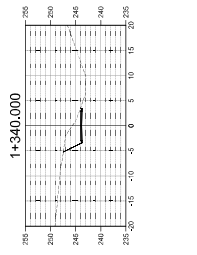
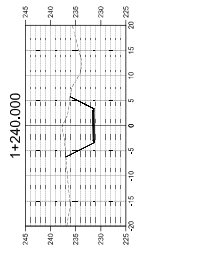
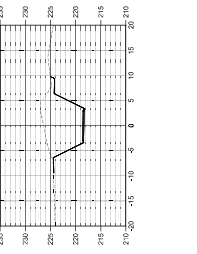
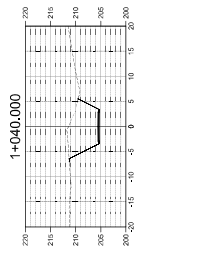
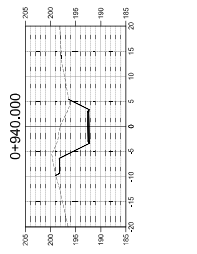
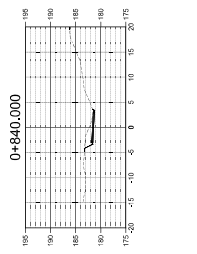


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHECAC HACIA
 CABECERA CHIJAM DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ ESCALA: 1:500
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000.00 A EST. 0+820.00 FECHA: DICIEMBRE 2020

PROFESOR: Experto Juan Jesús Oros
 CALIFICACIÓN: Aprobado
 FECHA: 10/13
 ESCUELA: Ingeniería Civil
 DEPARTAMENTO: Ingeniería Civil
 INSTITUTO: Facultad de Ingeniería
 MÓDULO: Mecánica de Estructuras

Juan Manuel
 Alvarado G.P.
 Ingeniero de Edificación
 Municipalidad de San Pedro Carcha



SIMBOLOGIA:

— CARRILERAS DE CONCRETO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHECAC HACIA CASERIO CHUJAN DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ. ESCALA: 1:500

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES EST.: 0+840.00 A EST. 1+520.00 FECHA: DICIEMBRE 2020

ASESOR: Msc. Carlos Domingo Urbina Comed 200818 IAG
 INGENIERO: Eusebio Juan Mejias Cols
 DISEÑADOR: Juan Carlos Domingo Urbina Comed 200818 IAG
 PLANO No. 11/13

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Facultad de Ingeniería
 Municipalidad de San Pedro Carcha

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EREGIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHI, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHECAC HACIA
 CASERIO GRANJA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.
 CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES
 EST. 1+540.00 A EST 2+120.00
 FECHA: DICIEMBRE 2008



REG. No. 1500
 ESCALA: 1:500
 PLANO No. 12/13

ASESOR: Experto Juan Carlos
 INGENIERO: Experto Juan Carlos
 DISEÑADOR: Experto Juan Carlos
 MUNICIPIO: San Pedro Carchi
 CANTON: San Pedro Carchi
 ALDEA: Checac

SIMBOLOGIA:
 — CARRILERAS DE CONCRETO.

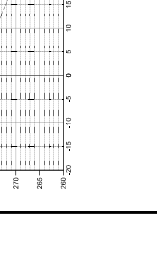
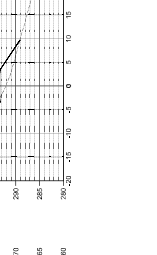
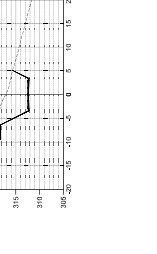
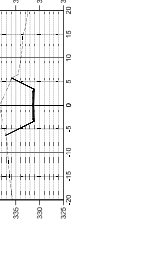
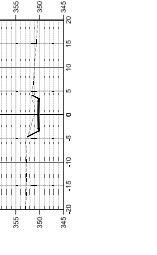
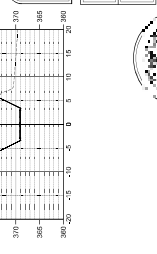
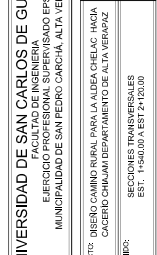
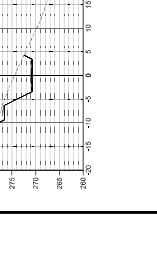
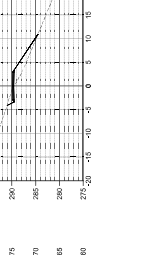
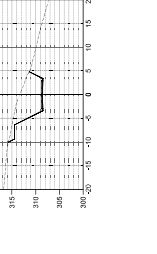
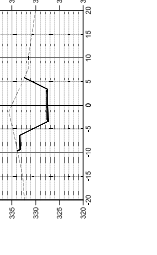
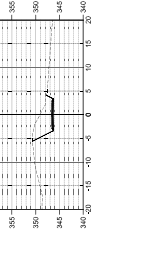
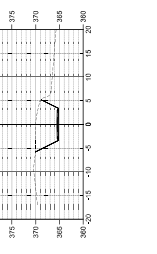
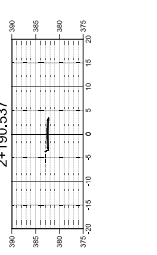
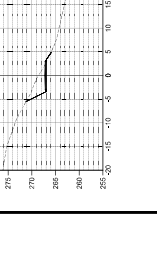
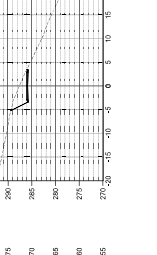
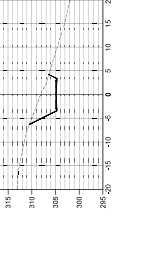
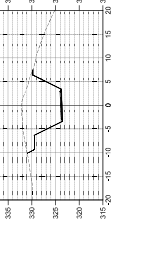
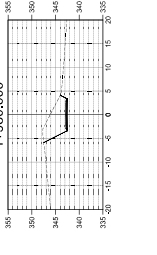
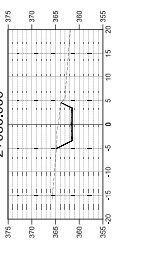
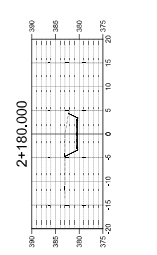
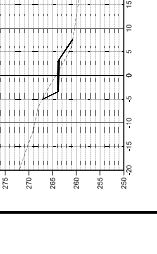
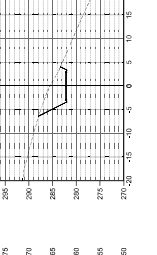
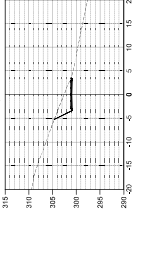
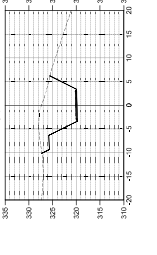
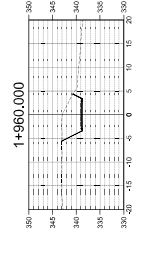
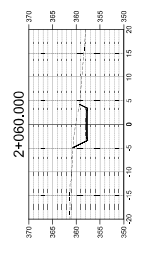
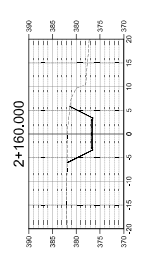
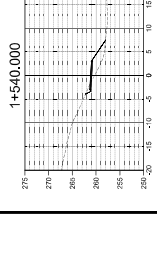
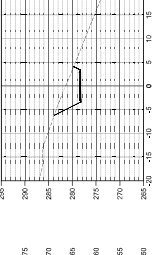
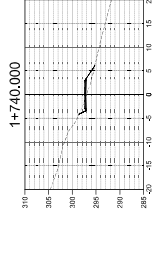
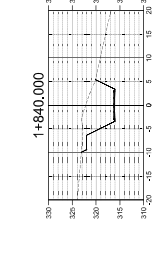
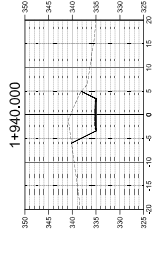
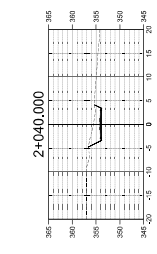
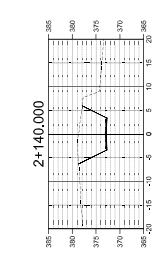


TABLA DE VOLUMENES

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	RELLENO ACUMULADO	CORTE ACUMULADO
0+000.00	0.00	2.66	0.00	0.00	0.00	0.00
0+050.00	0.00	4.00	0.00	66.59	0.00	66.59
0+100.00	0.00	10.80	0.00	148.97	0.00	215.56
0+150.00	0.00	28.02	0.00	389.19	0.00	694.75
0+200.00	0.00	39.26	0.00	672.73	0.00	1077.48
0+250.00	0.00	44.95	0.00	833.70	0.00	1111.18
0+300.00	0.00	46.68	0.00	906.75	0.00	1017.53
0+350.00	0.00	56.63	0.00	1032.86	0.00	860.59
0+400.00	0.00	68.51	0.00	1251.39	0.00	530.38
0+450.00	0.00	75.46	0.00	1439.97	0.00	674.55
0+500.00	0.00	86.95	0.00	1615.32	0.00	832.28
0+550.00	0.00	91.51	0.00	1775.60	0.00	1012.67
0+600.00	0.00	28.42	0.00	1189.34	0.00	1132.21
0+650.00	0.00	8.98	0.00	376.33	0.00	1170.56
0+700.00	0.00	5.03	0.00	140.11	0.00	1186.66
0+750.00	0.00	5.92	0.00	109.83	0.00	1195.50
0+800.00	0.00	18.62	0.00	297.52	0.00	1226.61
0+850.00	0.00	33.51	0.00	533.30	0.00	1279.51
0+900.00	0.00	32.27	0.00	657.68	0.00	1340.71
0+950.00	0.19	4.32	0.96	365.51	0.96	1373.10
0+1000.00	0.00	3.33	0.96	76.53	1.92	1384.63
0+1050.00	0.87	3.11	8.68	64.48	10.60	1391.11
0+1100.00	0.00	13.05	8.34	163.15	18.93	1497.26
0+1150.00	0.00	41.75	0.00	550.15	18.93	1467.42
0+1200.00	0.00	63.29	0.00	1050.46	18.93	1597.88
0+1250.00	0.00	59.49	0.00	1189.40	18.93	1680.29
0+1300.00	0.00	67.69	0.00	1365.81	18.93	1813.09
0+1350.00	0.00	73.19	0.00	1402.83	18.93	1955.92
0+1400.00	0.00	74.93	0.00	1481.22	18.93	2107.14
0+1450.00	0.00	76.55	0.00	1514.80	18.93	2253.94
0+1500.00	0.00	69.07	0.00	1435.15	18.93	2396.79
0+1550.00	0.00	59.44	0.00	1078.90	18.93	2504.99
0+1600.00	0.00	23.73	0.00	631.72	18.93	2567.71
0+1650.00	0.00	14.34	0.00	379.65	18.93	2607.38
0+1700.00	3.07	0.00	30.70	142.35	49.83	28198.72
0+1750.00	32.76	0.00	358.31	407.84	407.84	28198.72
0+1800.00	38.46	0.00	715.24	0.00	1120.18	28198.72
0+1850.00	16.60	0.00	571.57	0.00	1691.75	28198.72
0+1900.00	6.02	0.00	247.11	0.00	1938.87	28198.72
0+1950.00	0.00	6.60	60.17	65.62	1999.04	28265.54

TABLA DE VOLUMENES

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	RELLENO ACUMULADO	CORTE ACUMULADO
0+600.00	0.00	16.13	0.00	227.35	1895.64	26422.89
0+650.00	0.00	26.89	0.00	430.20	1895.64	26933.09
0+700.00	0.00	6.98	0.00	338.39	1895.64	27381.48
0+750.00	2.78	26.41	797.71	2025.45	27381.48	27381.48
0+800.00	0.00	11.03	27.03	118.66	2032.48	27499.84
0+850.00	0.00	31.74	0.00	427.67	2032.48	27928.51
0+900.00	0.00	47.18	0.00	779.19	2032.48	28707.70
0+950.00	0.00	56.62	0.00	1010.02	2032.48	29717.71
0+1000.00	0.00	43.03	0.00	698.57	2032.48	30416.28
0+1050.00	0.00	17.53	0.00	609.81	2032.48	31026.09
0+1100.00	0.00	20.52	0.00	365.71	2032.48	31691.80
0+1150.00	0.00	48.96	0.00	697.86	2032.48	32389.66
0+1200.00	0.00	53.88	0.00	1029.31	2032.48	33219.07
0+1250.00	0.00	60.52	0.00	1144.00	2032.48	34263.07
0+1300.00	0.00	62.74	0.00	1437.96	2032.48	35701.76
0+1350.00	0.00	64.73	0.00	1483.07	2032.48	37482.79
0+1400.00	0.00	80.05	0.00	1447.75	2032.48	38910.54
0+1450.00	0.00	84.81	0.00	1648.96	2032.48	40559.50
0+1500.00	0.00	59.33	0.00	1430.39	2032.48	41989.48
0+1550.00	0.00	37.73	0.00	970.97	2032.48	42960.46
0+1600.00	0.00	31.54	0.00	662.71	2032.48	43623.87
0+1650.00	0.00	33.13	0.00	638.07	2032.48	44289.94
0+1700.00	0.00	53.77	0.00	897.82	2032.48	45188.56
0+1750.00	0.00	62.61	0.00	1163.74	2032.48	46312.30
0+1800.00	0.03	63.19	0.26	1267.88	2032.75	47570.28
0+1850.00	0.00	54.33	0.26	1175.22	2033.01	48745.50
0+1900.00	0.00	34.20	0.00	885.26	2033.01	49630.76
0+1950.00	0.00	16.58	0.00	507.71	2033.01	50138.47
0+2000.00	1.64	6.94	18.43	235.14	2037.44	50373.92
0+2050.00	0.00	9.96	18.15	168.10	2039.59	50530.72
0+2100.00	0.00	14.36	0.00	235.06	2039.59	50747.78
0+2150.00	1.00	6.67	10.54	204.06	2101.13	50978.94
0+2200.00	16.81	0.00	178.39	68.73	2275.23	51045.57
0+2250.00	14.70	0.00	305.26	0.00	2594.49	51045.57
0+2300.00	24.11	0.00	365.27	0.00	2949.76	51045.57
0+2350.00	0.60	7.58	249.07	79.77	3198.83	51125.34
0+2400.00	15.51	0.88	137.63	94.07	3336.46	51218.41
0+2450.00	6.47	1.19	212.31	23.07	3458.77	51242.48
0+2500.00	4.78	6.01	126.65	90.05	3675.42	51242.48
0+2550.00	0.18	13.80	49.60	218.08	3724.02	51599.59

TABLA DE VOLUMENES

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	RELLENO ACUMULADO	CORTE ACUMULADO
1+600.00	0.00	37.38	0.00	517.75	3736.86	52077.34
1+650.00	0.00	41.27	0.00	792.47	3736.86	52869.83
1+700.00	0.00	28.46	0.00	684.02	3736.86	53553.85
1+750.00	0.00	30.84	0.00	593.06	3736.86	54156.90
1+800.00	0.00	15.04	0.00	469.62	3736.86	54615.72
1+850.00	10.53	2.79	105.34	178.29	3852.20	54794.00
1+900.00	15.77	0.30	263.04	30.93	4085.24	54824.93
1+950.00	4.96	2.02	198.27	23.27	4293.51	54848.20
1+1000.00	0.00	14.00	40.58	160.21	4334.09	55008.40
1+1050.00	0.00	30.21	0.00	442.10	4334.09	55450.51
1+1100.00	0.00	47.82	0.00	780.38	4334.09	56230.89
1+1150.00	0.00	51.31	0.00	991.59	4334.09	57222.27
1+1200.00	0.00	60.92	0.00	1122.32	4334.09	58346.59
1+1250.00	0.00	79.91	0.00	1403.26	4334.09	59747.85
1+1300.00	0.00	90.55	0.00	1675.67	4334.09	61423.51
1+1350.00	0.00	73.48	0.00	1816.41	4334.09	63309.92
1+1400.00	0.00	61.70	0.00	1550.86	4334.09	64890.78
1+1450.00	0.00	46.75	0.00	1074.45	4334.09	65965.23
1+1500.00	0.00	31.42	0.00	775.54	4334.09	66940.77
1+1550.00	0.00	632.28	0.00	4334.09	4334.09	68773.05
2+000.00	0.00	24.54	0.00	559.62	4334.09	67432.68
2+050.00	0.00	10.92	0.00	351.63	4334.09	67784.30
2+100.00	0.00	14.23	0.00	248.86	4334.09	68032.86
2+150.00	0.00	18.85	0.00	338.85	4334.09	68371.71
2+200.00	0.00	24.72	0.00	463.70	4334.09	68815.41
2+250.00	0.00	41.67	0.00	682.87	4334.09	69478.28
2+300.00	0.00	53.96	0.00	864.23	4334.09	70432.51
2+350.00	0.00	55.80	0.00	1096.62	4334.09	71529.03
2+400.00	0.00	48.83	0.00	1044.26	4334.09	72577.82
2+450.00	0.22	2.23	1.17	116.17	4335.26	73733.98



1313

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: DISEÑO CAMINO RURAL PARA LA ALDEA CHEJAC HACIA EL CAMINO GIROANTE DE ALTA VERAPAZ
 ESCALA: 1:5000
 FECHA: 02/08/2018

CONTENIDO: VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRA
 FECHA: 02/08/2018

ASESOR: [Nombre] - Carcha, Guatemala
 CALIFICACION: [Nombre] - Carcha, Guatemala
 PLANO No. 1313

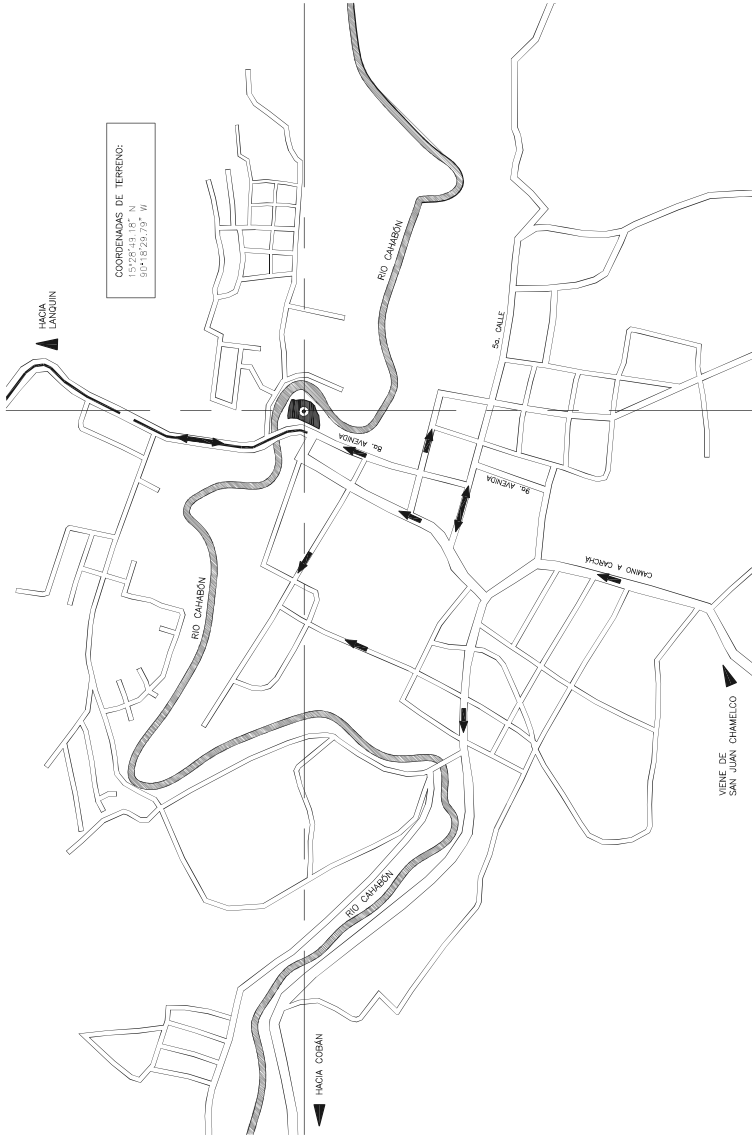
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Av. Francisco de Miranda, San Pedro Carcha

Apéndice 2.

Planos de la terminal de buses de la cabecera municipal de San Pedro Carchá, Alta Verapaz



MAPA DE GUATEMALA



COORDENADAS DE TERRENO:
 15°29'43.18" N
 92°19'27.97" W

PLANTA DE LOCALIZACIÓN

RUTAS A CUBRIR:

CARCHA —CAMPEUR (Q. 25.00)
CARCHA — COJAL
POJAL
CHIQUEQUIHE (Q. 20.00)
CHIXOYAL
CHICOY (Q. 15.00)
CONTI ZUL
SETOC
RUTAS CORTAS, APROX. 20 A 45 MINUTOS
CARCHA — CHIQUELEL (Q. 10.00)
BANCAJAL
CHENAGUA (Q. 5.00)
CAPAL
SALUYOYIH

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESCRIBO: ENCAD
 CONTIENDE: PLANTA DE LOCALIZACION
 FECHA: DICIEMBRE 2007



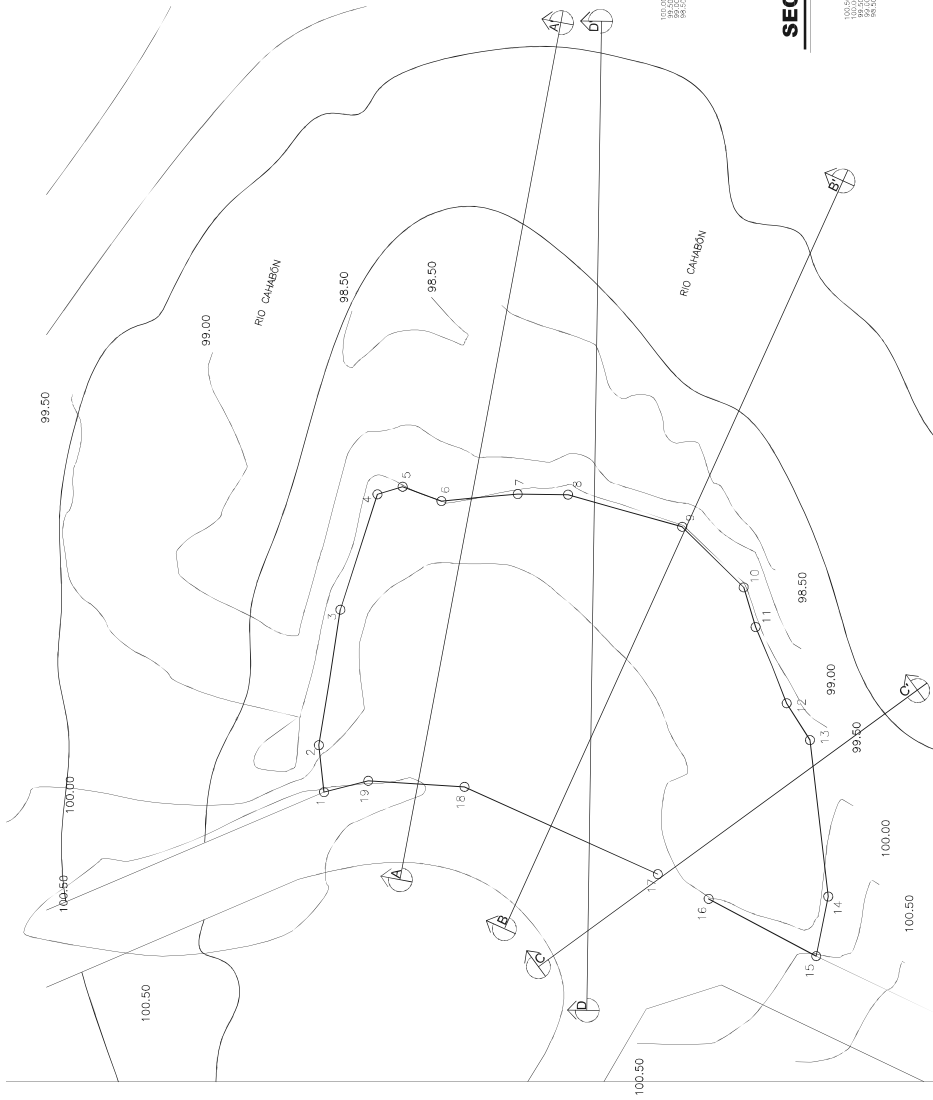
ASESOR:
 Ingeniero Juan Manuel Coto
 INGENIERIA
 Carrera: 2007010101
 Matrícula: 1500000010101
 CARRERA:
 Ingeniería de Obras Civiles
 Carrera: 2007010101
 Matrícula: 1500000010101
 PLANCHA:
 01 18

Ingeniero de la Edificación:
 Municipalidad de San Pedro Carcha
 Juan Manuel Coto
 Asesor EPS
 Municipalidad de San Pedro Carcha



EST. P. O.	AZIMUT	DISTANCIA (m.)	
1	2	83°46'6"	6.075
2	3	89°59'54"	17.647
3	4	107°47'41"	15.579
4	5	163°1'05"	3.379
5	6	200°16'49"	5.868
6	7	147°4'14"	10.147
7	8	180°45'59"	6.468
8	9	185°45'20"	15.233
9	10	224°37'41"	11.079
10	11	253°18'21"	5.333
11	12	247°51'14"	10.597
12	13	237°42'14"	5.583
13	14	263°20'6"	20.255
14	15	281°35'14"	7.824
15	16	28°1'56"	15.648
16	17	26°4'21"	7.267
17	18	24°19'45"	27.236
18	19	3°36'3"	12.384
19	1	345°38'49"	5.860

AREA TOTAL = 2,462 m²



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESC. 1/400

100.50
99.50
98.50

SECCION A-A'

ESC. 1/200

100.50
99.50
98.50

SECCION B-B'

ESC. 1/200

100.50
99.50
98.50

SECCION C-C'

ESC. 1/200

100.50
99.50
98.50

SECCION D-D'

ESC. 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

ESCALA: 1/200



CONTENIDO: PLANTA DE TOPOGRAFIA

FECHA: DICIEMBRE 2020

ASESOR:
Ing. Juan Manuel Cruz
C.A. 200181818

CLIENTE:
Municipalidad de San Pedro Carcha
C.A. 200181818

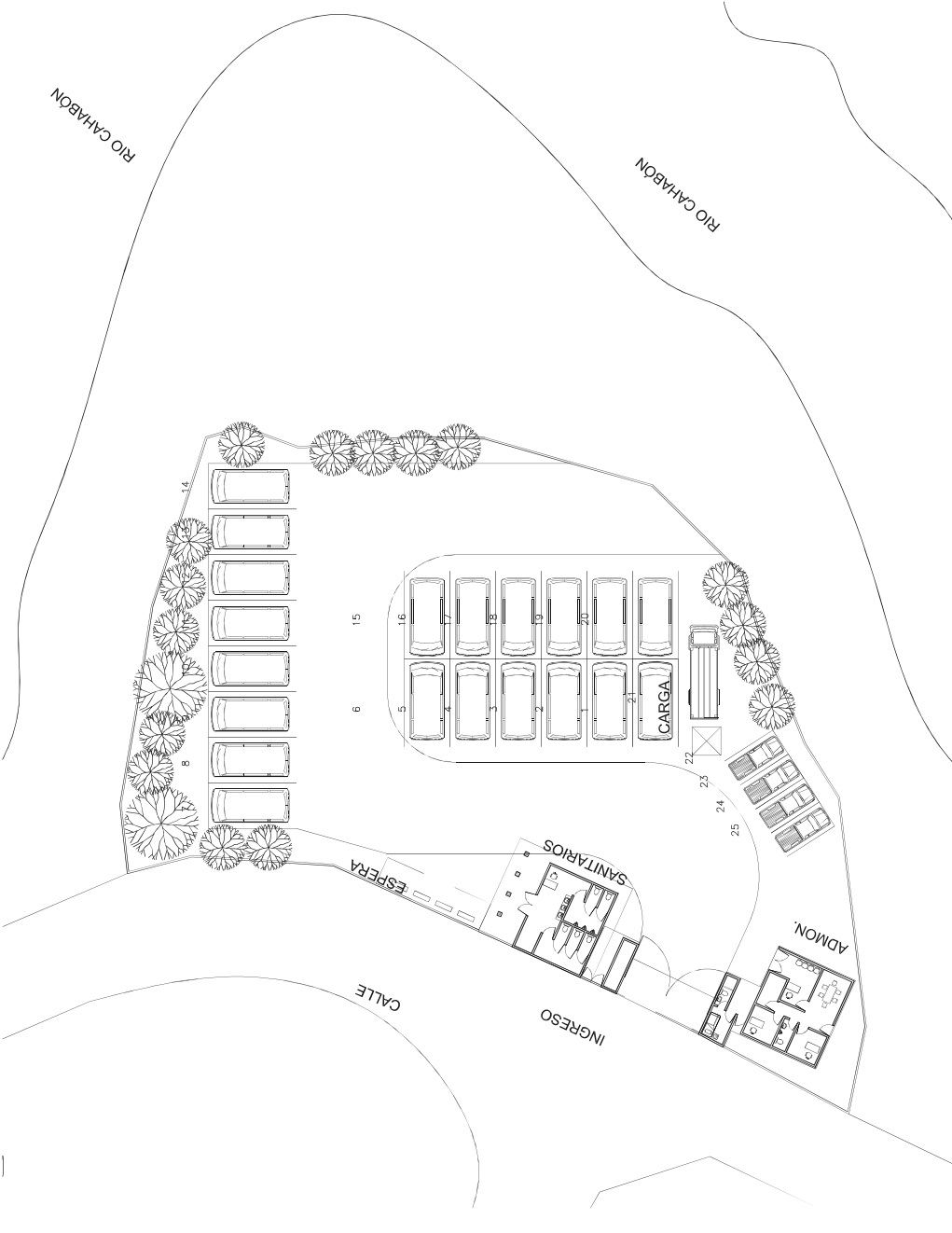
PROYECTO:
Municipalidad de San Pedro Carcha
C.A. 200181818

PLANTA N.
02 18

Juan Manuel Cruz
Asesor EPS

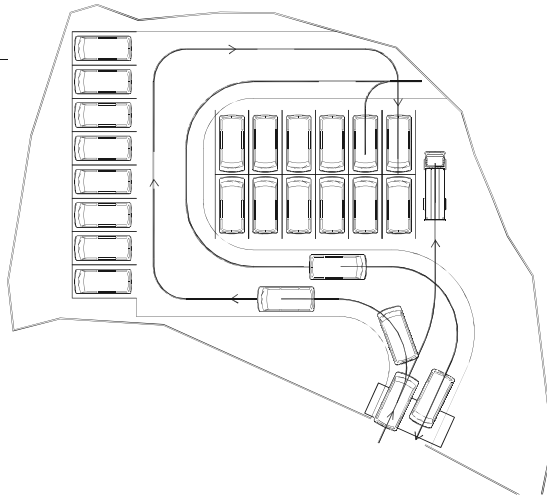
Juan Manuel Cruz
Municipalidad de San Pedro Carcha

Juan Manuel Cruz
Municipalidad de San Pedro Carcha



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

ESC.: 1/200



PLANTA DE CIRCULACIÓN VEHICULAR

ESC.: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESCALA: 1/500
 FECHA: DICIEMBRE 2020

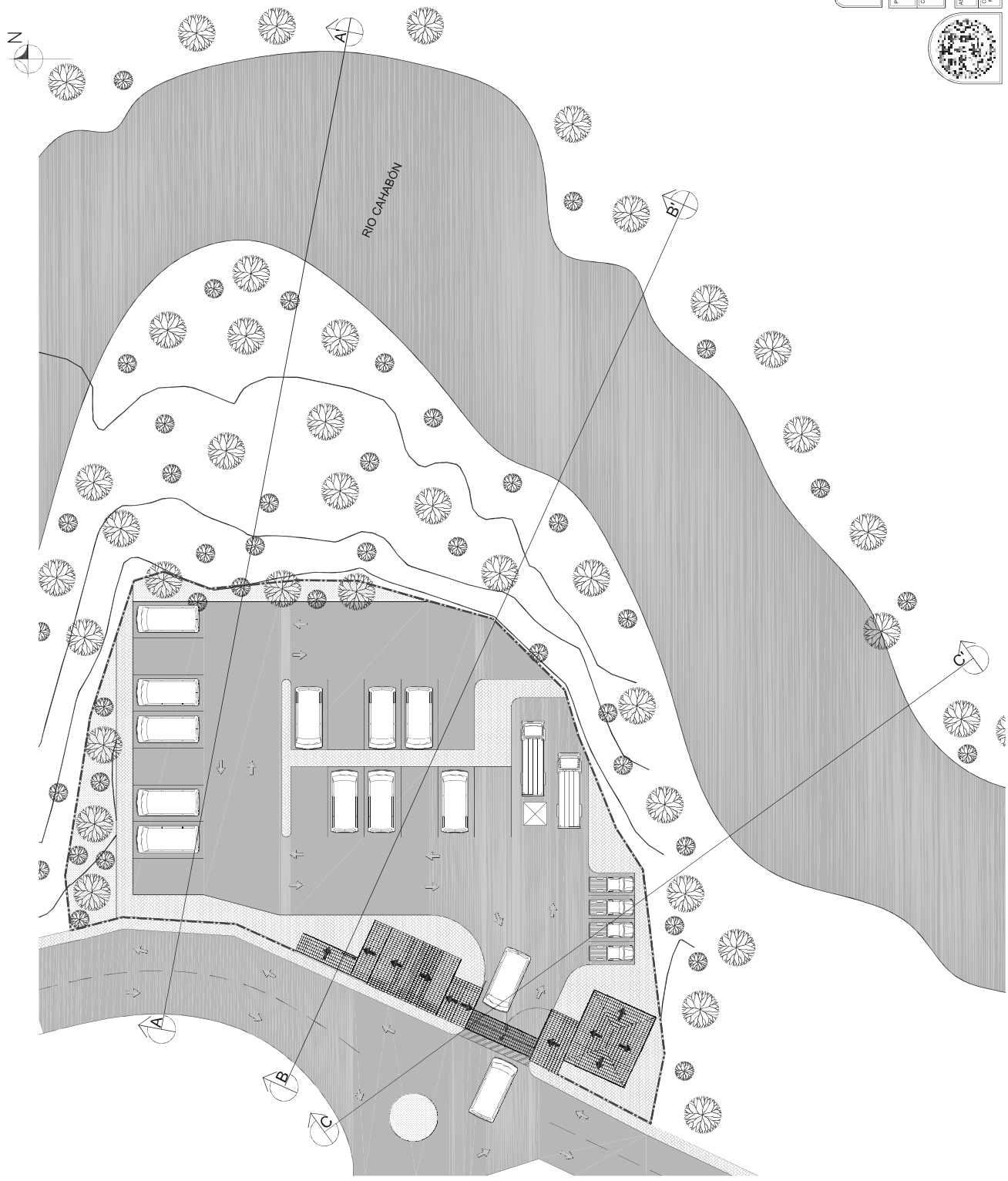
CONTENIDO: PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
 PLANTA N.º: 03 18



ASESOR: Ing. Juan Manuel Coto
 INGENIERO: Ing. Carlos Cordero Urdue
 INGENIERO: Ing. Juan Carlos Urdue
 INGENIERO: Ing. Carlos Urdue
 INGENIERO: Ing. Carlos Urdue
 INGENIERO: Ing. Carlos Urdue

Escuela de Ingeniería
 Municipalidad San Pedro Carcha

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería
Escuela de Ingeniería	Escuela de Ingeniería



PLANTA DE CONJUNTO

ESC. 1/1100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESCALA: ENGRABADO
 FECHA: DICIEMBRE 2020

CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO

ASESOR:	INGENIERO:	PLANTON:
Ing. Juan Manuel Co.	Ing. Carlos Cordero Lopez	
CALIFICACION:	INGENIERO:	FECHA:
Ing. Carlos Cordero Lopez	Ing. Carlos Cordero Lopez	04 18
Com. 200101010	Com. 200101010	








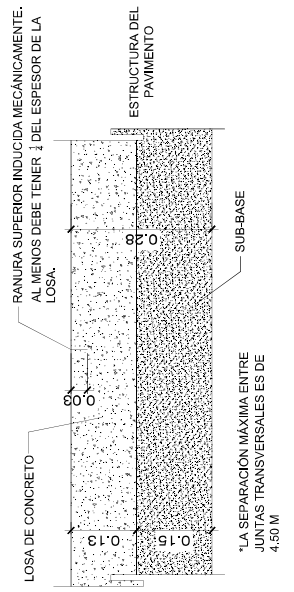
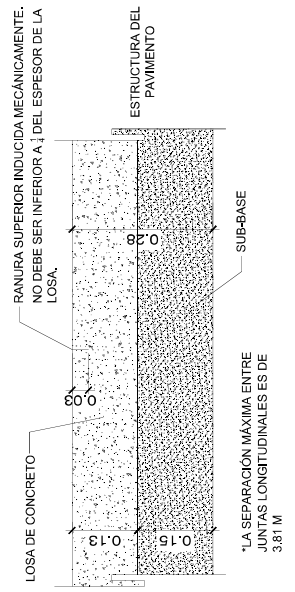
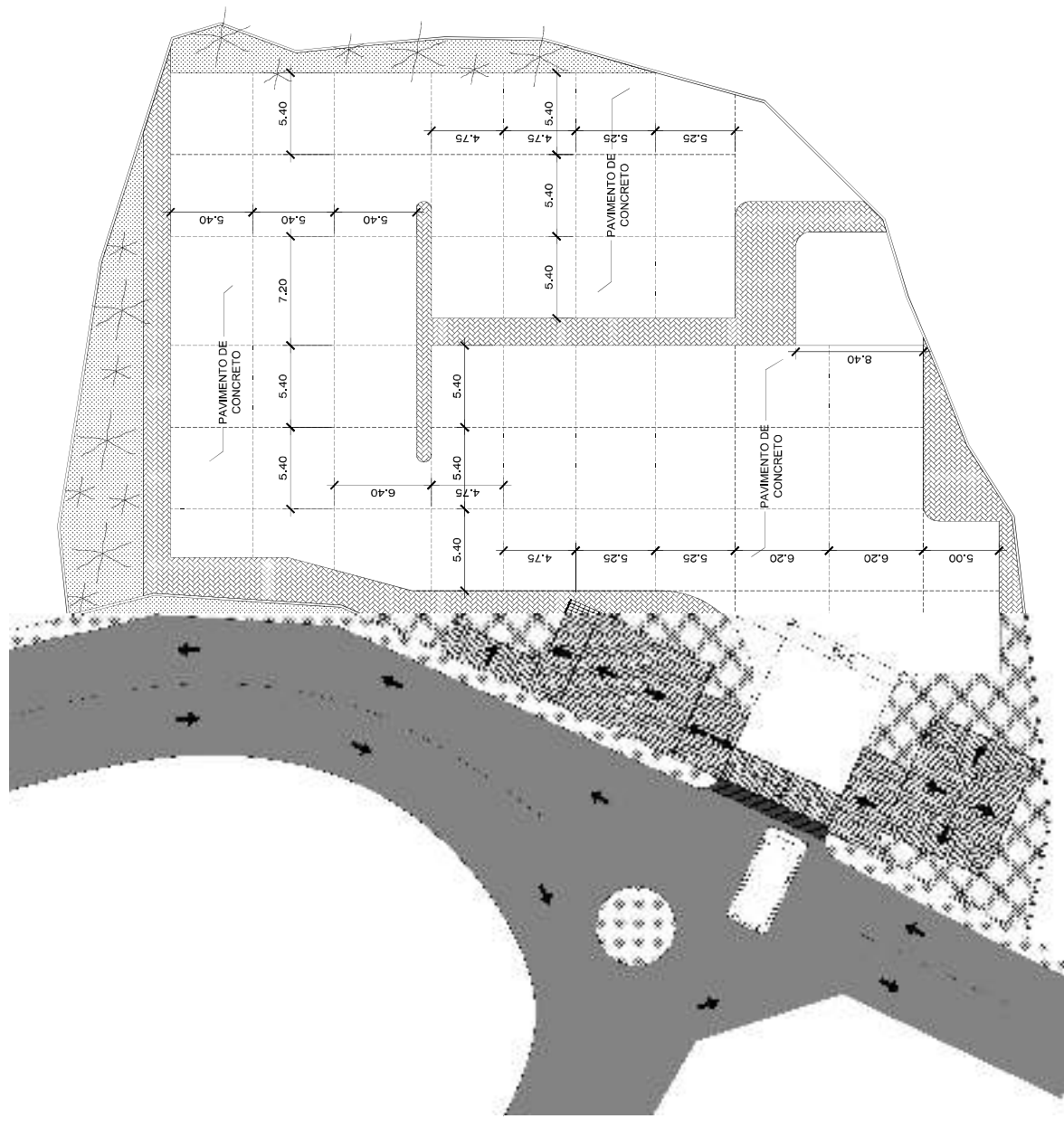
Juan Manuel
Asesor EPS

Ing. Carlos Cordero Lopez
Municipalidad San Pedro Carcha

Ing. Carlos Cordero Lopez
Municipalidad San Pedro Carcha

NOMENCLATURA

-  TEXTURA VEGETACIÓN
-  TEXTURA CARPAMENTO
-  TEXTURA TERCIO_LLA
-  INDICA VÍAS
-  INDICA PENDIENTE TECHOS
- +— JUNTA TRANSVERSAL
- +— JUNTA LONGITUDINAL



DISTRIBUCIÓN DE JUNTAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES EN EL PAVIMENTO

ESC: 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería de Construcción

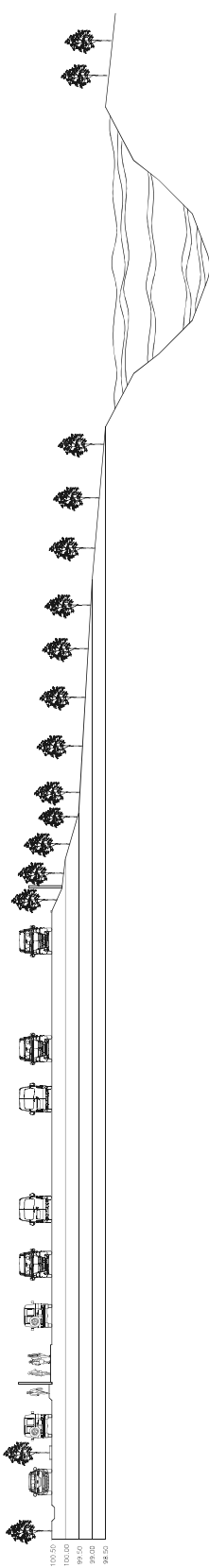
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA

INFORMACIÓN GENERAL: No. de Expediente: 1507-2018 No. de Documento: 1201-2018 No. de Hoja: 13 de 14

FECHA DE EMISIÓN: 18 de Septiembre de 2018

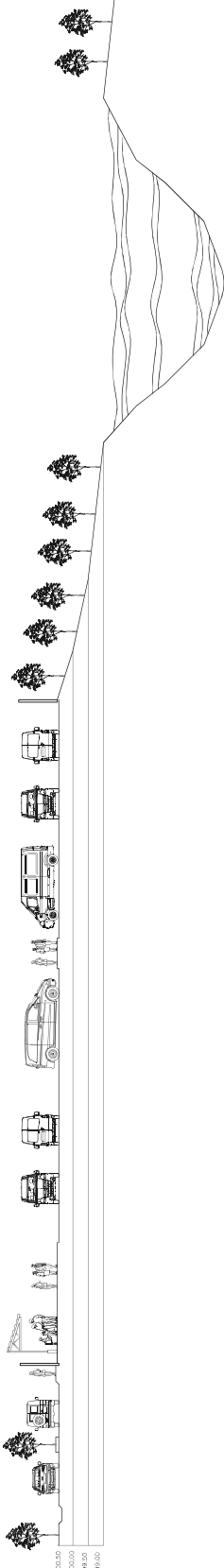
FECHA DE VENCIMIENTO: 18 de Septiembre de 2019

105 18



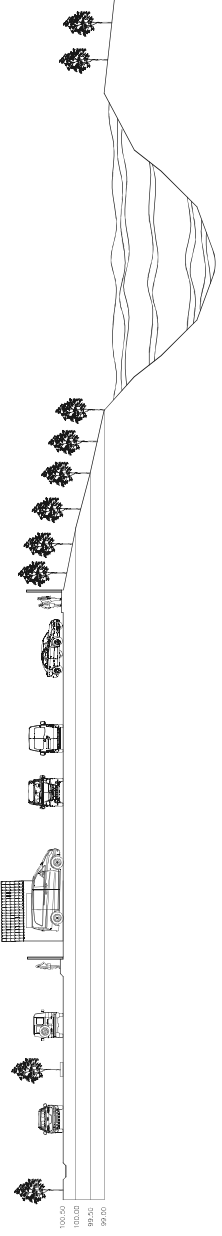
SECCION DE CONJUNTO A-A'

ESC. 1/175



SECCION DE CONJUNTO B-B'

ESC. 1/175



SECCION DE CONJUNTO C-C'

ESC. 1/175



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

ESCALA: DINAMICA

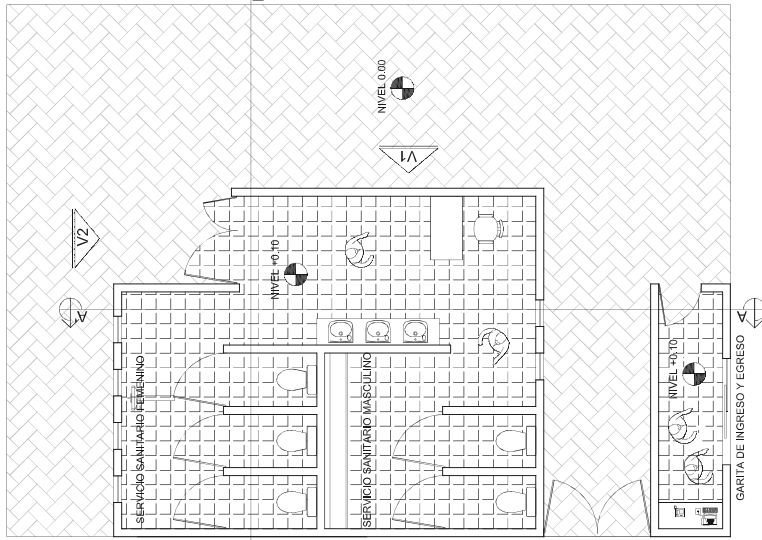
CONTENIDO: SECCIONES DE CONJUNTO

FECHA: DICIEMBRE 2020

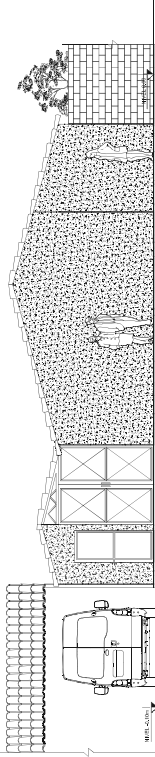
ASESOR: Ingeniero Juan Manuel Cruz Cedula: 20101878	INGENIERO: Miguel Angel Contreras Cedula: 200701548	PLANO N.º: 06 18
	INGENIERO: Miguel Angel Contreras Cedula: 20101878	

Autores: Juan Manuel Cruz
Aprobó: Edwin

Fecha de Entrega: 16/12/2020
Lugar de Entrega: Municipalidad San Pedro Carcha

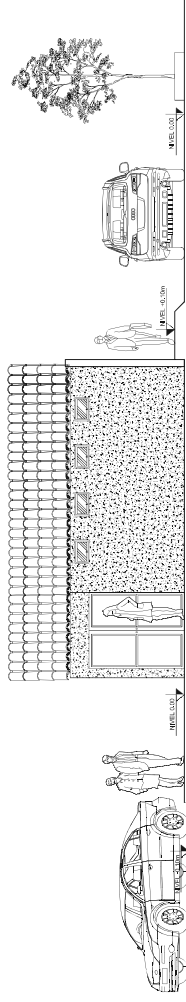


NOMENCLATURA	
	TEXTURA PISO CERAMICO
	TEXTURA CAMINAMIENTO
	TEXTURA PISO ANTIDERRIZANTE
	INDICA CAMBIOS DE NIVEL



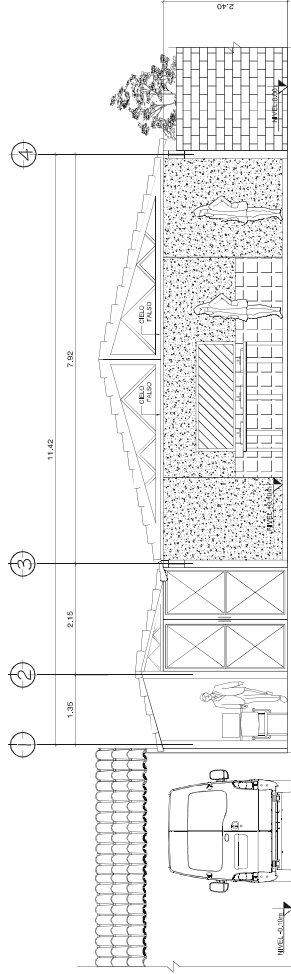
FACHADA - V1 _ AREA DE BATERIA DE SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA

ESC. 1/75



FACHADA - V2 _ AREA DE BATERIA DE SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA

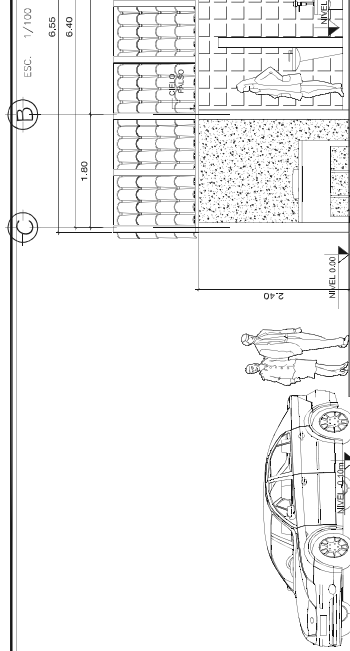
ESC. 1/75



CORTE A-A' _ AREA DE BATERIA DE SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA

ESC. 1/50

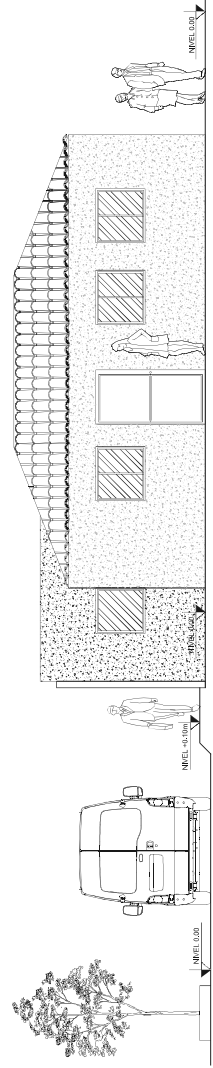
PLANTA AMOBLADA BATERIA DE SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA DE INGRESO Y EGRESO



CORTE B-B' _ AREA DE BATERIA DE SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA

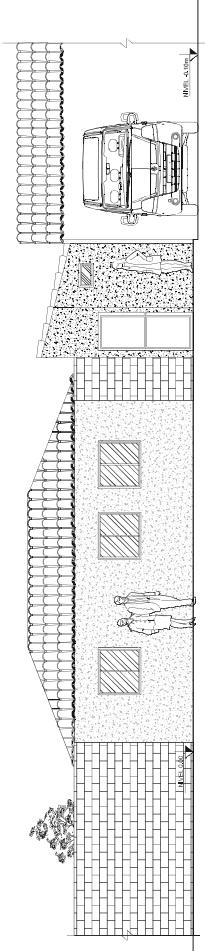
ESC. 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CATEDRA DE INGENIERIA EN ARQUITECTURA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA AMOBLADA, FACHADAS Y CORTES SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA.	FECHA: DICIEMBRE 2020
ASESOR: Ing. Juan Manuel Co CARRERA: Ingeniería en Arquitectura CARRERA: Ingeniería en Arquitectura CARRERA: Ingeniería en Arquitectura	PLANTILLA: 07 18
Juan Manuel Co Arquitecto EPS	
Hector de la Cruz Municipalidad San Pedro Carcha	
Hector de la Cruz Municipalidad San Pedro Carcha	



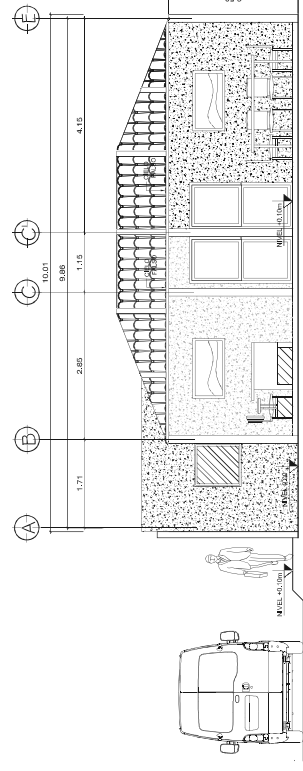
FACHADA - V3_ ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1/50



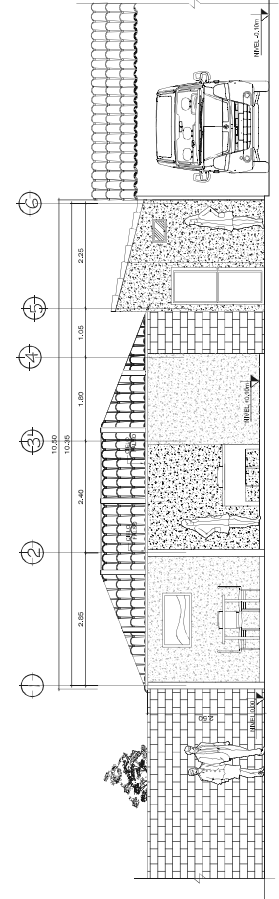
FACHADA - V4_ ADMINISTRACION Y GUARDIANIA

ESC. 1/50



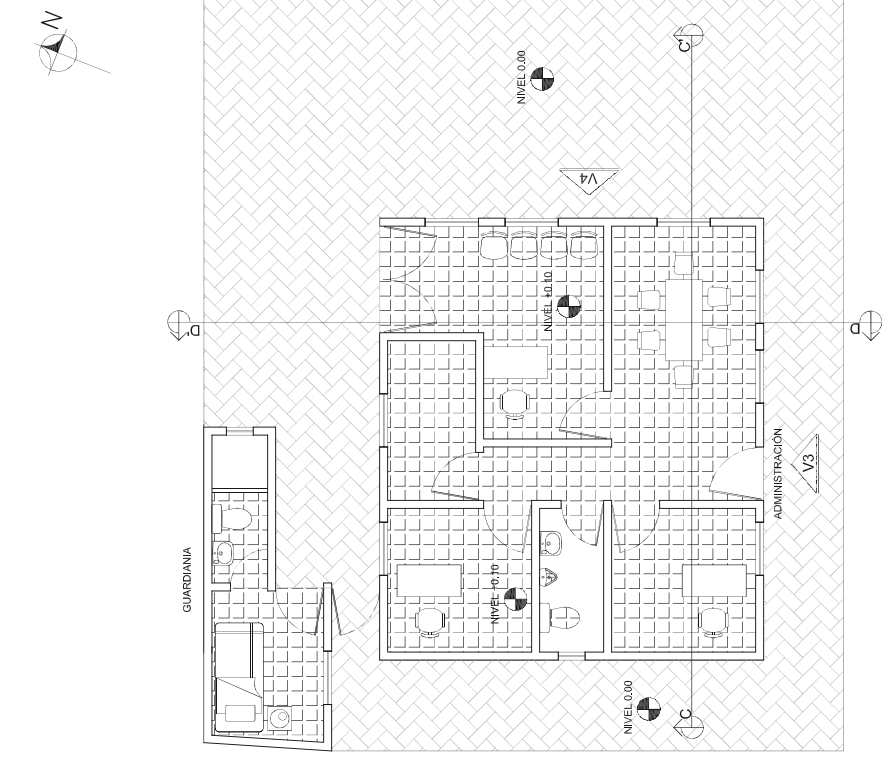
CORTE C-C'_ ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1/20



CORTE D-D'_ ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1/75



PLANTA AMOBLADA ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1/100

NOMENCLATURA	
	TEXTURA PISO CERAMICO
	TEXTURA CAMAMIENTO
	TEXTURA PISO ANTICEDIZANTE
	INDICA CAMBIOS DE NIVEL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.
 ESCRIBIDA: ENCADADA
 FECHA: DICIEMBRE 2020

CONTENIDO: PLANTA AMOBLADA, FACHADAS Y CORTES ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA.

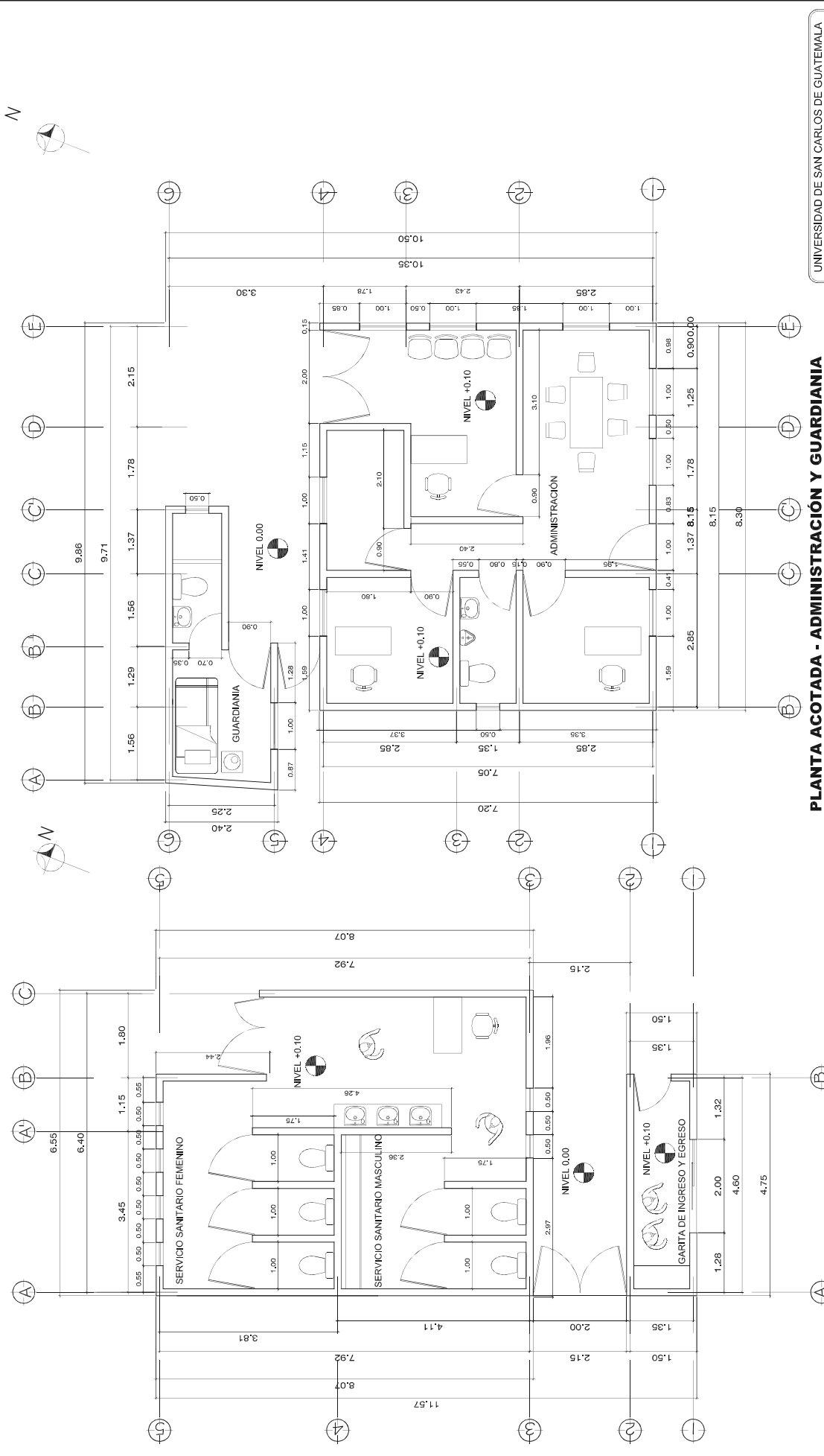
ASESOR: Ing. Juan Carlos López
 INGENIERO: Juan Carlos López
 INGENIERO: Juan Carlos López
 INGENIERO: Juan Carlos López
 INGENIERO: Juan Carlos López

PLANTILLA: 08 18

Escuela de Ingeniería
 Municipalidad San Pedro Carcha



Escuela de Ingeniería
 Municipalidad San Pedro Carcha



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESOCAK: ENDOADA
 CONTINUIDAD: PLANTA ACOTADA
 FECHA: DICIEMBRE 2020

ASESOR: Ingeniero Juan Manuel Cruz
 INGENIERO: Carlos Alberto Cruz
 CALIFICACION: Profesional de Alta Verapaz Guatemala
 C.C.P.A.: 2001018168

PLANTA N.º: 09 18



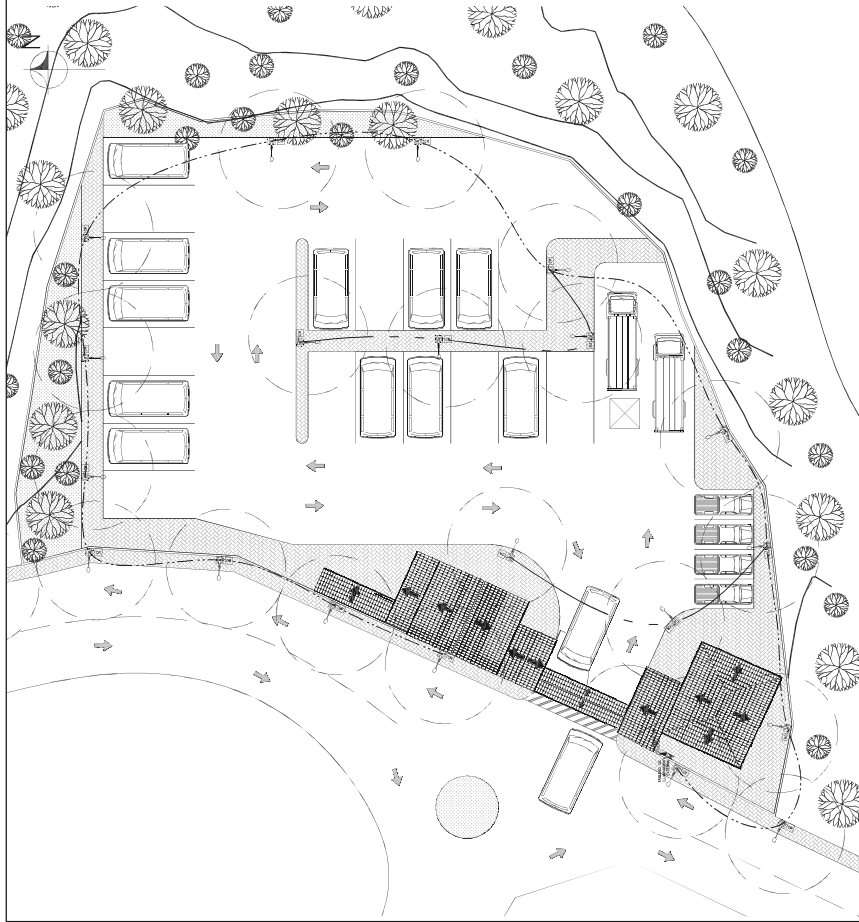
Escuela de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ciudad de Guatemala, Guatemala

PLANTA ACOTADA - ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1 / 125

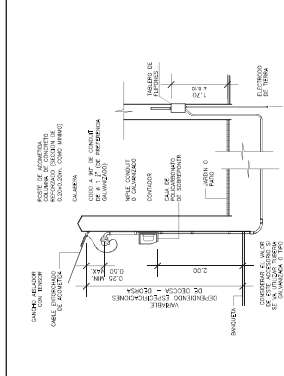
PLANTA ACOTADA - SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA DE INGRESO Y EGRESO

ESC. 1 / 125



INSTALACION ELECTRICA_PLANTA DE CONJUNTO

ESC. 1/1100

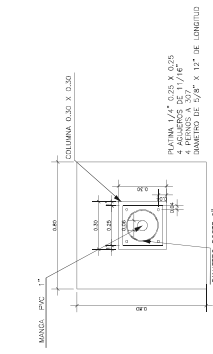


DETALLE DE ACOMETIDA ELECTRICA

ESC. 1/75

PLANTA ZAPATA DE POSTE

ESC. 1/20

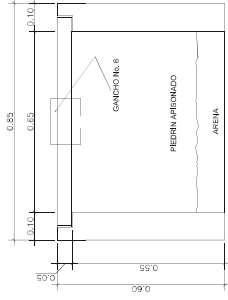


PLANTA COLUMNA Y ZAPATA DE POSTE

ESC. 1/20

PLANTA CAJA DE REGISTRO

ESC. 1/20

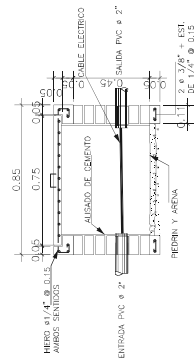
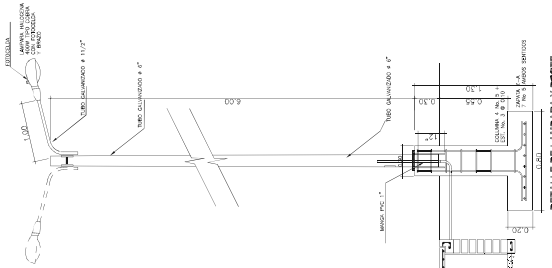


DETALLE CAJA DE REGISTRO

ESC. 1/10

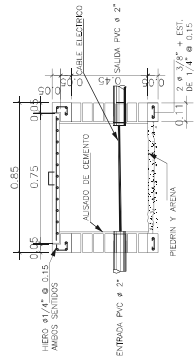
DETALLE LAMPARA, POSTE Y SECCION DE ZAPATA

SIN ESCALA



SECCION A-A' CAJA DE REGISTRO

ESC. 1/20



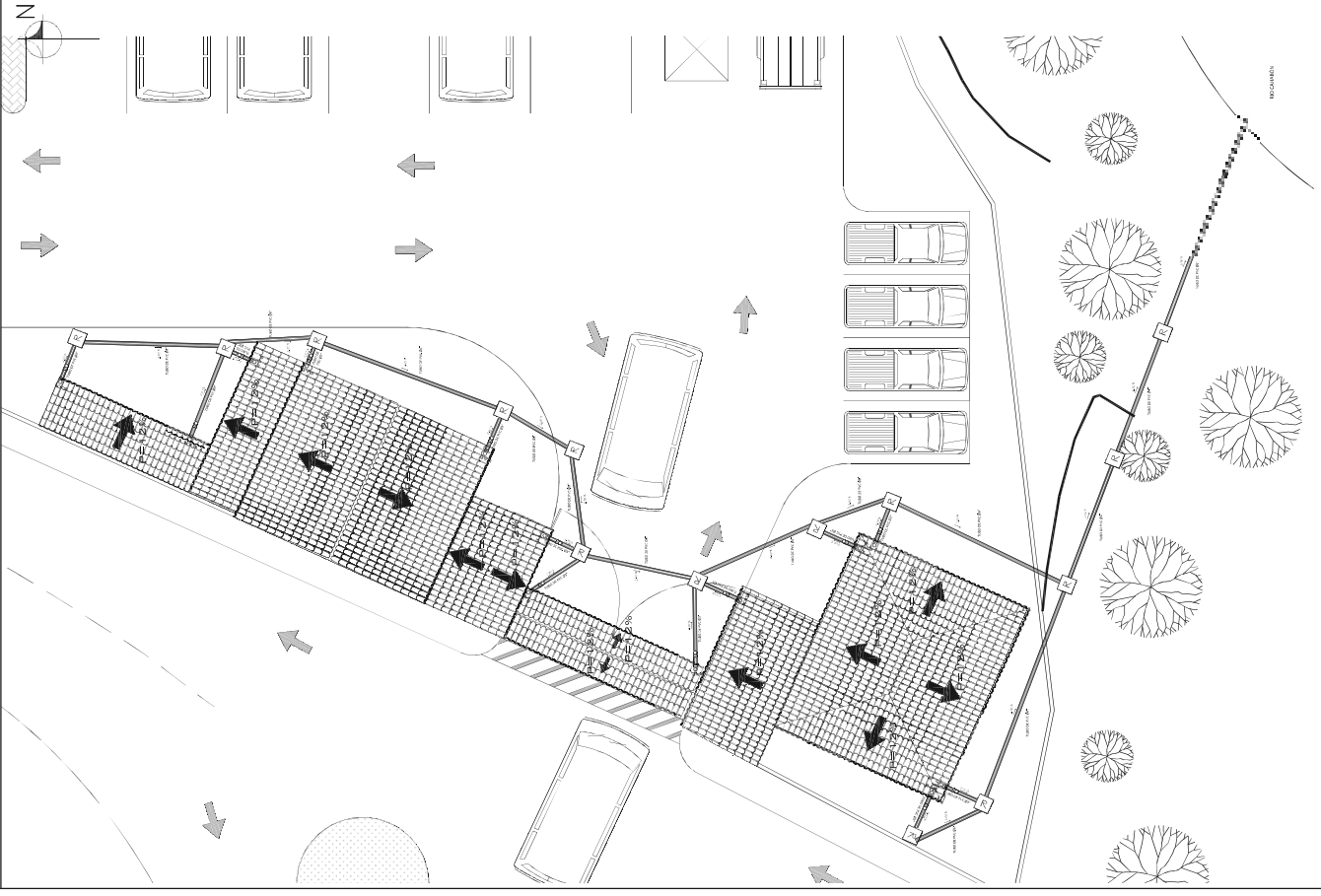
SECCION A-A' CAJA DE REGISTRO

ESC. 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	
PROYECTO:	TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.
ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	INSTALACION ELECTRICA CONJUNTO
FECHA:	DE DICIEMBRE 2020
ASESOR:	Ing. Juan Manuel Cruz
PROFESOR:	Ing. Juan Manuel Cruz
ALUMNO:	Ing. Juan Manuel Cruz
PLANTA N.º:	10 18

Ing. Juan Manuel Cruz	Ing. Juan Manuel Cruz
Asesor EPS	Municipalidad San Pedro Carcha



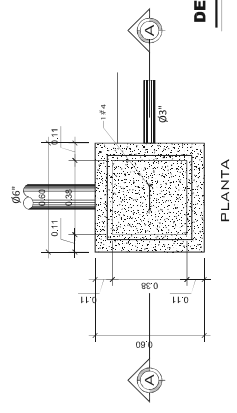
PLANTA DE INSTALACIÓN DE AGUA PLUVIAL, ÁREA ADMINISTRATIVA
ESC. 1/500

NOTAS GENERALES

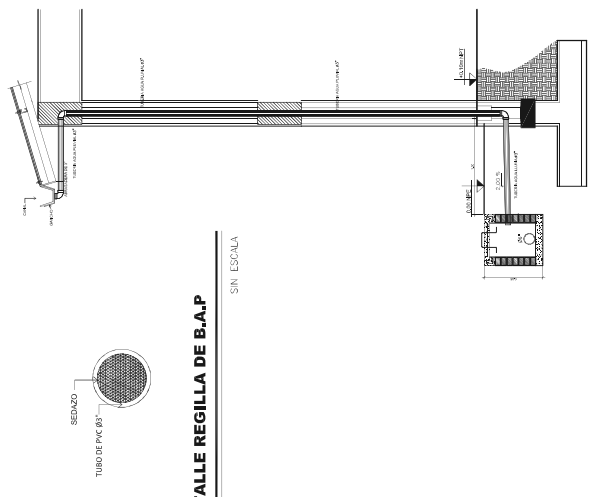
SE CALCULO DE ACUERDO A LA PRESENTACION PLUVIAL ANUAL SEGUN DATOS DEL INVENTARIO DIMENSIONES Y CANTIDAD DE TUBERIA PARA LOS BAÑADOS, CUBIERTAS Y EN CADA CAMBIO DE DIRECCION DE LA TUBERIA. SE UTILIZARAN ARROBAZANERAS DE 3" PARA SOSTENER LOS TUBOS DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL. DEL ESTARAN SUSPENDIDOS EN EL TUBO. PARA LA RECOLECCION DE AGUA SE UTILIZARA UN CANAL DE ALTO CANTAL. TODOS LAS BAJADAS DE AGUA PLUVIAL IRAN CUBIERTAS CON CUBIENOS OTORGADOS A MEDIDA DEL CANAL DE ALTO CANTAL.

SIMBOLOGIA INSTALACION DE AGUA PLUVIAL

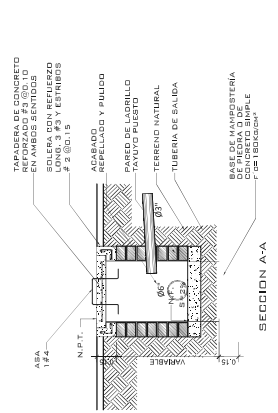
→ P. S.	INDICA DIRECCION Y PENDIENTE
B.A.P.	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
—	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL PVC
R	CAJA DE REGISTRO



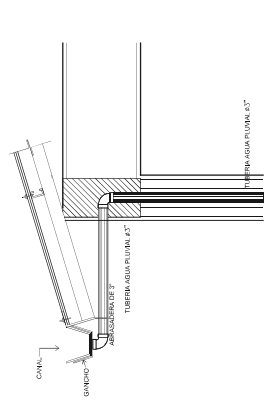
DETALLE CAJA DE REGISTRO CON TAPADERA
SIN ESCALA



DETALLE REGILLA DE B.A.P.
SIN ESCALA



DETALLE BAJADA DE AGUA PLUVIAL
SIN ESCALA



DETALLE CANALETA Y BAJADA DE AGUA PLUVIAL
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ
REVISADO: REVISADO

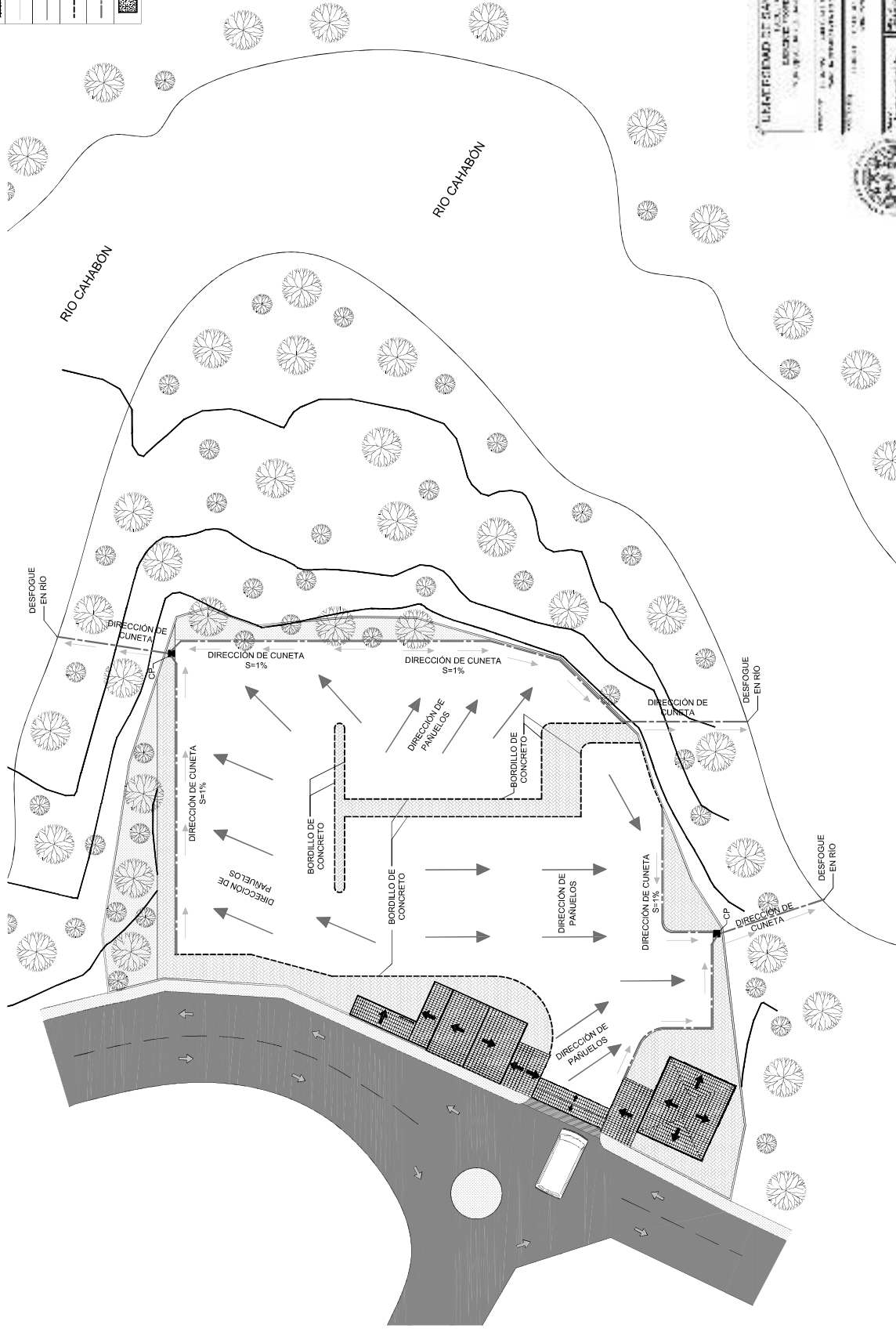
CONTENIDO: **INSTALACION DE AGUA PLUVIAL, PLANTA DE CONJUNTO AREA ADMINISTRATIVA**
FECHA: DICIEMBRE 2020

ASESORA: MSc. Erika Cruz
CALCULO: MSc. Carlos Cruz
DISEÑO: MSc. Carlos Cruz

PLANTILLA: 11 | 18

Escuela de Ingeniería Civil
Universidad de San Pedro Carcha

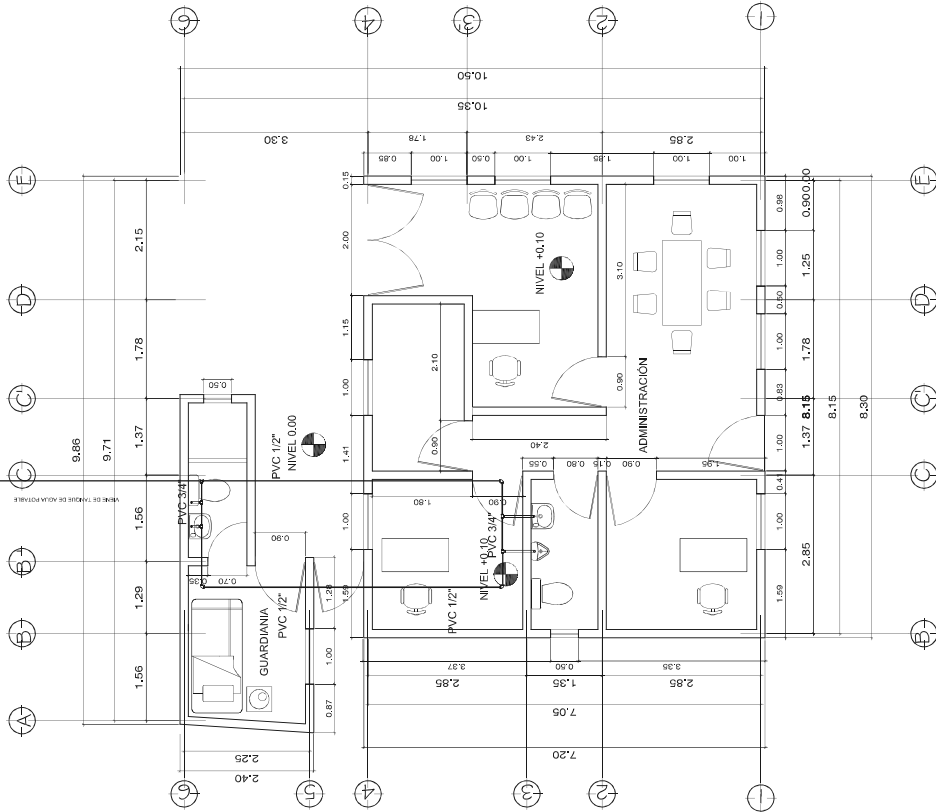
NOMENCLATURA	
	TEXTURA VEGETACIÓN
	TEXTURA CAMINAMIENTO
	TEXTURA TECHO TEJA
	DIRECCIÓN DE CUNETAS
	DIRECCIÓN DE PAÑUELOS
	BORDILLO DE CONCRETO
	CUNETA TIPO 1 (REVISTIDA)
	CAA PLUVIAL (CP)



**DESFOQUE DE AGUA PLUVIAL DESDE
ÁREA DE PAVIMENTO**

ESC. 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA <small>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y DE OBRAS PUBLICAS AV. DE LA PAZ Y AV. FRANCISCO GONZALEZ GONZALEZ, S.A. No. 13</small>	
	12/18
Nombre del Proyecto: Fecha: Escala: Autor:	



PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA- ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC: 1/125

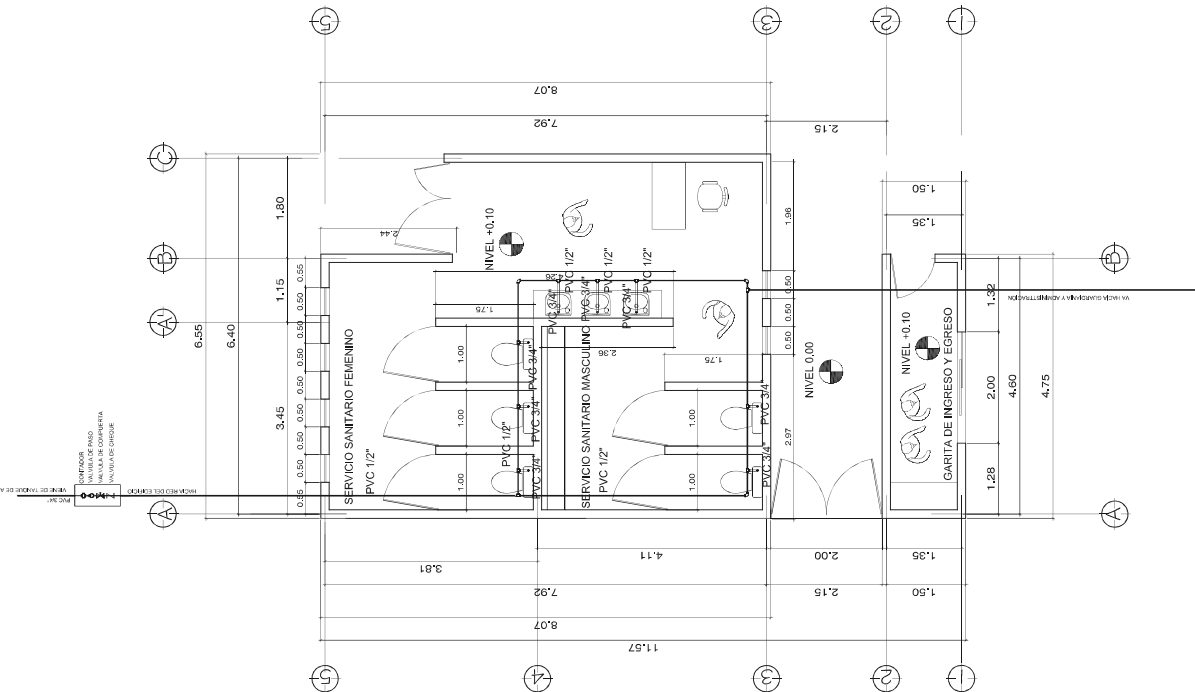
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESOCAK: ENVIADO
 CONTENIDO: INSTALACIONES HIDRAULICAS
 FECHA: DICIEMBRE 2022



ASESOR: Ingeniero Juan Manuel Cruz
 INGENIERO: Carlos Eduardo Ochoa Urdaneta
 PLANTEAMIENTO: 14 18
 FECHA: 14 18

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

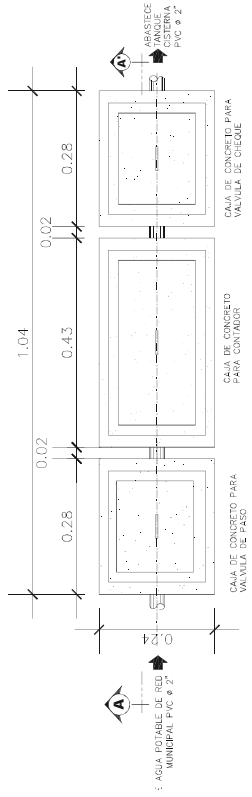


PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA - SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA DE INGRESO Y EGRESO

ESC: 1/125

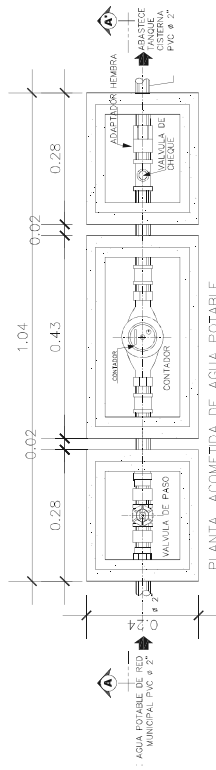
ESPECIFICACIONES
 LA TUBERÍA DE AGUA POTABLE DEBEA EN EL CASO DEL SEGUNDO NÚMERO:
 -LA TUBERÍA DEBEA SER DE POLIÉTIMO DE ALTA DENSIDAD (P.E.A.D.) CON UNA PRESIÓN DE 310 P.S.I. PARA UN MÍNIMO DE 50 AÑOS DE VIDA ÚTIL, CON UN DIÁMETRO NOMINAL DE 1.315" (Ø 33.30 mm) PARA 1/2" Y 1.915" (Ø 48.77 mm) PARA 3/4" Y 2.515" (Ø 64.13 mm) PARA 1".
 LA RÍMENDA DEBEA SER DE 1/4" (Ø 6.35 mm) PARA 1/2" Y 3/8" (Ø 9.52 mm) PARA 3/4" Y 1/2" (Ø 12.70 mm) PARA 1".
 LA RÍMENDA DEBEA SER DE 1/2" (Ø 12.70 mm) PARA 3/4" Y 3/8" (Ø 9.52 mm) PARA 1".
 LA RÍMENDA DEBEA SER DE 1/4" (Ø 6.35 mm) PARA 1/2" Y 3/8" (Ø 9.52 mm) PARA 3/4" Y 1/2" (Ø 12.70 mm) PARA 1".
 TODOS LOS LLAVES DE CONTROL, BARRAJES Y TORNILLOS DEBEN SER DE ACERO INOXIDABLE, CROMADO, COCROVANA, O DE UN EQUIVALENTE.
 TODOS LOS ANILLOS EXTERNOS, DEBEN SER PROFUNDOS CON TIRÓN.

SIMBOLOGÍA	
REF.	DESCRIPCIÓN
	TUBO DE AGUA POTABLE
	REDUCTOR DE 3/4" A 1/2"
	CODO 90° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL
	TE
	VALVULA DE CHEQUE
	VALVULA DE COMPUERTA
	CONTADOR
	VALVULA DE PASO



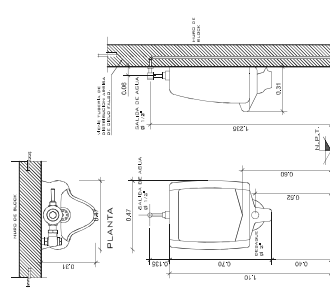
PLANTA TAPADERAS DE ACOMETIDA_INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC. 1/125



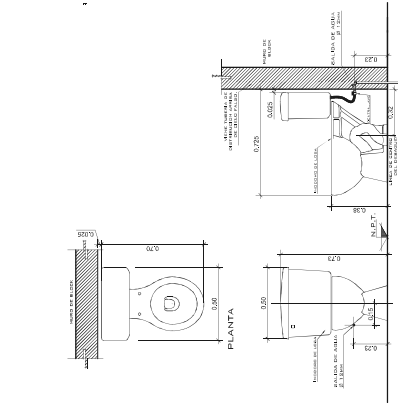
PLANTA DE ACOMETIDA_INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC. 1/125



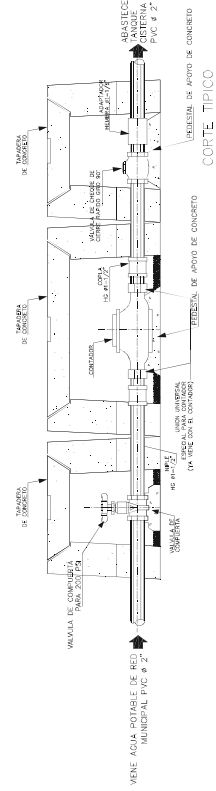
**DETALLE MIGITORIO
 INSTALACIÓN HIDRAULICA**

ESC. 1/125



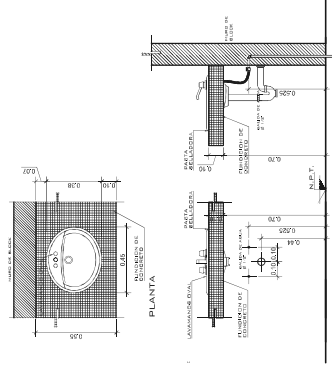
DETALLE INODORO_INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC. 1/125



CORTE A-A_ACOMETIDA_INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC. 1/125



DETALLE LAVAMANOS_INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC. 1/125

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARGA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARGA, ALTA VERAPAZ. EJECUCIÓN: ENTREGADA

CONTENIDO: DETALLES DE INSTALACIONES HIDRAULICAS FECHA: DICIEMBRE 2023

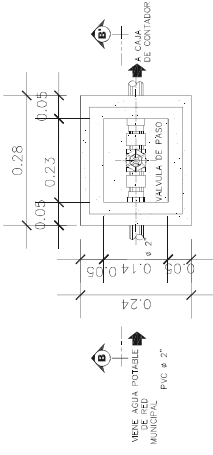
ASESOR: Ing. Juan Manuel de la Cruz Contreras, C.0420300154

DESARROLLADOR: Ing. Juan Manuel de la Cruz Contreras, C.0420300154

PLANTA N.º: 15 18

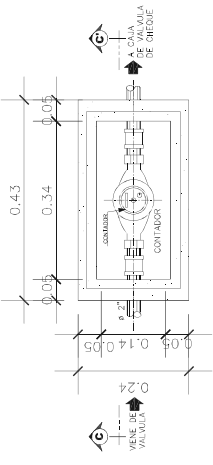
ING. Juan Manuel de la Cruz Contreras
 Municipalidad San Pedro Carga





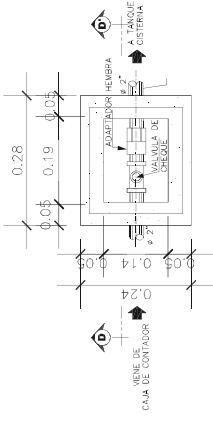
VALVULA DE PASO _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



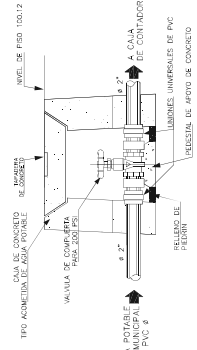
CONTADOR _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



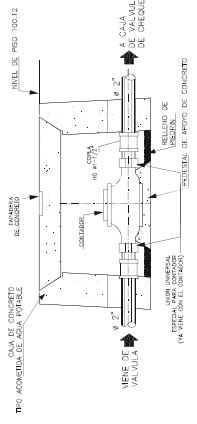
VALVULA DE CHEQUE _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



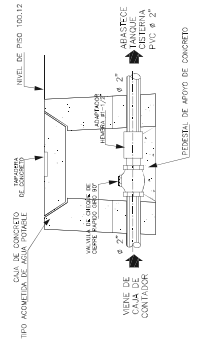
CORTE B-B_ VALVULA DE PASO _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



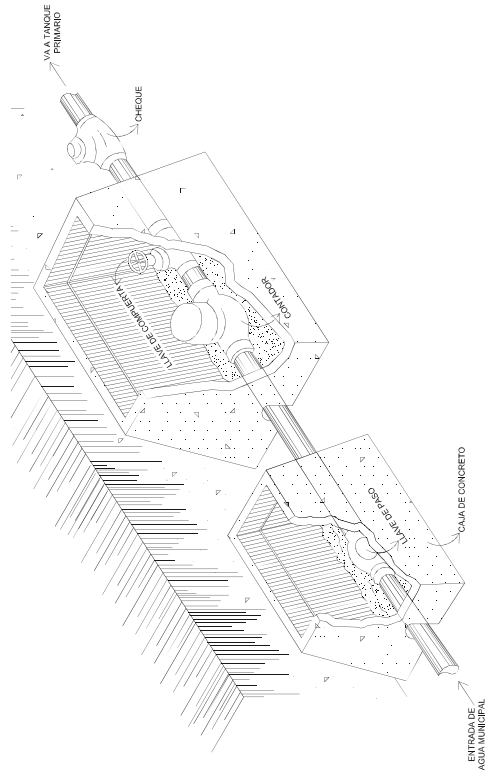
CORTE C-C_ CONTADOR _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



CORTE D-D_ VALVULA DE CHEQUE _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125



APUNTE ACOMETIDA _INSTALACIÓN HIDRAULICA

ESC: 1/125

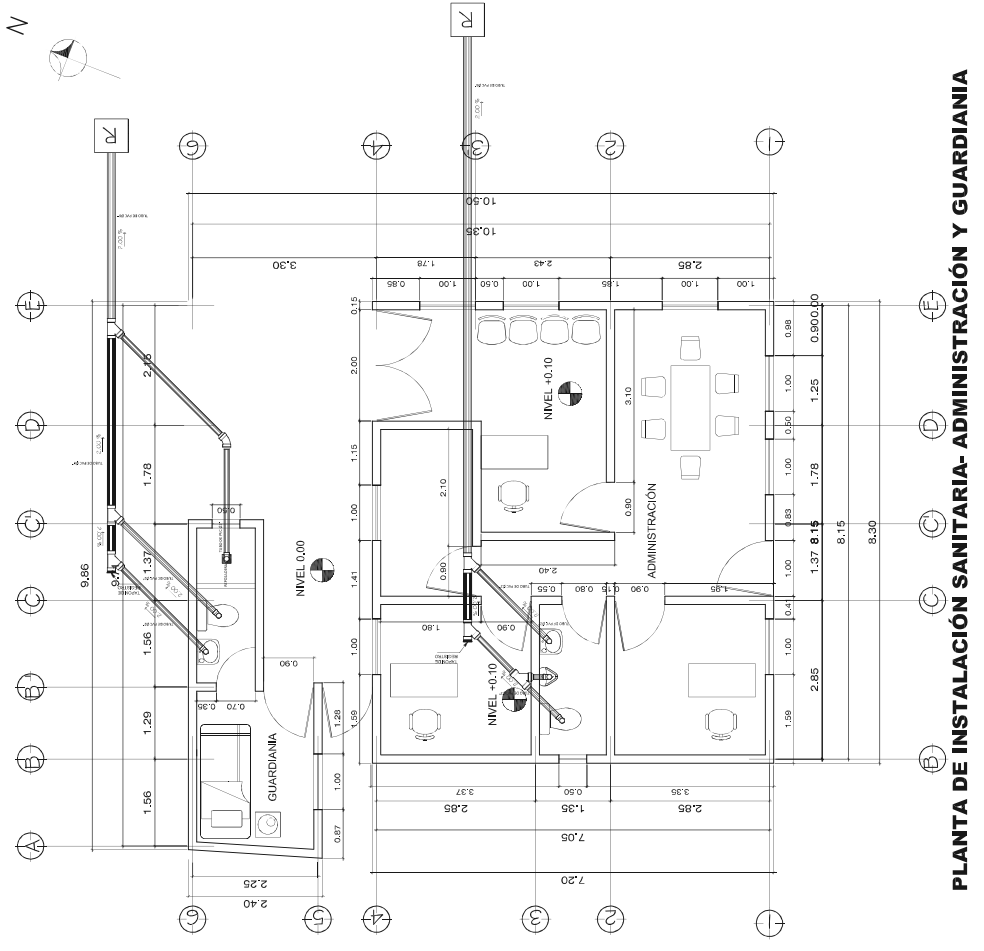
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACABADO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.

PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 ESOCAK: ENDOCAK
 CONTENIDO: DETALLES DE INSTALACIONES HIDRAULICAS
 FECHA: DICIEMBRE 2020

ASESOR: Ing. Juan Manuel Co. (Carné 200010116)
 INGENIERO: Ing. Carlos Castro Urdue (Carné 200010118)
 CALIFICADO: Ing. Juan Carlos Castro Urdue (Carné 200010118)

PLANO N.º: 16 18

Luis María Álvarez EPS
 Ingeniero de Edificación
 Municipalidad San Pedro Carcha



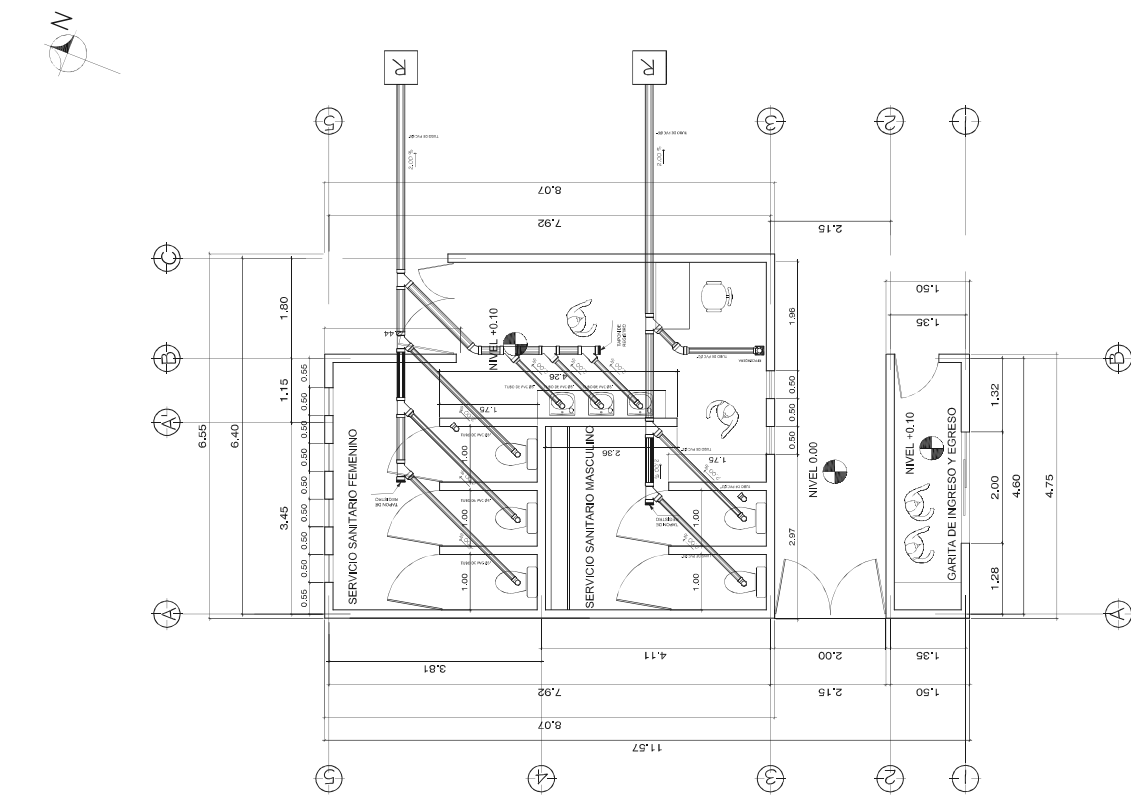
PLANTA DE INSTALACIÓN SANITARIA- ADMINISTRACIÓN Y GUARDIANIA

ESC. 1/125

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	
PROYECTO: TERMINAL DE BUSES DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO CARCHA DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ	ESCALA: ENCADADA
CONTENIDO: INSTALACIONES SANITARIAS	FECHA: DICIEMBRE 2020
ASESOR: Ing. Juan Manuel Cox Ingeniería Civil (C) UGPA Carné: 200181816	PLANO N.º: 17 18
ELABORÓ: Carlos Andrés Ochoa Urbán Ingeniería Civil (C) UGPA Carné: 200181816	



Autor: Ing. Juan Manuel Cox
 Asesor: EPS
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Municipalidad de San Pedro Carcha



PLANTA DE INSTALACIÓN SANITARIA - SERVICIOS SANITARIOS Y GARITA DE INGRESO Y EGRESO

ESC. 1/125



INFORME No.: 0156 S.S.A.

O.T. No.: 40,517

No. 18631

Interesado: MIDDIAM CAROLINA GUZMÁN URBINA

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:

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

Proyecto: EPS "DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERIO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"

Ubicación: SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

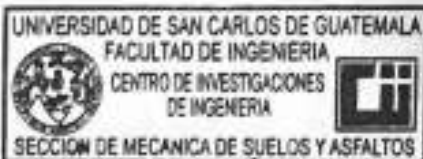
Fecha: 08 DE OCTUBRE DE 2020.

Capa de: BALASTO.



Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Descripción del suelo:	Arena pómez color beige oscuro.	
Densidad seca máxima	1.272 Kg/m ³	79.4 lb/ft ³
Humedad óptima Hop.:	14.8 %	



Atentamente,

Vo.Bo.

Omar E. Medrano M.
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
SECCION MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Telma Maricela Cano Morales
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC





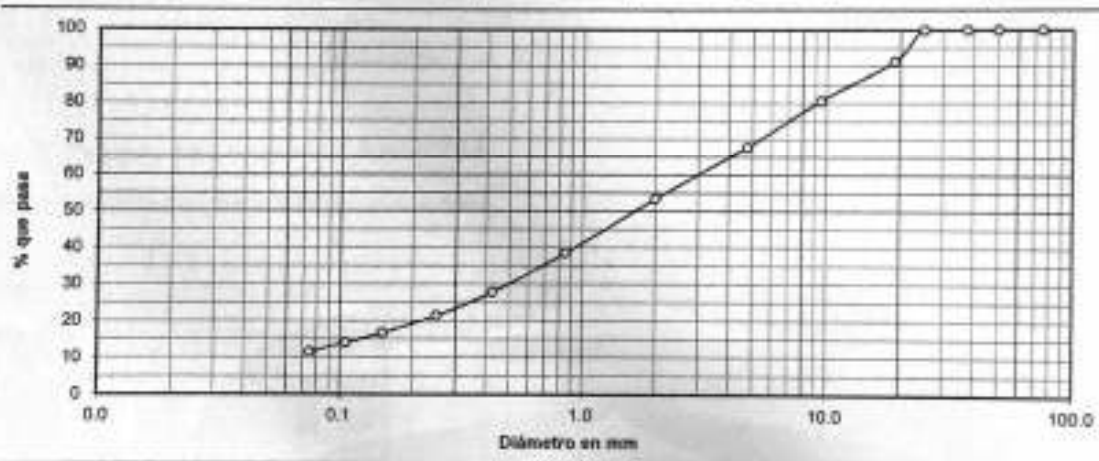
INFORME No. 0158 S.S.A.

O.T. No. 40,517

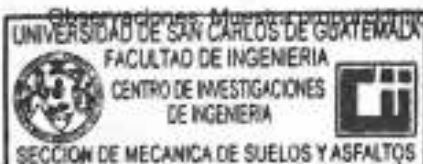
No. 18634

Interesado: MIDDIAM CAROLINA GUZMÁN URBINA
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices sin lavado previo.
 Norma: ASTM D6913-04, AASHTO T-27.
 Proyecto: EPS "DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"
 Capa de: BALASTO.
 Ubicación: SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"
 Fecha: 08 DE OCTUBRE DE 2020.

Análisis con Tamices.					
Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	53.40
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	38.53
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 µm	27.81
1"	25 mm	100.00	60	250 µm	21.37
3/4"	19.0 mm	91.43	100	150 µm	16.74
3/8"	9.5 mm	80.64	140	106 µm	14.04
4	4.75 mm	67.78	200	75 µm	11.55



Descripción del suelo:	Arena pómez color beige oscuro.				
Clasificación:	S.C.U.:	SP-SM	% de Grava:	32.22	D10=— mm.
	P.R.A.:	A-1-b	% de Arena:	56.23	D30=0.57 mm.
			% de finos:	11.55	D60=3.38 mm.



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Atentamente,

Vo.Bo.

Inga. Teima Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIV/USAC





No. 18633

INFORME No. 0158 S.S.A.

O.T.: 40.517

Interesado: MIDDIAM CAROLINA GUZMÁN URBINA

Proyecto: EPS "DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERÍO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-99 Y T-90

Ubicación: SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ*

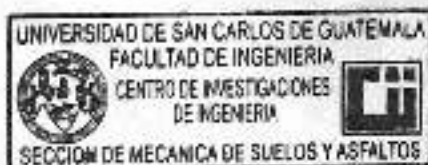
FECHA: 08 DE OCTUBRE DE 2020.

RESULTADOS:					
MUESTRA No.	CAPA DE:	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	BALASTO	0.0	0.0	SM	Arena pómez color beige oscuro.

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.



Atentamente,

Enrique Medrano Méndez
 Ing. César Enrique Medrano Méndez
 JEFE SECCIÓN MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Vo.Bo.

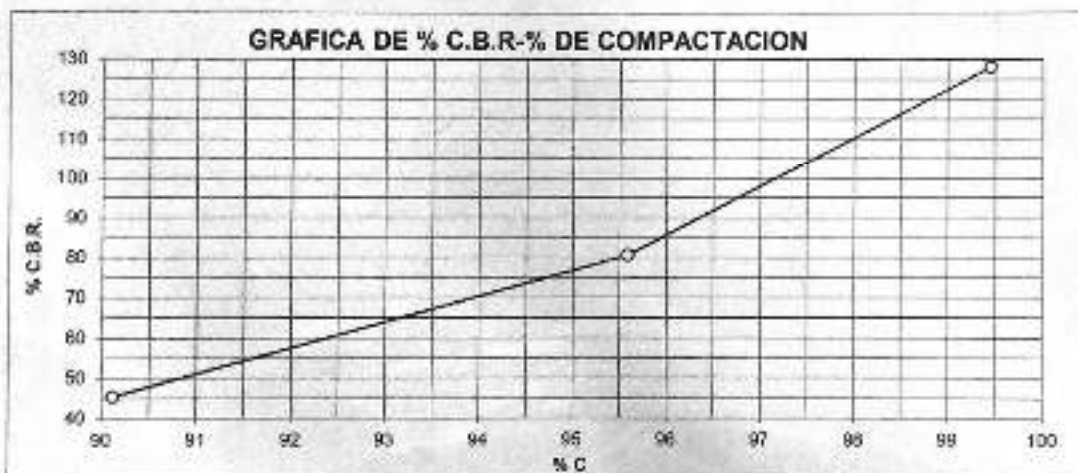
Telma Marcela Cano Morales
 Ings. Telma Marcela Cano Morales
 DIRECTORA CBIUSAC





INFORME No.: 0157 S.S.A. O.T. No.: 40,517 No. 18632
 Interesado: MIDDIAM CAROLINA GUZMÁN URBINA
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS'DISEÑO DE LA CARRETERA HACIA CASERIO CHIAJAM Y TERMINAL DE BUSES DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ*
 Ubicación: SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ*
 Capa de: BALASTO.
 Descripción del suelo: Arena pómez color beige oscuro.
 Fecha: 08 DE OCTUBRE DE 2020.

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	(Lb/plie ³)			
1	10	15.00	71.6	90.1	0.00	45.4
2	30	15.00	75.9	95.6	0.00	60.8
3	65	15.00	79.0	99.5	0.00	126.0



Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.



Ing. Omar Enrique Mediano Mendez
JEFE SECCION MECANICA DE SUELOS Y ASFALTOS

Atentamente,

Vo.Bo.

Inga. Teima Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC





RC CONSTRUCTION

PAVIMENTACIÓN DE PARQUEO DE BUSES

PUENTE CHIXTÚN, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

ESTUDIO COMPLETO:

MATERIAL DE CALICATA

Arena y grava limo-arcillosa café claro
Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.80 mts de profundidad.

Capa de Balasto

MATERIAL DE CALICATA

EST. Parqueo Lado Der.

Muestra No: 1

02 de abril de 2018

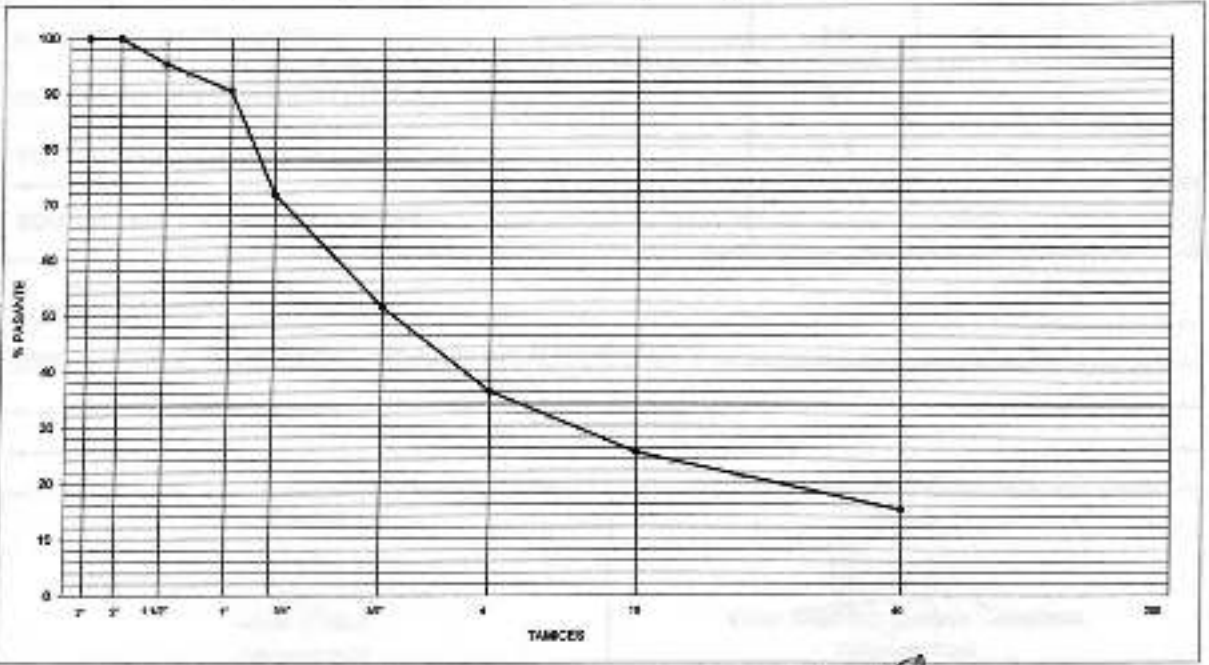


RC CONSTRUCTION ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

AASHTO T 11 -- AASHTO T 27

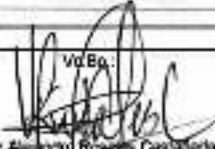
PROYECTO:	PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHXTÓN CARCHA ALTA VERAPAZ	FECHA:	02 de abril de 2018
MATERIAL:	Arenas y grava limo-arcillosa café claro	CANTERA:	MATERIAL DE CALICATA
ESTACION:	Parqueo Lado Der.	MUESTRA #:	1
PARA USO EN:	Capa de Balasto		

Tamices ASTM	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Material Pesado (%)	Gradación Especificaciones % Pasante	Descripción Del Material
						T.M.N:
						Peso Bruto Seco 3,905.00
						Tara 179.00
						Peso Neto Seco 3,705.00
2"	179.0	0.00	0.00	100.00		% de Piedra 49.81
1 1/2"	179.0	0.00	0.00	100.00		% de Arena 51.19
1"	354.7	4.64	4.64	85.36		% P#200 15.17
3/4"	530.5	4.86	4.48	80.51		Equiv de Arena 20.7
3/8"	1264.0	18.89	28.39	71.81		LL 25.2
No. 4	2027.4	20.42	48.81	51.19		LP 14.1
No. 10	2802.7	15.18	64.00	36.00		IP 11.1
No. 40	3011.7	10.80	74.80	25.20		Clasificación: A - 2 - 8 IG 0
No. 200	3361.5	10.00	84.83	15.17		H.R.E.
						Observaciones: Clasificación AASHTO
						Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.60 mts de profundidad.



ELABORÓ:

 César Chiquin
 Laboratorista

V.B.

 Víctor Alejandro Rosales Castañeda
 Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION
EQUIVALENTE DE ARENA
AASHTO T 176

FT-P0-01-12

PROYECTO: **PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ**
MATERIAL: Arena y grava limo-arcillosa café claro FECHA: 02 de abril de 2018
ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
PARA USO EN: Capa de Balasto MUESTRA No.: 1

PROBETA No.:	1	2	
HORA DE INICIO DE INMERSIÓN	14:53	15:00	
HORA DE SALIDA DE INMERSIÓN	15:03	15:10	
HORA DE INICIO POST-AGITACIÓN	15:05	15:12	
HORA DE SALIDA POST-AGITACIÓN	16:25	16:32	
(a) LECTURA DE PIE (ARENA)	2.5	2.6	
(b) LECTURA DE SUSPENSION (FINOS)	12.2	12.4	
EQUIVALENTE DE ARENA (a/b) x 100	20.5	21.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO	20.7		


OBSERVACIONES:

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.80 mts de profundidad.

Elaboró


César Chiquín
Laboratorista

Vd. Bc.


Víctor Alejandro Rosales Castañeda
Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION

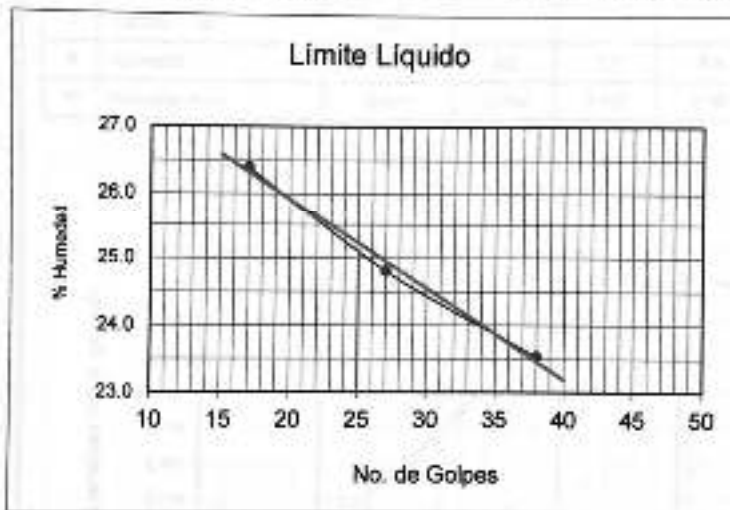
LIMITES DE ATTERBERG

AASHTO T 89 y AASHTO T 90

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
MATERIAL: Arena y grava limo-arcillosa café claro FECHA: 02-abr-18
ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
PARA USO EN: Capa de Balasto MUESTRA No.: 1

LÍMITE LÍQUIDO

Capsula	Nº	1	2	3		
Peso de la Capsula	(g)	11.20	11.20	11.00		
Capsula + Suelo Húmedo	(g)	30.10	27.80	29.20		
Capsula + Suelo Seco	(g)	26.50	24.50	25.40		
Humedad	(%)	23.5	24.8	26.4		
Número de Golpes	Nº	38	27	17		



LÍMITE LÍQUIDO:	25.2
LÍMITE PLÁSTICO:	14.1
ÍNDICE PLÁSTICO:	11.1

LÍMITE PLÁSTICO

Capsula	Nº	4	5			Promedio
Peso del Capsula	(g)	11.20	11.10			
Capsula + Suelo Húmedo	(g)	14.30	14.50			
Capsula + Suelo Seco	(g)	13.90	14.10			
Humedad	(%)	14.8	13.3			14.1

OBSERVACIONES:

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.80 mts de profundidad.

Elaboró:

César Chiquín
Laboratorista

Mo. Ba.

Víctor Alejandro Rojas Castañeda
Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION

11-0031-08

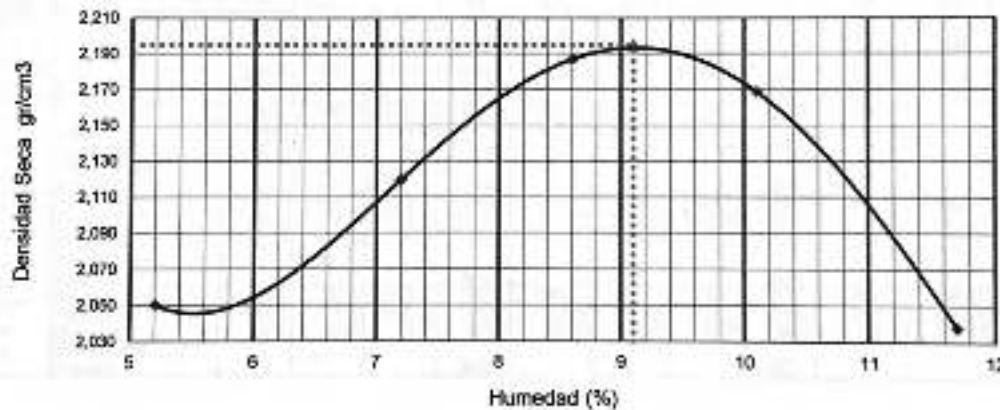
Proctor - Relacion Densidad Humedad

AASHTO T 99 - AASHTO T 180

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
 MATERIAL: Arena y grava limo-arcillosa café claro FECHA: 02 de abril de 2018
 ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
 PARA USO EN: Capa de Bolesto MUESTRA #: 1

Punto	u	1	2	3	4	5	6
1	Peso del Molde (gr)	4179	4179	4179	4179	4179	
2	Peso del Molde + Sh (gr)	6215	6324	6421	6433	6328	
3	Volumen del Molde (cm ³)	944	944	944	944	944	
4	Densidad Humeda (g/cm ³)	2.157	2.272	2.375	2.368	2.276	
5	Cápsula (gr)						
6	Peso de la Cápsula (gr)						
7	Cápsula + Sh (gr)						
8	Cápsula + Se (gr)						
9	Humedad (%)	5.2	7.2	8.6	10.1	11.7	
10	Densidad Seca (kg/m ³)	2.050	2.120	2.187	2.169	2.038	

Densidad Seca Máxima



DENSIDAD SECA MÁXIMA: 2.195 kg/m³

HUMEDAD ÓPTIMA: 9.1 %

OBSERVACIONES: Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.50 ms de profundidad.

HUMEDAD NATURAL: 5.7

Elaboró:

C. Chiquin
César Chiquin
Laboratorista

Verificó:

V. R. Castañeda
Victor Alejandro Rivas Castañeda
Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION
VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 AASHTO T 193

PT-02-01

PROYECTO: **PAVIMENTACIÓN PARQUE DE BUSES- PUENTE CHITÚN CARCHA ALTA VERAPAZ** MUESTRA Nº: **1**
 MATERIAL: **Árida y grava fino-arenaosa café claro** ESTACION: **Parque Lago Der.**
 TIPO DE MATERIAL: **YUDO** CAPA DE BASE: **Grava de Base** FECHA: **02-abr-13**

ARO DE CARGA	Nº de Golpes	Molde Nº	Peso Molde	Peso M + Sh	Peso Sh	Volumen Molde	Densidad Húmeda	Densidad Seca	Hinchamiento (g/g)				Total (%)
									1" de	2" de	3" de	4" de	
Nº 2	65	1	7.222	12.258	5.028	2.153	2.268	2.190	0.50	0.60	0.60	0.60	2.00
Kg	4.535	30	7.174	11.992	4.818	2.119	2.274	2.095	0.50	0.61	0.61	0.61	2.02
Cts	10	3	7.180	11.722	4.522	2.155	2.153	1.954	0.50	0.60	0.53	0.58	2.08
* 9.9426 +12.1617												Promedio:	0.03

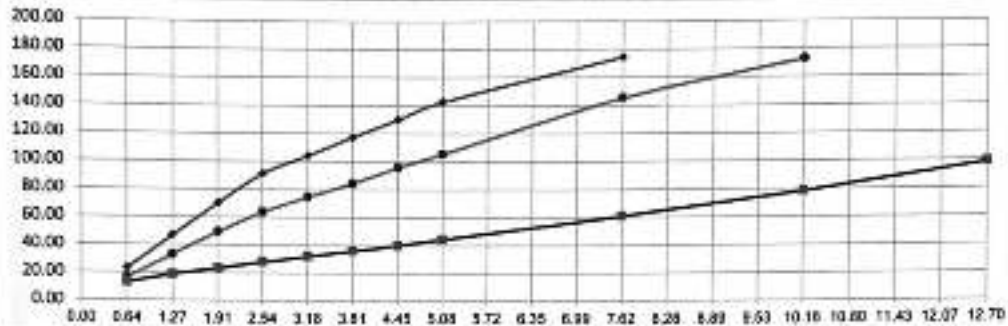
GRANULOMETRÍA	UL	LP	IP	Nº de Golpes	65			30			10			
					Molde Nº			2			3			
					DESCRIPCIÓN			Molde	Superficial	Centro	Molde	Superficial	Centro	Molde
2"	100.00	25.20	14.07	11.13	Área Pasado: 19.640									
1 1/2"	100.00	Área Pasado	19.640	DESCRIPCIÓN	HUMEDAD									
3/4"	96.51				Molde	Superficial	Centro	Molde	Superficial	Centro	Molde	Superficial	Centro	
3/8"	71.81	100	Dens	H _{med}	Grava Nº	31.2	15.5	15.2	31.2	15.3	15.3	31.2	15.3	15.5
Nº 4	51.35				Grava + Sh	48.5	38.7	40.3	48.5	48.5	49.0	48.5	44.7	41.5
Nº 10	35.00	2195	9.1	H _{med}	Grava + Sh	40.9	30.5	37.9	40.9	43.7	40.3	48.9	41.5	38.7
Nº 40	25.20				Agua	1.6	3.2	2.4	1.6	3.2	2.8	1.6	3.2	2.8
Nº 200	15.77				Peso del Sh	15.7	21.0	22.7	15.7	25.5	24.5	15.7	25.2	25.1
					Humedad	10.2	10.5	10.8	10.2	11.2	11.2	10.2	12.2	12.1

Preparación		0.54	1.27	1.91	2.54	3.15	3.81	4.45	5.08	7.32	10.16	12.70	CBR	
Presión Standard		70	140	210	280	350	420	490	560	780	1060	1340		
No Golpes	MOLDE	Letura del Dial	100	202	304	398	452	510	554	620	758		130.3	
	Nº 65	Carga Total	1009.42	2020.57	3034.71	3949.45	4508.22	5042.89	5619.79	6178.57	7548.85			
		Presión Total	23.24	46.87	71.09	91.21	104.07	117.99	129.76	142.55	174.34			
		Presión Corregida												
	% Standard				130.3				135.9					
No Golpes	MOLDE	Letura del Dial	70	142	214	278	324	366	418	498	632	790	90.9	
	Nº 30	Carga Total	706.14	1424.01	2133.66	2790.32	3255.33	3651.10	4140.28	4555.37	6293.88	7460.11		
		Presión Total	16.33	32.69	49.42	62.93	74.68	84.30	95.81	106.45	145.41	172.50		
		Presión Corregida												
	% Standard				90.9				100.4					
No Golpes	MOLDE	Letura del Dial	55	80	100	120	138	155	173	192	264	426	39.5	
	Nº 10	Carga Total	559.00	807.57	1006.42	1225.27	1384.24	1553.25	1732.23	1921.14	2637.01	3392.55		4247.71
		Presión Total	12.91	18.95	23.24	27.84	31.97	36.87	40.01	44.37	60.90	78.35		98.10
		Presión Corregida												
	% Standard				26.8				42.3					

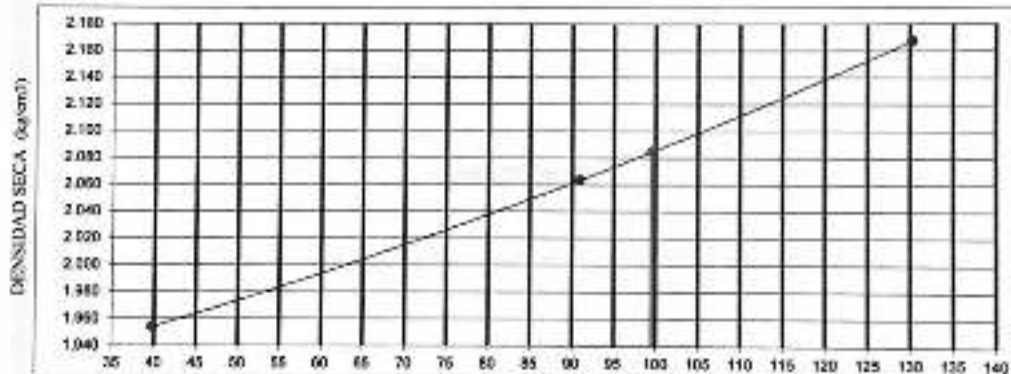


RC CONSTRUCTION
VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 AASHTO T 193

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
 MATERIAL: Arena y grava limo-arcillosa café claro FECHA: 05-abr-18
 ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
 PARA USO EN: Capa de Balasto MUESTRA No.: 1



Penetración mm	0.84	1.27	1.91	2.54	3.18	3.81	4.45	5.09	7.62	10.16	12.7	CBR
No. de Golpes 65	23.24	46.67	70.09	91.21	104.07	117.38	129.79	142.55	174.34	0.28	0.28	130
No. de Golpes 30	16.35	32.89	49.42	63.66	74.58	84.32	95.81	105.45	145.41	172.50	0.28	91
No. de Golpes 10	12.91	18.65	23.24	27.84	31.97	35.87	40.01	44.37	60.90	78.35	95.10	40



95% DE SU PROCTOR	DENSIDAD	CBR	% DE CBR
2.085	2.168	130	99.5
	2.063	91	
	1.954	40	

OBSERVACIONES

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.80 mts de profundidad.

Elaboró:

César Quijón
 César Quijón
 Laboratorista

Verificó:

Victor Alejandro Rosales Castañeda
 Victor Alejandro Rosales Castañeda
 Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION

PAVIMENTACIÓN DE PARQUEO DE BUSES
PUENTE CHIXTÚN, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

ESTUDIO COMPLETO:

MATERIAL DE CALICATA

Arcilla color café oscuro

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.95 mts de profundidad

Subrasante Existente

MATERIAL DE CALICATA

EST.	Parqueo	Lado Der.
------	---------	-----------

ENSAYO No:	2
------------	---

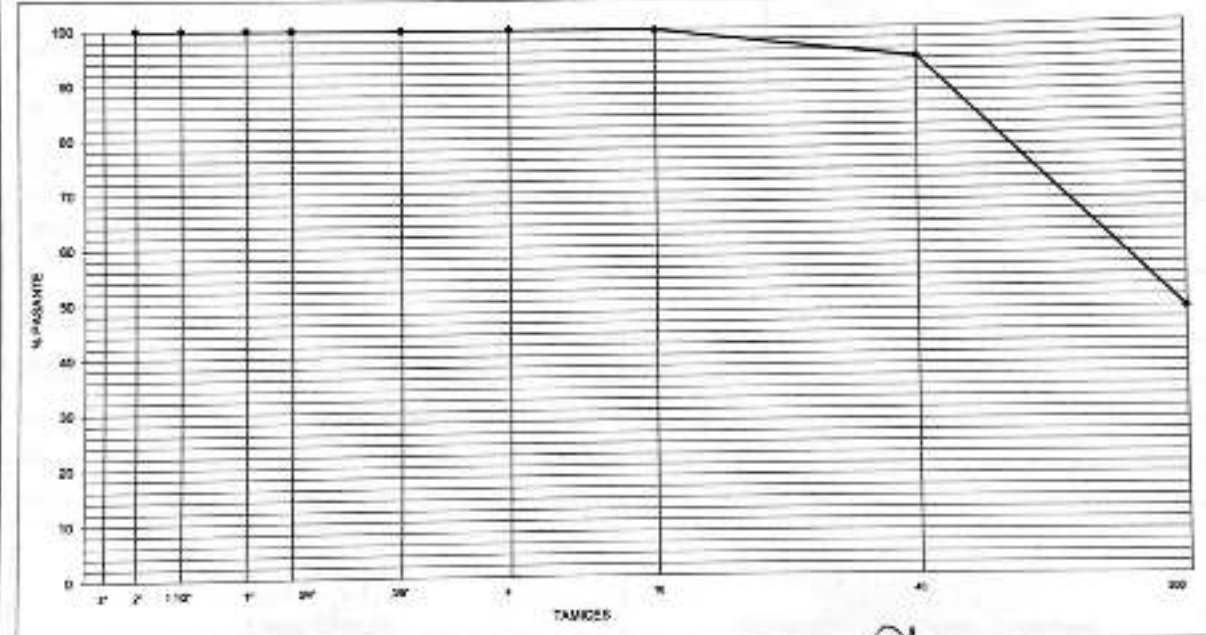
02 de abril de 2018

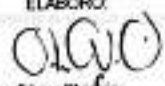



RC CONSTRUCTION
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 AASHTO T 11 -- AASHTO T 27

PROYECTO:	PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÓN CARCHA ALTA VERAPAZ	FECHA:	02 de abril de 2018
MATERIAL:	Arcilla color café oscuro	CANTERA:	MATERIAL DE CALICATA
ESTACION:	Parqueo Lado Der.	MUESTRA #:	2
PARA USO EN:	Subrasante Externo		

Tamices ASTM	Peso Retenido (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Material Pasante (%)	Gradacion Especificaciones % Pasante	Descripción Del Material
						TMN
						Peso Bruto Seco 879.90
						Tara 182.00
						Peso Neto Seco 697.90
2"		0.00	0.00	100.00		% de Piedra 0.00
1 1/2"		0.00	0.00	100.00		% de Arena 100.00
1"		0.00	0.00	100.00		% P#200 47.80
3/4"		0.00	0.00	100.00		Equiv de Arena 14.3
3/8"		0.00	0.00	100.00		LL 32.8
No. 4		0.00	0.00	100.00		LP 20.0
No. 10	193.4	0.20	0.20	99.80		IP 12.8
No. 40	230.3	5.36	5.57	94.43		Clasificación: A - 2 - 6 IG 1
No. 200	551.1	48.63	52.20	47.80		HRB:
						OBSERVACIONES: Clasificación AASHTO
						Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.05 mts de profundidad



ELABORÓ:  César Chedín Laboratorista	 Víctor Alejandro Rosales Córdova Ingeniero Civil
--	---



RC CONSTRUCTION

FT-PO-01-12

EQUIVALENTE DE ARENA
AASHTO T 176

PROYECTO: **PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ**
MATERIAL: Arcilla color café oscuro FECHA: 02 de abril de 2018
ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
PARA USO EN: Subrasante Existente MUESTRA No.: 2

PROBETA No.:	1	2	
HORA DE INICIO DE INMERSIÓN	09:03	09:07	
HORA DE SALIDA DE INMERSIÓN	09:13	09:17	
HORA DE INICIO POST-AGITACIÓN	09:15	09:19	
HORA DE SALIDA POST-AGITACIÓN	09:35	19:39	
(a) LECTURA DE PIE (ARENA)	1.6	1.6	
(b) LECTURA DE SUSPENSIÓN (FINOS)	11.1	11.3	
EQUIVALENTE DE ARENA (a/b) x 100	14.4	14.2	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO	14.3		

OBSERVACIONES:

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.95 mts de profundidad

Elaboró

César Chiquín
Laboratorista

Yo Bo.:

Víctor Alejandro Rosales Castañeda
Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION

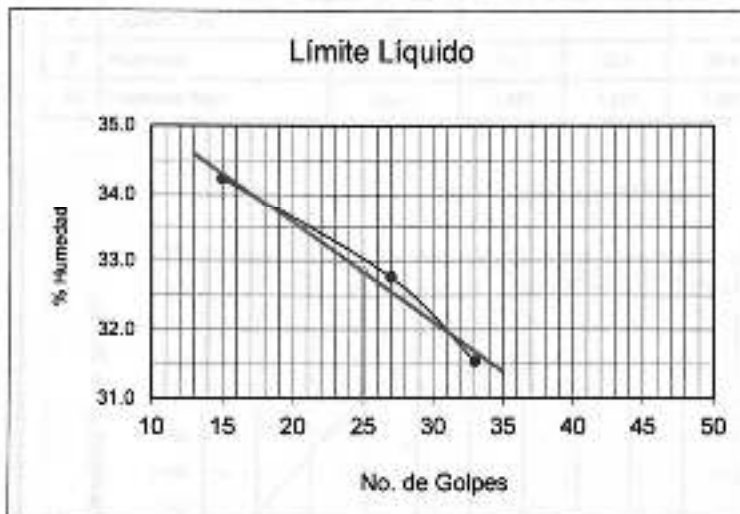
LIMITES DE ATTERBERG

AASHTO T 88 y AASHTO T 90

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
 MATERIAL: Arcilla color café oscuro FECHA: 02-abr-18
 ESTACION: Parque Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
 PARA USO EN: Subrasante Existente MUESTRA No.: 2

LÍMITE LÍQUIDO

Capsula	N°	1	2	3			
Peso de la Capsula	(gr)	11.20	11.10	11.20			
Capsula + Suelo Húmedo	(gr)	31.20	26.50	28.30			
Capsula + Suelo Seco	(gr)	26.10	22.70	24.20			
Humedad	(%)	34.2	32.8	31.5			
Número de Golpes	N°	15	27	33			



LÍMITE LÍQUIDO:	32.8
LÍMITE PLÁSTICO:	20.0
ÍNDICE PLÁSTICO:	12.8

LÍMITE PLÁSTICO

Capsula	N°	4	5				Promedio
Peso del Capsula	(gr)	11.20	11.10				
Capsula + Suelo Húmedo	(gr)	15.40	15.30				
Capsula + Suelo Seco	(gr)	14.70	14.60				
Humedad	(%)	20.0	20.0				20.0

OBSERVACIONES:

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.85 mts de profundidad

Elaboró: 
 César Chiquin
 Laboratorista

Vp/Bb: 
 Victor Alejandro Rosales Castañeda
 Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION

Proctor - Relacion Densidad Humedad

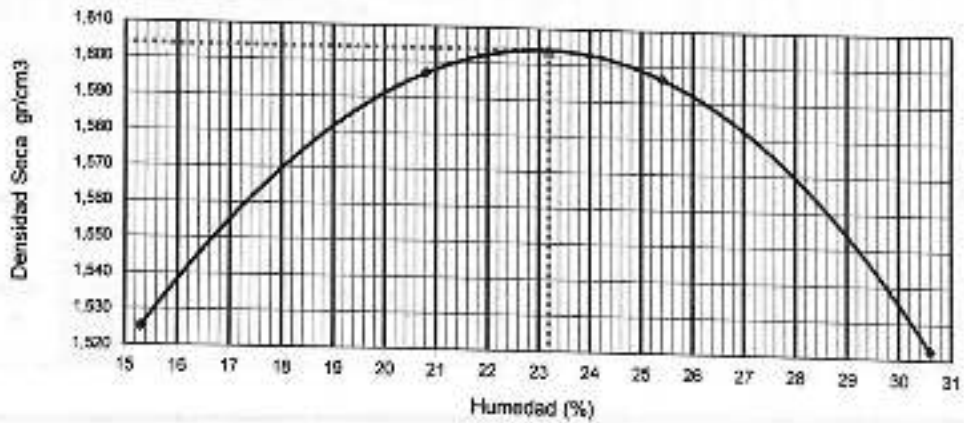
AASHTO T 99 - AASHTO T 180

F-903108

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
 MATERIAL: Arcilla color café oscuro FECHA: 02 de abril de 2018
 ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
 PARA USO EN: Subrasante Existente MUESTRA #: 2

Punto	N°	1	2	3	4	5	6
1	Peso del Molde	kg	4179	4179	4179	4179	
2	Peso del Molde + Sh	kg	6839	6000	6069	6066	
3	Volumen del Molde	(cm ³)	944	944	944	944	
4	Densidad Húmeda	(g/cm ³)	1.758	1.929	2.002	1.938	
5	Cápsula	g					
6	Peso de la Cápsula	g					
7	Cápsula + Sh	g					
8	Cápsula + Sa	g					
9	Humedad	(%)	15.3	20.8	25.4	30.6	
10	Densidad Seca	(g/cm ³)	1.525	1.597	1.597	1.522	

Densidad Seca Máxima



DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1.604 g/cm³

HUMEDAD ÓPTIMA: 23.2 %

OBSERVACIONES: Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.95 mts de profundidad

HUMEDAD NATURAL: 34.0

Elaboró:

 César Chiquin
 Laboratorista

Vic. Bc.:

 Víctor Alejandro Rosales Castellano
 Ingeniero Civil



RC CONSTRUCTION
VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 AASHTO T 193

21-PC-01-09

PROYECTO: **PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES; PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ** MUESTRA N°: **2**
 MATERIAL: **Árida color café obscuro** ESTACION: **Parqueo Lado Der.**
 TIPO DE MATERIAL: **YUSO** Subrasante Existente FECHA: **02-abr-18**

ARO DE CARGA	N° de Golpes	Módulo N°	Peso Módulo	Peso M + Sh	Peso Sh	Volumen Módulo	Densidad Húmeda	Densidad Seca	Hinchamiento (sg)				Total (%)
									1° día	2° día	3° día	4° día	
N°	3	85	7.294	11.240	4.145	2.155	1.870	1.590	0.50	0.71	0.77	0.77	0.57
Kg	4.534	32	7.224	11.220	3.995	2.119	1.849	1.515	0.50	0.69	0.70	0.91	0.68
Cbr	12	8	7.358	10.940	3.732	2.182	1.773	1.422	0.50	1.15	1.17	1.26	1.54
* 9.0428 + 12.1617										Promedio:			1.22

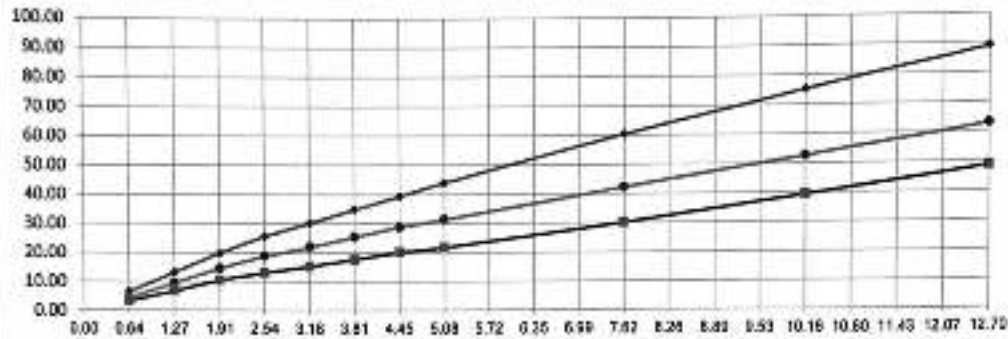
GRANULOMETRÍA	LL	LP	P	N° de Golpes	85			30			10				
					Módulo N°			4			5			6	
				DESCRIPCIÓN	HUMEDAD										
					Mostrador	Superficial	Centro	Mostrador	Superficial	Centro	Mostrador	Superficial	Centro		
2"	100.00	32.84	20.00	12.84	Capasula N°	31.2	15.7	15.3	31.2	15.4	15.4	31.2	15.8	15.3	
1 1/2"	100.00				Peso Capasula	45.4	33.0	34.9	45.4	40.8	42.5	45.4	45.7	45.8	31.3
3/4"	100.00	Área Pistón:			19.640	Capasula + Sa	45.0	29.8	31.5	45.0	41.3	45.8	45.0	31.3	31.7
3/8"	100.00	190	D _{max}	H _{max}	Agua	3.4	3.4	3.4	3.4	5.3	7.0	3.4	4.4	4.1	
N° 4	100.00				Peso del So	13.8	13.8	16.2	13.8	25.9	30.4	13.8	13.8	15.7	16.4
N° 10	99.80					Humedad	24.0	24.0	21.0	24.0	20.5	23.0	24.8	28.0	25.0
N° 40	94.43														
N° 200	47.80														

No Golpes	MOLDE	N°	Lectura del Dial	Presión Standard										CBR	
				27	56	85	110	130	150	170	190	252	326		386
85	MOLDE	4	Carga Total	280.81	593.95	897.28	1105.85	1354.73	1603.55	1752.42	1801.25	2517.12	3253.45	3850.01	36.5
			Presión Total	8.48	13.14	19.60	25.64	30.13	34.73	35.32	43.61	60.44	75.14	86.92	
			Presión Correjada												
			% Standard				35.5						41.6		
30	MOLDE	5	Carga Total	191.13	403.07	623.00	807.07	946.77	1095.91	1245.04	1354.41	1631.56	2279.07	2716.55	26.6
			Presión Total	4.41	8.47	14.52	19.65	21.87	25.31	26.75	31.28	42.30	52.54	62.74	
			Presión Correjada												
			% Standard				25.6						29.8		
10	MOLDE	6	Carga Total	141.42	290.55	449.64	599.00	656.43	757.85	857.73	896.62	1304.70	1702.40	2100.11	18.4
			Presión Total	3.27	6.71	10.26	12.91	15.21	17.92	20.03	21.54	35.73	39.32	48.50	
			Presión Correjada												
			% Standard				15.4						25.6		

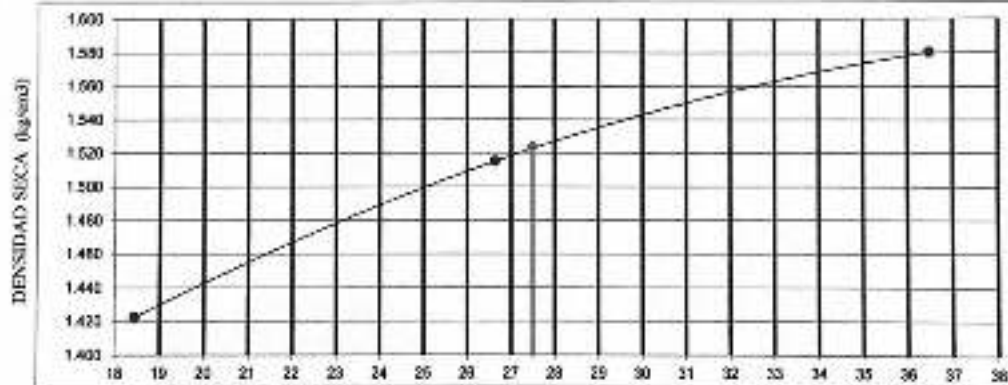


RC CONSTRUCCIÓN
VALOR SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
 AASHTO T 193

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN PARQUEO DE BUSES: PUENTE CHIXTÚN CARCHA ALTA VERAPAZ
 MATERIAL: Arcilla color café obscuro FECHA: 05-abr-18
 ESTACION: Parqueo Lado Der. CANTERA: MATERIAL DE CALICATA
 PARA USO EN: Subrasante Existente MUESTRA No.: 2



Penetración mm	0.64	1.27	1.81	2.54	3.18	3.91	4.45	5.08	5.62	6.25	6.89	7.52	8.16	8.80	9.44	10.08	10.72	11.36	12.00	CBR	
No. de Golpes 65	No. 1	6.48	13.14	19.80	25.64	30.13	34.73	39.32	43.81	48.44	52.14	56.92	61.80	66.78	71.86	77.04	82.32	87.70	93.18	98.76	36
No. de Golpes 30	No. 2	4.41	9.47	14.52	18.65	21.87	25.31	28.75	31.28	34.30	36.64	39.74	42.74	45.74	48.74	51.74	54.74	57.74	60.74	63.74	27
No. de Golpes 10	No. 3	3.27	6.71	10.30	12.91	15.21	17.50	20.09	21.84	24.13	26.32	28.50	30.68	32.86	35.04	37.22	39.40	41.58	43.76	45.94	18



95% DE SU PROCTOR	DENSIDAD	CBR	% DE CBR
1.524	1.590	36	27.5
	1.515	27	
	1.422	18	

OBSERVACIONES

Muestra tomada de la calicata efectuada a 0.90 mts de profundidad

Elaboró: César Chiquín Laboratorista	Vp. Bo: Víctor Alejandro Rojas Castañeda Ingeniero Civil
---	---