



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

**MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA
SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Edgar Wilfredo Pérez Menéndez

Asesorado por el Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA
SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

EDGAR WILFREDO PÉREZ MENÉNDEZ

ASESORADO POR EL ING. EDGAR FERNANDO VALENZUELA VILLANUEVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Sáenz
EXAMINADOR	Ing. José Mauricio Arriola Donis
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel López Juárez
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:

**MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA
SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de agosto de 2013.


Edgar Wilfredo Pérez Menéndez

Guatemala, 04 de agosto de 2014

Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarría
Coordinador del área de planeamiento
Escuela de ingeniería Civil
Facultad de ingeniería

Ingeniero Wuillian Yon:

Luego de un breve saludo, sírvame la presente para informarle que el trabajo de graduación "**MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**", elaborado por el estudiante Edgar Wilfredo Pérez Menéndez, ha sido finalizado a satisfacción y revisado por mi persona.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,




Ingeniero Edgar Fernando Valenzuela Villanueva

Colegiado No. 2836



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

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



Guatemala,
16 de octubre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Wilfredo Pérez Menéndez, quien contó con la asesoría del Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAR A TODOS
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
PLANEAMIENTO
USAC
Ing. Wuillian Ricardo Yon Chavarria
Jefe Del Departamento de Planeamiento

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





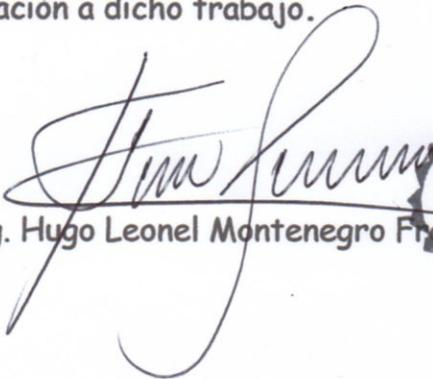
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva y del Jefe del Departamento de Planeamiento, Ing. Wuilliam Yon Chavarría, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Wilfredo Pérez Menéndez, titulado MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 611.2014

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: **MEJORAMIENTO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL EN ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario **Edgar Wilfredo Pérez Menéndez,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
Decano en Funciones

Guatemala, 7 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios y la Virgen María** Por ser los creadores, guías y guardianes de mi vida e iluminación para terminar con éxito mi formación académica profesional.
- Mis padres** Gimna Mireira Menéndez Calderón y Edgar Edmundo Pérez Monroy. Porque siempre estuvieron cuando más los necesité, por todo su apoyo y esfuerzos que siempre me brindaron.
- Mi hermano** Eber José Pérez Menéndez. Por estar siempre a mi lado apoyándome y ser alguien incondicional en mi vida.
- Mi hermana** Julissa María Regina Pérez Menéndez (q.e.p.d.). Por su amor durante el tiempo que estuvo a mi lado, con todo mi amor a su memoria.
- Mis abuelos** Porque siempre me apoyaron en toda mi formación académica.
- Mis tíos** Por su apoyo, cariño y motivación que me brindaron durante mi carrera.

Mi familia

Por contar siempre con todos ustedes a lo largo de mi formación profesional.

Mis amigos

Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Gimna Mireira Menéndez Calderón y Edgar Edmundo Pérez Monroy. Por todo el esfuerzo que hicieron para que pudiera terminar mi formación profesional.
Mi familia	Por estar siempre a mi lado apoyándome y motivándome, para que todo esfuerzo realizado tuviera su recompensa y esto fuese una realidad.
Mi asesor	Ing. Edgar Fernando Valenzuela Villanueva. Por todo su apoyo incondicional, durante la realización de este trabajo.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme ser parte de la gran familia que es la Facultad de Ingeniería.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Alma mater y casa de estudios de la que siempre estaré agradecido.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ	1
1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	2
1.2.1. Ubicación y localización.....	2
1.2.2. Vías de acceso	2
1.2.3. Topografía del lugar.....	3
1.2.4. Vivienda	4
1.2.5. Clima	4
1.2.6. Producción agrícola	5
1.2.7. Educación.....	5
1.2.8. Salubridad.....	10
1.2.9. Aspectos económicos.....	15
1.2.10. Estudio poblacional y pronóstico del tiempo.....	21
1.2.10.1. Población urbana y rural.....	21
1.2.10.2. Crecimiento poblacional	22
1.2.10.3. Población por grupos de edad.....	22

	1.2.10.4.	Concentración y densidad poblacional	23
	1.2.10.5.	Condiciones de vida	23
	1.2.10.6.	Población según grupo étnico	24
	1.2.10.7.	Índice de Desarrollo Humano	24
1.3.		Aldea San Lorenzo El Cubo	25
	1.3.1.	Ubicación geográfica	25
	1.3.2.	Vías de acceso	25
	1.3.3.	Aspectos topográficos	25
	1.3.4.	Composición étnica de la población	26
	1.3.5.	Servicios públicos existentes	26
	1.3.6.	Aspectos de salud	26
	1.3.6.1.	Condiciones sanitarias	27
	1.3.6.2.	Mortalidad, morbilidad y servicios de salud	27
	1.3.7.	Aspectos socioculturales	27
	1.3.7.1.	Lengua	27
	1.3.7.2.	Organización social	28
1.4.		Investigación diagnóstica sobre las necesidades prioritarias en cuanto a servicios básicos	28
	1.4.1.	Descripción de las necesidades	28
2.		TEORÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ	31
	2.1.	Descripción del proyecto	31
	2.2.	Estudio de la comunidad	31
	2.2.1.	Espacio disponible	31
	2.2.2.	Localización del terreno	32
	2.2.3.	Topografía del terreno	32

2.3.	Caminos y carreteras.....	32
2.3.1.	Clasificación de las carreteras	33
2.3.2.	Alineamientos y puntos obligados	37
2.3.3.	Velocidad del proyecto	38
2.3.4.	Dispositivos para el control de tránsito	40
2.3.5.	Capacidad de un camino	41
2.4.	Normas para el diseño de caminos rurales	43
2.4.1.	Criterios generales.....	43
2.4.2.	Normas AASHTO	43
2.4.3.	Normas ASTM	44
2.4.4.	Normas COGUANOR	44
3.	DISEÑO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA	45
3.1.	Parámetros de diseño.....	45
3.1.1.	Reconocimiento del área	45
3.1.2.	Localización de línea preliminar.....	45
3.1.3.	Especificaciones técnicas	46
3.2.	Estudio topográfico	46
3.2.1.	Planimetría.....	46
3.2.2.	Altimetría.....	46
3.2.3.	Secciones transversales	47
3.2.4.	Cálculo topográfico	47
3.3.	Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras	48
3.3.1.	Cálculo de elementos de curvas horizontales	48
3.3.1.1.	Cálculo de deflexión (Δ).....	49
3.3.1.2.	Grado de curvatura.....	49
3.3.1.3.	Longitud de curva (LC)	49

3.3.1.4.	Subtangente (ST)	50
3.3.1.5.	Cuerda máxima (C _{máx})	50
3.3.1.6.	External (E)	50
3.3.1.7.	Ordenada Media (OM).....	51
3.3.2.	Alineamiento vertical	52
3.3.2.1.	Diseño de curvas verticales.....	52
3.3.3.	Cálculo de subrasante.....	52
3.3.4.	Cálculo de áreas de secciones transversales	55
3.3.5.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	56
3.3.6.	Cálculo de sobreanchos	59
3.3.7.	Drenaje.....	60
3.3.7.1.	Drenaje pluvial.....	60
3.3.7.2.	Cunetas	60
3.3.7.3.	Contra cunetas	61
3.3.7.4.	Corrientes naturales	62
3.3.7.5.	Drenaje transversal	62
3.3.7.6.	Muros de contención	63
3.4.	Cuantificación de materiales	64
3.5.	Presupuesto	65
3.6.	Cronograma de ejecución	65
3.7.	Cronograma de ejecución e inversión	66
3.8.	Mantenimiento del camino	67
3.8.1.	Mantenimiento rutinario	67
3.8.2.	Mantenimiento preventivo	67
3.8.3.	Mantenimiento de emergencia	67
3.8.4.	Operación y mantenimiento.....	68
4.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	69
4.1.	Identificación de impactos ambientales.....	69

4.2.	Impactos positivos esperados	69
4.3.	Impactos negativos esperados	69
4.4.	Valoración del impacto ambiental.....	70
4.5.	Impactos ambientales y medidas de mitigación	70
4.5.1.	Limpieza y desmonte.....	70
4.5.1.1.	Impacto.....	70
4.5.1.2.	Medidas de mitigación	71
4.5.2.	Manejo y disposición final de desechos.....	71
4.5.2.1.	Impacto.....	71
4.5.2.2.	Medidas de mitigación	71
4.5.3.	Mantenimiento preventivo y correctivo	72
4.5.3.1.	Impacto.....	72
4.5.3.2.	Medidas de mitigación	72
4.5.4.	Acciones generales para reducir el impacto ambiental	72
4.5.4.1.	Debe procurarse	72
4.5.4.2.	Debe evitarse.....	73
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES.....		77
BIBLIOGRAFÍA.....		79
APÉNDICES		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Ciudad Vieja	4
2.	Alineamientos.....	38
3.	Elementos de curvas horizontales	48
4.	Curva vertical cóncava, convexa.....	54
5.	Cálculo de volumen de movimiento de tierras.....	57
6.	Distancia de paso.....	58
7.	Ejemplo de cuneta.....	61
8.	Drenaje transversal	63

TABLAS

I.	Velocidades recomendadas	40
II.	Valores de K para curvas cóncavas y convexas	55
III.	Cálculo de áreas de secciones transversales	56
IV.	Ejemplo de integración de costos unitarios.....	64
V.	Presupuesto para el proyecto	65
VI.	Cronograma de ejecución	66
VII.	Cronograma de ejecución e inversión.....	66

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Cm	Cuerda máxima
Δ	Deflexión
A_L	Diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales
d	Distancia
D₁	Distancia de paso
D	Distancia entre estaciones
E	External
°	Grados
°C	Grados Celsius
g	Grado de curvatura
hr	Hora
km	Kilómetro
L_c	Longitud de curva
L_{min}	Longitud mínima de curva vertical
m	Metro
'	Minutos
N	Norte
O	Oeste
Om	Ordenada media
K	Parámetro de curva
%	Porcentaje

Pc	Principio de curva
Pt	Principio de tangente
Pi	Punto de intersección
R	Radio
“	Segundos
St	Subtangente
t	Tiempo
V	Velocidad
Vol	Volumen

GLOSARIO

AASHTO	Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transportes.
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
MINEDUC	Ministerio de Educación.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte.
SEGEPLAN	Secretaría General De Planificación.
snm	Sobre el nivel del mar.
TPD	Tráfico promedio diario.
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

RESUMEN

En Guatemala la infraestructura con la que cuentan las poblaciones rurales para trasladarse a ciudades o poblados son brechas y caminos de acceso de terracería. Comúnmente esta infraestructura se encuentra en mal estado, debido a que no se realiza el mantenimiento adecuado acorde a las características climáticas, físicas y de tránsito de la zona en la que se encuentran, esto implica que las poblaciones incurran en altos costos de transporte para conectarse a la red vial nacional y realizar sus diversas actividades.

El trabajo de graduación tiene como idea principal brindar un estudio para el mejoramiento del camino rural de la aldea San Lorenzo el Cubo, el cual ayude a realizar caminos más rentables y confortables para los habitantes de dicha aldea.

Este trabajo consta de cuatro (4) capítulos; en el 1, se presenta los antecedentes de la comunidad beneficiada; en el capítulo 2, se presenta la teoría para el mejoramiento del camino rural aldea San Lorenzo el Cubo, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala; en el capítulo 3, se encuentra la fase de Servicio Técnico Profesional, la cual se realizará con base a las necesidades prioritarias del municipio; en el capítulo 4, presenta la temática de impacto ambiental para el proyecto del camino rural; conclusiones y recomendaciones así como la bibliografía que sirvió de base para elaborar el documento.

OBJETIVOS

General

Elaborar una propuesta de mejoramiento del camino rural, aldea San Lorenzo el Cubo, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.

Específicos

1. Contribuir con este proyecto a mejorar las condiciones de acceso de la comunidad.
2. Poner en práctica los conocimientos técnicos del estudiante de ingeniería civil, en servicio de la población guatemalteca en especial en el área rural que es donde se encuentra la población con mayores limitaciones y necesidades.
3. Elaborar un juego de planos y presupuesto detallado, del diseño del camino rural aldea San Lorenzo el Cubo, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.
4. Implementar obras de arte en el camino rural aldea San Lorenzo El Cubo Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala el estado de los caminos rurales no es el adecuado para el desarrollo de algunas comunidades, el mal estado de las vías rurales impide la salida de las cosechas, perjudicando a productores, comerciantes y pasajeros, afectando gravemente al comercio.

El diseño de los proyectos de caminos rurales presenta varios problemas especiales. Generalmente, la estimación de los costos de mantenimiento y programas para realizar el trabajo son deficientes, especialmente en el caso de los caminos que tienen poco tráfico. La construcción de un camino rural puede traer una multitud de beneficios para la comunidad, tales como: mayor acceso a los mercados; más servicios, como electricidad, agua potable, servicios de extensión, servicios de salud y educación; estímulo a la agroindustria y mayores oportunidades de empleo, que conllevan mayor desarrollo a los grupos objetivo y por ende mejorando su nivel de vida.

Este trabajo de graduación tiene como intención crear en el estudiante, docente y constructor de ingeniería civil, un criterio amplio para realizar obras de ingeniería vial, utilizando parámetros adecuados de diseño para el mejoramiento, basándose en las características que presenta Guatemala respecto a sus caminos rurales, así como dar al lector un conocimiento más amplio de las características, condiciones y métodos que se emplean en la construcción de una carretera, reglamentos, leyes y restricciones que deberá tomar en cuenta para realizar el diseño del mismo.

1. ANTECEDENTES DEL MUNICIPIO CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ

1.1. Aspectos históricos

Respecto a la historia cabe recordar que al poco tiempo de haberse fundado la ciudad de Santiago de Guatemala en el Valle Iximché (julio 27 de 1524) por don Pedro de Alvarado y Contreras, quien dispuso dejar como lugarteniente a su hermano don Jorge Alvarado, en tanto regresaba a España; y, don Jorge, ante la insurrección general surgida entre los cakchiqueles, dispuso trasladar la ciudad a otro lugar más adecuado para defenderse de los mismos, seleccionando al efecto el valle de Quinicilapán (Almolonga), en las faldas del volcán de Agua, traslado que oficialmente tuvo lugar el 22 de noviembre de 1527, día en que la iglesia conmemora la festividad de Santa Cecilia, virgen y mártir; procediéndose a señalar los solares destinados a la iglesia de Santiago Apóstol.

Bajo cuya protección quedó asentada la ciudad, el hospital de las Misericordias para pobres y peregrinos, una capilla y un oratorio bajo la advocación de Nuestra Señora de los Remedios, otro para la construcción de una fortaleza, casa de cabildo, cárcel y otros que se estimó necesarios.

Ciudad Vieja, desde mediados del siglo XIX, ostentaba la categoría de cabecera municipal del departamento de Sacatepéquez. Este municipio está considerado por muchas razones uno de los principales del departamento, motivo por el cual es frecuentemente visitado por nacionales y extranjeros.

1.2. Aspectos físicos

A continuación se tomarán en cuenta aquellos aspectos físicos que ayudarán a determinar las necesidades básicas en la población del municipio de Ciudad Vieja, como la ubicación, localización, vías de acceso, entre otros.

1.2.1. Ubicación y localización

El municipio de Ciudad Vieja está situado a 1 550 metros de altitud y por encontrarse en las faldas del volcán de Agua presenta un relieve con acusadas pendientes. Su extensión es de 51 kilómetros cuadrados y la latitud es de 14° 31' 24", y su longitud es de 90° 46'. La distancia a la cabecera departamental y otros municipios es la siguiente: Antigua Guatemala, es de 5 kilómetros, a San Pedro las Huertas 2 kilómetros, a Santa María de Jesús 4 kilómetros, a San Miguel Dueñas 4 kilómetros, a San Juan Alotenango, 7 kilómetros y a San Antonio Aguas Calientes 3 kilómetros, a la Ciudad Capital 48 kilómetros, unida a ella por carretera asfaltada.

1.2.2. Vías de acceso

Entre sus vías de acceso, se tiene la ruta Nacional 14, que principia en Chimaltenango, atravesando el departamento de Sacatepéquez y termina en el entronque de la Ruta Nacional en la ciudad de Antigua Guatemala con una distancia de 5 kilómetros.

Hacia el municipio de Ciudad Vieja, la carretera está y es asfaltada transitable todo el año, teniendo acceso por la Ruta de Escuintla, atravesando San Juan Alotenango, se cuenta también con la Nueva Ruta Nacional 14, comunicando al municipio de Ciudad Vieja con sus aldeas y caseríos a San

Juan Alotenango y el departamento de Escuintla, contando también con carreteras vecinales, de San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, San Pedro las Huertas y Antigua Guatemala. En su mayoría las carreteras que comunican al municipio son asfaltadas de Ciudad Vieja a San Miguel Dueñas, a San Juan Alotenango, a San Antonio Aguas Calientes, a la Antigua Guatemala, a San Lorenzo el Cubo. El camino que todavía se encuentra de terracería es de 1 kilómetro que conducen de San Miguel Escobar a San Pedro las Huertas.

1.2.3. Topografía del lugar

El relieve que presenta el departamento de Sacatepéquez es variado debido a que se encuentra situado sobre la Sierra Madre. Tiene altas mesetas, profundos barrancos por donde corren por lo regular ríos, conos volcánicos y pequeños valles.

No obstante que físicamente es el departamento de menor extensión de la República, Sacatepéquez es uno de los más sorprendentes e interesantes, por su vegetación exuberante y rica, con sus fértiles campiñas, valles y altiplanicies que dan asiento a gente industriosa, constituyendo centros agrícolas e industriales de consideración.

La veracidad de su terreno y la división de la propiedad rural, hacen de Sacatepéquez, a pesar de su extensión, uno de los departamentos más ricos, agregándose la circunstancia de estar bastante poblado y de ser sus habitantes activos y trabajadores. En este departamento, el cultivo de la tierra es extraordinariamente intensivo.

Figura 1. **Mapa de Ciudad Vieja**



Fuente: <http://www.googlemaps.com>. Consulta: 15 de mayo de 2014.

1.2.4. Vivienda

Las viviendas están ubicadas de una manera concentrada en la aldea, siendo en su mayoría casas formales de block, techos de estructura de madera, teja y otras con terrazas tipo española y convencional. Se encuentran también viviendas de hasta dos niveles de construcción. En algunos sectores, los más alejados del casco urbano existen viviendas con techo de lámina.

1.2.5. Clima

El municipio de Ciudad Vieja, se cataloga como templado, la mayor parte del tiempo, frío en los meses de diciembre y enero. Ciudad Vieja, está situado en la zona ecológica de bosque muy húmedo subtropical cálido; con temperaturas de 21 a 25 grados Celsius, aunque se localizan zonas frías, principalmente en el área del volcán de agua, donde la temperatura puede

descender a los 10 grados Celsius, marcándose las dos épocas estacionales del año, seca y lluviosa.

1.2.6. Producción agrícola

La producción agrícola, salvo algunas excepciones como el café, no cuenta con asistencia técnica, su comercialización se realiza en el lugar de cosecha por falta de organización, situación que genera mayores beneficios para los intermediarios. Los principales productos del municipio son el café, legumbres, verduras, hortalizas, maíz, frijol, aguacate, durazno, melocotón, limón y naranja.

El principal mercado de la producción es Antigua Guatemala y la ciudad capital, también se exporta hacia El Salvador, Honduras. Según el mapeo participativo, algunos productores utilizan estándares de calidad para ser competitivos en el mercado de Estados Unidos de América, hacia donde exportan sus productos. La actividad comercial se realiza a nivel de pequeñas tiendas y abarroterías, según información obtenida en el taller de mapeo participativo, se cuentan con pequeñas y medianas empresas (SEGEPLAN, 2009).

1.2.7. Educación

El municipio cuenta con el siguiente número de establecimientos de educación formal, en los ciclos de preprimaria 8, primaria 5, básicos 3, estos en el sector oficial. En el sector privado, en preprimaria 11, primaria 11, básico 4, diversificado 4. En el sector municipal, básico 1 y por cooperativa 1 (MINEDUC, 2008).

- Cobertura y niveles de educación

La población en edad escolar en los niveles de preprimaria, primaria, básicos y diversificado es atendida en un 45,19, en 75,62, 34,40 y un 14,72 por ciento respectivamente. Es importante señalar que los tres primeros niveles educativos son cubiertos por el sector oficial y los niveles básicos y diversificados por cooperativa y municipal respectivamente (MINEDUC, 2008).

El ciclo básico y diversificado está por debajo del índice de la primaria, no se determinó si es porque los estudiantes se matriculan en la cabecera departamental para continuar estudiando.

La falta de cobertura educativa se suscita por diversos factores como la mala infraestructura de los centros de estudio, falta de maestros y en algunos casos se encuentra la infraestructura física, pero se carece del equipamiento y personal.

La cobertura educativa para el nivel primario en 2008 fue del 75,62 por ciento, lo que indica que se debe realizar un esfuerzo de 3,48 puntos porcentuales anuales para cumplir con los objetivos del milenio asegurar una primaria universal para todos.

- Matriculación

La tasa bruta de escolaridad corresponde a los estudiantes matriculados en un ciclo escolar específico sin importar la edad. En el nivel de preprimaria la tasa es de 55,8 por ciento, en primaria de 85,2 por ciento, en básicos de 49,0 por ciento, y en diversificado de 20,1 por ciento (MINEDUC, 2008).

La tasa neta de escolaridad indica porcentualmente la población en edad escolar correspondiente a cada nivel que efectivamente está escolarizada. En el nivel de preprimaria la tasa es de 35,2 por ciento, en primaria de 70,7 por ciento, básicos de 30,3 por ciento, y en diversificado de 6,7 por ciento (MINEDUC, 2008).

Una vista al historial educativo del municipio, señala que la dinámica educacional, se ha mantenido con una tendencia a elevar los índices en sentido positivo en pre primaria, primaria, básico, pero no ha sido de igual forma con diversificado, esto denota un cambio en el comportamiento educativo que motiva a pensar, que cuando los estudiantes adolescentes, hombres o mujeres llegan a una determinada edad, deben de abandonar sus estudios para incorporarse a las fuerzas productivas o emigran para la cabecera departamental, que es donde hay más opciones de carreras a nivel medio.

- Tasa de promoción

Se considera tasa de promoción, aquellos alumnos que fueron promovidos al grado inmediato superior.

La tasa de promoción es alta en los niveles de preprimaria monolingüe con un 100 por ciento, primaria con 91,92 por ciento, diversificado con un 73,05 por ciento y en básico con un 52,70 por ciento. En los últimos cuatro años, ha mostrado un leve incremento a nivel departamental, en especial el período escolar del 2007 al 2008 en un máximo de 12 puntos porcentuales indicando el aumento de alumnos promovidos al grado inmediato superior.

Este indicador no mide la calidad de enseñanza, por parte de los maestros, tampoco mide la capacidad, ni el estado de salud, ni las condiciones

sociales en las que viven los educandos, razones que pueden ser los factores que inciden al reprobar el ciclo cursado (MINEDUC, 2008).

- Tasa de repetición

En el municipio de Ciudad Vieja, la tasa de repetición para preprimaria es nula, teniendo un porcentaje de 0 por ciento para preprimaria monolingüe, para primaria 5,92 por ciento, para básico 1,36 por ciento y diversificado el porcentaje es 0,29 por ciento. Las causas de la repetición en el ámbito local, no han sido expuestas pero pudiera ser por la falta de atención del estudiante, debido a razones de salud, social, económica o sobrepoblación estudiantil, donde los maestros no son suficientes para dar la atención debida a cada alumno.

Estos datos al ser comparados con los departamentales muestran un aumento en Ciudad Vieja, donde la repetición de primaria se encuentra a 5,92 puntos porcentuales, por encima de la tasa de repetición departamental, en donde la tasa de repetición para preprimaria es nula, para primaria y básico, es relativamente baja (MINEDUC, 2008).

- Tasa de deserción y completación o tasa de terminación

Se considera tasa de deserción, aquellos alumnos que por alguna razón abandonan sus estudios. A nivel departamental, existe un incremento acelerado en la deserción escolar en todos los niveles educativos a partir del 2006. En el municipio, se puede observar que existe deserción escolar en todos los niveles educativos, en preprimaria un 4,21 por ciento, en primaria un 2,55 por ciento, en básico un 2,85 por ciento y en diversificado un 2,93 por ciento (MINEDUC, 2008).

- Tasa de analfabetismo

El índice de analfabetismo según el Comité Nacional de Alfabetización, el municipio tiene un 12,63 por ciento frente a un 13,64 por ciento del índice departamental, notándose una diferencia porcentual mayor de 1,01 por ciento, en relación a la departamental. Se debe considerar que el analfabetismo depende de causas tan variadas, como la mala organización del país, la desigualdad, los ingresos económicos bajos o en el límite de la pobreza extrema, culturales en donde la visión que se tenga con respecto al entorno y las creencias van a determinar el comportamiento social (MINEDUC, 2008).

- Relación entre niñas y niños en la enseñanza primaria, secundaria

La igualdad de oportunidades mide de una forma imperfecta y poco cualitativa, la equidad y la eficiencia de la cobertura educativa para hombres y mujeres. No mide, si está muy lejos de determinar la discriminación o diferencia entre sexos. Tampoco mide el coeficiente de la asistencia escolar ni tampoco revela el número de quienes comienzan y terminan el ciclo escolar.

La relación indica que, tanto los niños como las niñas tienen igual oportunidad e igual acceso a la educación. En el transcurso del período del 2005 al 2008, las niñas han tenido más afluencia que los niños en determinados grados del sector primario en el municipio de Ciudad Vieja.

- Número de maestros por nivel y sector

El claustro de maestros en el municipio, está integrado en el sector oficial, nivel pre primario por 27 maestros, en primaria 93 y en básico 19. En el sector privado en preprimaria por 22, en primaria por 51, en el nivel básico por 40 y en

diversificado por 42. En el Instituto por cooperativa en nivel básico 11 y en nivel diversificado 9.

Se debe tener claro que para que la educación sea efectiva el maestro debe contar con un máximo de 25 alumnos por aula, los docentes deben ser capacitados periódicamente en materia didáctica y dotados de tecnología, para garantizar una mejor educación a los niños y niñas (MINEDUC, 2009 a).

- **Calidad y movilidad educativa**

La movilidad educativa se ha inclinado hacia la cabecera departamental en búsqueda de nuevas oportunidades ya que cuentan con mejor infraestructura educativa y con maestros más capacitados.

Según mapeo participativo, a pesar de que existe cobertura para todos los niveles, se señaló que desde preprimaria a diversificado, la calidad es considerada mejor en la cabecera departamental. Por lo que se considera importante un mejor control en la educación (SEGEPLAN, 2010 a).

1.2.8. Salubridad

La conservación y la prolongación de la vida humana constituyen el objetivo de las políticas y los programas de salud.

La cobertura en salud en el municipio durante el 2008, según datos proporcionados por la Jefatura de Área de Salud, fue del 100 por ciento, sin embargo de acuerdo al mapeo participativo, la cobertura es del 40 por ciento, ya que existen debilidades en cuanto a medicamento, equipamiento y personal especializado (SEGEPLAN).

La salud es un tema dentro de los objetivos del milenio, encontrándose como meta, reducir la mortalidad materna y la cobertura en asistencia de personal especializado en el parto hacia el 2015. En este sentido, Ciudad Vieja ha cumplido en el 100 por ciento de esa meta, ya que la tasa de mortalidad materna es de 0, sin embargo la atención durante el parto por personal médico especializado se encuentra en 85,40 por ciento de cobertura y de asistencia. Para cumplir esta meta para el 2015 se deberá aumentar en un 2,92 por ciento anual.

La cobertura de atención prenatal con al menos una consulta ante médico especializado es de 85,40 por ciento, por comadrona de 14,43 por ciento, según el Ministerio de Salud y Asistencia Social, y durante el 2009 fue del 100 por ciento (MSPAS, 2008).

El llegar a cumplir con los objetivos del milenio depende de diversos factores como el económico, social, político institucional, así como de factores naturales, que pueden impactar negativamente en los recursos de los territorios, haciéndolos retroceder en cuanto al desarrollo alcanzado.

- Infraestructura en salud

Se cuenta con un puesto de salud en la cabecera municipal, así como también uno ubicado en la aldea de San Lorenzo El Cubo, una clínica municipal en el caserío Bosarreyes, 7 clínicas privadas en el casco urbano y una clínica de odontología.

- Movilidad

El puesto de salud ubicado en el casco urbano atiende a la mayoría de población. El segundo puesto ubicado en la aldea San Lorenzo El Cubo atiende en su mayoría a la población de dicha aldea. Cuando se requieren medios especializados y mayores recursos tecnológicos, la mayoría de las personas de la comunidad asisten al hospital regional de la cabecera departamental.

- Morbilidad y mortalidad

En la ficha municipal del 2009 del Ministerio de Salud y Asistencia Social, se establece que entre las 3 primeras causas de morbilidad general se encuentran: infecciones respiratorias agudas, problemas dermatológicos y dolor abdominal y pélvico, y entre las 3 primeras causas de mortalidad están: neumonías y bronconeumonías, accidente cerebro vascular y diabetes mellitus (MSPAS, 2008).

- Mortalidad materna e infantil

Guatemala tiene una alta tasa de mortalidad materna, ocupa el cuarto puesto a nivel latinoamericano. El departamento de Sacatepéquez, a nivel nacional registra una baja tasa de mortalidad materna, situación que se refleja en el municipio, ya que durante el 2009, no se reportó ninguna muerte materna, cumpliendo como departamento y como municipio con una de las metas del milenio, la cual es reducir entre 1990 y 2015 la mortalidad materna en tres cuartas partes (SIGSA, 2008).

- Mortalidad infantil

La mortalidad de niños menores de 5 años en el municipio en el 2008, únicamente reporta 2 defunciones que representa el 0,56 por ciento, indicando que se está muy cerca de alcanzar la meta, ya que a nivel nacional la mortalidad de niños menores de 5 años se eleva al 42 por ciento. La mortalidad de niños menores de 1 año, reporta 13 defunciones que representa el 22,07 por ciento. Se deben fortalecer los programas preventivos de vacunación para disminuir la tasa anteriormente mencionada (SIGSA, 2008).

En el municipio de Ciudad Vieja, no se reportan casos de VIH y sida, quizás a causa de que la población acude a servicios de salud privados o fuera del municipio, de modo que la información no se ha registrado en el puesto de salud y se desconoce.

Como medidas para contribuir a alcanzar la meta 7, del ODM 6 haber detenido y comenzado a reducir, para el 2015, la propagación del VIH y sida, es importante contar con campañas de información y educación sobre la propagación del VIH y sida.

- Prevención

En el municipio existe un programa de vacunación para niños menores de 1 año de edad, siendo de una dosis de BCG al nacer, 3 dosis de la antipolio y de la pentavalente. Existe una cobertura de 131,11 por ciento para la BCG, 104,62 por ciento para la OPV y 104,10 por ciento para la Pentavalente. La vacunación con el Toxoide Tetánico (TT), en el municipio de Ciudad Vieja, de una población de 10 024 mujeres en edad fértil de 10 a 54 años, tuvo una cobertura de 3,11 por ciento. Esto incide en un gran porcentaje de mujeres sin

vacunar, que trae como consecuencia riesgo de tétanos neonatal durante el primer mes de vida (MSPAS, 2008).

- Esperanza de vida

Este indicador muestra el bienestar, la conservación y la prolongación de la vida humana, que constituye el objetivo central de las políticas y los programas de salud para el departamento de Sacatepéquez se ha calculado la esperanza de vida en 67 años, lo cual se estima, es igual para el municipio de Ciudad Vieja.

- Medicina tradicional

La jefatura de área de salud de Sacatepéquez reporta 8 comadronas adiestradas, las que prestan atención al 14,43 por ciento de mujeres embarazadas. La atención médica que es proporcionada por el puesto de salud atiende el 85,40 por ciento, por personal empírico 0 por ciento y únicamente el 0,14 por ciento no recibe ningún tipo de atención.

Atendiendo a los requerimientos de las metas del milenio de recibir atención médica especializada, se deberá implementar un programa que mantenga un ritmo de 2,92 por ciento de crecimiento anual para alcanzar la meta propuesta hacia el 2015.

1.2.9. Aspectos económicos

En esta dimensión se destacan las actividades y factores que determinan la producción, la vinculación con mercados y la organización empresarial que existe en el municipio, así como la identificación de los principales motores de su desarrollo económico.

- Empleo y migración

Población Económicamente Activa (PEA) y distribución de la ocupación. Es uno de los factores productivos más importantes y de acuerdo con los registros del municipio se integra de la forma siguiente:

Como se puede observar en el cuadro anterior según el censo del 2002, la población económicamente activa del municipio está en un 99,41 por ciento desempeñándose con algún tipo de trabajo. La tasa de desocupación es casi inexistente con un 0,59 por ciento. Según el mapeo participativo llevado a cabo en 2010, no es así, porque no hay fuentes de trabajo en el municipio. Es importante señalar que la mano de obra calificada es escasa, esto debido a que no hay en el territorio oportunidades de capacitación, no existen institutos, ni instituciones que se dediquen a la tecnificación de la población económicamente activa (INE, 2002; SEGEPLAN, 2009 a).

- Pobreza general y pobreza extrema

El índice de pobreza general que tiene el municipio es de 30,53 por ciento, el cual es mayor al índice departamental que es de 33,45, ambos menores al nacional de 54,33. El índice de pobreza extrema es de 2,82 por ciento, el cual es menor al índice departamental que es 4,62 por ciento, y en

general se considera baja en términos de comparación con la nacional que es de 22,77 por ciento (mapas de pobreza 1994 – 2002, SEGEPLAN, 2010).

La agricultura juega un papel muy importante dentro de la economía local, ya que es la principal actividad desarrollada por sus habitantes, ya sea en el área urbana como en el área periurbana. No se ha logrado en la agricultura la potencialización necesaria para consolidarse como el motor económico que genere suficientes ingresos, que incidan en el desarrollo local, porque no hay organización de productores que vinculen la producción a nuevos mercados.

La segunda actividad más significativa es el la industria manufacturera en donde se destaca la artesanía, seguido del comercio, servicios comunales y la construcción. Con respecto a esta última, hay que señalar que la mano de obra es empleada en los municipios vecinos, la cabecera departamental y la ciudad capital.

- Movilidad y flujos migratorios

Las actividades productivas que generan más empleo en el municipio son: la agricultura, entre la que se destacan el café, las hortalizas y legumbres; le sigue el comercio, la industria manufacturera, los servicios comunales. Los ingresos diarios para los trabajadores según el mapeo participativo oscilan entre de Q 30,00 a Q 50,00 diarios. Asimismo, se encuentra la prestación de servicios en áreas de hotelería y turismo en el departamento y la ciudad capital.

En relación a los objetivos del milenio en este rubro, se tendrá que analizar por separado ya que no existen datos actuales que reflejen la situación real del municipio en este contexto, ya que según el censo del 2002 realizado por el INE, únicamente una persona no tenía trabajo, esto nos coloca frente al

razonamiento, que de ser cierta la aseveración, el índice de pobreza extrema tendría que ser menor; asimismo en el taller participativo realizado en 2009, se expresó que no era así, que existen personas que no tiene empleo, que hay personas subempleadas o que no están percibiendo el salario mínimo.

- Industria, principales actividades económicas

Entre las principales industrias están: las rectoras de carrocerías de buses, en donde sobresalen Carrocerías Premium (fabricantes). La actividad industrial en el municipio de acuerdo con el mapeo participativo no registra altos niveles de desarrollo, no obstante es importante destacar que la misma está presente a nivel de beneficios de café, exportación de verduras y hortalizas, así como a nivel artesanal (SEGEPLAN, 2009 a).

- Infraestructura productiva

Dentro de la artesanía que se realiza en el municipio se encuentra: elaboración de canastos, trabajos en madera decorativa y hierro forjado, y dulces típicos, hay que destacar que estas actividades, están desapareciendo porque, la mayoría de jóvenes prefieren otro tipo de trabajo, con un salario mayor que cubra sus necesidades.

No existe actividad forestal productiva que genere ingresos al municipio. Sin embargo por su vocación natural y condiciones ambientales es una actividad que puede desarrollarse en el municipio, por la cobertura boscosa declarada zona protegida, que es apta para optar a proyectos de fijadores de carbono y productores de oxígeno.

- Tenencia de la tierra

Se distinguen tres tipos de acceso a la tierra:

- Privada teniendo la certeza jurídica de propiedad.
 - De uso comunal en el caso de astilleros y tierras que por derecho natural lo explotan para la recolección de leña y caza los habitantes.
 - Las tierras municipales que pertenecen al municipio, caso de los nacimientos y fuentes de agua.
- Mercado y condiciones del entorno

Dentro del municipio no existe desarrollo empresarial importante, no existe cooperativismo ni asociatividad, no hay organizaciones que permitan mejorar las condiciones de comercialización de productos. No se observa que existan beneficios compartidos de la actividad productiva que eleven los estándares de vida de la colectividad. Razón por la cual se detecta la necesidad de desarrollar programas que potencialicen las condiciones geográficas, culturales e históricas del entorno. Las fincas productoras de café están asociadas a Anacafe, promueven sus productos hacia un mercado extranjero y en mínima parte al consumo nacional. Las fuentes de trabajo son escasas, solo en actividades como agricultura, más en tiempo de corte de café.

- Mercado de productos

Existen 2 mercados municipales. Los días domingo son días de mercado en la localidad, la mayor parte del comercio para consumo como la canasta

básica y otros productos, es adquirida en el mercado o en los súper mercados de la cabecera departamental.

La venta de productos de agricultura que se producen en el municipio también es llevada a este mercado para venderlo. El café, las verduras y las hortalizas, son productos dedicados al mercado local en un 20 por ciento y el resto es para la exportación, estos son comercializados con Estados Unidos, El Salvador y Honduras (SEGEPLAN, 2009 a).

- Servicios generales

El nivel de servicios del municipio está orientado al mercado local, no considera su entorno en función de su cercanía a zonas de mucha atracción turística, razón por la cual el desarrollo de esta actividad económica es incipiente.

- Turismo

Los lugares más visitados de Ciudad Vieja son: La Plaza Central, la Catedral, la Municipalidad, el Palacio de Doña Beatriz de la Cueva, Chimenea Convento La Purísima Concepción y el volcán de Agua.

- Sitios arqueológicos

Se encuentran señalados dentro del municipio los sitios arqueológicos de la finca Pompeya, Almolonga y El Potrero, como se pudo establecer en el taller participativo (SEGEPLAN, 2009 a).

- Tecnología

En el municipio se cuenta con infraestructura básica que permite el acceso a la tecnología. Se cuenta con servicio de internet, el cual facilita la información de la población. Actualmente existen algunos locales que brindan este servicio, así mismo ya se cuenta con cobertura a nivel domiciliario principalmente a través de las redes inalámbricas que promueven las distintas empresas de telefonía móvil. En Ciudad Vieja, el servicio de internet únicamente tiene cobertura a nivel del área urbana y este servicio no forma parte de los centros educativos.

- Principales vías de acceso

Ruta Nacional 10, iniciando en el kilómetro 30 de San Lucas, Sacatepéquez hasta Ciudad Vieja. La Ruta Nacional 14, que comunica a Ciudad Vieja con Escuintla y Chimaltenango. Las vías de comunicación del municipio están constituidas por calles pavimentadas y adoquinadas y la comunicación hacia la cabecera departamental está asfaltada.

- Transporte

El principal medio de transporte en el municipio lo constituye el extraurbano, que se realiza a través de buses, desde el centro del municipio hacia la cabecera departamental y de allí a todos los destinos, con muchas unidades de transporte colectivo ya que se aprovechan las empresas del municipio, así como las rutas que circulan de Escuintla hacia La Antigua y Chimaltenango, con una frecuencia variada de 15 a 20 minutos, en un horario de 5:00 a 18:00 y el retorno hacia la cabecera municipal se puede encontrar transporte extraurbano hasta las 23:00 horas. Después de esta hora solo se

encuentran microbuses y traslados en *pick up*, esto según las necesidades de los pobladores (SEGEPLAN, 2009 a).

- Empresas de servicio

El servicio de transporte interurbano es realizado por *pick ups* fleteros. La comunidad también hace uso de bicicletas y motocicletas para transportarse dentro del municipio. Este servicio se presta en condiciones inapropiadas en virtud que no tiene las características de un servicio organizado en función del desarrollo urbano del municipio.

1.2.10. Estudio poblacional y pronóstico del tiempo

Para su estudio, el municipio de Ciudad Vieja registra una población de 33 239 habitantes, siendo el 49,42 por ciento hombres y el 50,58 por ciento mujeres, de todas las edades (DMP, 2010). Es importante indicar que el censo poblacional al 2002 registró una población total de 25 696 pobladores distribuidos en 49 por ciento (12,647) hombres y 51 por ciento (13049) mujeres (INE, 2002).

1.2.10.1. Población urbana y rural

El municipio de Ciudad Vieja es considerado de tipo urbano, ya que el 98,17 por ciento de la población se encuentra ubicada en la cabecera municipal. (INE, 2002).

1.2.10.2. Crecimiento poblacional

Crecimiento poblacional del 2002 (25 696 habitantes) al 2008 (32 337 habitantes), equivale a un 20,54 por ciento del total de la población, es decir 6641 habitantes en un período de 6 años. El Ministerio de Salud y Asistencia Social reporta en el 2008, 31 338 lo que hace una diferencia de 999 pobladores menos que la proyección realizada por el INE para el 2008, lo cual evidencia una diferencia de 3,09 por ciento (INE, 2002; MSPAS, 2008).

La tasa de crecimiento poblacional es de 2,79 por ciento, relacionada con la departamental que es de 3,68 por ciento y la nacional de 3,47 por ciento. Los datos indicados expresan que la población del municipio decrece en 0,89 por ciento a la tasa departamental y en 0,68 por ciento con respecto a la población nacional. Lo que implica que la población del municipio tiene un índice de crecimiento medio (la suma de las defunciones y migración muestra el crecimiento neto) (INE, 2002).

1.2.10.3. Población por grupos de edad

Según la proyección del INE para el 2002 el municipio de Ciudad Vieja cuenta con 27 176 habitantes, de los cuales por rangos de niños de 0 a 9 años edad se estiman 7 823 habitantes, lo que representa el 28,79 por ciento. La población en el rango de 10 a 14 años de edad es de 3 220 habitantes, el cual representa el 11,85 por ciento. Para la población en edad productiva de las estimaciones indican a 14 428 habitantes, que representa el 53,09 por ciento, por lo que se puede deducir que Ciudad Vieja cuenta con una población en edad apta para el mercado laboral. La población restante es de 1 704 habitantes, que representa el 6,27 por ciento compuesta por adultos mayores (INE, 2002).

La pirámide poblacional del municipio presenta la característica de una base ancha y una cúspide pequeña propias de una población joven, cuyo mayor porcentaje se encuentra situado de 4 a 40 años. Esto es indicativo que en el territorio se tiene que invertir más en educación, prever fuentes de empleo, vivienda y servicios básicos, así como garantizar la seguridad humana.

1.2.10.4. Concentración y densidad poblacional

La densidad poblacional en el municipio es de 503 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que indica que está por abajo del índice departamental, que es de 638, pero mayor que el nacional ya que se ubica en los 130 habitantes por kilómetro cuadrado tomando como referencia el censo poblacional del 2002. La diferencia entre la densidad poblacional municipal y la nacional es de 373 habitantes por kilómetro cuadrado y con la departamental de 135 habitantes por kilómetro cuadrado (INE, 2002).

1.2.10.5. Condiciones de vida

En relación a la calidad de vida de los habitantes de Ciudad Vieja, que mide el bienestar, felicidad y satisfacción, el municipio se encuentra ubicado en el puesto 313 a nivel nacional, y se encuentra dentro de un rango catalogado como muy alto. A lo anterior se puede agregar que la pobreza (22 % de la población) y la extrema pobreza (2,3 % de la población), en el municipio son consideradas en un rango catalogado como muy bajo y muy bajo respectivamente (SEGEPLAN, 2008).

1.2.10.6. Población según grupo étnico

La población está distribuida de la siguiente manera: el 97,68 por ciento de la población es ladina y el 2,32 por ciento es indígena kakchiquel, donde la mayor concentración poblacional se encuentra ubicada en la cabecera municipal.

1.2.10.7. Índice de Desarrollo Humano

Tomando como referencia el nivel de educación, en cuanto a matriculación en primaria y alfabetización dentro de los rangos de edades correspondientes, en salud en relación a los años en esperanza de vida y el ingreso por persona ajustado a los precios internacionales, el municipio de Ciudad Vieja se encuentra situado en un 0,71 de Índice de Desarrollo Humano, en comparación al índice departamental que es el 0,708, se puede inferir que el municipio está situado en un desarrollo medio, igual al nivel nacional (PNUD, 2002).

Sin embargo, de acuerdo al informe USAID que describe las características del municipio, se establece que se registran indicadores de 2 953 personas de población sin educación primaria completa. El municipio registra condiciones de pobreza al grado que se reporta un 2,3 por ciento de su población en condiciones de pobreza extrema, y el índice de desigualdad en 17,44 por ciento, esto indica que a pesar de contar con servicios de salud, educación y empleo las familias no obtienen calidad en los mismos, debido a factores como la deficiencia en cobertura, falta de insumos y falta de personal.

1.3. Aldea San Lorenzo El Cubo

Se tomarán en cuenta aquellos aspectos que ayuden a determinar necesidades básicas para la población por ejemplo la topografía, las vías de acceso y el uso que se le da a la tierra que contribuya al desarrollo del municipio.

1.3.1. Ubicación geográfica

La aldea San Lorenzo El Cubo, está situada a 1 530 metros sobre el nivel del mar, su latitud es de 14° 32' 12" y su longitud de 90° 46' 13". Se encuentra a una distancia del municipio de Ciudad Vieja de 2,00 kilómetros, a la cabecera departamental de Antigua Guatemala son 7 kilómetros y a la ciudad capital hay una distancia de 50 kilómetros, unida a ella por carretera asfaltada.

1.3.2. Vías de acceso

Su principal vía de acceso es por la nueva ruta 14, que comunica al municipio de Ciudad Vieja, sus aldeas y caseríos así como a Chimaltenango y Escuintla. Cuenta también con carreteras vecinales como la que comunica a San Antonio Aguas Calientes.

1.3.3. Aspectos topográficos

La topografía de toda la aldea presenta varios aspectos, en todo su perímetro, su inclinación es bastante fuerte considerándose arriba del 30 por ciento aproximado y el centro de la misma presenta una topografía moderada entre el 10 al 18 por ciento aproximado.

1.3.4. Composición étnica de la población

La población está compuesta de la siguiente manera: el mayor porcentaje lo compone la raza indígena que es aproximadamente de un 95 por ciento y el 5 por ciento restante lo constituye la raza ladina.

1.3.5. Servicios públicos existentes

Los servicios con los que cuenta la aldea San Lorenzo El Cubo, son los siguientes: red de introducción de agua potable, sistema de alcantarillado, energía eléctrica y alumbrado público, entre otros, los cuales se listan a continuación.

- Red de introducción de agua potable
- Sistema de alcantarillado deficiente
- Energía eléctrica y alumbrado público
- Teléfonos privados
- Escuela de educación parvularia
- Escuela de educación primaria
- Colegio privado
- Transporte público

1.3.6. Aspectos de salud

Estos aspectos determinarán si es necesario o no el aporte de un proyecto que contribuya al mejoramiento de la salud. El proyecto tiene que ser útil y no afectar al medio ambiente ni afectar la salud de las personas cercanas o que estén en su alrededor.

1.3.6.1. Condiciones sanitarias

Las condiciones sanitarias y de salud de la aldea se consideran regulares, por lo que se espera que con la construcción de algún sistema de alcantarillado sanitario propuesto mejoraren considerablemente.

1.3.6.2. Mortalidad, morbilidad y servicios de salud

El índice de mortalidad y morbilidad ocasionado por enfermedades de origen gastrointestinal, generado por malas condiciones de salud, se presenta en una escala bastante baja, debido a que la aldea tiene acceso a los servicios del puesto de salud y hospital nacional de la cabecera municipal de Ciudad Vieja y la distancia a la misma es relativamente corta.

1.3.7. Aspectos socioculturales

Son las experiencias sociales, económicas y las realidades que ayudan a conocer la personalidad, las actitudes y la forma de vida de los pobladores. Es importante tomar en cuenta la decisión y opinión de cada persona para que exista la igualdad.

1.3.7.1. Lengua

En Guatemala existe una variedad de lenguas, pero el idioma oficial es el español como los idiomas mayenses. Actualmente los idiomas de mayor habla son el kekchí, el quiché, el kaqchikel, el mam y el tzutujil.

1.3.7.2. Organización social

Los habitantes de la aldea San Lorenzo El Cubo están organizados en un comité de vecinos que es el ente que se preocupa por mejorar la calidad de vida de sus habitantes, impulsando proyectos de infraestructura y gestionándolos ante la Municipalidad de Ciudad Vieja para recibir el apoyo de la misma.

1.4. Investigación diagnóstica sobre las necesidades prioritarias en cuanto a servicios básicos

Luego del estudio realizado sobre los aspectos físicos de la aldea San Lorenzo El Cubo se puede determinar cuál podría ser la necesidad prioritaria de la población.

1.4.1. Descripción de las necesidades

Conjuntamente con la Unidad de Planificación de la Municipalidad se hizo un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura que existen en el municipio siendo estas:

Ampliación de escuelas municipales: debido a que existen pocas escuelas se planea ampliar las actuales para poder acoger más estudiantes.

Ampliación de centro de salud: las actuales instalaciones son demasiado pequeñas y mal distribuidas.

El principal problema a resolver en la aldea San Lorenzo El Cubo es el de pavimentar algunas calles principales y callejones de la aldea los cuales son de

terracería, observándose que la mayoría de ellas cuentan con pavimento de adoquín y la principal es de asfalto.

Con este nuevo diseño y por el crecimiento poblacional que ha tenido la aldea en sus alrededores, se considera integrar las nuevas familias al nuevo diseño de mejoramiento de sus calles principales con la finalidad de lograr de esta forma mejores condiciones de vida para sus habitantes.

Existen otros servicios que son necesarios realizar en la comunidad (aunque no de urgencia) y es el diseño de un alcantarillado sanitario, ya que el existente sobrepasa la vida útil del período para el cual fue diseñado, por lo que es de suma importancia el diseño de uno nuevo, debido a que el colector existente de 8" es insuficiente para recolectar las aguas servidas provocando con ello infiltraciones o rebalses en algunos casos, los cuales provocan focos de contaminación para sus habitantes.

2. TEORÍA PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ

2.1. Descripción del proyecto

Este proyecto beneficiará principalmente a la aldea San Lorenzo y consta de visitas de campo al lugar, levantamiento topográfico, estudio hidrológico, análisis del suelo, diseño geométrico de la carretera, diseño del pavimento, planos de la carretera, presupuesto y cronograma de ejecución.

2.2. Estudio de la comunidad

Por medio de visitas de campo se pudo estudiar la comunidad con respecto al tramo del camino que se mejorará y se determinó el espacio y la localización del proyecto.

2.2.1. Espacio disponible

En lo que respecta al espacio disponible para la ejecución del proyecto, se determinó que se cuenta con un espacio para ancho de calzada de 5,50 metros lo que corresponde a la típica F.

2.2.2. Localización del terreno

A continuación se muestran las coordenadas correspondientes al terreno: el inicio del camino se localiza en las coordenadas $14^{\circ} 32' 09,32''$ N $90^{\circ} 45' 55,69''$ O y el final en las coordenadas $14^{\circ} 32' 21,85''$ N $90^{\circ} 46' 18,97''$ O.

2.2.3. Topografía del terreno

Previo a efectuar los estudios topográficos en el campo, se requiere de un reconocimiento preliminar para recopilar todos los datos posibles que puedan afectar o beneficiar de una manera económica y factible la realización del proyecto.

A través de este reconocimiento obligatorio se logran determinar anticipadamente estaciones topográficas, y en el caso de aperturas de caminos se planifican rutas obligadas de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Fue de suma importancia la verificación visual tanto en campo como por medios físicos (mapas y archivos electrónicos) y la ubicación de estos tramos, debido al área montañosa en que se localizan.

2.3. Caminos y carreteras

Algunos acostumbran denominar: caminos a las vías rurales, mientras que el nombre de carreteras se lo aplican a los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos. La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para

permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

2.3.1. Clasificación de las carreteras

Hay diferentes tipos de clasificación de carreteras en Guatemala, como lo son la administrativa, carreteras centroamericanas, por nomenclatura, según su función, entre otros. Estos se detallan a continuación:

- **Clasificación administrativa**

Esta clasificación se hace desde el punto de vista de la jurisdicción y no es más que la asignación de responsabilidades jurisdiccionales para el mantenimiento y mejoramiento de las carreteras del país.

En Guatemala fue establecida el 28 de septiembre de 1940, clasificando las carreteras así:

- Nacionales o de primer orden.
- Departamentales o de segundo orden.
- Municipales o de tercer orden.
- Rotas particulares.
- El acuerdo de 1940 fue modificado con una resolución de la Primera Reunión de Ministros de Economía y Obras Públicas (MEOP-1) incluyendo dentro de la Clasificación Administrativa la red de Carreteras Centroamericanas.

- Carreteras centroamericanas:
 - CA-1 carretera Interamericana
 - CA-2 carretera del Litoral Pacífico (Guatemala-El Salvador)
 - CA-3 carretera del Litoral Pacífico (Honduras-Nicaragua)
 - CA-4 carretera Chamelecón-La Libertad
 - CA-5 carretera Interoceánica Puerto Cortés-Júcaro
 - CA-6 carretera Tegucigalpa-Yalaguina
 - CA-7 carretera San Miguel-Villa San Antonio
 - CA-8 carretera El Molino-La Cuchilla
 - CA-9 carretera Interoceánica Puerto San José-Puerto Matías de Gálvez
 - CA-10 carretera Río Hondo-Nueva Ocotepeque
 - CA-11 carretera Vado Hondo-La Entrada
 - CA-12 carretera Acajutla-Padre Miguel
 - CA-13 carretera Puerto Cortez-Entre Ríos
 - CA-14 El Rancho-Cobán

- Clasificación por nomenclatura

Esta clasificación es la más útil para operaciones de tránsito y se clasifican utilizando nomenclatura que denota su importancia, por ejemplo:

- CA: carretera Centroamericana
- RN: Ruta Nacional
- RD: Ruta Departamental

- Según su función

En este sistema las carreteras se clasifican según su función o servicio que presten. Desde el punto de vista del planeamiento físico, las carreteras tienen dos funciones que cumplir: dar acceso a la tierra y movilizar el tránsito, según estas dos funciones, existen dos categorías de redes de carreteras:

- Red arterial o primaria

Comprende las vías destinadas fundamentalmente a la circulación; esta red define el esquema general de carreteras de un país.

- Red secundaria

Su objetivo es prestar servicio a las propiedades colindantes; esta red define la fisonomía particular de cada sector de tierra.

- Dentro de la red vial se distinguen los siguientes tipos de vías:

- Autopistas

Tiene como objetivo propiciar el movimiento expedito de grandes volúmenes de tránsito de paso entre áreas urbanas y/o a través o alrededor de las ciudades o áreas urbanas. Es una vía dividida con control de accesos total o parcial y no tiene el propósito de dar acceso a las propiedades adyacentes.

- Carreteras primarias

Tienen como objetivo propiciar los movimientos de tránsito entre áreas urbanas y áreas rurales, también enlazan autopistas.

- Carreteras secundarias

Su objetivo principal es completar la red principal y proveer servicio directo a las áreas urbanas.

- Normativa Estudios Técnicos – Económicos

En este sistema, los factores que se pueden tomar en cuenta para clasificar las carreteras son bastantes, pero los principales son los siguientes:

- Según el TPD (Tránsito Promedio Diario), se clasifican por:
 - Órdenes: del 1° al 5°.
 - Tipos: A,B,C,D,E, entre otros.
- Según la superficie de rodadura, incluyendo también el número de vías en un sentido:
 - Órdenes: del 1° en adelante.
- Para uso en planificación, se clasifican por:
 - Centroamericanas: directamente vinculadas a la región de Centroamérica o son muy importantes para su integración.

- Nacionales: de importancia para el desarrollo del país.
- Vecinales: las que se desarrollan dentro de una región.
- Brechas: como caminos de penetración.

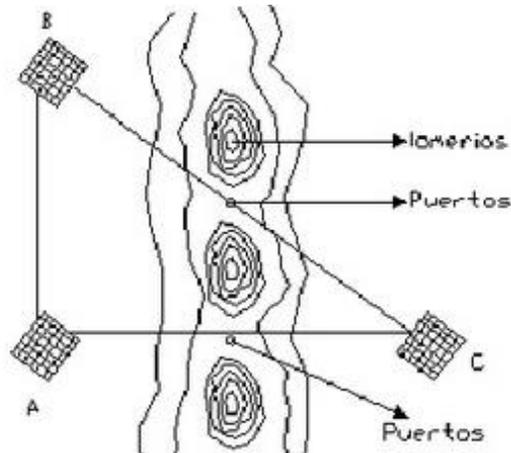
2.3.2. Alineamientos y puntos obligados

En la construcción de un camino se trata siempre de que la línea quede siempre alojada en terreno plano la mayor extensión posible, pero siempre conservándola dentro de la ruta general. Esto no es siempre posible debido a la topografía de los terrenos y así cuando se llega al pie de una cuesta la pendiente del terreno es mayor que la máxima permitida para ese camino y es necesario entonces desarrollar la ruta. Debido a estos desarrollos necesarios y a la búsqueda de pasos adecuados es por lo que los caminos resultan de mayor longitud de la marcada en la línea recta entre dos puntos.

Sin embargo, debe tratarse siempre, hasta donde ello sea posible, que el alineamiento entre dos puntos obligados sea lo más recto que se pueda dé acuerdo con la topografía de la región y de acuerdo también con el tránsito actual y el futuro del camino a efecto de que las mejoras que posteriormente se lleven a cabo en el alineamiento no sean causa de una pérdida fuerte al tener que abandonar tramos del camino en el cual se haya invertido mucho dinero. Hay que tener presente también que tramos rectos de más de diez kilómetros producen fatiga a la vista y una hipnosis en el conductor que puede ser causa de accidentes.

También hay que hacer notar que en el proyecto moderno de las carreteras deben evitarse, hasta donde sea económicamente posible, el paso por alguna de las calles de los centros de población siendo preferible construir libramientos a dichos núcleos.

Figura 2. **Alineamientos**



Fuente: elaboración propia, con programa de Adobe Illustrator.

Con base en el reconocimiento se localizan puntos obligados principales y puntos obligados intermedios, cuando el tipo de terreno no tiene problemas topográficos únicamente se ubicaran estos puntos de acuerdo con las características geológicas o hidrológicas y el beneficio o economía del lugar, en caso contrario se requiere de una localización que permita establecer pendientes dentro de los lineamientos o especificaciones técnicas.

2.3.3. Velocidad del proyecto

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la fórmula:

$$V = d/t$$

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a la que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada Velocidad de Proyecto o Velocidad Directriz que no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional. La velocidad de proyecto es un factor de primordial importancia que determina normalmente el costo del camino y es por ello por lo que debe limitarse para obtener costos bajos. Todos los elementos del proyecto de un camino deben calcularse en función de la velocidad de proyecto.

Al hacer esto, se tendrá un todo armónico que no ofrecerá sorpresas al conductor. Las velocidades de proyecto recomendadas por la Secretaría de Obras Públicas y ahora SCT son las siguientes:

Tabla I. **Velocidades recomendadas**

VELOCIDADES DE PROYECTO				
RECOMENDABLES				
TOPOGRAFÍA				
TIPO DE CAMINO	Plana o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañosa, pero Poco escarpada	Montañosa, pero Muy escarpada
Tipo especial	110 km/h	110 km/h	80 km/h	80 km/h
Tipo A	70 km/h	60 km/h	50 km/h	40 km/h
Tipo B	60 km/h	50 km/h	40 km/h	35 km/h
Tipo C	50 km/h	40 km/h	30 km/h	25 km/h

Fuente: elaboración propia.

2.3.4. Dispositivos para el control de tránsito

Se entiende por volumen de tránsito cierta cantidad de vehículos de motor que transitan por un camino en determinado tiempo y en el mismo sentido. Las unidades comúnmente empleadas son: vehículos por día o vehículos por hora. Se llama tránsito promedio diario (TPD) al promedio de los volúmenes de tránsito que circulan durante 24 horas en un cierto período. Normalmente este período es el de un año, a no ser que se indique otra cosa.

El TPD es normalmente empleado en los estudios económicos, ya que representa la utilización de la vía y sirve para efectuar distribuciones de fondo, mas no se pueden emplear para determinar las características geométricas del camino, pues no es un valor sensitivo a los cambios significantes de los volúmenes y no indica las variaciones de tránsito que pueden presentarse en

las horas, días y meses del año. Los volúmenes horarios son los que resultan de dividir el número de vehículos que pasan por un determinado punto de un período, entre el valor de ese período en horas. Los volúmenes horarios máximos son los que se emplean para proyectar los aspectos geométricos de los caminos y se les denomina Volumen Directriz.

2.3.5. Capacidad de un camino

El ingeniero necesita saber cuál es la capacidad práctica de trabajo de un camino, tanto para los nuevos que va a construir y en los cuales pueden prever los volúmenes de tránsito que va a alojar, como para los caminos viejos los cuales pueden llegar a la saturación y entonces requieren la construcción de otro camino paralelo o el mejoramiento del anterior. La capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada, como la estructura del mismo, es necesario que dicho tránsito sea estimado de la mejor manera posible previendo cualquier aumento.

La manera de conocer el tipo de tránsito en un camino ya construido no presenta dificultad alguna, ya que se reduce de una serie de conteos horarios que indican el volumen de dicho tránsito y su tipo. No sucede lo mismo cuando apenas se está proyectando el camino. En este caso es necesario llevar a cabo estudios geográficos, físicos, socioeconómicos y políticos de la región para poder obtener datos con los cuales proyectar. Para el conteo de los vehículos el método más empleado es el automático que consiste en un tubo de hule cerrado en un extremo por una membrana.

El tubo se coloca transversalmente a la vía y al paso de cada eje de un vehículo sobre el tubo, se produce un impulso de aire sobre la membrana que establece un contacto eléctrico con un aparato que va sumando el número de impulsos recibidos. Los contadores automáticos tienen la desventaja de que no pueden clasificarse los vehículos por tipo, cosa que si es factible cuando el conteo se hace manual, sin embargo el conteo manual es caro ya que se necesita alrededor de una persona por cada mil vehículos por hora en la vía, mientras que si se emplea un contador automático se facilita el trabajo.

La capacidad práctica máxima total que puede alcanzar un camino de dos carriles es de 900 vehículos totales por hora y por ambos carriles cuando dicho camino tiene condiciones ideales, es decir, dos carriles de 3,66 metros cada uno, pendiente y alineamiento adecuado, entre otros.

La capacidad de una carretera se mide generalmente en vehículos por hora y por carril, o bien en vehículos por hora por ambos carriles, en caso de caminos de dos carriles.

La capacidad teórica de un camino ha sido determinado tomando en cuenta velocidades con promedio entre 70 y 80 kilómetros por hora y separaciones entre vehículos de aproximadamente 30 metros.

Como resultado de lo anterior, se ha obtenido una cifra cercana a los dos mil vehículos por hora; aplicando la fórmula:

$$Q = 1000 V/S$$

En la que V es la velocidad media de los vehículos en ese momento y S el intervalo medio entre ellos.

2.4. Normas para el diseño de caminos rurales

Son las que dan parámetros con respecto a materiales, diseño y construcción de un proyecto de diseño de caminos rurales, con el fin de alcanzar un resultado satisfactorio y confiable para los usuarios.

2.4.1. Criterios generales

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

Existen factores que influyen en el diseño de los alineamientos horizontal y vertical de una carretera, obligando a hacer excepciones de parámetros establecidos, por lo que es necesario tomar una serie de criterios generales originados de la práctica y del sentido común.

El incumplimiento de normas de diseño solamente puede darse cuando sean justificables por razones económicas, esto sin dejar de lado la importancia de estas recomendaciones para lograr el diseño de carreteras seguras y de tránsito cómodo.

2.4.2. Normas AASHTO

La Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transportación (AASHTO), fija los parámetros sobre las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación, además de las especificaciones para probar equipo para los mismos, tendiendo estas normas a ser flexibles, de acuerdo con las necesidades y características de los materiales locales, mas no

así para los materiales fabricados tales como cemento, acero, asfaltos, entre otros.

2.4.3. Normas ASTM

La Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM) fue creada en 1898, ASTM Internacional es una de las mayores organizaciones en el mundo sin ánimo de lucro, que brinda apoyo para el desarrollo y publicación de normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios.

2.4.4. Normas COGUANOR

Son las encargadas de respaldar condiciones que ayuden al desenvolvimiento ordenado de las actividades relacionadas con la fijación de normas de calidad, verificando el cumplimiento de las mismas en el mercado nacional, y con ello ayudar al desarrollo económico del país. Coguanor significa Comisión Guatemalteca de Normas, y está adscrita al Ministerio de Economía.

3. DISEÑO Y OBRAS DE ARTE DEL CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

3.1. Parámetros de diseño

Se deben estudiar y analizar específicamente algunos parámetros para recopilar datos, sobre los cuales se basará el diseño a fin de tener un punto de partida para realizarlo de una manera concisa y de la mejor manera posible.

3.1.1. Reconocimiento del área

Luego de una visita de campo es fácil reconocer que tipo de terreno se tiene en el área a trabajar, por lo que al hacer la respectiva visita de campo se dedujo que el terreno sobre el cual se trabajaría el diseño es un terreno ondulado.

3.1.2. Localización de línea preliminar

Para este proyecto ya existe un trazo preliminar, por lo que la topografía se obtendrá siguiendo el trazo de la línea preliminar existente. Es necesario tomar en cuenta la línea preliminar para poder establecer las especificaciones técnicas.

3.1.3. Especificaciones técnicas

En lo referente a las especificaciones técnicas del proyecto están las siguientes: diseño del camino con dos carriles, de sección típica tipo F con ancho de calzada igual a 5,50 metros y velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora.

3.2. Estudio topográfico

El levantamiento topográfico lo constituye la altimetría y la planimetría, las que son fundamentales para el diseño de cualquier proyecto, la aplicación es determinante para obtener las libretas de campo y planos que reflejen la conformación real del lugar de ejecución de un proyecto. Para este proyecto se realizó un levantamiento topográfico de primer orden con estación total.

3.2.1. Planimetría

Este trabajo se realizó para obtener la representación gráfica en planta del terreno. De esta manera se localizará la línea central, secciones transversales y la ubicación de los servicios existentes en la vía principal del municipio.

3.2.2. Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representar dicha superficie gráficamente, para que conjuntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

El trabajo de nivelación consiste en obtener información altimétrica de la línea central, en la que se colocan estaciones, las que se recomienda sean a cada 20 metros. También se deben fijar bancos de marca cada 500 metros, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto. Como cota de salida se fija una arbitraria entera, la cual se recomienda sea un valor que no permita obtener cotas negativas.

3.2.3. Secciones transversales

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar las elevaciones transversales de la línea central del terreno, que se recomienda sea como mínimo de 40 metros, es decir, 20 metros a cada lado a partir de la línea central definida en el levantamiento planimétrico. Estas deberán ser medidas en forma perpendicular al eje, midiendo la distancia horizontal a que se está nivelando cada punto.

3.2.4. Cálculo topográfico

Se utilizó un equipo de estación total para obtener los datos topográficos, este aparato calcula coordenadas totales por lo que no es necesario hacer cálculos topográficos como los que se hacían en las libretas topográficas que se generaban luego de un levantamiento topográfico con teodolito. Esto permite que de los datos obtenidos de la estación total se generen directamente los puntos topográficos en un programa para modelar superficies como lo es AutoCad Civil 3D.

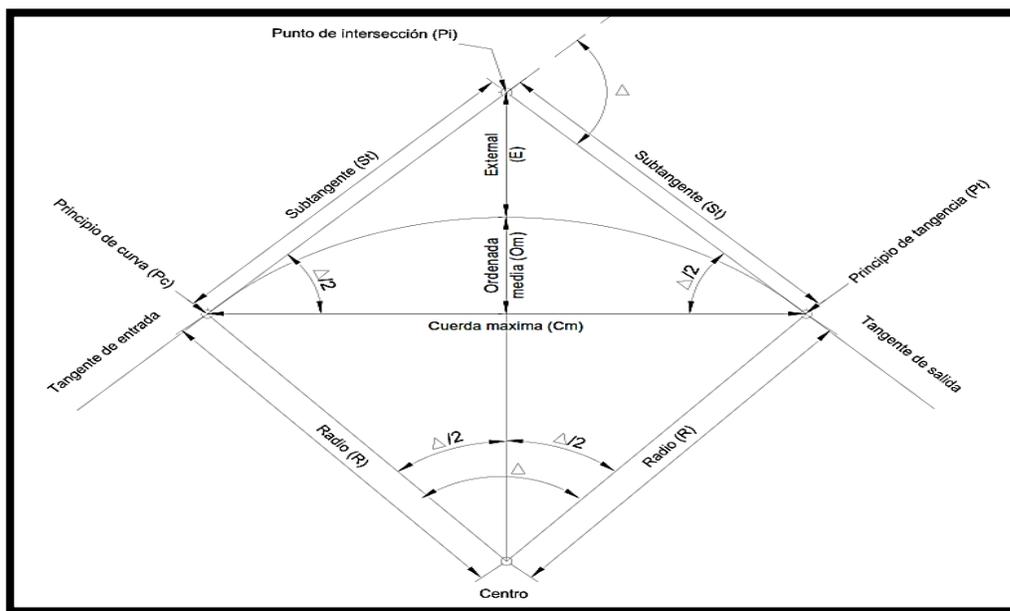
3.3. Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras

Es el trazo de lo que será la carretera. El trazado en planta y en perfil de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: recta, curva circular, curva parabólica y curva de transición.

3.3.1. Cálculo de elementos de curvas horizontales

Una vez escogida la curva, se calculan los elementos, entre los que se encuentran la subtangente (St), el longitud de curva (L_c), el radio (R), el principio de curva (P_c), principio de tangente (P_t), la deflexión (Δ), la cuerda máxima (C_m), la ordenada media (O_m), el external (E), el centro de la curva, el punto de intersección (P_i), como se muestra en la figura:

Figura 3. Elementos de curvas horizontales



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.3.1.1. Cálculo de deflexión (Δ)

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

3.3.1.2. Grado de curvatura

Es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. El máximo de curvatura que puede tener una curva, es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima a la velocidad de proyecto.

$$G = \frac{1145,92}{R}$$

3.3.1.3. Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (Pc) y el principio de tangencia (Pt), que depende del grado de curvatura. Con estas variables se obtiene la siguiente ecuación:

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

3.3.1.4. Subtangente (ST)

Es la distancia entre el principio de curva (Pc) y el punto de intersección (Pi), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (Pi) y el principio de tangencia (Pt) es igual.

$$St = R * Tg \frac{\Delta}{2}$$

3.3.1.5. Cuerda máxima (Cmáx)

Es la distancia que sirve para determinar en línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangencia (PT). Se calcula con base en la ecuación que se presenta a continuación:

$$\text{sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{Cm/2}{R} \rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{sen} \frac{\Delta}{2} \rightarrow Cm = 2 * R * \text{sen} \frac{\Delta}{2}$$

3.3.1.6. External (E)

Se determina utilizando la distancia desde el Pi al punto medio de la curva. Otra variable utilizada es la secante. Se calcula con base en la ecuación que se presenta a continuación:

$$E = R \left(\sec \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

3.3.1.7. Ordenada Media (OM)

Se determina mediante la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima. Se calcula con base en la ecuación que se presenta a continuación:

$$Om = R \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$$

Ejemplo:

Datos:

Curva = núm. 1

PC = 0+010,916

PT = 0+071,361

$\Delta = 42^{\circ}18'45''$

R = 81,85 m

G = 14°

$$Cm = 2 * 81,85 * \text{sen} \frac{42^{\circ}18'45''}{2} = 59,081 \text{ m}$$

$$LC = \frac{20 * 42^{\circ}18'45''}{14^{\circ}} = 60,445 \text{ m}$$

$$E = 81,85 \left(\text{sec} \frac{42^{\circ}18'45''}{2} - 1 \right) = 5,915 \text{ m}$$

$$Om = 81,85 \left(1 - \cos \frac{42^{\circ}18'45''}{2} \right) = 5,517 \text{ m}$$

$$St = 81,85 * Tg \frac{42^{\circ}18'45''}{2} = 31,676 \text{ m}$$

3.3.2. Alineamiento vertical

En perfil longitudinal de una carretera, la subrasante es la línea de referencia que define el alineamiento vertical. La posición de la subrasante depende, principalmente de la topografía de la zona atravesada.

3.3.2.1. Diseño de curvas verticales

La finalidad es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas aunque la más usada en Guatemala, por la Dirección General de Caminos, es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a la gran adaptación a las condiciones de terreno.

3.3.3. Cálculo de subrasante

Este término se utiliza para determinar las operaciones de una obra, es una capa fundamental en la estructura de una obra vial, la misma que está encargada de soportar los esfuerzos necesarios para el tráfico en la obra a realizarse. Los elementos utilizados para el cálculo de la subrasante son los siguientes: pendiente positiva, negativa, máxima, mínima, longitudes de curvas verticales, cóncavas, convexas. Estas se detallan a continuación.

Pendiente positiva y negativa: se entiende por pendiente positiva aquella en la cual a medida que se avanza sobre la carretera, se incrementa la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia arriba en determinado tramo. Se entiende por pendiente negativa aquella en la cual a medida que se avanza

sobre la carretera, decrece la altura respecto del punto anterior, es decir se va hacia abajo en determinado tramo.

Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

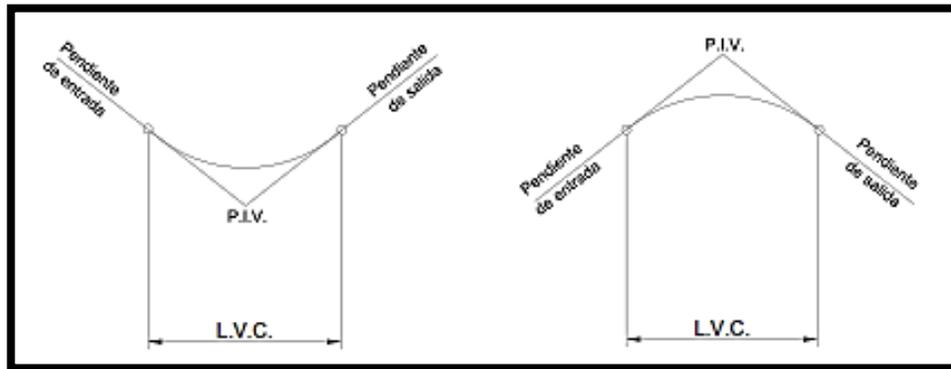
Pendiente mínima: se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0 por ciento), debido a que en ese caso actúa el drenaje transversal; en los cortes se recomienda el 0,5 por ciento como mínimo para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial podría llevar a aumentarla.

Longitudes de curvas verticales: en el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de éstas para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

Curva cóncava: existen curvas en descenso con entrada de pendiente negativa y salidas positivas denominadas cóncavas, también conocidas como curvas en columpio.

Curva convexa: también existen curvas en ascenso con entrada con pendiente positiva y salida con pendiente negativa denominadas convexas, conocidas como curvas en cresta.

Figura 4. Curva vertical cóncava, convexa



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Valores K para visibilidad de parada: la longitud mínima de las curvas verticales, se calcula con la expresión siguiente:

$$L_{\min} = K * A_L$$

Donde:

L_{\min} = longitud mínima de la curva vertical [m]

A_L = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales
[%]

K = parámetro de la curva

Tabla II. **Valores de K para curvas cóncavas y convexas**

Velocidad de diseño en (km/hr)	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: elaboración propia.

3.3.4. Cálculo de áreas de secciones transversales

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de determinantes para encontrar el área.

$$A = \left| \sum \left[\frac{\sum(X_t * Y_{t+1}) - \sum(Y_t * X_{t+1})}{2} \right] \right|$$

Tabla III. **Cálculo de áreas de secciones transversales**

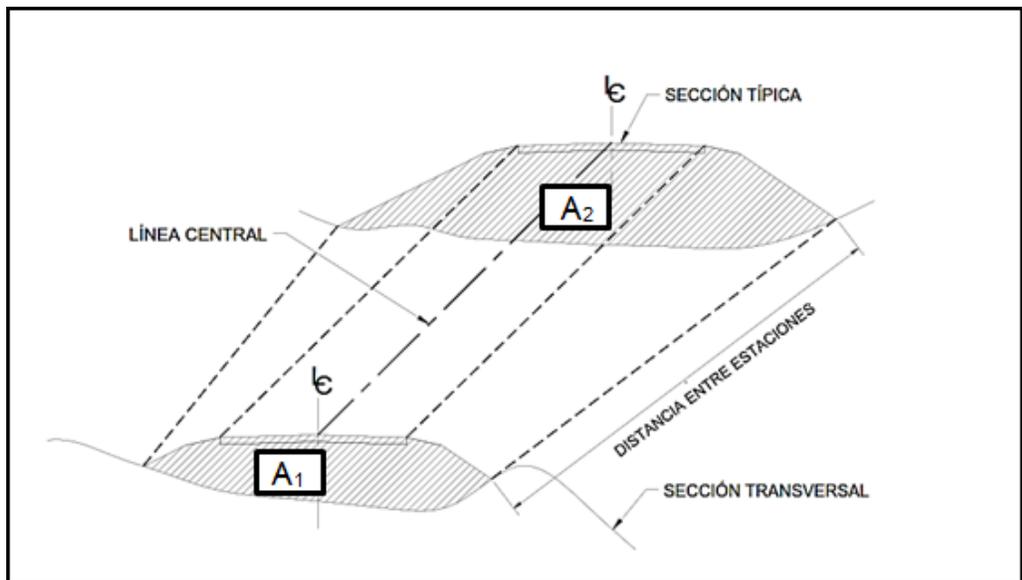
X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X0	Y0

Fuente: elaboración propia.

3.3.5. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cada una de las áreas calculadas anteriormente, constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse; suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de las áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas; se obtienen así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Figura 5. **Cálculo de volumen de movimiento de tierras**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

$$\text{Vol} = \left[\frac{(A_1 + A_2) * D}{2} \right]$$

Donde:

Vol = volumen

A₁ = área 1

A₂ = área 2

D = distancia entre estaciones

Cuando en la sección transversal existan áreas de corte y de relleno 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.

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

$$D_1 = \frac{Re * D}{Co + Re}$$

Donde:

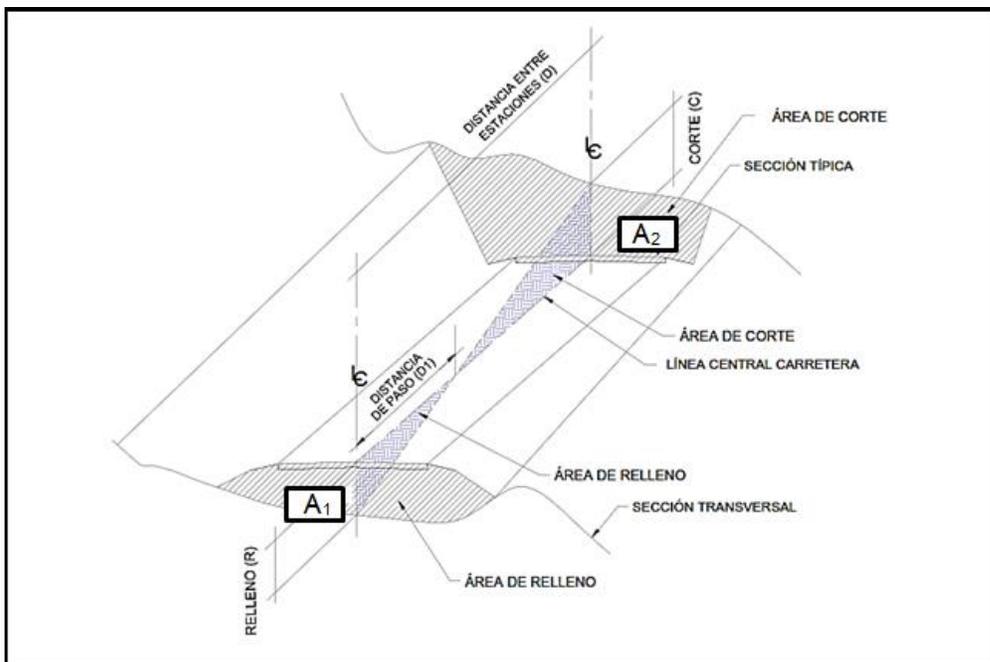
D_1 = distancia de paso

R = relleno

C = corte

D = distancia entre estaciones

Figura 6. **Distancia de paso**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.3.6. Cálculo de sobreanchos

La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

La consideración del sobreancho, tanto durante la etapa de diseño como durante la de construcción, exige un incremento en el costo y trabajo compensado solamente por la eficacia de ese aumento en el ancho de la calzada. Por lo tanto los valores muy pequeños de sobreancho no tienen influencia práctica y no deben considerarse.

Por ello en carreteras con un ancho de calzada superior a 7,00 metros, se dispensa el uso de sobreancho, según el ángulo de deflexión. Igualmente en curvas con radios superiores a 250 metros, conforme al ángulo central.

Para tal fin, se juzga apropiado un valor mínimo de 0,40 metros de sobreancho para justificar su adopción.

Ya que la velocidad de diseño es de 20 kilómetros por hora y el ancho de calzada es de 5,50 metros para este proyecto no se utilizara sobre ancho ya que serían mínimos y solo crearían costos innecesarios en el proyecto, además de que las viviendas están próximas a el camino, lo que también incrementarían los costos del proyecto.

3.3.7. Drenaje

Estos son colocados en la carretera para evitar el deterioro, debido a que al filtrarse agua en el pavimento dañará el material existente en la subrasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes.

La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, estos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En carreteras existen los drenajes transversales (tuberías, puentes, badenes, entre otros) y longitudinales (cunetas y contra cunetas).

3.3.7.1. Drenaje pluvial

Se conoce con éste nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento o que simplemente no cause deterioros en el camino. En el caso del drenaje pluvial, en los caminos se establecen alcantarillas, conectadas directamente a los canales o cunetas, para captar el agua.

3.3.7.2. Cunetas

Son canales abiertos que se calculan por la fórmula de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera, en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

Este proyecto no cuenta con contra cunetas ya que no las condiciones del terreno no las requiere.

3.3.7.4. Corrientes naturales

Es una masa o extensión de agua, tal como un lago, mar u océano que cubre parte de la Tierra. Algunos cuerpos de agua son artificiales, como los estanques, aunque la mayoría son naturales. Pueden contener agua salada o dulce.

Para este proyecto no se encontraron condiciones de corrientes naturales que sean perjudiciales para el proyecto ya que el agua que se drena no es más que la de la superficie del camino, ya que las áreas adyacentes al camino ya cuentan con viviendas y el terreno que cuenta con una pendiente tal que la corriente superficial que se crearía por consecuencia de las lluvias drenaría en dirección opuesta al camino.

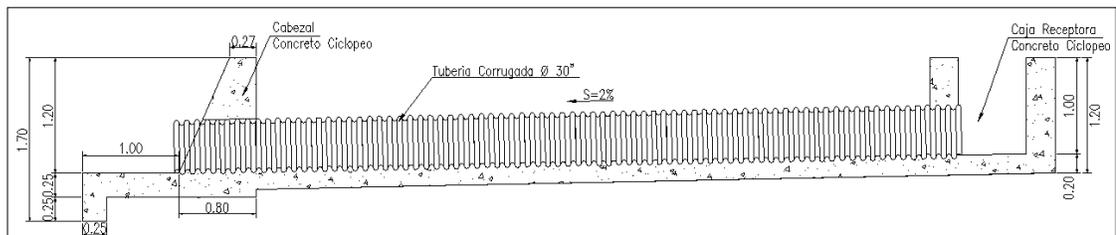
3.3.7.5. Drenaje transversal

Son las tuberías que se colocan para aliviar el agua que viene en las cunetas o de arroyos que se encuentran a lo largo de la carretera, son necesarias pues en un tramo en corte, sirven para conducir el agua al otro lado de la carretera.

El drenaje transversal tiene las siguientes partes: caja recolectora de caudal, recibe el agua proveniente de la ladera de la carretera para trasladarla a la tubería, muro cabezal de salida, protege la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione, adicional a estas partes, si la pendiente del terreno en corte, es muy fuerte se colocan disipadores de energía al final de la tubería,

servirán para que el agua que desfoga, no erosione el suelo y provoque hundimientos. A continuación se presenta un ejemplo de tubería transversal con caja recolectora de caudal:

Figura 8. **Drenaje transversal**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

3.3.7.6. **Muros de contención**

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.

Por ejemplo, en la construcción de vías férreas o de carreteras, el ancho de servidumbre de la vía es fijo y el corte o terraplén debe estar contenido dentro de este ancho.

3.4. Cuantificación de materiales

Es el proceso de calcular la cantidad de materiales que se utilizara para cada renglón del proyecto. La cuantificación de materiales se utiliza para calcular el costo unitario de cada renglón. El costo unitario de cada renglón debe estar integrado por todos los materiales y mano de obra necesarios para su ejecución.

Tabla IV. Ejemplo de integración de costos unitarios

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación no clasificada	m ²	428,08	Q 50,87	Q 21 776,43	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora	280m3/día	hrs.	0,03	Q 335,00	Q 9,57
camión de volteo	280m3/día	hrs.	0,03	Q 160,00	Q 4,57
Motoniveladora	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 425,00	Q 7,29
camión cisterna	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 160,00	Q 2,74
rodo vibratorio	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 280,00	Q 4,80
Total de Equipo y maquinaria con IVA					Q 28,97
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA					Q 25,87
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
operador excavadora	hrs	0,03	Q 40,00	Q 1,14	
operador de camión	hrs	0,03	Q 25,00	Q 0,71	
operador de cisterna	hrs	0,02	Q 20,00	Q 0,34	
operador de motoniveladora	hrs	0,02	Q 40,00	Q 0,69	
operador de rodo	hrs	0,02	Q 35,00	Q 0,60	
4 peones	hrs	0,12	Q 10,00	Q 1,20	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 4,69
			PRESTACIONES	%	Q 3,09
TOTAL MANO DE OBRA					Q 7,78
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):					Q 33,65
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				%	Q 11,78
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):					Q 45,42
IVA				12%	Q 5,45
TOTAL					Q 50,87

Fuente: elaboración propia.

3.5. Presupuesto

La confección del presupuesto de una obra antes de su ejecución, es sin duda, uno de los trabajos más importantes del ingeniero de él se deduce en primer lugar conclusiones acerca de su rentabilidad, de la posibilidad y conveniencia de ejecución, al mismo tiempo que en la inmensa mayoría de los casos sirve de base para el contrato con el constructor encargado de la ejecución de la obra. El presupuesto contempla los renglones de trabajo, según la secuencia lógica de ejecución. El costo total del proyecto se obtuvo sumando todos los costos totales por renglón.

Tabla V. Presupuesto para el proyecto

No.	RENLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENLÓN
152,02	Replanteo de la línea central	km	0,81	Q 1 814,40	Q 1 469,66
152,03	Levantamiento topografico para construcción	km	0,81	Q 3 780,00	Q 3 061,80
203,03 (a)	Excavación no clasificada	m ³	428,08	Q 50,87	Q 21 776,43
203,03 (b)	Excavación no clasificada de material de desperdicio	m ³	762,69	Q 25,26	Q 19 265,55
209,04	Colocación de balasto	m ³	4 448,95	Q 189,88	Q 844 766,63
608,01	Cunetas	m ²	485,34	Q 159,55	Q 77 436,00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 967 776,07

Fuente: elaboración propia.

3.6. Cronograma de ejecución

Es una representación gráfica y ordenada con tal detalle, para que un conjunto de funciones y tareas se lleven a cabo en un tiempo estipulado y bajo unas condiciones que garanticen la optimización del mismo. A continuación se presentan las actividades a realizar, indicando el tiempo estimado para cada una de ellas y el tiempo total para la ejecución del proyecto de acuerdo al tiempo empleado en cada renglón.

Tabla VI. **Cronograma de ejecución**

ACTIVIDAD	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
COMPRA DE MATERIALES							
Replanteo de la línea central	■						
Levantamiento topográfico para construcción	■						
Excavación no clasificada	■	■	■				
Excavación no clasificada de material de desperdicio		■	■	■			
Colocación de balasto				■	■	■	
Cunetas					■	■	■

Fuente: elaboración propia.

3.7. Cronograma de ejecución e inversión

Con los renglones de trabajo y costos establecidos, se procede a realizar un cronograma que muestra el tiempo planificado para la ejecución de cada uno de los renglones de trabajo y la inversión de cada renglón.

Tabla VII. **Cronograma de ejecución e inversión**

ACTIVIDAD		Semanas						
COMPRA DE MATERIALES	COSTO	1	2	3	4	5	6	7
Replanteo de la línea central	Q 1 469,66	■						
Levantamiento topográfico para construcción	Q 3 061,80	■						
Excavación no clasificada	Q 21 776,43	■	■	■				
Excavación no clasificada de material de desperdicio	Q 19 265,55		■	■	■			
Colocación de balasto	Q 844 766,63				■	■	■	
Cunetas	Q 77 436,00					■	■	■
Total	Q967 776,07							

Fuente: elaboración propia.

3.8. Mantenimiento del camino

Los proyectos de caminos vecinales necesitan, luego de su ejecución, mantenimiento rutinario, preventivo y en algunos casos de emergencia. Los tipos de mantenimiento son: rutinario, preventivo, de emergencia y de operación, los cuales se detallan a continuación.

3.8.1. Mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario, como su nombre lo indica, es el conjunto de actividades más o menos continuas, destinadas a que el camino se encuentre en permanente buen estado. El tipo de actividades y la frecuencia de las mismas depende de muchos factores, pero fundamentalmente del volumen de tráfico, del clima y del relieve topográfico; y de manera menos incidente, del tipo de material de afirmado y del suelo de fundación.

3.8.2. Mantenimiento preventivo

Va de la mano con el mantenimiento rutinario solo que se trata con mayor énfasis aquellos tramos carreteros que se encuentran en buen estado, pero que cuentan con ciertas condiciones que pueden ser perjudiciales o peligrosas en un futuro cercano sino se les da el interés necesario.

3.8.3. Mantenimiento de emergencia

Ya que los caminos rurales son de balasto, pueden ser afectados gravemente por una tormenta o una fuerte lluvia. En estos casos se puede erosionar parte del camino por lo que a veces se debe de dar mantenimiento de emergencia como ejemplo el bacheo y consiste en rellenar y compactar con

material los huecos que se presentan en la superficie de rodadura, producto del deterioro y desgaste por el tránsito de vehículos y la erosión de aguas superficiales.

3.8.4. Operación y mantenimiento

Entre las operaciones que se deben realizar por mantenimiento de caminos, se pueden mencionar: conservación de plataforma, obras de arte y drenaje, señales y vigilancia, los cuales se detallan a continuación.

- Conservación de la plataforma
 - Limpieza de plataforma, incluyendo remoción de derrumbes
 - Roce y limpieza de maleza
 - Bacheo de calzada y berma
 - Peinado de taludes

- Conservación de obras de arte y drenaje
 - Limpieza de cunetas laterales
 - Limpieza de contra cunetas
 - Limpieza de alcantarillas
 - Mantenimiento de muros de contención
 - Encausamiento de pequeños cursos de agua

- Conservación de señales y vigilancia
 - Mantenimiento de señales
 - Vigilancia y control

4. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.1. Identificación de impactos ambientales

La construcción de carreteras, al igual que cualquier actividad realizada por el hombre en la naturaleza, provoca un impacto en las características ambientales ya sean físicos, biológicos o de carácter social, lo que hace necesario realizar un Estudio o Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) según lo requiera el caso. Para este proyecto se realizará una Evaluación de Impacto Ambiental y se realizará a través de visitas de campo.

4.2. Impactos positivos esperados

Actualmente el camino ya existe pero en condiciones inadecuadas para el tránsito vehicular y para los vecinos por lo que el mejoramiento del camino ayudará a que los vehículos transiten regularmente sin causar que el aire contenga un exceso de polvo, que se genera cuando los vehículos transitan.

4.3. Impactos negativos esperados

El impacto negativo será que durante el mejoramiento del camino se creara más polvo y ruido de lo normal, pero sin afectar significativamente a los vecinos por lo que no impide la ejecución del proyecto.

4.4. Valoración del impacto ambiental

Ya que el proyecto no afecta reservas naturales, áreas protegidas ni genera tala de árboles la valoración que se le da al impacto ambiental no es significativo por lo que no es necesario realizar un estudio de impacto ambiental, pero es necesario realizar una evaluación ambiental para verificar las medidas de mitigación que se utilizaran para el impacto ambiental que pueda generar el proyecto.

4.5. Impactos ambientales y medidas de mitigación

Se tomarán medidas de mitigar el impacto provocado por los procesos que pueden afectar el medio ambiente, tales como limpieza del terreno, desmonte de materiales, manejo y disposición final de desechos y mantenimiento preventivo y correctivo.

4.5.1. Limpieza y desmonte

Se refiere a la limpieza del terreno y al desmontaje de los materiales necesarios para la ejecución del proyecto. Esta parte comprende: análisis de impactos y medidas de mitigación.

4.5.1.1. Impacto

Como se menciona anteriormente, el impacto que estos trabajos pueden provocar es la generación de polvo en cantidades mayores a las que normalmente se visualizan en el área.

4.5.1.2. Medidas de mitigación

Para mitigar este problema se realizara la limpieza por tramos y con personal capacitado para el polvo generado no sea significativo, así mismo se dispondrá de puntos estratégicos para el desmontaje del material a fin de que este no sea regado ni mal utilizado para no generar problemas en el aire que se respira.

4.5.2. Manejo y disposición final de desechos

En la finalización de todo proyecto normalmente se cuenta con material de desechos, por lo tanto es necesario analizar el impacto y las medidas de mitigación para el manejo adecuado de los mismos.

4.5.2.1. Impacto

En el caso del camino al realizar la excavación del material de desperdicio y no contar con un lugar para depositarlo, esto causaría acumulación de materiales que se pueden regar en el mismo proyecto o en el aire que respiran los vecinos.

4.5.2.2. Medidas de mitigación

Se dispondrá de un área destinada para depositar los materiales de desperdicio que no son contaminantes por lo que no debe ser un área para tratar desperdicios, pero tal área no deberá estar ubicada a los costados del proyecto ni cerca del proyecto ya que muchas viviendas se encuentran cerca de ahí.

4.5.3. Mantenimiento preventivo y correctivo

Como todo proyecto el camino también va a requerir de mantenimiento que puede o no, provocar impactos ambientales, por lo que también se le dará su valoración en la evaluación.

4.5.3.1. Impacto

El mantenimiento de caminos no genera impactos mínimos en el ambiente. Por otra parte, ayuda a mantener el medio ambiente en mejores condiciones, reduciendo las medidas de mitigación a implementar.

4.5.3.2. Medidas de mitigación

Realizar el mantenimiento respectivo al camino, ya que este ayuda a disminuir la contaminación del ambiente por materiales sueltos por erosión de la carpeta de rodadura.

4.5.4. Acciones generales para reducir el impacto ambiental

Hay actividades que se deben realizar para reducir el impacto ambiental y también otras que se deben evitar, por lo que señalaremos algunas a continuación.

4.5.4.1. Debe procurarse

Realizar un plan de seguridad industrial para mantener un mejor control de las áreas destinadas al desmontaje del material, las rutas que tomara la maquinaria pesada para evacuar el material de desperdicio y mantener una

buena señalización que permita el orden y evite el exceso de material suelto en el aire.

4.5.4.2. Debe evitarse

Debe evitarse actividades que puedan generar algún tipo de contaminación como el riego desmedido del material de construcción, llenar los camiones de volteo más de su capacidad para evitar que el material caiga en las calles y como medida general debe evitarse tirar basura en el área y cerca del área del proyecto.

CONCLUSIONES

1. Para la solución de problemas de infraestructura es necesario tomar todos los aspectos que estén involucrados directa o indirectamente en materia civil, para efectuar un diseño técnico y económico, sin olvidar que no siempre la solución más económica es la más conveniente.
2. Por ninguna razón debe obviarse la parte de la conservación de los recursos naturales, cualquier diseño de infraestructura debe tomarse con mucho interés y consideración económica para la conservación del ambiente, para que en un futuro no se tengan consecuencias lamentables.
3. Con la construcción del camino se agilizará el desplazamiento de las personas y mercaderías, por medio de vehículos automotores, facilitando el acceso al desarrollo de la región.
4. La ingeniería juega un papel importante dentro de la sociedad, el cual es una profesión que se debe realizar con conciencia, responsabilidad, transparencia y compartiendo los conocimientos para aquellos que velan por el bien común.
5. Este proyecto en conjunto con las obras de arte aportarán un mejoramiento al camino rural de la aldea San Lorenzo El Cubo, Ciudad Vieja, Sacatepéquez, Guatemala.

6. Se determinó que el camino en estudio no cumplía con los requisitos técnicos y geométricos que requiere un camino para su buena transitabilidad, además de que los anchos varían conforme se avanza en el camino por lo que es indispensable que se realice el mejoramiento para que aporte seguridad a los habitantes de la localidad sobre todo en la superficie del camino que se encuentra con varios agujeros.

RECOMENDACIONES

1. Antes de empezar la ejecución de los proyectos, asegurar la solvencia económica para la culminación de los proyectos dentro de los cronogramas establecidos y solventar a la unidad ejecutora en los tiempos especificados, exigiendo lo establecido en el contrato correspondiente.
2. Se debe cumplir con lo establecido en los planos constructivos y sus especificaciones correspondientes, considerando que se pueden realizar cambios por medio de la opinión profesional o Ingeniero residente y concientizando que se debe garantizar la calidad técnica para asegurar la vida útil del proyecto.
3. Se deberá velar por el mantenimiento del camino y se realizará por lo menos cada 6 meses, antes y después de cada invierno.
4. Desarrollar más estudios para el mejoramiento de sus caminos rurales y las obras de arte necesarias para el desarrollo de la aldea San Lorenzo El Cubo con el fin de mejorar el nivel socioeconómico.
5. Hacer un estudio como el presente en todos los caminos que se hayan hecho sin una planificación apropiada, ya que a través de este estudio se encontraron varias fallas de elevación y hundimiento que podrían ser perjudiciales para la seguridad de los que transitan por el camino, esto por falta de una correcta planificación, por lo que también se

recomienda que se instruya a las municipalidades antes de realizar este tipo de proyectos para que se cuente con una apropiada planificación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Vías de comunicación*. México D.F.: Limusa, 2007. 715 p.
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: CIV, 2001. 724 p.
3. Ingenieros Consultores de Centroamérica. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*, Guatemala, 2000. 807 p.
4. PÉREZ MÉNDEZ, Augusto René. *Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 86 p.
5. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes regionales*. 2a ed. Guatemala: SIECA, 2004. 450 p.

6. VELA MORALES, Álvaro Leonel. *Estudio y propuesta para el mejoramiento de los caminos rurales de cinco aldeas del municipio de Amatitlán*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 85 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Integración de costos unitarios

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación no clasificada	m ²	428,08	Q 50,87	Q 21 776,43	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora	280m3/día	hrs.	0,03	Q 335,00	Q 9,57
camión de volteo	280m3/día	hrs.	0,03	Q 160,00	Q 4,57
Motoniveladora	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 425,00	Q 7,29
camión cisterna	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 160,00	Q 2,74
rodo vibratorio	1400m2/día	hrs.	0,02	Q 280,00	Q 4,80
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q	28,97
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q	25,87
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
operador excavadora	hrs	0,03	Q 40,00	Q 1,14	
operador de camión	hrs	0,03	Q 25,00	Q 0,71	
operador de cisterna	hrs	0,02	Q 20,00	Q 0,34	
operador de motoniveladora	hrs	0,02	Q 40,00	Q 0,69	
operador de rodo	hrs	0,02	Q 35,00	Q 0,60	
4 peones	hrs	0,12	Q 10,00	Q 1,20	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q	4,69
			PRESTACIONES	%	Q 3,09
TOTAL MANO DE OBRA				Q	7,78
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q	33,65
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				%	Q 11,78
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q	45,42
IVA				12%	Q 5,45
TOTAL				Q	50,87

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2.

Presupuesto para el proyecto

No.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
152.02	Replanteo de la línea central	km	0.81	Q 1 814.40	Q 1 469.66
152.03	Levantamiento topografico para construcción	km	0.81	Q 3 780.00	Q 3 061.80
203.03 (a)	Excavación no clasificada	m³	428.08	Q 50.87	Q 21 776.43
203.03 (b)	Excavación no clasificada de material de desperdicio	m³	762.69	Q 25.26	Q 19 265.55
209.04	Colocación de balasto	m³	4 448.95	Q 189.88	Q 844 766.63
608.01	Cunetas	m²	485.34	Q 159.55	Q 77 436.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 967 776.07

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cronograma de ejecución**

ACTIVIDAD	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
COMPRA DE MATERIALES							
Replanteo de la línea central							
Levantamiento topográfico para construcción							
Excavación no clasificada							
Excavación no clasificada de material de desperdicio							
Colocación de balasto							
Cunetas							

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cronograma de ejecución e inversión**

ACTIVIDAD	Semanas						
	1	2	3	4	5	6	7
COMPRA DE MATERIALES							
Replanteo de la línea central							
Levantamiento topográfico para construcción							
Excavación no clasificada							
Excavación no clasificada de material de desperdicio							
Colocación de balasto							
Cunetas							

Fuente: elaboración propia.

PLANOS

INICIO

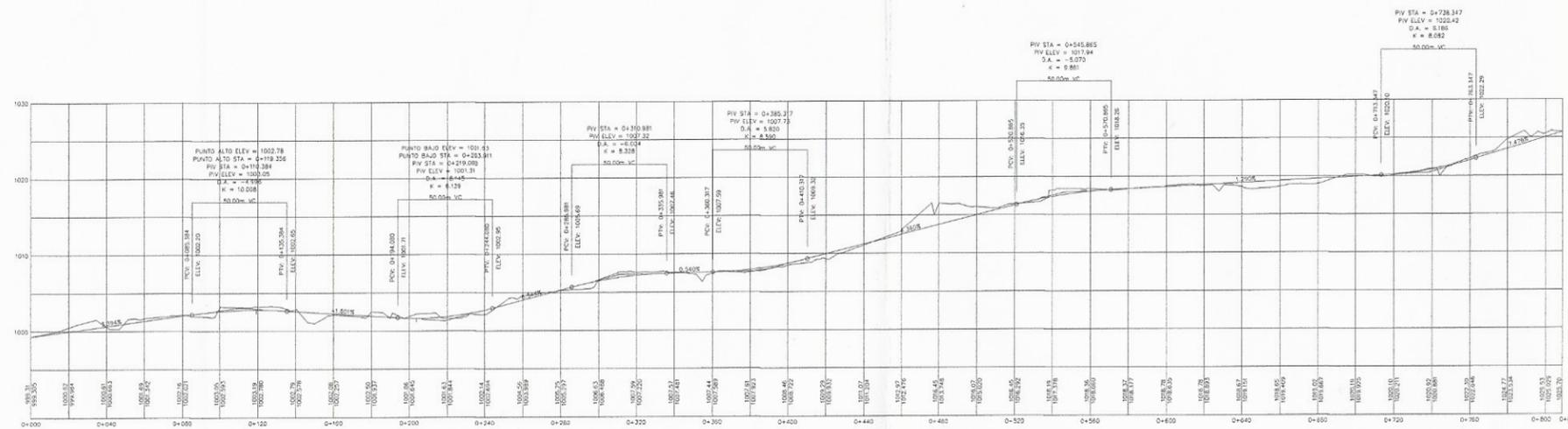
FIN

PLANTA

ESCALA HORIZONTAL: 1:15,000

NORTE

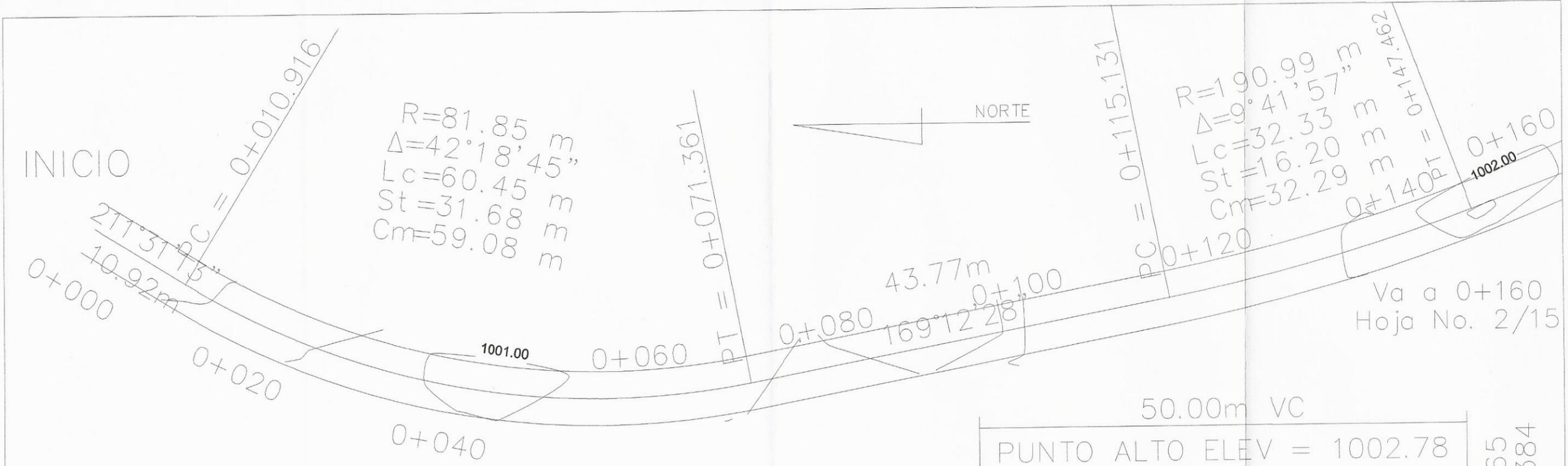
INICIO



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:375

	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANO GENERAL 0+000.00-0+850.00	
	FECHA: JUNIO DE 2,014 ESCALA: INDICADA INGENIERO: Ing. Edgar Fernando Valenzuela REVISOR: ING. E. VALENZUELA DIBUJANTE: EDGAR PEREZ	No. HOJA: 1 19



PLANTA

ESCALA HORIZONTAL 1:200

INICIO
1000



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
ESCALA VERTICAL 1:50

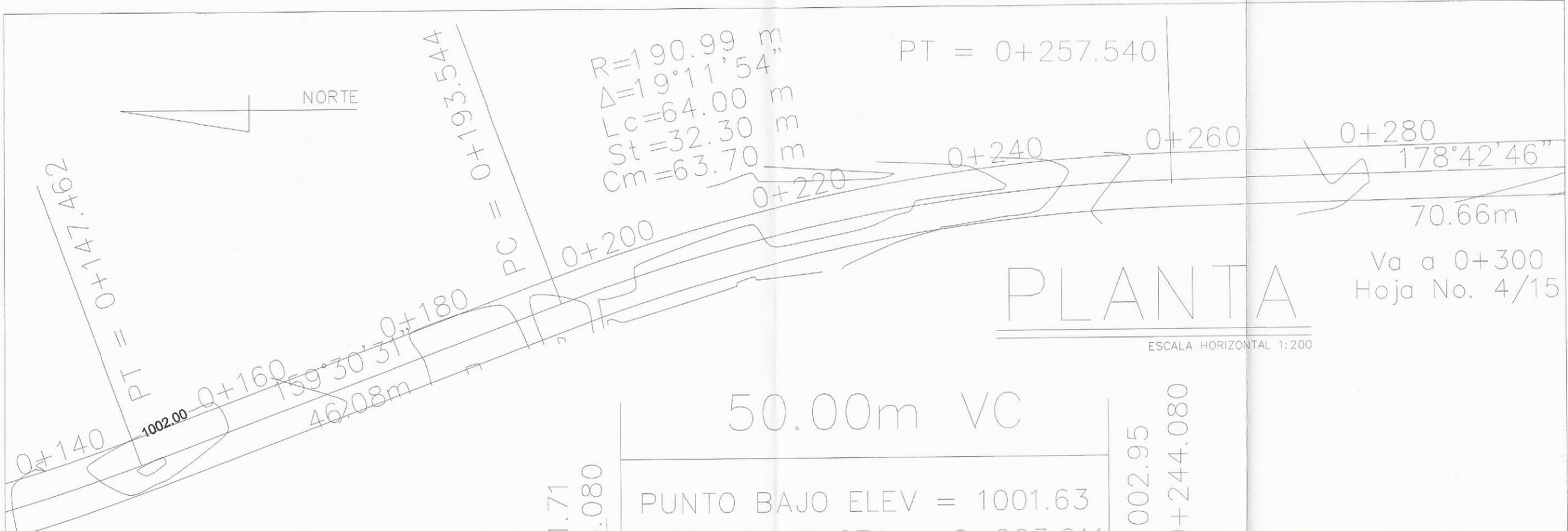
50.00m VC
 PUNTO ALTO ELEV = 1002.78
 PUNTO ALTO STA = 0+119.356
 PIV STA = 0+110.384
 PIV ELEV = 1003.05
 D.A. = -4.996
 K = 10.008

	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO DE: PLANO PLANTA PERFIL 0+000.00-0+140.00
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: INDICADA DISEÑO: EDGAR PEREZ REVISOR: ING. E. VALBUENA	No. HOJA: 2 / 19

Ing. Edgar Fernando Valbuena
 Construcción
 Cel. 2936

Va a 0+160
Hoja No. 2/15

Va a 0+160
Hoja No. 2/15

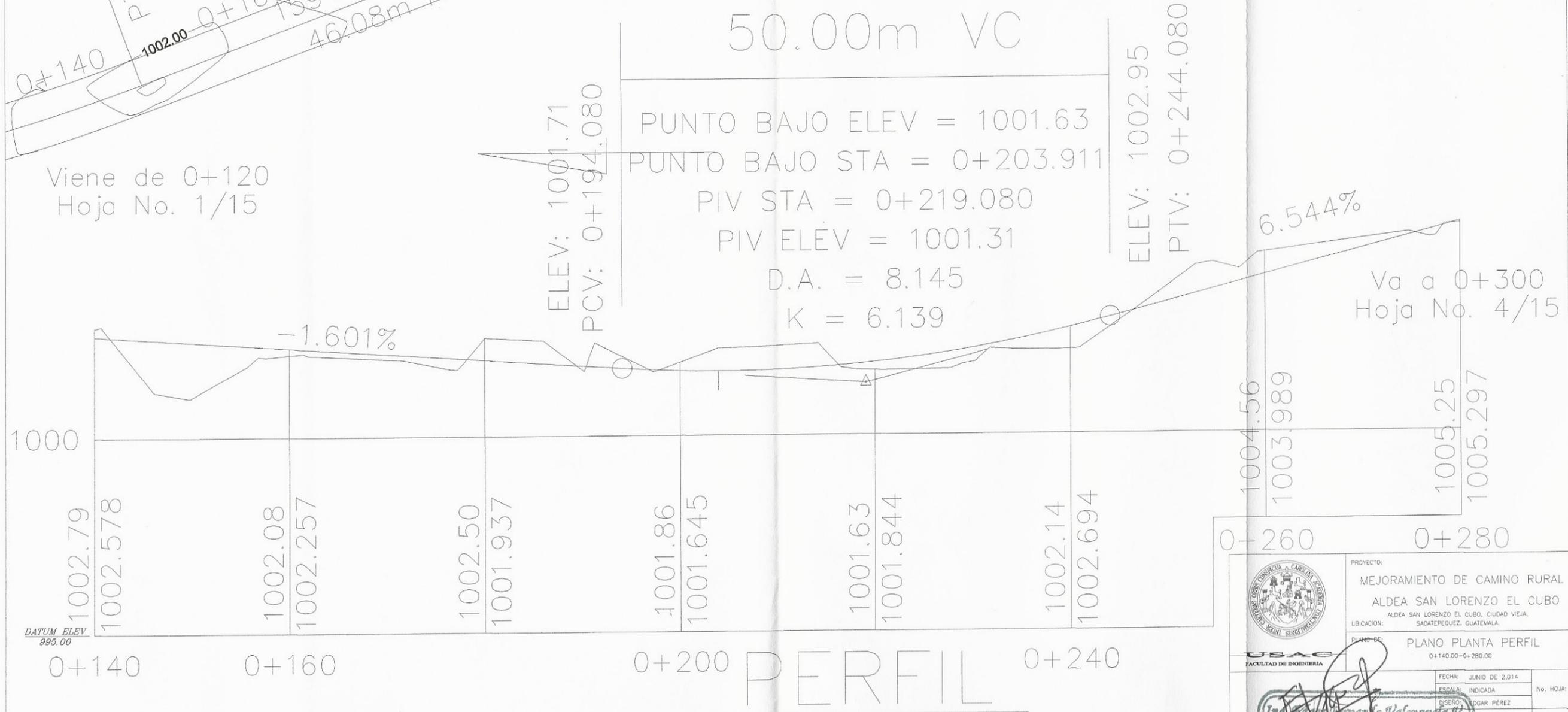


PLANTA

ESCALA HORIZONTAL 1:200

Va a 0+300
Hoja No. 4/15

Viene de 0+120
Hoja No. 1/15



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
ESCALA VERTICAL 1:50

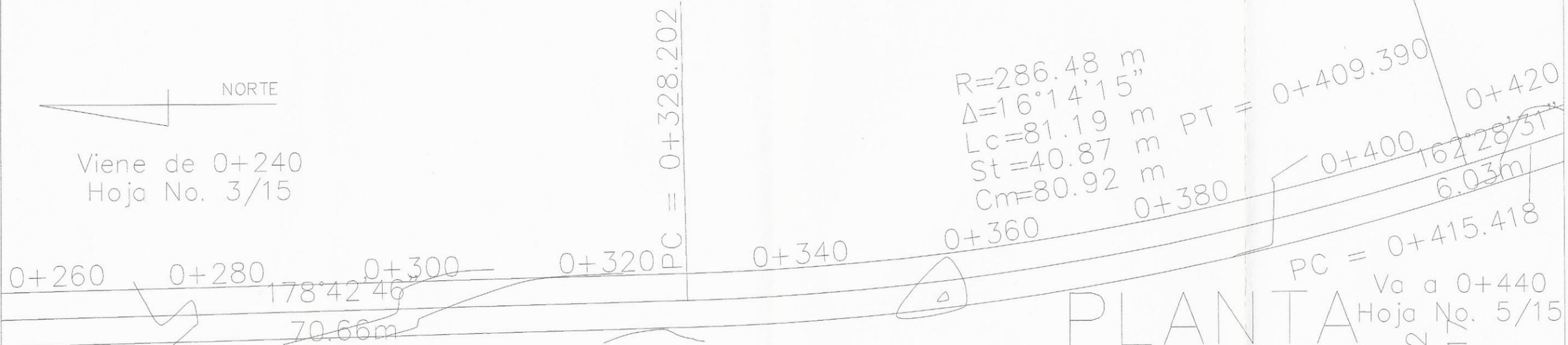
Va a 0+300
Hoja No. 4/15

	PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL	
	ALDEA SAN LORENZO EL CUBO		
	LIBRACION:	ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE:	PLANO PLANTA PERFIL	
		0+140.00-0+280.00	
	FECHA:	JUNIO DE 2014	No. HOJA:
	ESCALA:	INDICADA	
	DISEÑO:	EDGAR PEREZ	
	REVISOR:	EDGAR PEREZ	3
	DIBUJO:	EDGAR PEREZ	19

DATUM ELEV 995.00



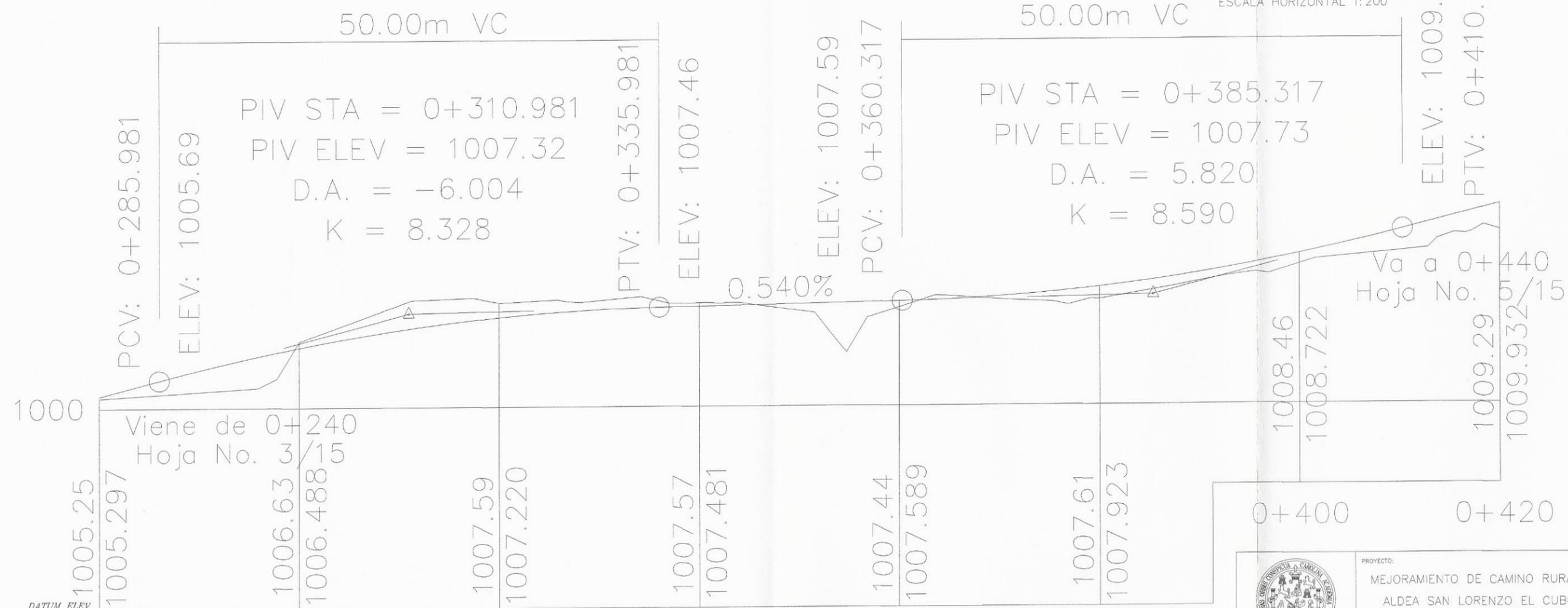
Viene de 0+240
Hoja No. 3/15



PLANTA

Va a 0+440
Hoja No. 5/15

ESCALA HORIZONTAL 1:200

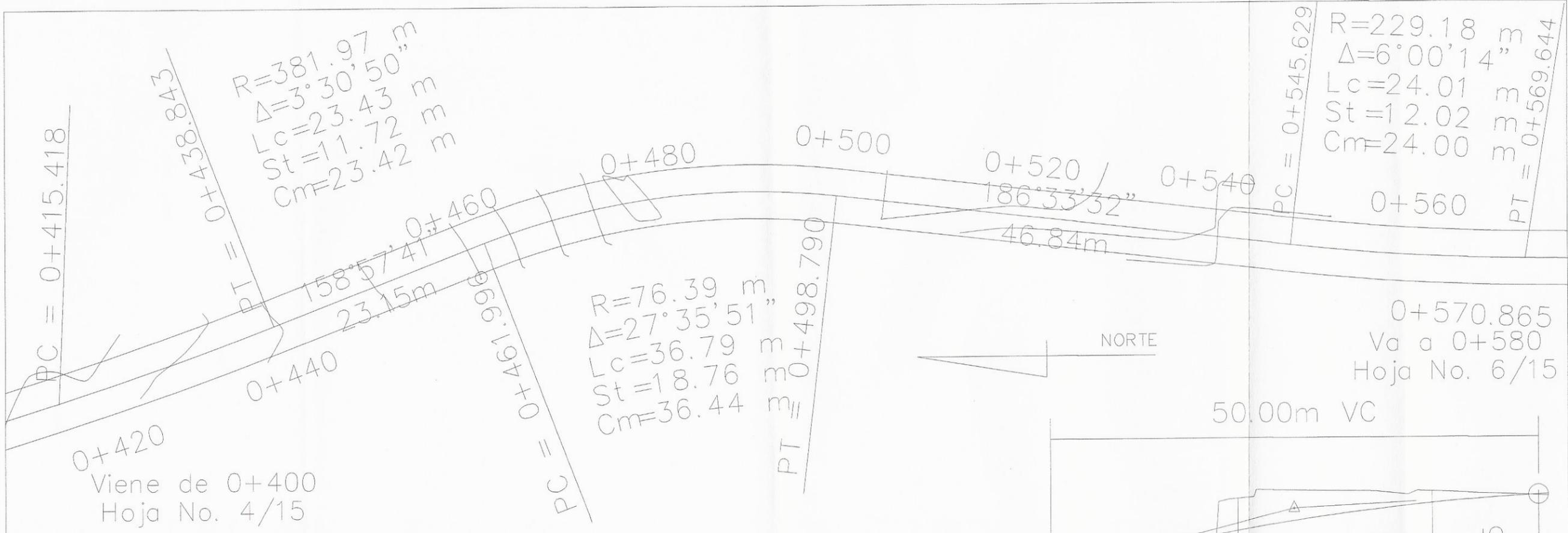


PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
ESCALA VERTICAL 1:50

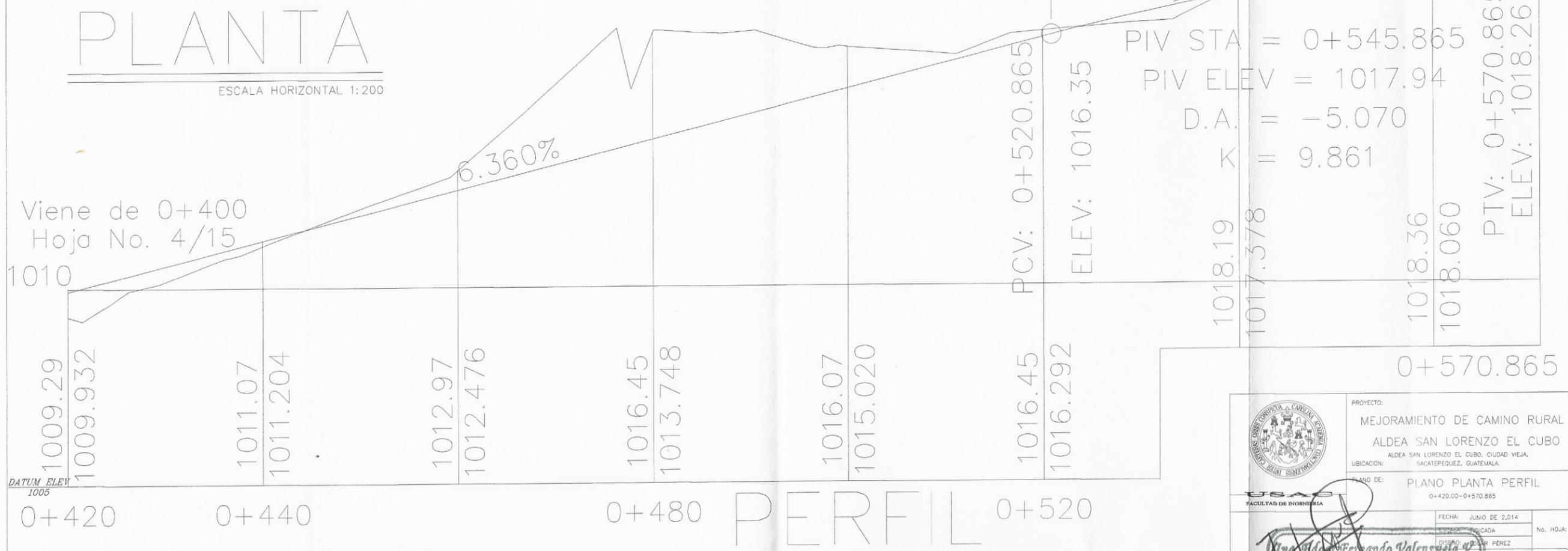
	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANO PLANTA PERFIL 0+260.00-0+420.00	
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: INDICADA DISEÑO: OSCAR PEREZ DIBUJO: OSCAR PEREZ	No. HOJA: 4 19	

Ing. Oscar Fernando Valenzuela
 No. Sistema Mención Construcción
 Col. 2838



PLANTA

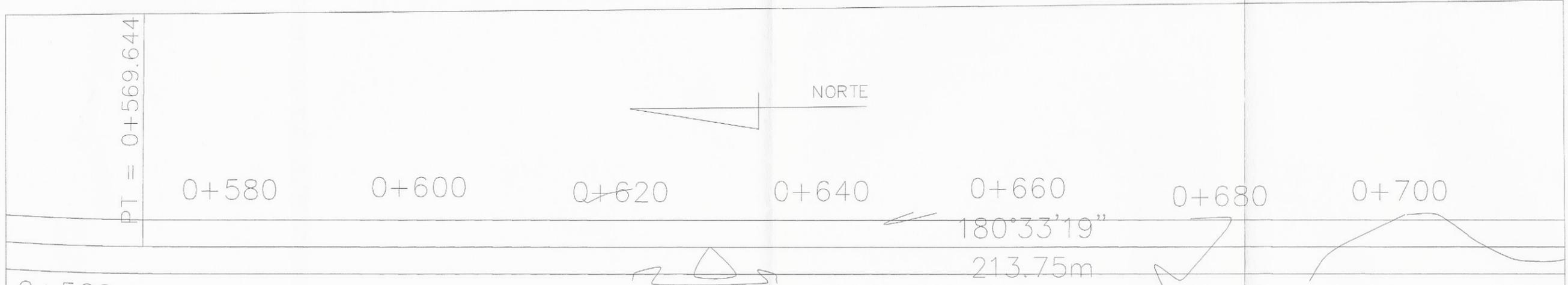
ESCALA HORIZONTAL 1:200



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
ESCALA VERTICAL 1:50

	PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL
	UBICACIÓN:	ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
PLANO DE:	PLANO PLANTA PERFIL	
FECHA:	JUNIO DE 2014	No. HOJA:
DISEÑO:	EDGAR PEREZ	5
REVISADO:	EDGAR PEREZ	19
DIBUJO:	EDGAR PEREZ	



0+560
Viene de 0+540
Hoja No. 5/15

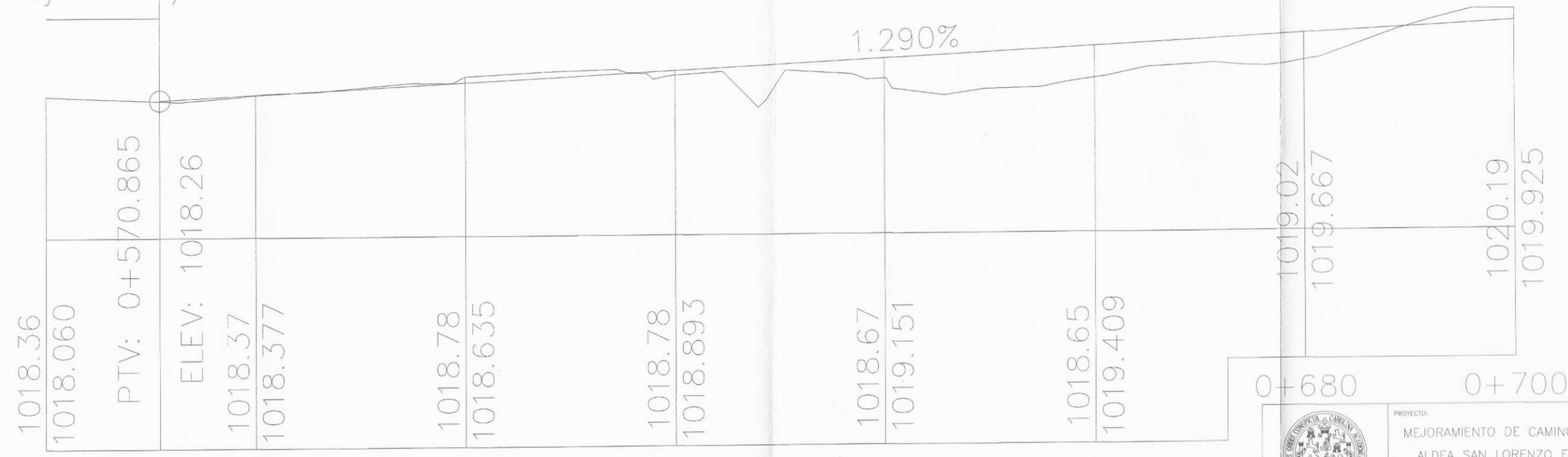
Va a 0+720
Hoja No. 7/15

PLANTA

ESCALA HORIZONTAL 1:200

Viene de 0+540
Hoja No. 5/15

Va a 0+720
Hoja No. 7/15



0+560

0+600

0+640

0+680

0+700

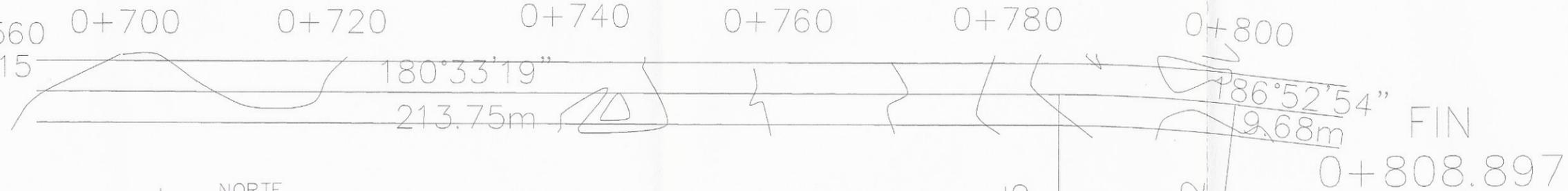
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
ESCALA VERTICAL 1:50

	PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL
	UBICACION:	ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
PLANO DE:		PLANO PLANTA PERFIL
		0+560.00-0+700.00
FECHA:	JUNIO DE 2014	No. HOJA:
ESCALA:	1:50	6
DISEÑO:	EDGAR PEREZ	19
CALCULO:	EDGAR PEREZ	
REVISOR:	EDGAR PEREZ	
DIBUJO:	EDGAR PEREZ	

Ing. Edgar Fernando Valenzuela Vilanova
 Msc. Sistemas Mención Construcción
 Col. 2238

Viene de 0+560
Hoja No. 6/15



PLANTA

ESCALA HORIZONTAL 1:200

R=143.24 m
 $\Delta=6^{\circ}19'36''$
 Lc=15.82 m
 St=7.92 m
 Cm=15.81 m

PC = 0+783.395
 PT = 0+799.212

FIN
 0+808.897

50.00m VC

PIV STA = 0+738.347
 PIV ELEV = 1020.42
 D.A. = 6.186
 K = 8.082

PCV: 0+713.347

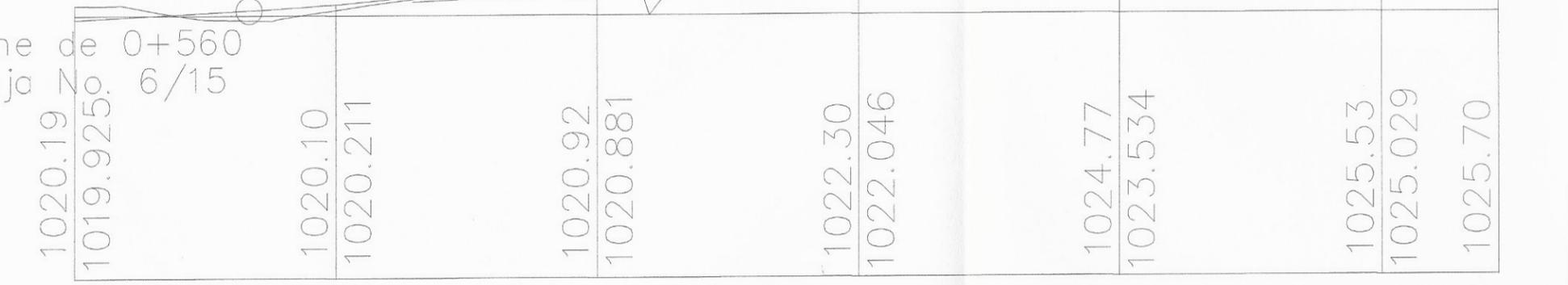
ELEV: 1020.10

PTV: 0+763.347

ELEV: 1022.29

7.476%

Viene de 0+560
Hoja No. 6/15



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:200
 ESCALA VERTICAL 1:50

	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: PLANO PLANTA PERFIL 0+700.00-0+808.90	
USAC FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: INDICADA DISEÑO: EDGAR PÉREZ CALCULO: EDGAR PÉREZ REVISOR: FERNANDO VALENZUELA	No. HOJA: 7 19

V. B. *Fernando Valenzuela*
 Mac: Sistemas Mención Construcción
 Col. 2836

TALUDES:

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

1/2: 1 de 3 a 7 m.

1: 1 de 0 a 3 m.

Relleno:

2:1 de 0 a 3 m.

1½ de 3 m en adelante.

El balasto deberá proceder de:

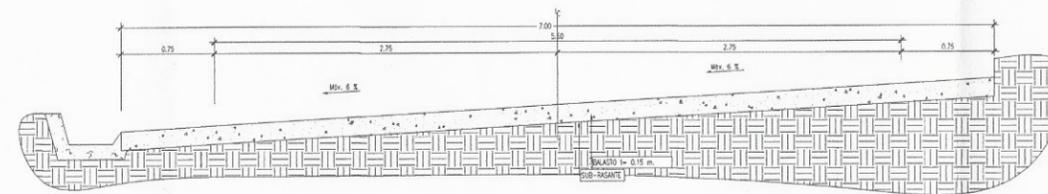
Extracción de rocas de cantera, seguida de machaqueo, cribado y clasificación, con o sin posterior tratamiento industrial una modificación térmica o de otro tipo.

Las rocas para extracción del balasto serán de naturaleza silícea y, preferentemente, de origen ígneo o metamórfico. Por tanto no se admitirán las de naturaleza caliza ni dolomítica.

El balasto no podrá contener fragmentos de: madera, materia orgánica, metales, plásticos, rocas alterables, ni de materiales tixotrópicos, expansivos, solubles, putrescibles, combustibles ni polucionantes (desechos industriales).



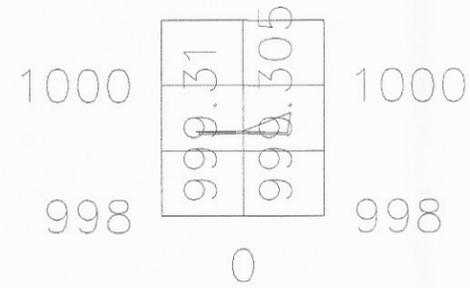
SECCION TIPICA DE MEJORAMIENTO DEL CAMINO ESCALA 1 / 20'



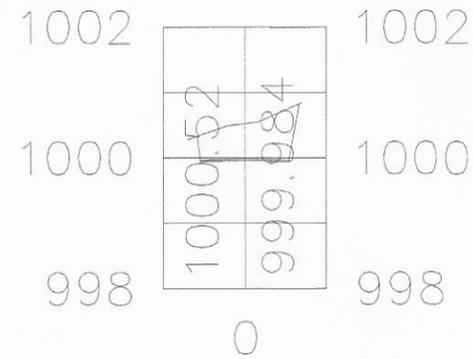
SECCION TIPICA DE MEJORAMIENTO DEL CAMINO EN CURVA ESCALA 1 / 20'

	PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL		
		ALDEA SAN LORENZO EL CUBO		
	UBICACION:	ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.		
	PLANO DE:	SECCIONES TIPICAS DE MEJORAMIENTO DEL CAMINO		
	FECHA:	JUNIO DE 2,014	No. HOJA:	
	ESCALA:	INDICADA		8 / 19
	DISEÑO:	EDGAR PEREZ		
	REVISADO:	ING. E. VALENZUELA		
DIBUJADO:	EDGAR PEREZ			

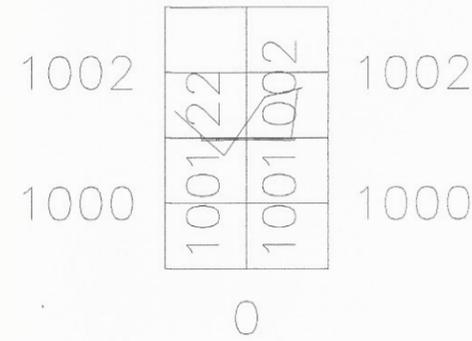
0+000



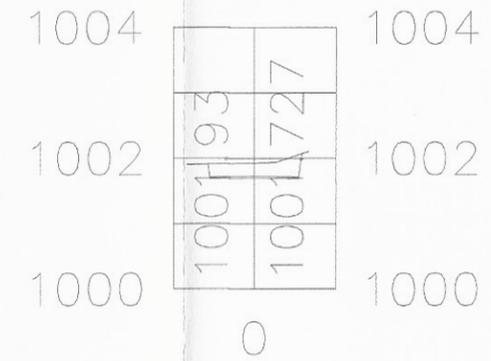
0+020



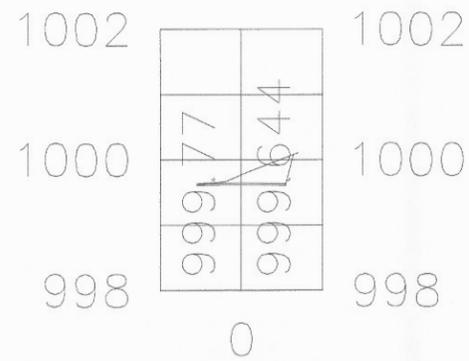
0+050



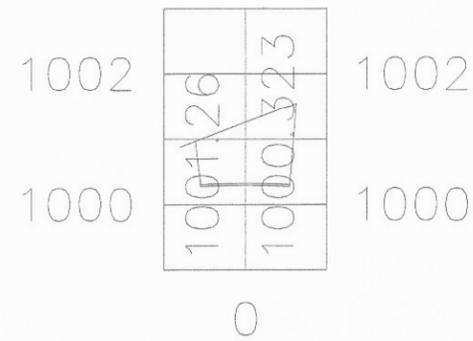
0+071.361



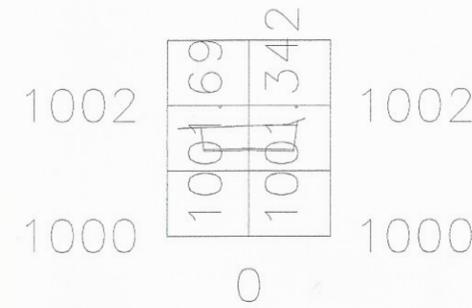
0+010



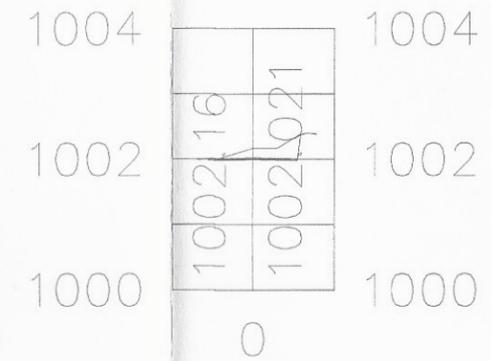
0+030



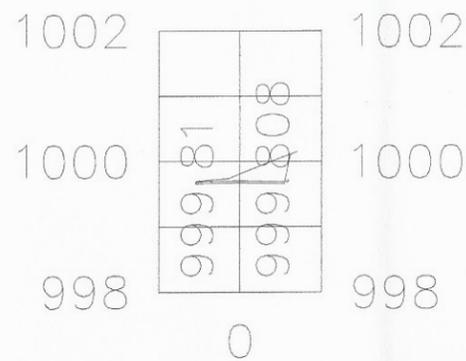
0+060



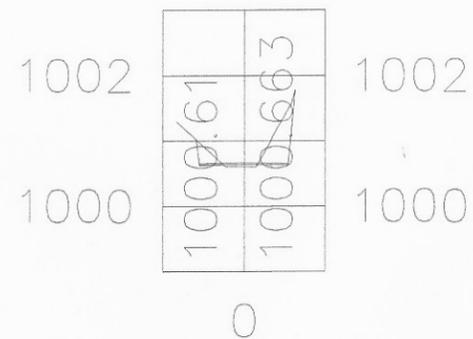
0+080



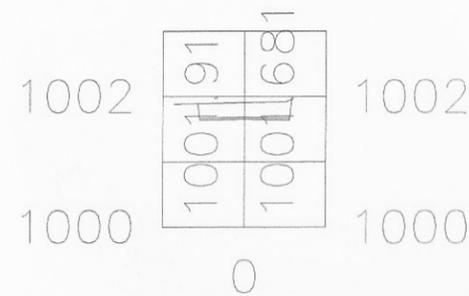
0+010.916



0+040

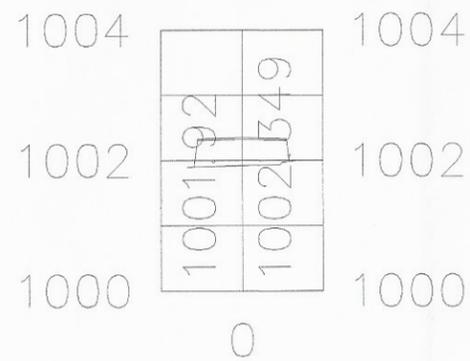


0+070

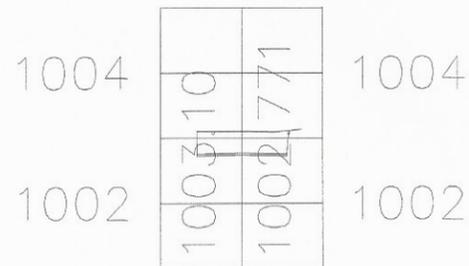


 FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+000.00-0+080.00
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:20 DISEÑO: ESBAR PEREZ DIBUJO: ESBAR PEREZ Ing. E. VALENZUELA	No. HOJA: 9 19

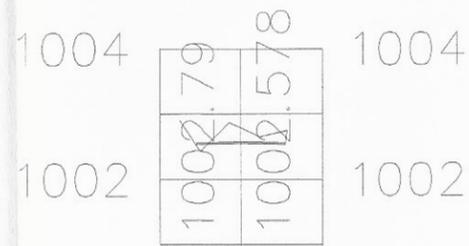
0+090



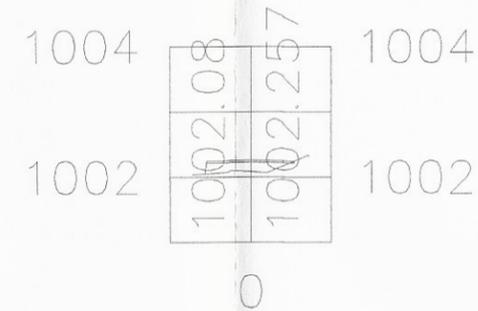
0+115.131



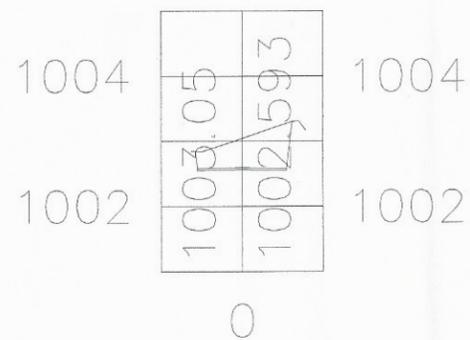
0+140



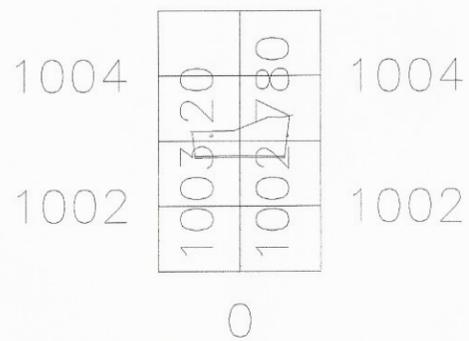
0+160



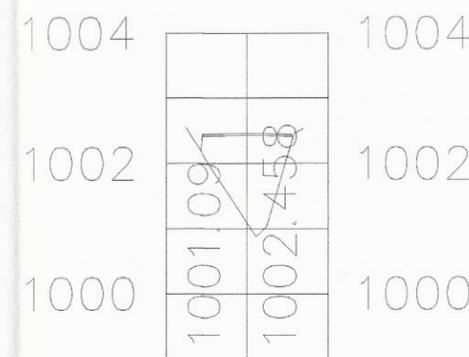
0+100



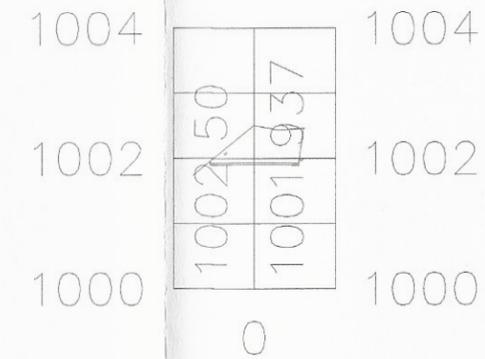
0+120



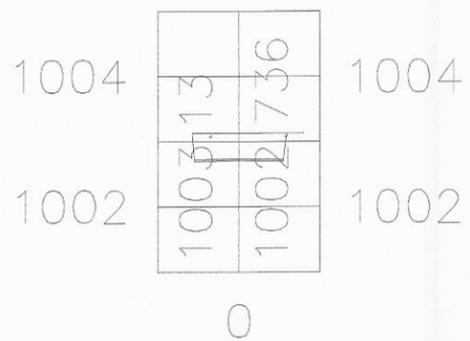
0+147.462



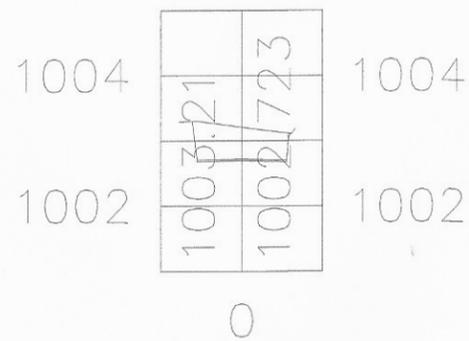
0+180



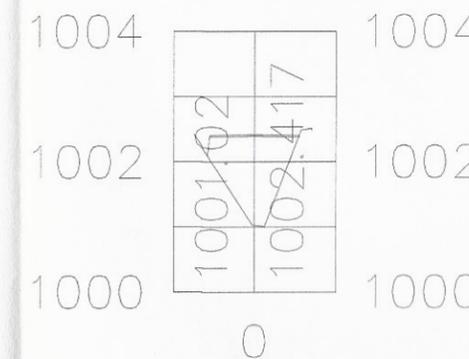
0+110



0+130

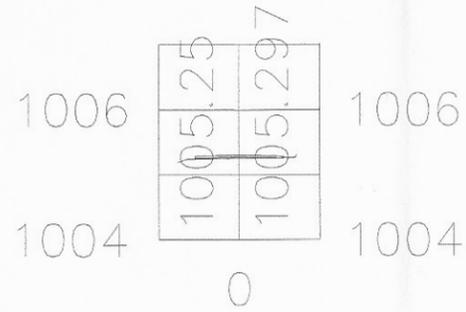


0+150

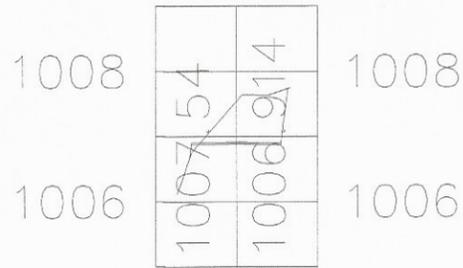


 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+090.00-0+180.00	
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:50 VERTICAL 1:50 DISEÑO: EDGAR PEREZ DIBUJO: EDGAR PEREZ	No. HOJA: 10 19	Ing. <i>Armando Valenzuela</i> M. C. Sistemas Mención Construcción Vo. Bo. (7) M. ANTONIO FERNANDO VALENZUELA GALLANUEVA C.O. 2599

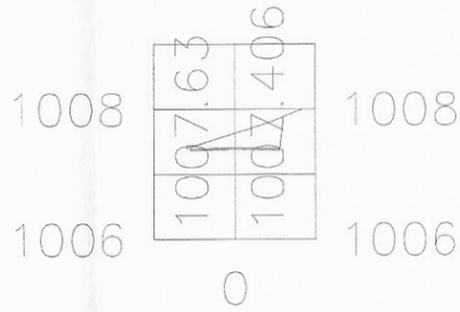
0+280



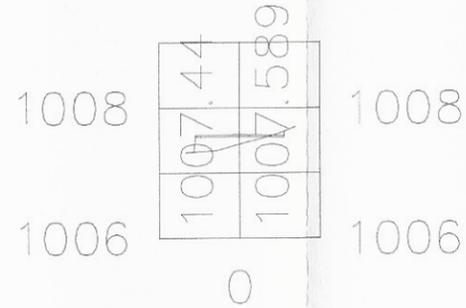
0+310



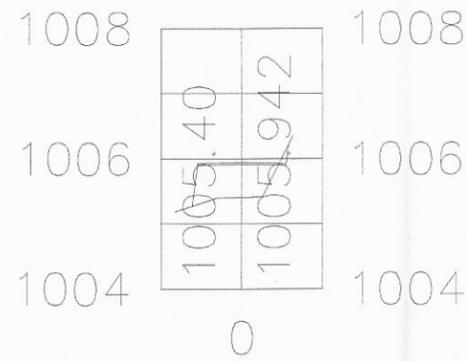
0+330



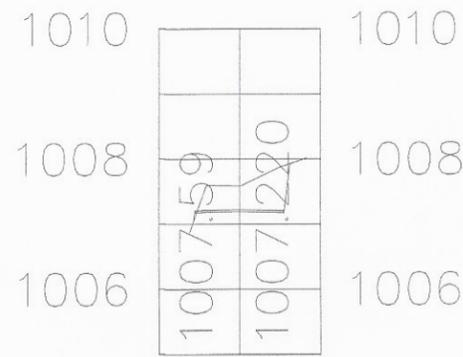
0+360



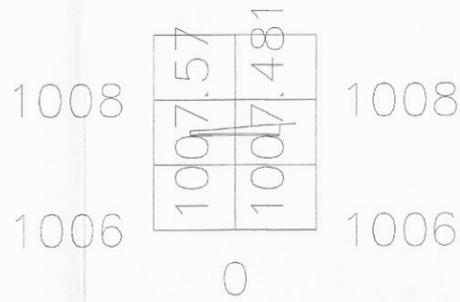
0+290



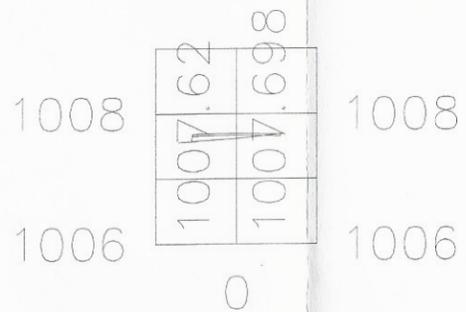
0+320



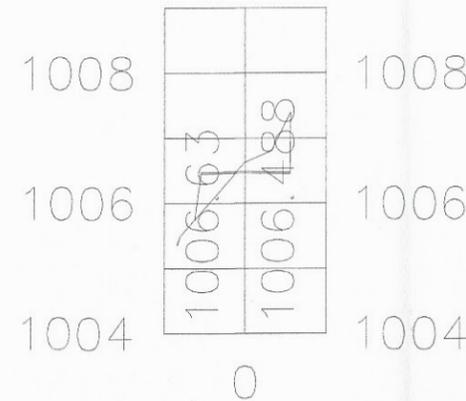
0+340



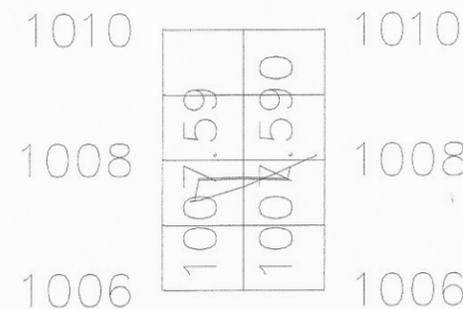
0+370



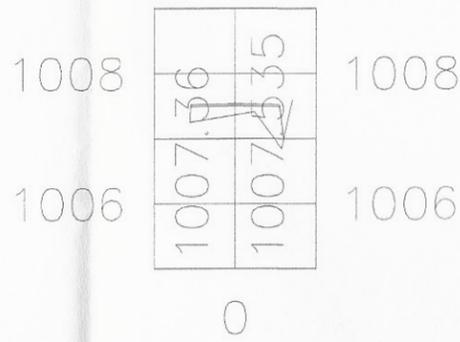
0+300



0+328.202

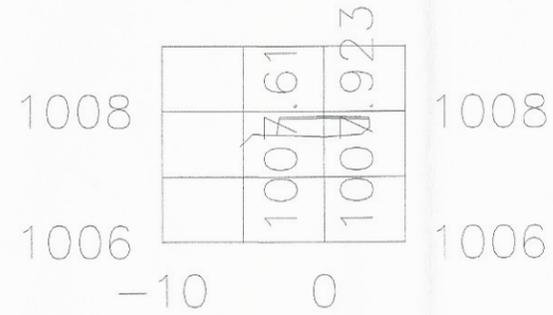


0+350

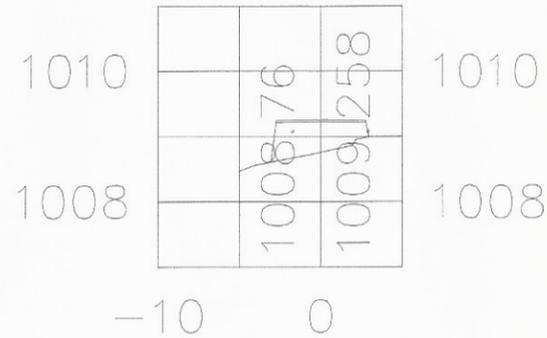


	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	UBICACION: SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+280.00-0+370.00		No. HOJA: 12 / 19
USAC FACULTAD DE INGENIERIA		FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:50
		DISEÑO: EDGAR PÉREZ REVISÓ: ING. E. VALENZUELA DIBUJÓ: EDGAR PÉREZ
Vot. No. (1) INGENIERO FERNANDO VILLALBA COM-2005		

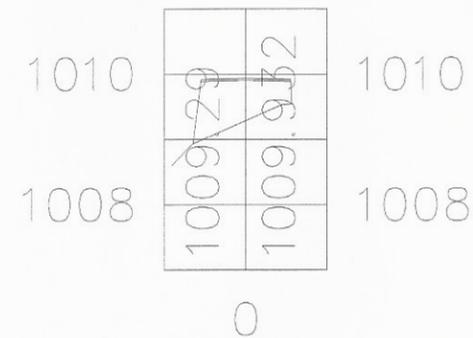
0+380



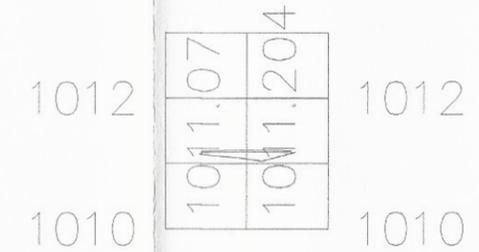
0+409.390



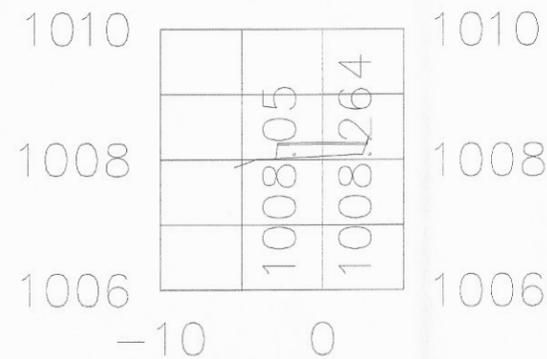
0+420



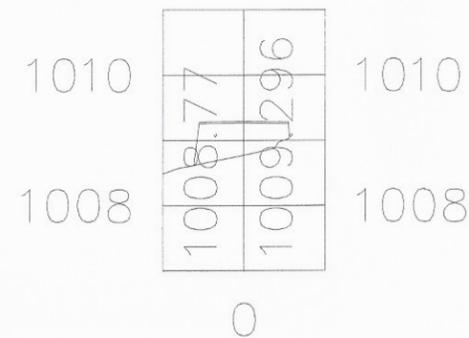
0+440



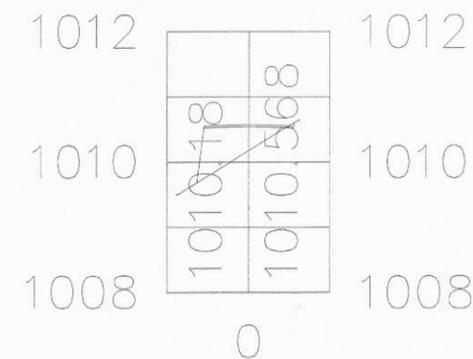
0+390



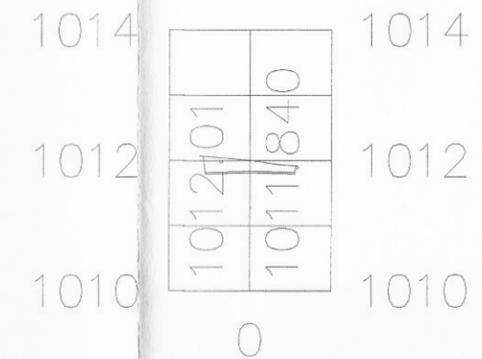
0+410



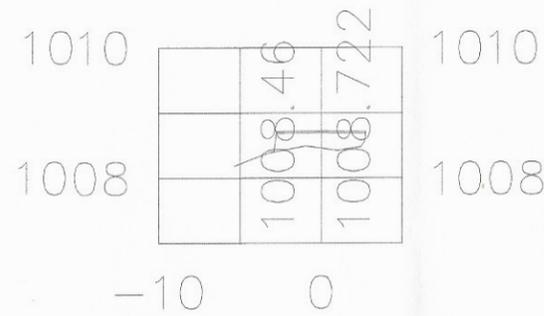
0+430



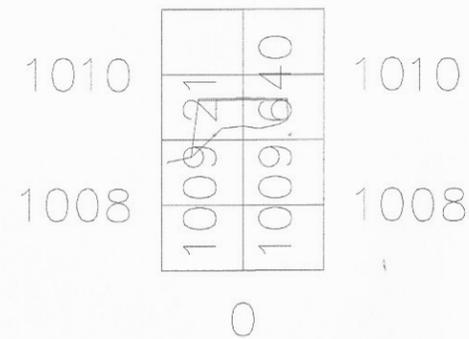
0+450



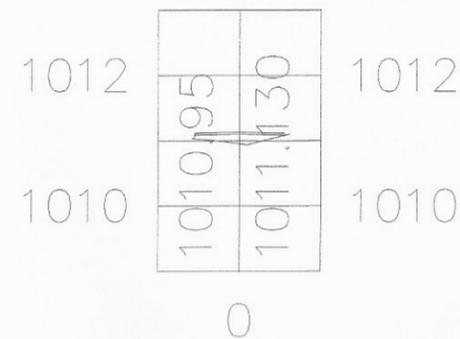
0+400



0+415.418

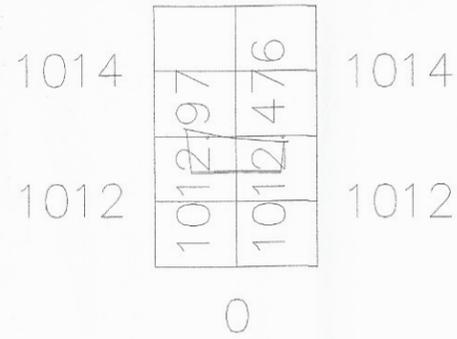


0+438.843

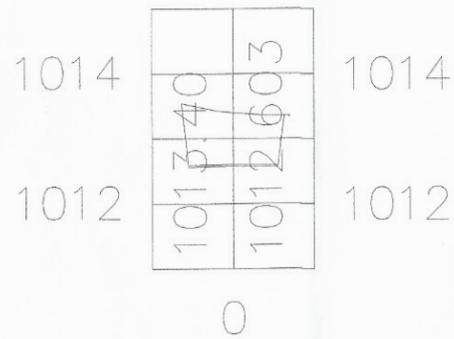


	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+380.00-0+450.00	
U.S.A.S. FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:50	No. HOJA: 13
	DISEÑO: EDGAR PÉREZ CÁLCULO: EDGAR PÉREZ REVISÓ: E. VALENZUELA	19
V.O. B. (P) EDGAR VALENZUELA VALENZUELA 2014-06-28-36		

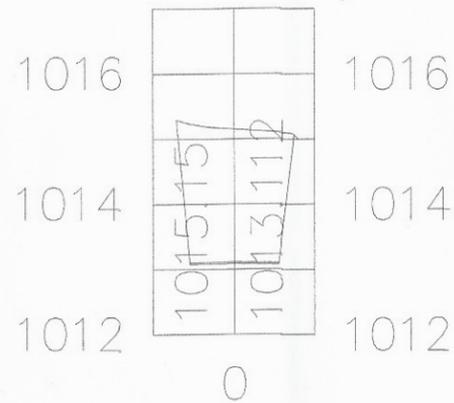
0+460



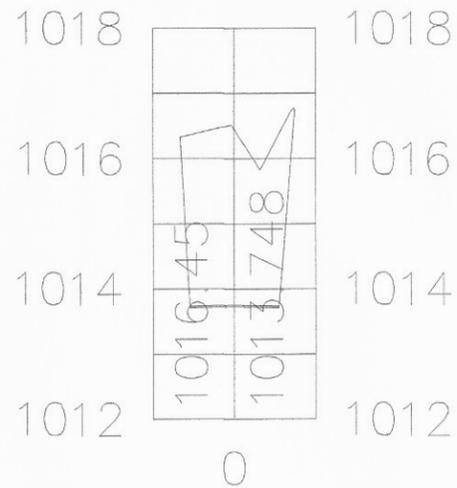
0+461.996



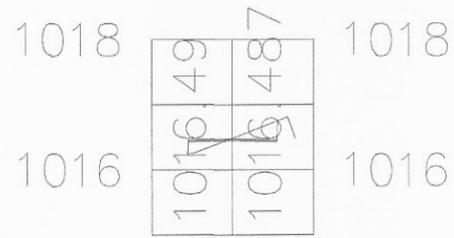
0+470



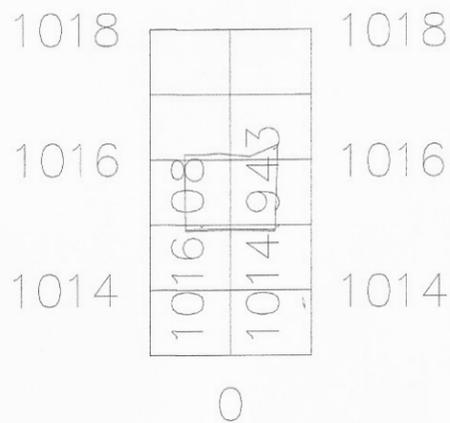
0+480



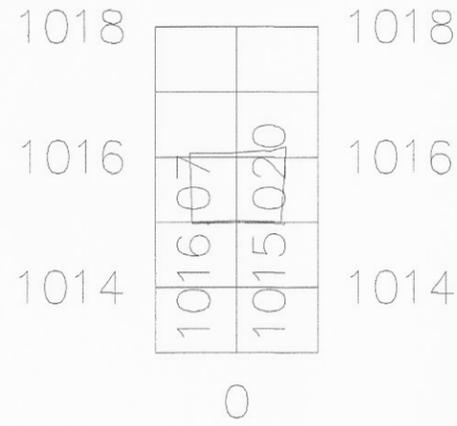
0+490



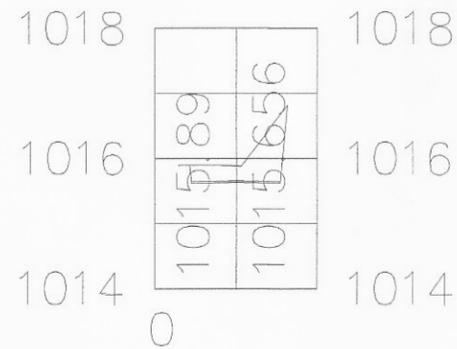
0+498.790



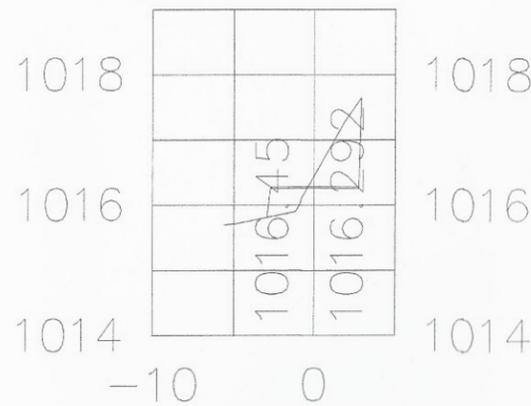
0+500



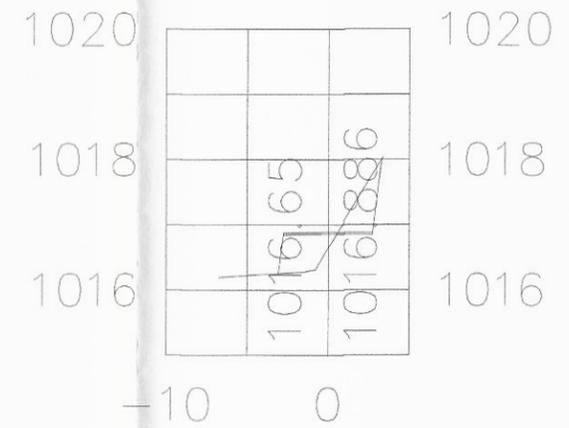
0+510



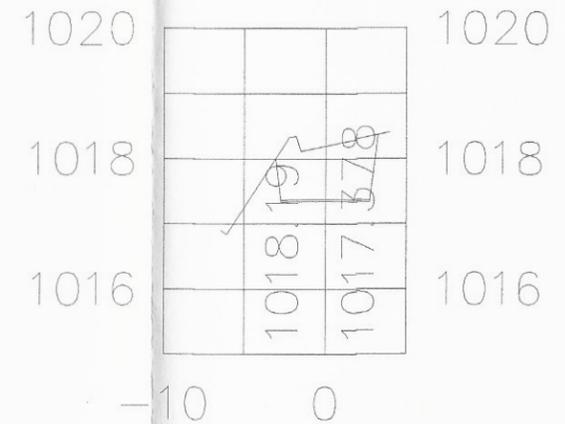
0+520



0+530

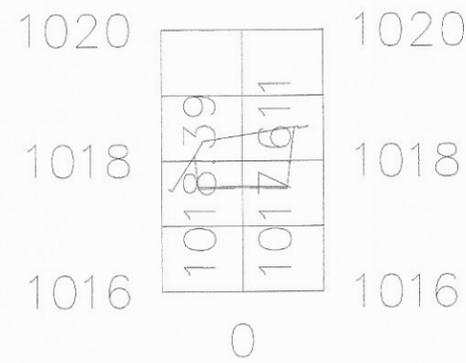


0+540

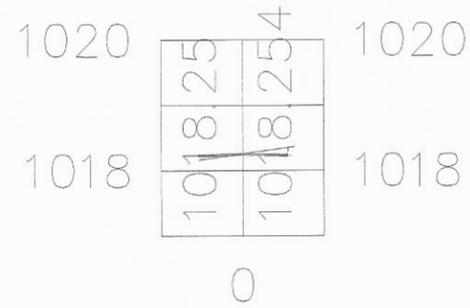


	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES 0+280.00-0+370.00	
USAC FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL: 1:200 VERTICAL: 1:50	No. HOJA: 14
Msc. Edgardo Fernando Valenzuela Msc. Sistemas Mención Construcción C.A. VALENZUELA	DISEÑO: EDGAR PEREZ DIBUJO: EDGAR PEREZ	19

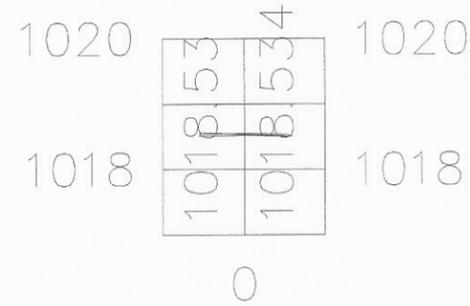
0+545.629



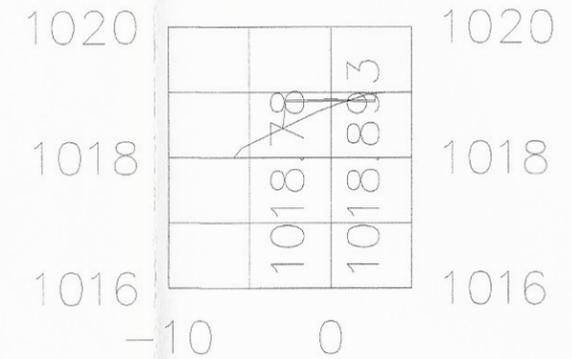
0+569.644



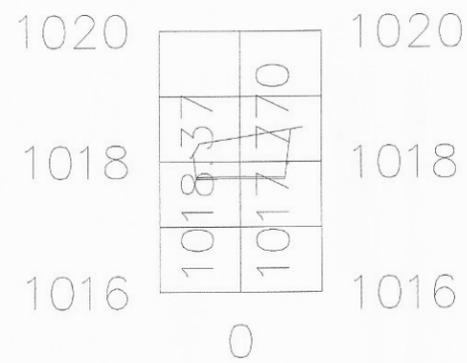
0+590



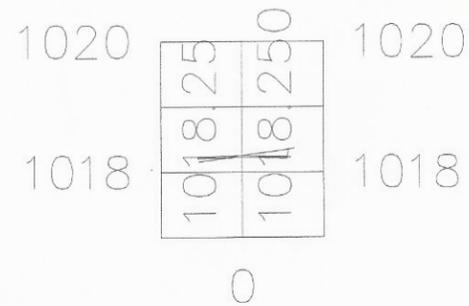
0+620



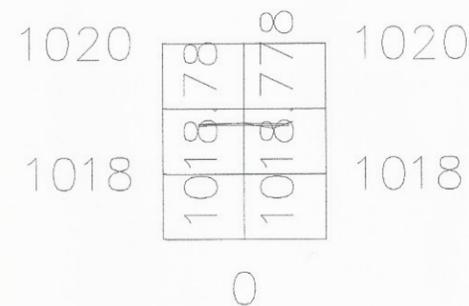
0+550



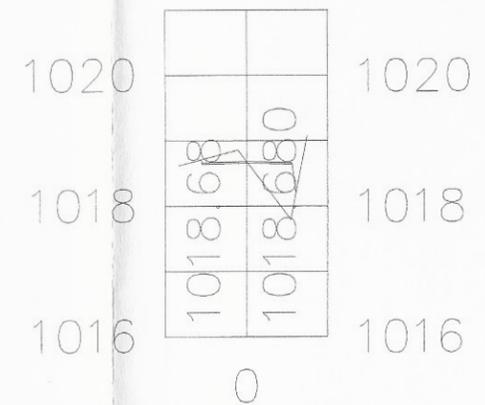
0+570



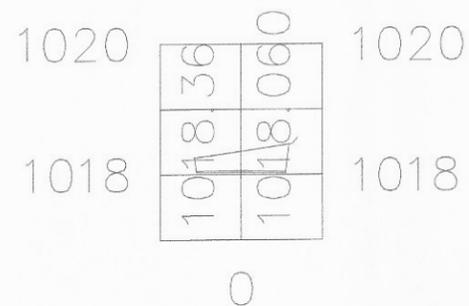
0+600



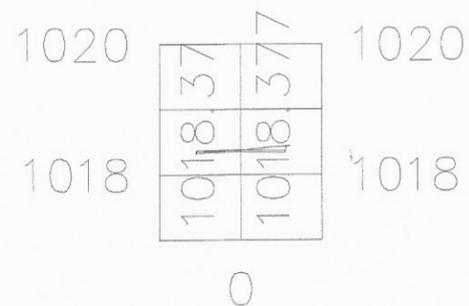
0+630



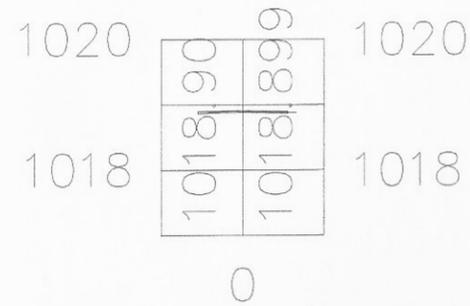
0+560



0+580



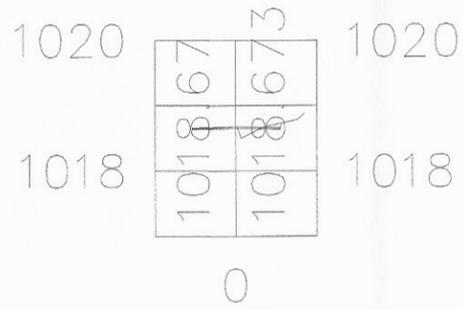
0+610



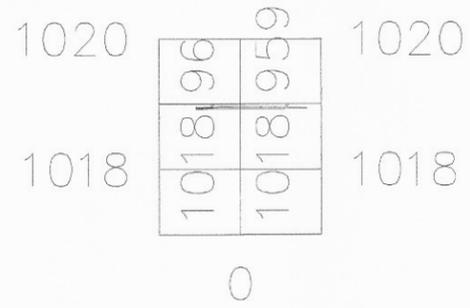
 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.	
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+545.629-0+630.00	
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:100 VERTICAL 1:50	No. HOJA: 15 19	DISEÑO: EDGAR PÉREZ CALIFICADO: EDGAR PÉREZ REVISOR: NICOLÁS VALENZUELA DIBUJO: EDGAR PÉREZ

Ing. Edgardo Fernando Valenzuela Villanueva
 Msc. Sistemas Mención Construcción
 Col. 2836

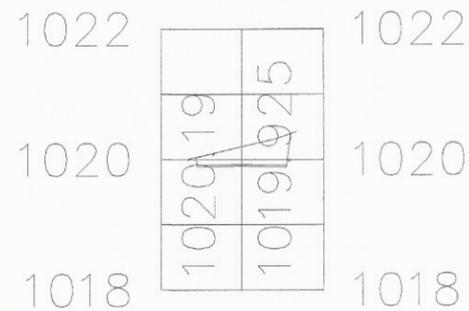
0+640



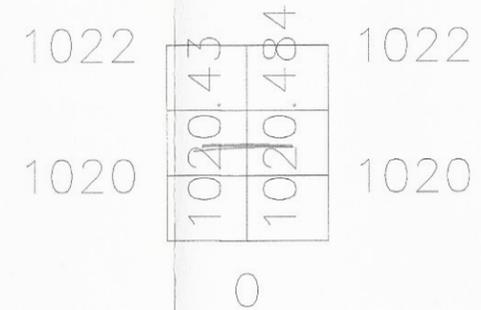
0+670



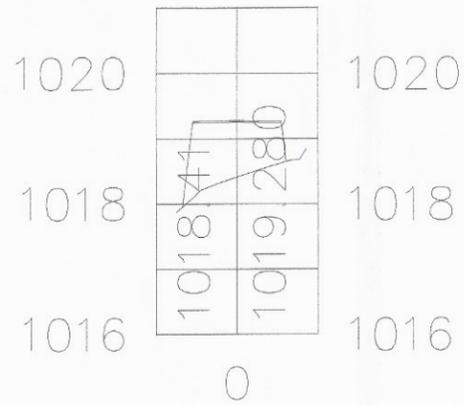
0+700



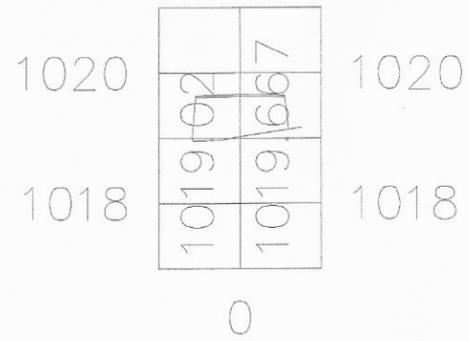
0+730



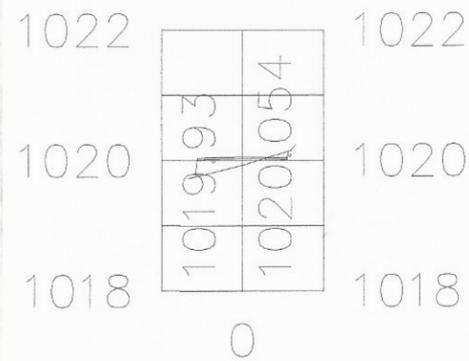
0+650



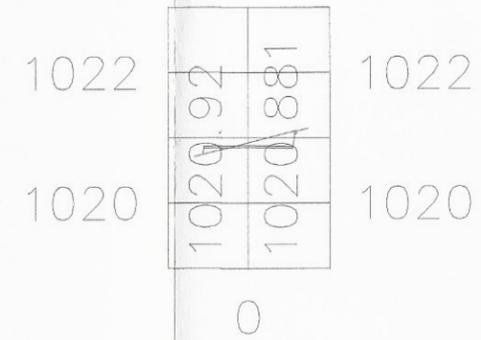
0+680



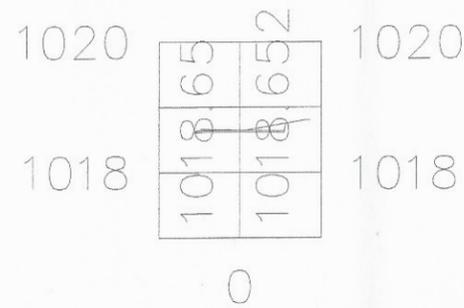
0+710



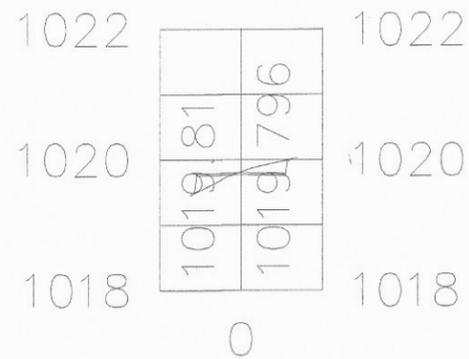
0+740



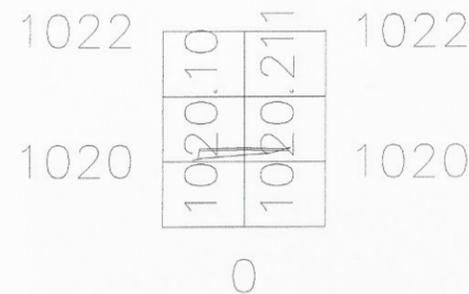
0+660



0+690

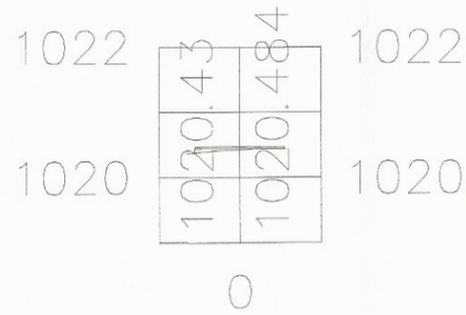


0+720

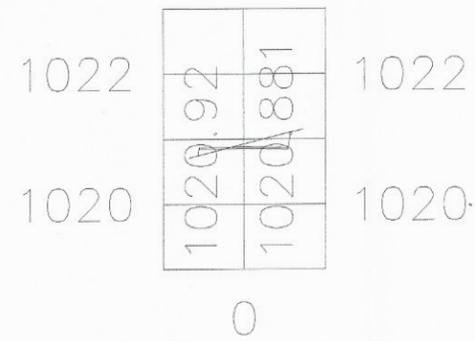


 FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+640.00-0+720.00
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:50	No. HOJA:
DISEÑO: ENRIQUE FERNANDO VALENZUELA Msc. Sistemas Mención Construcción	16
Vg. Bo. ENRIQUE FERNANDO VALENZUELA	DIBUJO: ENRIQUE PEREZ 19

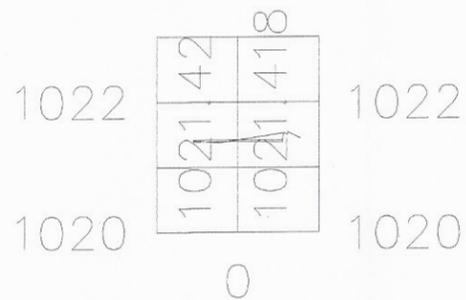
0+730



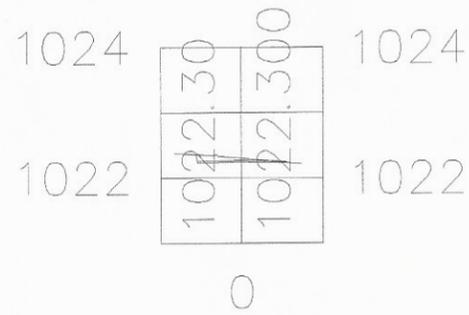
0+740



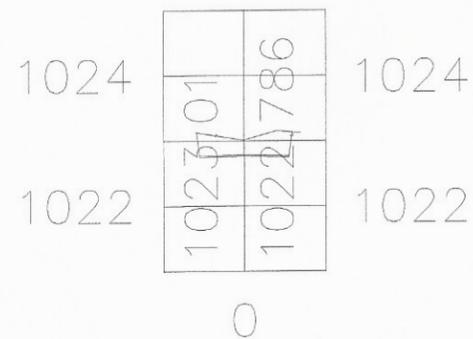
0+750



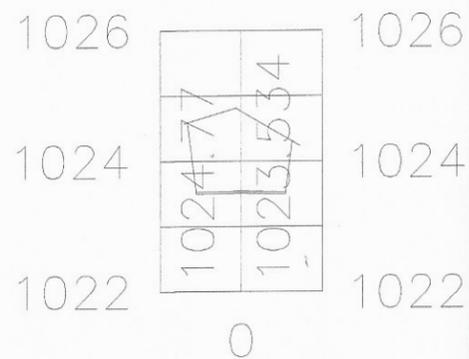
0+760



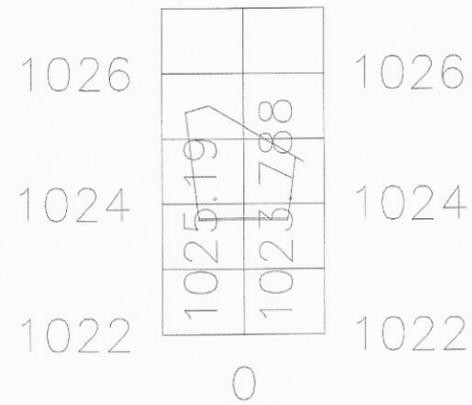
0+770



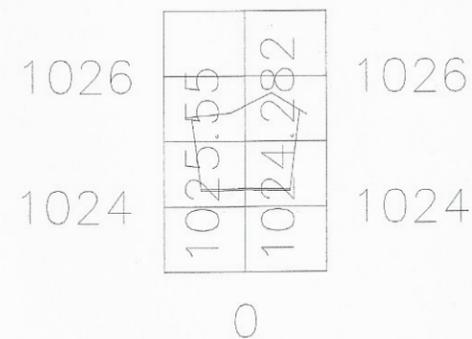
0+780



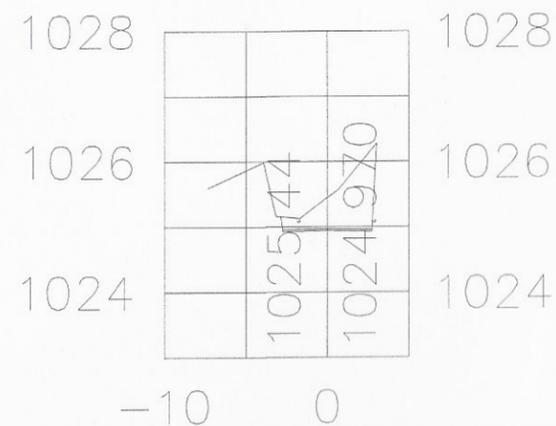
0+783.395



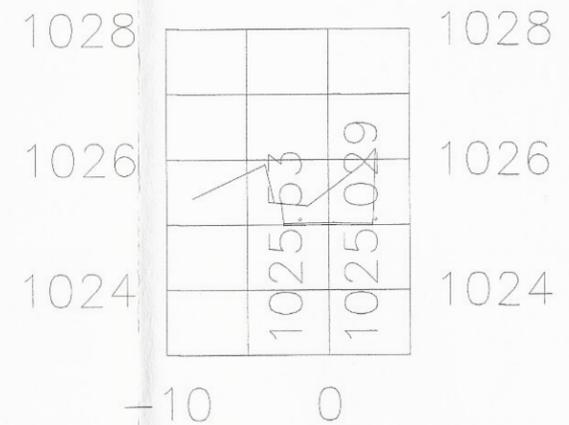
0+790



0+799.212



0+800



	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO DE: SECCIONES TRANSVERSALES 0+730.00-0+800.00
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: HORIZONTAL 1:200 VERTICAL 1:50	No. HOJA: 17
Ing. Eibar Pérez Ing. C. Estuardo Mención Construcción Cvl. 2836	CALCULO: EIBAR PÉREZ REVISÓ: ING. E. VALENZUELA DIBUJO: EIBAR PÉREZ
Vo. Bo.	19

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+000	0.000	0.000				
0+010	0.764	0.000	2.548	0.000	2.548	0.000
0+010.916	0.000	0.000	0.233	0.000	2.781	0.000
0+020	2.801	0.000	8.481	0.000	11.262	0.000
0+030	5.546	0.000	41.036	0.000	52.298	0.000
0+040	1.209	0.112	31.447	0.371	83.745	0.371
0+050	1.804	0.244	15.225	1.715	98.970	2.087
0+060	2.015	0.000	19.277	0.805	118.247	2.891
0+070	1.327	0.000	16.605	0.000	134.852	2.891
0+071.361	1.270	0.000	1.771	0.000	136.623	2.891
0+080	0.712	0.007	8.447	0.021	145.071	2.912
0+090	0.000	2.249	2.374	7.945	147.444	10.857
0+100	2.681	0.000	8.935	7.496	156.380	18.353
0+110	2.260	0.000	24.675	0.000	181.055	18.353
0+115.131	1.899	0.000	10.657	0.000	191.712	18.353
0+120	2.660	0.000	11.058	0.000	202.770	18.353
0+130	2.842	0.000	27.515	0.000	230.286	18.353
0+140	0.742	0.066	16.791	0.220	247.077	18.573
0+147.462	0.000	5.286	1.847	14.696	248.924	33.269
0+150	0.000	4.847	0.000	12.854	248.924	46.123
0+160	0.000	0.815	0.002	25.501	248.926	71.623
0+170	0.000	0.761	0.000	7.883	248.926	79.506
0+180	2.352	0.000	7.842	2.538	256.767	82.045
0+190	0.002	0.496	8.070	1.654	264.838	83.698
0+193.544	2.416	0.148	2.937	1.081	267.775	84.779
0+200	2.007	0.000	14.156	0.320	281.931	85.100
0+210	3.699	0.000	27.934	0.000	309.865	85.100
0+220	0.675	1.593	19.679	5.332	329.544	90.432
0+230	0.727	2.209	6.924	19.079	336.468	109.511
0+240	0.323	2.147	5.049	21.917	341.518	131.427
0+250	2.452	0.000	12.110	7.173	353.627	138.601
0+257.540	2.708	0.000	19.423	0.000	373.050	138.601
			7.195	0.000	380.245	138.601

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+260	3.147	0.000				
0+270	1.424	0.000	22.294	0.000	402.539	138.601
0+280	0.000	0.219	4.748	0.731	407.287	139.331
0+290	0.059	2.598	0.198	11.906	407.485	151.237
0+300	1.139	0.802	4.862	16.142	412.347	167.379
0+310	2.888	0.046	19.470	3.462	431.817	170.841
0+320	2.467	0.014	26.748	0.282	458.565	171.123
0+328.202	0.000	0.000	6.745	0.038	465.310	171.161
0+330	1.343	0.000	0.806	0.000	466.116	171.161
0+340	0.537	0.000	9.119	0.000	475.235	171.161
0+350	0.000	1.467	1.790	4.895	477.025	176.057
0+360	0.021	0.779	0.069	11.042	477.095	187.099
0+370	0.000	0.363	0.079	5.560	477.174	192.659
0+380	0.000	1.589	0.001	9.022	477.175	201.681
0+390	0.002	1.123	0.005	13.485	477.180	215.166
0+400	0.000	1.431	0.005	12.732	477.185	227.898
0+409.390	0.000	2.613	0.000	18.690	477.185	246.588
0+410	0.000	2.742	0.000	1.632	477.185	248.220
0+415.418	0.000	2.695	0.000	14.728	477.185	262.948
0+420	0.000	3.617	0.000	14.386	477.185	277.335
0+430	0.007	2.286	0.023	29.190	477.208	306.524
0+438.843	0.000	0.694	0.020	12.477	477.228	319.001
0+440	0.000	0.573	0.000	0.732	477.228	319.733
0+450	0.934	0.000	3.114	1.911	480.341	321.644
0+460	2.983	0.000	18.622	0.000	498.963	321.644
0+461.996	4.830	0.000	7.722	0.000	506.685	321.644
0+470	13.129	0.000	69.211	0.000	575.896	321.644
			145.689	0.000	721.585	321.644

	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO DE: TABLA DE VOLÚMENES 0+000.00-0+470.00
USAC FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: 1:50 DISEÑO: EDGAR PÉREZ CALCULO: EDGAR PÉREZ REVISÓ: MAG. ALVARO VALENZUELA DIBUJO: EDGAR PÉREZ
No. HOJA: 18	19

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+480	16.069	0.000				
0+490	0.000	0.000	53.547	0.000	775.132	321.644
0+498.790	6.512	0.000	19.072	0.000	794.205	321.644
0+500	5.836	0.000	7.465	0.000	801.670	321.644
0+510	2.226	0.000	38.884	0.000	840.553	321.644
0+520	2.152	0.859	21.887	2.862	862.440	324.506
0+530	1.242	1.651	16.761	12.334	879.201	336.840
0+540	5.119	0.000	29.606	5.503	908.807	342.344
0+545.629	4.586	0.000	27.303	0.000	936.110	342.344
0+550	3.532	0.000	17.709	0.000	953.819	342.344
0+560	1.723	0.000	25.771	0.000	979.590	342.344
0+569.644	0.000	0.000	5.543	0.000	985.133	342.344
0+570	0.000	0.000	0.000	0.000	985.133	342.344
0+580	0.104	0.016	0.348	0.055	985.481	342.398
0+590	0.000	0.000	0.348	0.055	985.830	342.453
0+600	0.000	0.000	0.000	0.000	985.830	342.453
0+610	0.000	0.000	0.000	0.000	985.830	342.453
0+620	0.093	0.804	0.310	2.681	986.139	345.135
0+630	0.000	0.000	0.310	2.681	986.449	347.816
0+640	0.000	0.000	0.000	0.000	986.449	347.816
0+650	0.000	5.287	0.000	17.624	986.449	365.440
0+660	0.000	0.000	0.000	17.624	986.449	383.063
0+670	0.000	0.000	0.000	0.000	986.449	383.063
0+680	0.000	3.620	0.000	12.067	986.449	395.131
0+690	0.347	0.357	1.158	17.050	987.606	412.180
0+700	1.584	0.000	8.911	1.191	996.517	413.371
0+710	0.063	0.683	6.542	2.277	1003.059	415.648
			0.256	6.030	1003.315	421.678

STATION	AREAS		VOLUMES		CUMULATIVE VOLUMES	
	Square Meters		Cubic Meters		Cubic Meters	
	CUT	FILL	CUT	FILL	CUT	FILL
0+720	0.002	0.526				
0+730	0.000	0.289	0.007	4.019	1003.322	425.697
0+740	0.405	0.120	1.349	1.985	1004.671	427.682
0+750	0.000	0.000	1.349	0.400	1006.019	428.082
0+760	0.000	0.000	0.000	0.000	1006.019	428.082
0+770	1.718	0.000	5.727	0.000	1011.746	428.082
0+780	6.611	0.000	38.998	0.000	1050.744	428.082
0+783.395	8.639	0.000	25.812	0.000	1076.556	428.082
0+790	7.702	0.000	53.976	0.000	1130.533	428.082
0+799.212	3.187	0.000	48.446	0.000	1178.979	428.082
0+800	3.136	0.000	2.492	0.000	1181.470	428.082
0+808.897	0.000	0.000	9.300	0.000	1190.770	428.082
			0.000	0.000	1190.770	428.082

 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO: MEJORAMIENTO DE CAMINO RURAL ALDEA SAN LORENZO EL CUBO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, CIUDAD MEJA, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.
	PLANO NO. TABLA DE VOLÚMENES 0+480.00-0+808.897
FECHA: JUNIO DE 2014 ESCALA: 1:500 DISEÑO: EDGAR PÉREZ CALCULO: EDGAR PÉREZ REVISOR: E. VALENZUELA DIBUJO: EDGAR PÉREZ	No. HOJA: 19 19