

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA
CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE
ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN

CHIQUMULA, GUATEMALA, MAYO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA
CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE
ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN

Al conferírsele el título de

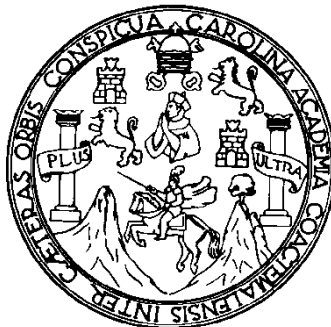
INGENIERO CIVIL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, MAYO DE 2016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA CIVIL**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Carla Marisol Peralta Lemus
Representante de Estudiantes:	PAE. Alberto José España Pinto
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Luis Fernando Quijada Beza

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	Ing. Luis Fernando Quijada Beza
Secretario:	Ing. René Estuardo Alvarado Gonzáles
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

TERNA EVALUADORA

Ing. Jorge Mauricio López Vanegas
Ing. Sergio Antonio Ramos Urrutia
Lic. Mario Augusto Rodas Chactún



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



JMLV.01.14

Chiquimula, 04 de julio de 2014.

Ingeniero Civil

Elder Avildo Rivera López

Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)

Carrera de Ingeniería Civil

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación: **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**, presentado por el estudiante **RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN**.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Civil Jorge Mauricio López Vanegas
Ingeniero Asesor - Revisor



C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



SARU.01.15

Chiquimula, 10 de noviembre de 2015.

Ingeniero Civil

Elder Avildo Rivera López

Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)

Carrera de Ingeniería Civil

Respetable Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones del caso al trabajo de graduación: **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**, presentado por el estudiante **RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN**.

Habiendo llenado dicho trabajo los requisitos, me permito aprobarlo en calidad de Asesor - Revisor del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Civil Sergio Antonio Ramos Urrutia
Ingeniero Asesor - Revisor



C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



CEPSIC.02.2016

Chiquimula, 12 de abril de 2016.

Ingeniero Civil

Luis Fernando Quijada Beza

Coordinador Carreras de Ingeniería

CUNORI - USAC

Respetable Ingeniero Luis Quijada:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**, elaborado por el estudiante **RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN**, quien contó con la asesoría de los Ingenieros Jorge Mauricio López Vanegas y Sergio Antonio Ramos Urrutia.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Raul Emilio Rosal Cordón, satisface los requisitos exigidos, por lo cual recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención a la presente, atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Elder Avildo Rivera López
Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
Carrera de Ingeniería Civil

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE –CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.02.16

Chiquimula, 19 de abril de 2016.

Ingeniero Civil

Luis Fernando Quijada Beza

Coordinador Carreras de Ingenierías

CUNORI-USAC

Estimado Ingeniero Quijada:

El propósito de la presente, es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de graduación titulado **“DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**; elaborado por el estudiante **RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN**.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Civil, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Lic. Mario Augusto Rodas Chactún
Revisor Área Lingüística



C.c. archivo

FINCA EL ZAPOTILLO ZONA 5, CHIQUIMULA
TEL. 79438442



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



TGIC.02-2016

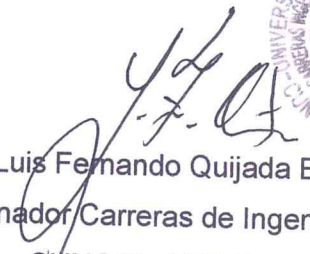
Chiquimula, 20 de abril de 2016.

MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Director
Centro Universitario de Oriente
CUNORI - USAC

Respetable MSc. Galdámez Cabrera:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen de los asesores-revisores Ing. Jorge Mauricio López Vanegas, Ing. Sergio Antonio Ramos Urrutia y del Coordinador del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil, el Ing. Elder Avildo Rivera López, y luego de la revisión y aprobación del Lic. Mario Augusto Rodas Chactún, revisor del área de Lingüística, al trabajo de graduación del estudiante Raul Emilio Rosal Cordón, titulado: **"DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA"**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de graduación y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


MSc. Luis Fernando Quijada Beza
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



C.c. archivo

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **RAUL EMILIO ROSAL CORDÓN** titulado “**DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA Y MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**”, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Civil. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO CIVIL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el veinticuatro de mayo de dos mil dieciséis.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI – USAC



AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Que ha dado una vida llena de bendiciones.
Mis padres	Por el apoyo, amor, consejos y brindar los recursos para poder alcanzar las metas propuestas.
Mis hermanos	Por su apoyo en todo momento.
Municipalidad de Estanduela	Por la oportunidad para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.
Mis amigos	Por el apoyo brindado en la formación profesional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	En especial al Centro Universitario de Oriente.
Carrera de Ingeniería Civil	Por su formación profesional y dar los conocimientos en el área de la ingeniería civil.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Danilo Rosal y Patricia Cordón, por ser el ejemplo a seguir y sin ellos no podría finalizar esta meta.

Mis hermanos

Lesvia Rosal y Jorge Rosal, por el apoyo y que les sirva de ejemplo para conseguir todo lo que se propongan.

Mi familia

Mis abuelos, tíos, tías, primos y primas, por ser una motivación para alcanzar este logro, quienes siempre dieron aliento y ánimos para seguir adelante

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos de las comunidades	1
1.1.1. Características socioeconómicas de los beneficiados	1
1.1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.1.2. Vías de acceso	2
1.1.1.3. Aspectos topográficos	3
1.1.1.4. Condiciones climáticas	3
1.1.1.5. Composición étnica de la población	4
1.1.2. Actividades socioeconómicas	5
1.1.2.1. Tipo de vivienda	5
1.1.2.2. Actividades económicas	6
1.1.3. Servicios públicos existentes	7
1.1.4. Salud	8
1.1.4.1. Condiciones sanitarias	8
1.1.4.2. Mortalidad, morbilidad y servicios de salud	9
1.1.5. Aspectos socioculturales	9
1.1.5.1. Idioma	9
1.1.5.2. Organización social	9

1.1.6.	Problemas y necesidades identificados	10
2.	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	11
2.1.	Consideraciones generales sobre la planificación de un sistema de alcantarillado sanitario	11
2.1.1.	Información preliminar	11
2.1.2.	Período de diseño	11
2.1.3.	Población futura	12
2.1.3.1.	Método de incremento geométrico	12
2.1.4.	Levantamiento topográfico	13
2.1.4.1.	Planimetría	14
2.1.4.2.	Altimetría	14
2.2.	Consideraciones sobre el diseño de un sistema de sistema de alcantarillado sanitario	14
2.2.1.	Principios hidráulicos en el cálculo de alcantarillado sanitario	14
2.2.2.	Ecuación de Manning	15
2.2.3.	Diagramas, tablas y sus aplicaciones	15
2.2.4.	Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena	16
2.2.5.	Parámetros de velocidades permisibles	17
2.2.6.	Determinación de caudales	18
2.2.6.1.	Caudal domiciliar	18
2.2.6.2.	Caudal comercial	19
2.2.6.3.	Caudal industrial	20
2.2.6.4.	Caudal de infiltración	21
2.2.6.5.	Caudal de conexiones ilícitas	22
2.2.7.	Factor de caudal medio	25
2.2.8.	Factor de Harmon	26
2.2.9.	Caudal máximo	27

2.2.10.	Caudal de diseño	28
2.2.11.	Cota invert	29
2.2.12.	Volumen de excavación	31
2.2.13.	Pendiente hidráulica	31
2.2.14.	Ejemplo de diseño; de un tramo	32
2.3.	Análisis de impacto ambiental	36
2.4.	Presupuesto	39
2.4.1.	Integración de precios unitarios	41
2.4.2.	Cronograma físico financiero	51
2.5.	Análisis socio-económico	53
2.5.1.	Valor presente neto (VPN)	53
2.5.2.	Tasa interna de retorno	55
2.6.	Programa de operación y mantenimiento	56
2.7.	Planos	58
3.	MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA	59
3.1.	Descripción del proyecto	59
3.2.	Elementos geométricos de la carretera	59
3.2.1.	Curvas horizontales	59
3.2.2.	Ejemplo de diseño de una curva horizontal	61
3.2.3.	Curvas verticales	63
3.3.	Especificaciones de construcción para carreteras	64
3.4.	Maquinaria a utilizar	68
3.5.	Movimiento de tierras	69
3.6.	Elementos de un tramo carretero	69
3.6.1.	Secciones típicas	69
3.6.2.	Pendientes	70
3.6.3.	Ancho de rodadura	70
3.6.4.	Tangentes	71

3.6.5.	Material de balasto	72
3.7.	Drenajes	73
3.7.1.	Objetivo	73
3.7.2.	Drenaje longitudinal	73
3.7.3.	Cunetas	73
3.7.4.	Bombeo por superficie	74
3.7.5.	Drenaje transversal	74
3.7.6.	Cálculo de diámetro del tubo para el drenaje transversal	75
3.8.	Análisis de impacto ambiental	82
3.9.	Presupuesto	84
3.9.1.	Integración de precios unitarios	87
3.9.2.	Cronograma físico financiero	98
3.10.	Análisis socioeconómico	100
3.10.1.	Valor presente neto (VPN)	100
3.10.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	103
3.11.	Planos	104
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES		107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		109
APÉNDICES		111
ANEXOS		127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Ubicación barrio Santa Cecilia.	1
Figura 2.	Ubicación aldea San Nicolás	2
Figura 3.	Sección parcialmente llena	16
Figura 4.	Cota invert	30
Figura 5.	Componentes de una curva horizontal	60
Figura 6.	Componentes de una sección típica	70
Figura 7.	Tubería trabajando a 90%	79

TABLAS

Tabla 1.	Precipitación pluvial años 2010-2012.	4
Tabla 2.	Viviendas barrio Santa Cecilia	5
Tabla 3.	Viviendas aldea San Nicolás.	6
Tabla 4.	Resumen presupuesto de alcantarillado por renglón	40
Tabla 5.	Presupuesto trabajos preliminares	41
Tabla 6.	Presupuesto excavación y movimiento de tierra	42
Tabla 7.	Presupuesto colector principal	43
Tabla 8.	Presupuesto pozo de visita h: promedio 1.20 m	44
Tabla 9.	Presupuesto pozo de visita h: 1.70 m	45
Tabla 10.	Presupuesto pozo de visita h: promedio 1.80	46
Tabla 11.	Presupuesto pozo de visita h: 2 m	47
Tabla 12.	Presupuesto pozo de visita h: promedio 2.23 m	48
Tabla 13.	Presupuesto pozo de visita h: 2.85	49

Tabla 14.	Presupuesto conexión domiciliar	50
Tabla 15.	Cronograma físico financiero alcantarillado sanitario	52
Tabla 16.	Calculo de VPN alcantarillado sanitario	55
Tabla 17.	Problemas y acciones a seguir en el alcantarillado sanitario	57
Tabla 18.	Ancho de rodadura	71
Tabla 19.	Parámetros A, B y n para la sección meteorológica de La Fragua, Zacapa .	76
Tabla 20.	Valores indicativos del coeficiente de escorrentía	77
Tabla 21.	Resumen presupuesto carretera	86
Tabla 22.	Presupuesto replanteo topográfico	87
Tabla 23.	Presupuesto corte material no clasificado	88
Tabla 24.	Presupuesto conformación sub-rasante	88
Tabla 25.	Presupuesto compactación sub-rasante	89
Tabla 26.	Presupuesto corte de balasto	89
Tabla 27.	Presupuesto carga de balasto	90
Tabla 28.	Presupuesto acarreo de balasto	91
Tabla 29.	Presupuesto tendido de balasto	92
Tabla 30.	Presupuesto conformación y compactación	92
Tabla 31.	Presupuesto tubería de concreto 36" de diámetro	93
Tabla 32.	Presupuesto cabezal de entrada	94
Tabla 33.	Presupuesto cabezal de salida	95
Tabla 34.	Presupuesto cunetas naturales	96
Tabla 35.	Presupuesto transporte de maquinaria	97
Tabla 36.	Cronograma físico financiero	99
Tabla 37.	Cálculo de VPN proyecto carretera	102

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transporte)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
Z	Ancho de la zanja
Δ	Ángulo entre dos tangentes
A	Área
A_c	Área del círculo
A_t	Área del triángulo
Q	Caudal
Q_{ci}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{ind}	Caudal industrial
Q_{med}	Caudal medio
C_{prom}	Coeficiente de escorrentía promedio
n₀	Coeficiente de rugosidad
ci₂	Cota invert de entrada
ci₁	Cota invert de salida
CM	Cuerda media
a, b y n	Datos obtenidos por estación meteorológica local

D	Diámetro del tubo
H	Desnivel de cauce
D_{int} pozo	Diámetro interior de pozo
DMP	Dirección municipal de planificación
D	Distancia entre pozos
Dot	Dotación
Dot.com	Dotación comercial
Dot.ind	Dotación industrial
F_{qm}	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmon
F.inf	Factor de infiltración
FR	Factor de retorno
G	Grado de curvatura
Hab	Habitantes
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
I	Intensidad de lluvia
CF₀	Inversión inicial de un proyecto
kg / m³	Kilogramo por metro cúbico
lb / pie³	Libra pie cúbico
L / hab / día	Litro habitante día
L / s	Litros por segundo
L	Longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria
LC	Longitud de la curva horizontal
m³	Metros cúbicos
M	Metros

m / s	Metros por segundo
mm	Milímetros
Mm / hr	Milímetros por hora
No. com	Número de comercios
No. ind	Número de industrias
S	Pendiente hidráulica
s_t	Pendiente del terreno
N	Período de tiempo
PM	Perímetro mojado
P_f	Población futura
P_o	Población inicial
%	Porcentaje
H₁	Profundidad del primer pozo inicial
H₂	Profundidad del segundo pozo final
POT	Punto de observación de tangente
PI	Punto de unión entre dos sub-tangentes
PC	Punto donde inicia la curva horizontal
PT	Punto donde termina la curva horizontal
PVC	Policloruro de vinilo
Q	Quetzales
R	Radio
R_h	Radio hidráulico
J	Relleno para nivelación de tubería
ST	Sub-tangente
TG1	Tangente de entrada a la curva
TG2	Tangente de salida de la curva
R	Tasa de crecimiento poblacional
Tin	Tasa de interés
TIR	Tasa interna de retorno

t_c	Tiempo de concentración
F	Valor de pago futuro
CF_t	Valor presente de sus entradas
VPN	Valor presente neto
P	Valor presente
V	Velocidad a sección llena
Viv	Viviendas
V	Volumen de excavación

GLOSARIO

Agua residual	Tipo de agua contaminada proveniente de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizada.
Alcantarillado	Conjunto de tuberías, accesorios, o conductos cerrados, que trabajan normalmente como canales y que conducen aguas residuales o pluviales.
Azimut	Es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado de forma astronómica. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
Bombeo	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas sanitarias provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Carretera	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.

Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, el cual pasa en un punto determinado.
Colector	Conducto que colecta el agua residual o de lluvia y lo conduce a la planta de tratamiento o a su disposición final.
Compactación	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad para soporte de cargas.
Pendiente	Inclinación respecto de una línea horizontal.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Pozo de visita	Estructura construida con el objeto de proporcionar acceso, tanto a los ramales principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.
Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes de una carretera.
Suelo	Capa delgada de la corteza terrestre proveniente de la desintegración y alteración química de las rocas.

RESUMEN

El trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) realizado en la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.), de la municipalidad de Estandzuela, departamento de Zacapa, como parte de las prácticas realizadas previo a optar al título de Ingeniero Civil, luego de haber concretado el cierre de pensum respectivo de la carrera en mención.

Para este informe se priorizaron los proyectos siguientes: Sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia y Mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia aldea San Nicolás, los dos del municipio de Estandzuela. El alcantarillado cuenta con una longitud de 893.31 m y beneficiará a 100 viviendas, que habitan 327 personas. Se partió del levantamiento topográfico y con base a estos datos se diseñaron los pozos de visita, para su correcto funcionamiento. Se procedió al cálculo del caudal y posteriormente al diseño hidráulico, comprobando las relaciones d/D , q/Q y v/V ; todos bajo las normas y parámetros establecidos para el diseño de redes de alcantarillados sanitarios, establecidos por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Finalmente se elaboraron planos y presupuesto.

El proyecto de carretera para la aldea San Nicolás, consiste en el mejoramiento de 2,260 m, de camino. Se determinó la propuesta de diseño de una sección típica “G”, con un ancho de calzada de 5.50 m, cunetas naturales, bombeo de 3 % y superficie de rodadura de balasto. Este proyecto se realizó con base a las normas y especificaciones utilizadas por la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda de Guatemala.

OBJETIVOS

General

Contribuir con las comunidades del municipio de Estandzuela, en la planificación de dos proyectos de infraestructura social, como parte de la práctica de EPS, con el apoyo del Centro Universitario de Oriente (CUNORI).

Específicos

- Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, para el barrio Santa Cecilia, Estandzuela, Zacapa.
- Efectuar el diseño de capa de balasto, para el tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás, Estandzuela, Zacapa.

INTRODUCCIÓN

La práctica de Ejercicio Profesional Supervisado se realizó en la municipalidad de Estanzuela, Zacapa. En base a las necesidades del municipio, se priorizaron para el informe de graduación los siguientes proyectos: “Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia” y “Mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa.”

El barrio Santa Cecilia carece de un sistema de alcantarillado que permita la recolección, conducción y tratamiento de las aguas servidas, con el fin de evitar la proliferación de enfermedades y de esta forma contribuir en la salud de la población. Con la ejecución del proyecto se reducirá las condiciones desfavorables de vida y ambientales que existen en el lugar.

Entre las necesidades que aquejan a los habitantes de San Nicolás, está el acceso a la aldea, debido a que se encuentra en mal estado. Con el mejoramiento del tramo con capa superficial de balasto, se pretende mejorar el ingreso al lugar y lograr evacuar las aguas pluviales de manera adecuada para que cumpla con el propósito de diseño y lograr un mayor período de vida útil.

El capítulo I, desarrolla la investigación monográfica del barrio Santa Cecilia y la aldea San Nicolás. Los capítulos II y III, se despliega la investigación técnica para los proyectos: Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia y Mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa. Al final del documento se presentan las conclusiones y recomendaciones resultado de E.P.S.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

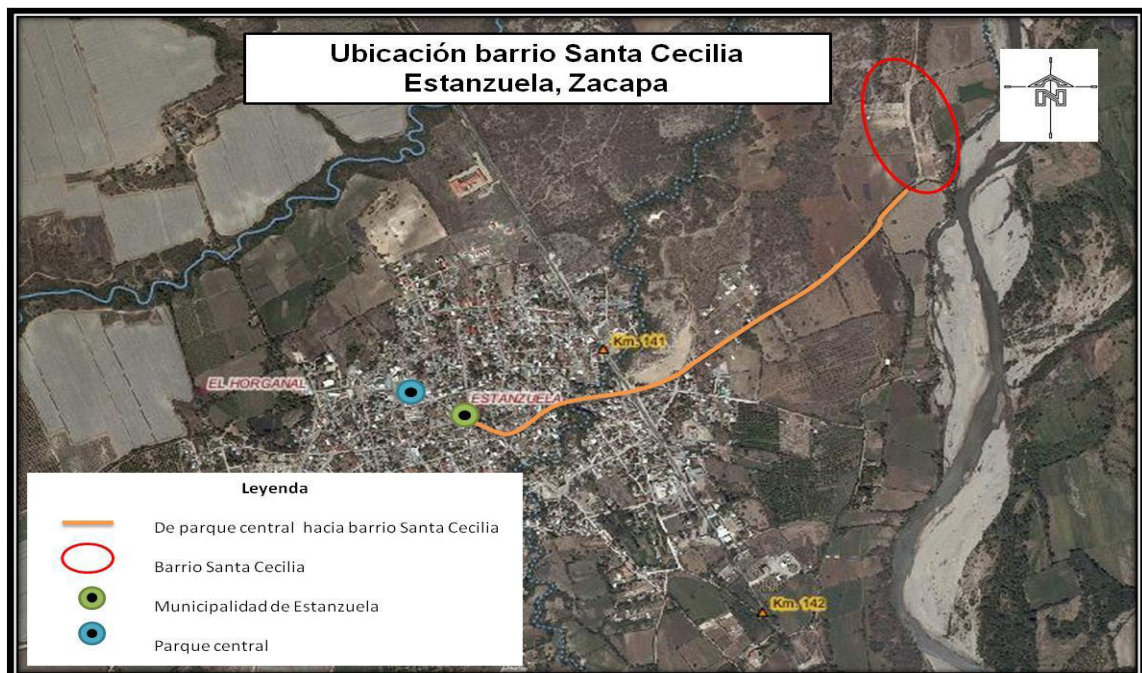
1.1. Aspectos monográficos de las comunidades

1.1.1. Características socioeconómicas de los beneficiados

1.1.1.1. Localización geográfica

El centro del barrio Santa Cecilia se ubica en las coordenadas geográficas de 15°00'25.24" N 89°33'38.83" O. El lugar se encuentra a 177 m, sobre el nivel del mar, colinda al norte con la aldea Chispan, al sur con el municipio de Zacapa, al este con la aldea Manzanotes, Zacapa y al oeste con la cabecera municipal.

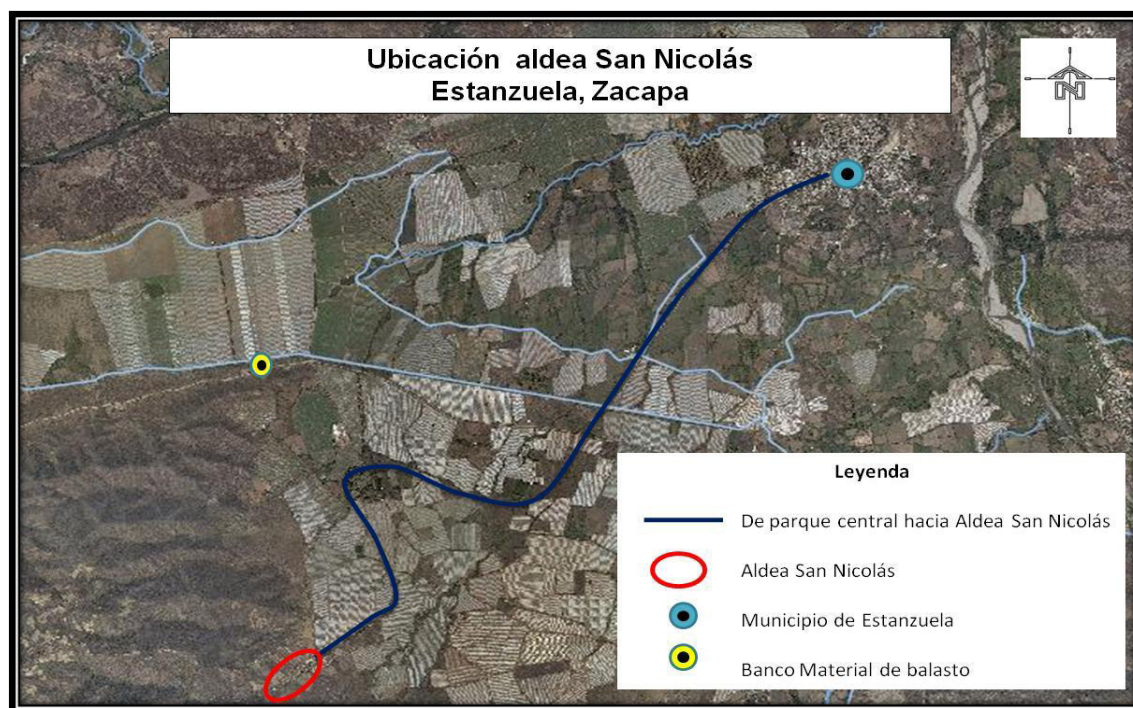
Figura 1. Ubicación barrio Santa Cecilia



Fuente: Elaboración propia

La aldea San Nicolás ubica el centro del poblado en las coordenadas geográficas de 14°56'21.58" N 89°37'45.14" O. Se encuentra a 307 m sobre el nivel del mar, colinda al norte con el Guayabal, al oeste con Tres Pinos aldeas ubicadas en Estanzuela, Zacapa, al sur con el Municipio de San Jorge y al este con La Fragua, Zacapa.

Figura 2. **Ubicación aldea San Nicolás**



Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2. **Vías de acceso**

El municipio de Estanzuela se ubica a 141 km, de la ciudad capital: 136 km, sobre la CA-9 Norte (Ciudad de Guatemala, Guatemala- Río Hondo) y 5 km, sobre CA-10 (Río Hondo, Zacapa- entrada al municipio de Estanzuela).

El barrio Santa Cecilia se encuentra a 2 km, del centro de la cabecera municipal, sobre la carretera de terracería hacia el Este, que conduce a la aldea Chispán. Esta es la única vía de acceso al lugar y se mantiene viable en toda época del año.

La aldea San Nicolás se encuentra ubicada sobre el camino de terracería al Suroeste a 10 km, del centro la cabecera municipal. Siendo esta la única vía de acceso que cuenta, actualmente se encuentra en malas condiciones imposibilitando el acceso en temporada de lluvia.

1.1.1.3. Aspectos topográficos

El barrio Santa Cecilia tiene topografía en general plana con pendientes entre 0.38 y 2 % y partes que varían en 5 y 6 %.

La carretera hacia San Nicolás cuenta con partes planas, varía poco en su pendiente a lo largo del recorrido y cuenta con curvas horizontales muy pronunciadas, además de cambiar el ancho de calle en casi todo el tramo.

1.1.1.4. Condiciones climáticas

El clima en el municipio de Estanduela, Zacapa es cálido, con temperatura mínima promedio de 22 °C y máxima de 41 °C. Solo se marcan dos estaciones en el año, invierno y verano. Los meses con mayor precipitación

pluvial se encuentran en el intervalo de mayo a septiembre con un promedio anual de 1052.47 mm.

Tabla 1. **Precipitación pluvial años 2010-2012**

Mes	Precipitación (mm)		
	2010	2011	2012
Enero	0.90	1.90	7.40
Febrero	0.00	0.40	0.70
Marzo	0.00	5.20	1.80
Abril	5.50	40.60	75.80
Mayo	165.40	113.40	85.40
Junio	232.90	160.40	117.50
Julio	253.00	219.60	50.70
Agosto	333.30	93.80	204.70
Septiembre	430.10	183.90	131.80
Octubre	11.80	132.20	48.70
Noviembre	10.00	31.60	5.50
Diciembre	0.00	0.20	1.30

Fuente: Estación meteorológica del INSIVUMEH, aldea La Fragua. 2013

1.1.1.5. Composición étnica de la población

El 99.50% de la población se define ladina, mientras que sólo el 0.50% se identifica indígena; no obstante, se considera temporal debido a la oferta de trabajo en ciertas épocas del año en el sector agrícola, que en muchos casos, retornan a sus lugares de origen.

1.1.2. Actividades socioeconómicas

1.1.2.1. Tipo de vivienda

Las viviendas del barrio Santa Cecilia, son en su mayoría pequeñas y de diferentes materiales de construcción, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. **Viviendas barrio Santa Cecilia**

	48.00 viviendas	
Techo	Lámina metálica	75.00%
	Concreto	3.00%
	Teja	12.00%
Piso	Cerámico	10.00%
	Torta de concreto	85.00%
	Ladrillo	5.00%
Pared	Block	75.00%
	Adobe	25.00%

Fuente: Plan de desarrollo municipal Estanzuela, Zacapa, p. 22

Las casas de la aldea San Nicolás son en su mayoría de paredes de block con techo de lámina y piso de torta de concreto y se califican de la siguiente manera:

Tabla 3. **Viviendas aldea San Nicolás**

	95.00 viviendas	
Techo	Lámina metálica	84.00%
	Concreto	8.00%
	Teja	6.00%
	Palma	2.00%
Piso	Tierra	5.00%
	Ladrillo	20.00%
	Cerámico	10.00%
	Torta de concreto	65.00%
Pared	Block	80.00%
	Adobe	15.00%
	Bajareque	5.00%

Fuente: Plan de desarrollo municipal Estanzuela, Zacapa, Pág. 22

1.1.2.2. Actividades económicas

La población del barrio Santa Cecilia, se dedica principalmente a la siembra de oca y manía. Generalmente trabajan como peones para agricultores locales. La falta de educación a nivel medio y superior les impide encontrar mejores empleos que les ayuden a mejorar su situación económica.

La actividad económica principal en la aldea San Nicolás, es la agricultura. Generalmente trabajan como peones para empresas meloneras en tiempo de cosecha. Cuando la producción de melón es escasa el padre de familia, que por lo general es el único miembro de la familia que trabaja, se dedica a otras actividades como la albañilería y el cuidado de ganado. Algunas familias se dedican a la crianza de ganado porcino y a la venta de su carne.

1.1.3. Servicios públicos existentes

El barrio Santa Cecilia cuenta con los siguientes servicios

- Energía eléctrica y alumbrado público.
- Escuela pre-primaria y primaria.
- Infraestructura vial en su totalidad de terracería.
- Servicio de transporte público y privado
- Agua entubada.
- Televisión por cable.

Por lo que se ha podido observar, la carencia de un sistema de evacuación de aguas residuales de origen doméstico en el barrio es real y por ende se convierte en un servicio básico necesario.

La aldea San Nicolás cuenta con los siguientes servicios

- Energía eléctrica y alumbrado público.
- Escuela pre-primaria y primaria.
- Infraestructura vial en su mayoría de terracería.
- Agua entubada.

- Televisión por cable.
- Telefonía privada y celular.
- Alcantarillado sanitario.
- Puesto de salud.
- Servicio de transporte público y privado

El ingreso a la aldea se vuelve cada vez más difícil, debido a las lamentables condiciones en las que se encuentra la carretera, priorizándola como una necesidad básica, para el desarrollo del lugar.

1.1.4. Salud

1.1.4.1. Condiciones sanitarias

El barrio Santa Cecilia, no cuenta con alcantarillado sanitario, considerando que esta, es una de las necesidades prioritarias de toda la población y que la salud es un factor importante en el desarrollo integral y a la vez contribuye a la disminución de la contaminación y proliferación de enfermedades.

Las condiciones sanitarias en la aldea San Nicolás son, buenas, para la población en general, cuenta con sistema de alcantarillado sanitario con lo cual se reducen las enfermedades principalmente en los niños.

1.1.4.2. Mortalidad, morbilidad y servicios de salud

El índice de mortalidad y morbilidad ocasionado por enfermedades de origen gastrointestinal, generado por malas condiciones de salud, no se reportan en ambas comunidades, debido a la cercanía de la cabecera municipal.

Estanzuela cuenta con Centro de Salud tipo “B”; además, un puesto de salud en la comunidad de Chispán y unidades mínimas en El Guayabal, San Nicolás y Tres Pinos. El personal para la atención en estos servicios de salud es el siguiente: 1 médico, 1 enfermera profesional, 5 enfermeras auxiliares, 1 inspector de saneamiento, 1 técnico en salud rural, 1 encargado de farmacia, 1 oficinista.

Para los puestos de salud el personal es: 1 médico general, 1 enfermera profesional, 1 enfermera asistente, 1 persona para limpieza general.

1.1.5. Aspectos socioculturales

1.1.5.1. Idioma

El idioma que se habla actualmente en las localidades es el español en un 100 % de la población.

1.1.5.2. Organización social

Los pobladores de la aldea San Nicolás y el barrio Santa Cecilia, están organizados en un comité específico,

para el desarrollo de sus comunidades. El mismo lo conforman: presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, vocal primero y vocal segundo.

1.1.6. Problemas y necesidades identificados

El barrio Santa Cecilia, no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario, actualmente la mayoría de las viviendas, tienen letrinas de hoyo seco, provocando que los habitantes del lugar evacuen las aguas grises a la calle; generando problemas de salud, mayormente en los niños debido a que se estancan y forman criaderos de zancudos y malos olores.

El problema que surge en la aldea San Nicolás, es el ingreso al lugar debido a que la carretera se encuentra en malas condiciones; Esto se agrava en época lluviosa debido a que el agua provoca baches y sobre todo hundimientos o deflexiones en el camino, al no contar con un sistema de cunetas, que evacue el agua de lluvia adecuadamente, provocando daños severos en la carretera y por ende eleva los costos de mantenimiento.

2. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA

2.1. Consideraciones generales sobre la planificación de un sistema de alcantarillado sanitario

2.1.1. Información preliminar

Para el diseño del sistema de alcantarillado, es necesario conocer el número de personas a beneficiar, así como la tasa de crecimiento poblacional. Para el municipio de Estandzuela, estos datos han sido proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la municipalidad de Estandzuela, Zacapa, obteniendo datos demográficos, para el período de diseño.

La tasa de crecimiento para el municipio de Estandzuela, es del 2.4 %, dato proporcionado por el INE. La población actual registrada en la investigación de campo, fue de 157 habitantes y 48 viviendas, según datos obtenidos en el censo municipal del año 2012.

2.1.2. Período de diseño

El período de diseño será de 30 años más uno de ejecución. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta la vida útil de los materiales y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.1.3. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura. Para determinar el aporte de caudales al final del período de diseño. Se incrementa en 1 año más por situaciones de administración y gestión del proyecto.

2.1.3.1. Método de incremento geométrico

Para el presente informe, se optó por utilizar el método de incremento geométrico, para el cálculo de la población futura. Teóricamente se ha comprobado que las poblaciones en vías de desarrollo, crecen en forma geométrica o exponencial, por lo tanto éste método responde más a la realidad. La ecuación para calcular la población futura es:

$$P_f = P_o * (1+r)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento poblacional (%)

n = período de tiempo en años

Datos:

$$P_o = 157 \text{ habitantes}$$

$$R = 2.4 \% = 0.024$$

$$n = 31 \text{ años}$$

$$P_f = 157 * (1 + 0.024)^{31}$$

$$P_f = 327 \text{ habitantes}$$

Como se indicó en la sección 2.1.1 el número de viviendas actuales en el barrio Santa Cecilia, es de 48, con esta información podemos obtener la densidad de población

$$\text{Densidad de Población} = \frac{\text{Población actual}}{\text{viviendas actuales}}$$

$$\text{Densidad de Población} = \frac{157 \text{ habitantes}}{48 \text{ viviendas}}$$

$$\text{Densidad de Población} = 3.27 \text{ habitantes/vivienda}$$

$$\text{Viviendas futuras} = \frac{\text{Población futura}}{\text{densidad de población}}$$

$$\text{Viviendas futuras} = \frac{327 \text{ habitantes}}{3.27 \text{ habitantes/viviendas}}$$

$$\text{Viviendas futuras} = 100 \text{ viviendas}$$

2.1.4. Levantamiento topográfico

Se realiza para determinar la posición horizontal y vertical de puntos sobre la superficie terrestre en donde se realizará el proyecto, por medio de ángulos y distancias. Para el levantamiento topográfico

el equipo utilizado fue el siguiente: teodolito DT205C, estadal de aluminio de 5.00 m, plomada, cinta métrica, pintura y estacas.

2.1.4.1. Planimetría

Representa la superficie del terreno en un plano horizontal, obteniendo el eje central y la planta general del alcantarillado. El método utilizado para éste informe fue de conservación de azimut, con vuelta de campana.

2.1.4.2. Altimetría

Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, curvas de nivel, a través de perfiles. El levantamiento que se realizó en este caso fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenajes, la precisión de los datos es muy importante.

2.2. Consideraciones sobre el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

2.2.1. Principios hidráulicos en el cálculo de alcantarillado sanitario

La mayor parte de los alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales el agua circula por acción de la gravedad y sin ninguna presión, en donde la superficie libre del líquido no está en contacto con la atmósfera. Entre los aspectos importantes que influyen en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se puede indicar los siguientes: la población para la que fue diseñada, pendiente del terreno, selección de la ruta a seguir entre otros.

Este sistema únicamente conducirá aguas residuales, es decir, se excluyen las aguas pluviales; las que deberán correr libremente por las calles.

2.2.2. Ecuación de Manning

Es una de las ecuaciones, utilizadas en el cálculo de alcantarillas y con ella se podrá calcular la velocidad de flujo a sección llena; dicha ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$v = \frac{0.03429 \cdot D^{2/3} \cdot \sqrt{S}}{n_0}$$

Donde:

v = velocidad a sección llena (m / s)

D = diámetro del tubo (plg)

S = pendiente hidráulica (%)

n_0 = coeficiente de rugosidad, para tubos PVC este es de $n_0 = 0.010$

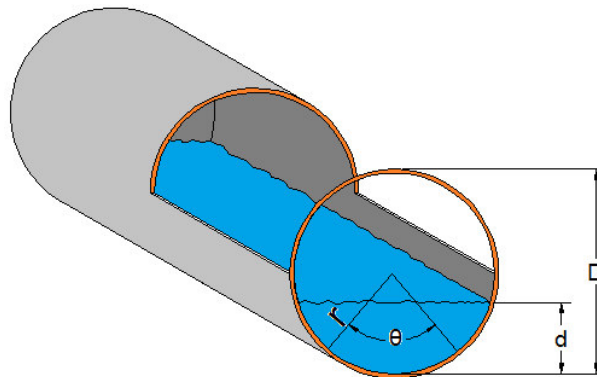
2.2.3. Diagramas, tablas y sus aplicaciones

El diseño de un alcantarillado sanitario requiere el cálculo de diferentes valores entre ellos: caudales, velocidades, pendientes, diámetros de tubería y cotas; es de interés llegar rápidamente a soluciones convenientes, debido a esto se ha diseñado un monograma basado en la ecuación de Manning, el cual simplifica el proceso de cálculo. En el Apéndice A-1, se presenta la tabla con los cálculos realizados para el diseño del alcantarillado.

2.2.4. Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena

El alcantarillado sanitario se diseña para fluir a sección llena y parcialmente llena, este último es más común, debido a que el caudal nunca es constante, con lo cual provoca una variación en el flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste. En consecuencia el caudal de diseño, jamás será mayor que el caudal a sección llena, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Sección parcialmente llena



Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, se han relacionado los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena, con el fin de facilitar y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico. De los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y las tablas de relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular (Anexo C-1).

Primero, hay que determinar la velocidad y el caudal del tubo a sección llena por medio de las ecuaciones ya mencionadas.

Una vez obtenidos estos datos, se procede a buscar la relación entre los gastos. q/Q , es el caudal de diseño entre el caudal a sección llena, se consideran los siguientes aspectos: $q_{dis} \leq Q$ y $q_{dis}/Q \leq 1$, verificados los datos, se observa el valor en la tabla de elementos hidráulicos, de una alcantarilla de sección circular y se obtienen los valores de d/D , que es la profundidad del flujo o tirante; se lee la relación v/V , la velocidad de la tubería parcialmente llena se obtiene multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena. Para encontrar la velocidad de la sección parcial, se deben considerar las siguientes especificaciones: el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena y la profundidad del tirante debe estar entre $0.10 \leq d/D \leq 0.80$.

2.2.5. Parámetros de velocidades permisibles

Cabrera (1989)

Los proyectos de alcantarillas de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima del flujo, trabajando a cualquier sección debe ser 0.60 m/s. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos, en tales casos, se proporcionará una pendiente que facilite la velocidad mínima de 0.60 m/s, a la descarga máxima estimada y una velocidad no menos de 0.40 m/s, durante escurrimientos bajos, así como una velocidad máxima de 3 m/s, (p. 15).

2.2.6. Determinación de caudales

2.2.6.1. Caudal domiciliar

Es el agua que ha sido utilizada en una vivienda y que es conducida a la red de alcantarillado, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar, por medio de la dotación que en este caso es de 120 L/hab/día, dato proporcionado por la Dirección Municipal de Planificación, de la municipalidad de Estanzuela.

“La totalidad de dicha dotación no ingresa al drenaje, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor de retorno que varía entre 0.70 y 0.80” (Cabrera, 1989, p. 41)

De esta manera este caudal se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Hab * FR}{86,400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (L/s)

FR = factor de retorno

Dot = dotación (L/hab/día)

Hab = habitantes

Datos:

$$FR = 0.70$$

$$Dot = 120 \text{ L/hab/día}$$

$$Hab = 327 \text{ habitantes}$$

$$Q_{dom} = \frac{120 \text{ L/hab/día} \cdot 327 \text{ hab} \cdot 0.70}{86,400}$$

$$Q_{dom} = 0.318 \text{ L/s}$$

2.2.6.2. Caudal comercial

Son las aguas negras resultantes de comercios, comedores, restaurantes y hoteles. Se usará la relación de 1 comercio, cada 100 viviendas, actualmente existen 48 viviendas y para el final del período de diseño habrán 100 viviendas, por lo que se concluye que habrá 1 comercio.

“La dotación comercial varía según el establecimiento, pero puede estimarse entre 600 a 3,000 L/comercio/día” (Cabrera, 1989, p.41).

$$No. \text{ com} = 100 \text{ viviendas} / 100$$

$$No. \text{ com} = 1 \text{ comercio}$$

$$Q_{com} = \frac{No. \text{ com} \cdot Dot. \text{ com}}{86,400}$$

Donde:

Qcom = caudal domiciliar (L/s)

No. com = número de comercios

Dot. com = dotación comercial (L/comercio/día)

Datos:

No. com = 1 comercio

Dot. com = 1,000 (L/comercio/día)

$$Q_{com} = \frac{1 \cdot 1,000 \text{ (L/comercio/día)}}{86,400}$$

$$Q_{com} = 0.012 \text{ L/s}$$

2.2.6.3. Caudal industrial

Son las aguas provenientes del interior de todas las industrias existentes en el lugar, exceptuando las industrias químicas o farmacéuticas, por no ser permitido que viertan toda clase de químicos en el alcantarillado. Se usará la relación de una industria por cada 200 viviendas.

“La dotación puede variar dependiendo el tipo de industria entre 1,000 a 18,000 L/industria/día” (Cabrera, 1989, p. 42).

$$\text{No. ind} = 100 \text{ viviendas}/200$$

$$\text{No. ind} = 0.50$$

$$\text{No. ind} = 1 \text{ industria}$$

$$Q_{ind} = \frac{No. ind * Dot. ind}{86,400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (L/s)

No. ind = número de industrias

Dot. ind = dotación industrial (L/industria/día)

Datos:

No. ind = 1 industria

Dot. ind = 1,500 (L/industria/día)

$$Q_{ind} = \frac{1 * 1,500 * (L/industria/día)}{86,400}$$

$$Q_{ind} = 0.017 L/s$$

2.2.6.4. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual dependerá de la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías, de la permeabilidad del terreno, del tipo de tubería y de la calidad de mano de obra utilizada.

“El factor de infiltración puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, este factor suele variar entre 12,000 a 18,000 L/km/día” (Cabrera, 1989, p. 42).

Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias asumiendo un valor de 6 m, por cada casa. Para este diseño se tomó el factor en 6,000 l/km/día por ser tubería PVC (policloruro de vinilo). La ecuación para su cálculo es la siguiente:

$$Q_{inf} = F_{inf} * \left\{ \frac{[(mtubo + Viv * 6 \text{ m}) / 1,000]}{86,400} \right\}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (L/s)

F_{inf} = factor de infiltración (L/ km/día)

$mtubo$ = metro de tubería

Viv = viviendas

Datos:

$mtubo$ = 893.31 m

F_{inf} = 6,000 (L/km/día)

Viv = 100 Viviendas

$$Q_{inf} = 6,000 \text{ L/km/día} * \left\{ \frac{[(893.31 \text{ m} + 100 * 6 \text{ m}) / 1,000]}{86,400} \right\}$$

$$Q_{inf} = 0.104 \text{ L/s}$$

2.2.6.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal producido por el agua de lluvia que ingresa al alcantarillado sanitario, proveniente principalmente de usuarios que conectan las bajadas de

aguas pluviales al sistema. Este caudal puede ser calculado de diferentes maneras, entre los que se tienen:

- INFOM
- Reglamento de la Municipalidad de Guatemala
- Método Racional
- Asociación de Ingenierías Sanitarias

Para este caso, se tomó como base el Método Racional, debido a que estas conexiones están directamente relacionadas con el caudal producido por las lluvias, siendo la ecuación:

$$Q_{ci} = \left[\frac{C \cdot i \cdot (A \cdot \%)}{360.00} \right] \cdot 1,000$$

Donde:

Q_{ci} = cauda de conexiones ilícitas (L/s)

C_{prom} = coeficiente de escorrentía promedio

i = intensidad de lluvia

A = área (Hectáreas)

$\%$ = porcentaje que se conecta ilícitamente
puede variar entre 0.50% y 2.50%

Para el cálculo del caudal por conexiones ilícitas se utilizó el 2% del caudal de escorrentía.

Cada lote del barrio Santa Cecilia tiene 200 m², de superficie promedio, de los cuales se estimó un 70% (140 m²), para el área de techos y 40 % (60 m²), de área de patios.

Área de techos = área por vivienda*viviendas futuras*%

$$\text{Área de techos}=200\text{m}^2*100*70\%$$

$$\text{Área de techos}=14,000\text{m}^2$$

$$\text{Área de patios}=200\text{m}^2*100*30\%$$

$$\text{Área de patios}=6,000\text{m}^2$$

$$\text{Área total}=20,000\text{m}^2(2\text{Hectáreas})$$

“Los coeficientes de escorrentía utilizados en el proyecto son: 0.70 para área de techos y 0.15 para área de patios” (Cabrera, 1989, p. 51)

Se procede a calcular el coeficiente de escorrentía promedio:

$$C_{\text{prom}} = \frac{C_{\text{techos}} * A_{\text{techos}} + C_{\text{patios}} * A_{\text{patios}}}{A_{\text{total}}}$$

$$C_{\text{prom}} = \frac{0.70*14,000 + 0.15*6,000}{20,000}$$

$$C_{\text{prom}} = 0.54$$

Datos:

$$C = 0.54$$

$$i = 136.05 \text{ mm/hr}$$

$$A = 2 \text{ Hectáreas}$$

$$\% = 2\%$$

$$Q_{ci} = \left[\frac{0.54 * 136.05 \text{ mm/hr} * (2 \text{ Hectáreas} * 2\%)}{360} \right] * 1,000$$

$$Q_{cnxi} = 8.163 \text{ L/s}$$

2.2.7. Factor de caudal medio

Cabrera (1989)

Es la suma de todos los caudales anteriormente descritos dividido el número de habitantes. Este factor debe estar comprendido entre 0.002 a 0.005; si el cálculo está entre esos límites, se utilizará el calculado, si es inferior o superior, se utilizará el límite más cercano, según sea el caso (p.43).

Para el cálculo del factor de caudal medio se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{cnxi}$$

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{Hab}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio (L/s)

f_{qm} = factor de caudal medio

El cálculo del factor de caudal medio será de la siguiente manera:

Datos:

$Q_{dom} = 0.318 \text{ L/s}$

$Q_{com} = 0.012 \text{ L/s}$

$Q_{ind} = 0.017 \text{ L/s}$

$Q_{inf} = 0.104 \text{ L/s}$

$Q_{cnxi} = 8.163 \text{ L/s}$

$$Q_{med} = 0.318 \text{ L/s} + 0.012 \text{ L/s} + 0.017 \text{ L/s} + 0.104 \text{ L/s} + 8.163 \text{ L/s}$$

$$Q_{med} = 8.614 \text{ L/s}$$

$$f_{qm} = \frac{8.614 \text{ L/s}}{327}$$

$$f_{qm} = 0.026$$

Para este proyecto se tomó el valor de 0.005, como factor de caudal medio para todos los tramos, porque es el más cercano al calculado.

2.2.8. Factor de Harmon

Es un valor estadístico, el cual indica la probabilidad del número de usuarios que estarán usando el servicio de alcantarillado sanitario de manera simultánea; se calcula así:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P_f/1,000}}{4 + \sqrt{P_f/1,000}}$$

Donde:

FH = Factor de Harmon

P_f = población futura

Datos:

P_f = 327 habitantes

$$FH = \frac{18 + \sqrt{327/1,000}}{4 + \sqrt{327/1,000}}$$
$$FH = 4.062$$

Este factor es adimensional “suele variar entre el rango de 1.50 a 4.50” (Cabrera, 1989, p. 43).

Para este caso se utilizó el factor encontrado porque está dentro del rango establecido.

2.2.9. Caudal máximo

Este caudal estableció las condiciones hidráulicas sobre las cuales se realizó el diseño de alcantarillado sanitario. Se debe calcular para cada tramo del sistema con la siguiente ecuación:

$$Q_{\max} = P_f \cdot FH \cdot f_{qm}$$

Donde:

$Q_{\max}$ = caudal máximo

Datos:

P_f = 327 habitantes

FH = 4.062

f_{qm} = 0.005

$$Q_{\max} = 327 \cdot 4.062 \cdot 0.005$$

$$Q_{\max} = 6.641 \text{ L/s}$$

2.2.10. Caudal de diseño

Establece la cantidad de caudal que puede transportar el sistema en cualquier tramo del alcantarillado. Resulta de dividir el caudal máximo entre las viviendas futuras. Como se muestra a continuación:

$$Q_{dis} = \frac{Q_{\max}}{Viv}$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (L/s)

Viv = viviendas

Datos:

Q_{max} = 6.641 L/s

Viv = 100 viviendas

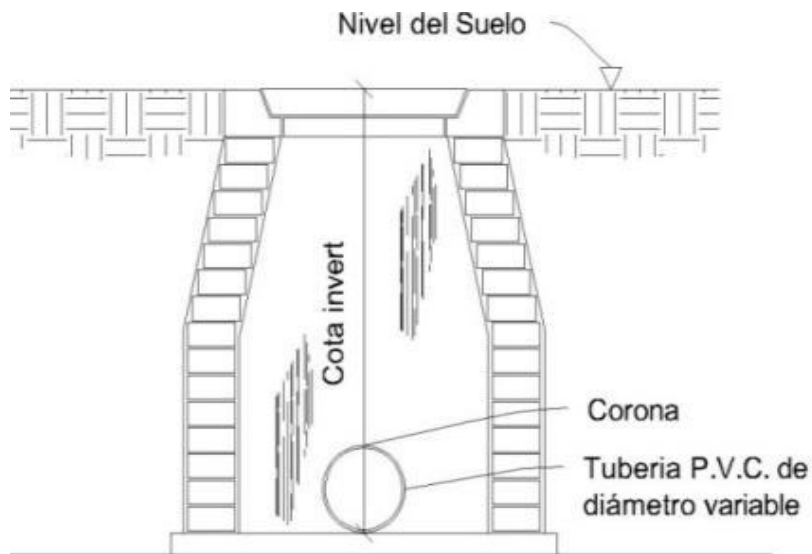
$$Q_{dis} = \frac{6.641 \text{ L/s}}{100}$$

$$Q_{dis} = 0.066 \text{ L/s}$$

2.2.11. Cota invert

Es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Para calcular la cota invert, se toma la cota del terreno inicial y se le resta la profundidad inicial de la tubería, de igual forma para la cota del terreno final con la profundidad final de la tubería.

Figura 4. **Cota invert**



Fuente: Elaboración propia

Es de importancia tomar en cuenta las siguientes reglas:

- La diferencia entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03 m.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que la tubería que sale, la cota de salida estará más baja de la tubería de entrada.
- Cuando la diferencia de cotas Invert, entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor a 0.70 m, deberá diseñarse un accesorio especial, que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

Ecuación para cálculo de cotas Invert

$$ci_2 = ci_1 - S \cdot (d - D_{\text{int pozo}})$$

Donde:

- ci_1 = cota invert de salida (m)
- ci_2 = cota invert de entrada (m)
- S = pendiente hidráulica (%)
- d = distancia entre pozos (m)
- $D_{\text{int pozo}}$ = diámetro interior de pozo (m)

2.2.12. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removió para colocar la tubería, se determinó a partir de la profundidad de los pozos de visita, ancho de la zanja y la longitud entre pozos. Se determina con la siguiente manera:

$$V = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * Z$$

Donde

- V = volumen de excavación (m^3)
- H_1 = profundidad del primer pozo inicial (m)
- H_2 = profundidad del segundo pozo final (m)
- d = distancia entre pozos (m)
- Z = ancho de la zanja (m)

2.2.13. Pendiente hidráulica

Es la pendiente que debe tener la tubería para que el flujo se comporte por gravedad, se obtiene mediante la relación, entre la longitud de la tubería y la diferencia entre las cotas o alturas, la ecuación queda así:

$$S = \left(\frac{ci_1 - ci_2}{d} \right) * 100$$

Donde:

S = pendiente hidráulica (%)
 ci₁ = cota invert de salida (m)
 ci₂ = cota invert de entrada (m)
 d = distancia entre pozos (m)

2.2.14. Ejemplo de diseño; de un tramo

Para efecto de cálculo se utilizará el tramo entre el inicio en PV-4 hacia el PV-2 el cual es un inicio de la red.

Datos:

Distancia	= 21 m (ver apéndice A-1)
Vivienda actual	= 24 viviendas (ver apéndice A-1)
Cota de terreno inicial (PV-2)	= 101.29 m (ver apéndice A-1)
Cota de terreno final (PV-0)	= 100 m (ver apéndice A-1)
Diámetro de tubería PVC (D)	= 6" ASTM D 3034 (ver apéndice A-1)
Altura de pozo	= 2.85 m

Caudal del tramo

$$Q_{tra} = Q_{dis} * \text{viviendas acuales}$$

Donde:

$$Q_{tra} = \text{caudal del tramo (L/s)}$$

$$Q_{tra} = 0.066 \text{ L/s} * 24 \text{ viviendas}$$

$$Q_{tra} = 1.58 \text{ L/s}$$

Pendiente del terreno

$$s_t = \left(\frac{c_{i4} - c_{i2}}{d} \right) * 100$$

Donde:

$$s_t = \text{pendiente del terreno (\%)}$$

$$s_t = \left(\frac{101.29 - 100}{21} \right) * 100$$

$$s_t = 6.14\%$$

Velocidad a sección llena

Donde:

$$n_0 = \text{coeficiente de rugosidad, para tubos PVC es de } n_0 = 0.010$$

$$v = \frac{0.03429 \cdot D^{2/3} \cdot \sqrt{S}}{n_0}$$

$$v = \frac{0.03429 \cdot 6''^{2/3} \cdot \sqrt{0.0614}}{0.01}$$

$$v = 2.81 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = (A \cdot V) \cdot 1,000$$

$$Q = \left[\frac{\pi \cdot (6'' \cdot 0.0254)^2}{4} \cdot 2.81 \right] \cdot 1,000$$

$$Q = 51.19 \text{ L/s}$$

El caudal máximo entre PV-2 y PV-0, tendrá un valor de 1.58 L/s.

Relaciones hidráulicas

Relación de caudales

$$\frac{q}{Q}$$

$$\frac{1.58 \text{ L/s}}{51.19 \text{ L/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0.03095$$

Para que el valor anterior chequee debe cumplir con las siguientes condiciones:

$$q_{dis} \leq Q$$

$$q_{dis}/Q \leq 1$$

En este caso ambas se cumplen y se procede a buscar el valor de q/Q en las tablas de relaciones hidráulicas (Ver anexo C-1), para obtener los valores de d/D y v/V .

$$v/V=0.449964$$

$$d/D=0.120000$$

La relación de diámetros debe cumplir la condición $0.10 \leq d/D \leq 0.80$, en este caso si chequea. Luego se calcula velocidad de la tubería parcialmente llena, se obtiene multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena.

Velocidad de la tubería parcialmente llena

$$v=0.449964 \cdot 2.81 \text{ m/s} = 1.26 \text{ m/s}$$

Cabrera (1989)

La pendiente de la tubería se debe verificar, para que las velocidades y el tirante cumplan con las normas, si no las cumple, se debe incrementar o reducir la misma una vez que la topografía y la ubicación de los desfogues lo permitan (p. 15).

Para este caso la velocidad cumple con los rangos permitidos (0.60-3.00 m/s).

Cota invert del PV-4

$$ci_4=101.95 \text{ m}-1.20 \text{ m}$$

$$ci_4=100.75 \text{ m}$$

Cota invert del PV-2

$$\begin{aligned}ci_2 &= ci_1 - S * (d - D_{\text{int pozo}}) \\ci_2 &= 100.75\text{m} - 0.01 * (75 - 1.20) \\ci_2 &= 100.01 \text{ m}\end{aligned}$$

Volumen de excavación entre PV-4 a PV-2

Donde:

$$\begin{aligned}H_1 &= 1.20 \text{ m} \\H_2 &= 1.28 \text{ m} \\d &= 75 \text{ m} \\Z &= 0.80 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V &= \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * Z \\V &= \left(\frac{1.20 + 1.28}{2} \right) * 75 * 0.80 \\V &= 77.40 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Para el cálculo de los demás tramos se realiza el mismo procedimiento. En el Apéndice A-1, se encuentra el resumen del cálculo hidráulico.

2.3. Análisis de impacto ambiental

Esta evaluación se lleva a cabo con el fin de identificar y prevenir cualquier alteración que se produzca en el ambiente en el momento de ejecutar el proyecto.

El impacto ambiental que podría ser producido por la ejecución del proyecto puede definirse por:

- Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impacto por las siguientes actividades:
 1. Manejo de maquinaria y equipo; debido a la emanación de gases producto de la combustión.
 2. Excavación de zanja; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, las cuales quedan suspendidas en el área de construcción. Esto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área.
- Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de aguas negras provenientes de baños móviles de las diferentes áreas de trabajo puede generar contaminación el suelo y el manto freático de la zona en construcción.
- Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto están:
 1. Material de excavación.
 2. Maquinaria de excavación (repuestos usados, depósito de aceite, filtros).

3. Basura producida por los trabajadores (botellas plásticas, bolsas de frituras, papeles).
 4. Materiales de Construcción (cemento, arena, piedrín, ladrillos).
- Ruidos y vibraciones: se da principalmente por la utilización de maquinaria y la construcción del alcantarillado sanitario. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores y vecinos cercanos al área de construcción.

Medidas de mitigación que puedan aplicarse están

1. Emisiones a la atmósfera: la maquinaria y equipo utilizado deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes. se recomienda a los habitantes del lugar que no se acerquen al área de trabajo para evitar enfermedades respiratorias. A los trabajadores se les dotará de mascarillas cuando sea necesario.
2. Descarga de aguas residuales: se recomienda la instalación de letrinas móviles, mismas que deberán ser ubicadas en lugares lejos de los causes o fuentes de agua, evitando de esta manera algún contacto con la capa freática del lugar.
3. Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse para ver si puede ser reciclado en un próximo proyecto. Referente a los desechos de la maquinaria, deberán ser recolectados y llevados a sitios donde pueden ser reciclados o utilizados en alguna labor industrial. Se realizará limpieza general del lugar para eliminar la basura

producida por los trabajadores y el material sobrante de la construcción.

4. Ruidos y vibraciones: la maquinaria, herramientas y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento, para minimizar las emisiones sonoras, además, se recomienda equipar al personal de campo con equipo de protección especial. Se considera que este impacto es de duración temporal debido a que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

2.4. Presupuesto

Los criterios que se tomaron para la elaboración del presupuesto.

- El acero de refuerzo se calculó por quintal.
- El concreto se calculó por metro cúbico.
- La arena y el piedrín se calcularon por metro cúbico
- El precio de los materiales de construcción se cotizó en ferreterías locales.
- La mano de obra se calculó con base a los precios de la municipalidad de Estanzuela, Zacapa.
- Los costos de maquinaria para la construcción de la obra, se calcularon por hora de trabajo.

Tabla 4. **Resumen del presupuesto de alcantarillado por renglón**

		Proyecto		Alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia		
		Dirección		Barrio Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa		
Resumen de presupuesto						
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Costos unitario (Q)	Costo total (Q)	%
1	Trabajos preliminares					
		m	893.31	8.36	7,470.42	1.14
2	Excavación y movimiento de tierras					
		m³	999.29	82.26	82,200.00	12.55
3	Colector principal tubería PVC de 6" ASTM D 3034					
		m	924.00	296.31	273,794.50	41.80
4	Pozo de visita h promedio 1.20 m					
		unidad	9.00	5,758.14	51,823.25	7.91
5	Pozo de visita h 1.70 m					
		unidad	1.00	8,225.07	8,225.07	1.26
6	Pozo de visita h promedio 1.80 m					
		unidad	2.00	8,439.78	16,879.57	2.58
7	Pozo de visita h 2.00 m					
		unidad	1.00	11,116.11	11,116.11	1.70
8	Pozo de visita h promedio 2.23 m					
		unidad	3.00	11,918.47	35,755.42	5.46
9	Pozo de visita h 2.85 m					
		unidad	1.00	14,340.41	14,340.41	2.19
10	Conexión domiciliar					
		unidad	100.00	1,533.47	153,346.84	23.41
		Costo total (Q)			654,951.60	100.00

Fuente: Elaboración propia

2.4.1. Integración de precios unitarios

Se muestran las tablas donde se detalla cada renglón mencionado en la tabla anterior.

Tabla 5. **Presupuesto trabajos preliminares**

Renglón	Unidad	Cantidad		
Trabajos preliminares	m	893.31		
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Cal hidratada	saco	3.00	31.00	93.00
	Subtotal de materiales			93.00
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Trazo	m	893.31	1.00	893.31
Replanteo topográfico	m	893.31	5.00	4,466.55
	Subtotal de mano de obra			5,359.86
Total costo directo (material + mano de obra)				5,452.86
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				654.34
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				545.29
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				272.64
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				545.29
	Total (Q)			7,470.42
	Precio unitario			8.36

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Presupuesto excavación y movimiento de tierra

Renglón	Unidad	Cantidad		
Excavación y movimiento de tierras	m³	999.29		
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Retroexcavadora	hora	150.00	400.00	60,000.00
	Subtotal de maquinaria			60,000.00
Total costo directo (material + mano de obra)				60,000.00
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				7,200.00
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				6,000.00
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				3,000.00
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				6,000.00
	Total (Q)			82,200.00
	Precio unitario			82.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Presupuesto colector principal

Renglón	Unidad		Cantidad	
Colector principal tubería PVC de 6" ASTM D3034	m		924.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Tuberia PVC de 6" ASTM D 3034	unidad	154.00	750.00	115,500.00
	Subtotal de material			115,500.00
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Nivelación e instalacion de tuberia de 6" ASTM D 3034	m	900.00	47.50	42,750.00
	Subtotal de mano de obra			42,750.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Relleno de zanja (retroexcavadora)	hora	59.00	400.00	23,600.00
Compactadora (vibrocompactadora)	hora	30.00	600.00	18,000.00
	Subtotal de maquinaria			41,600.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				199,850.00
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				23,982.00
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				19,985.00
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				9,992.50
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				19,985.00
	Total (Q)			273,794.50
	Precio unitario			296.31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Presupuesto pozo de visita h: promedio 1.20 m

Renglón	Unidad	Cantidad		
Pozo de visita h promedio 1.20 m	unidad	9.00		
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	4,968.00	2.50	12,420.00
Cemento	saco	61.00	76.00	4,636.00
Arena de rio	m³	5.00	115.00	575.00
Piedrin triturado 1/2"	m³	5.00	170.00	850.00
Hierro No. 4	Varilla	36.00	64.29	2,314.44
Hierro No. 2	Varilla	18.00	10.50	189.00
Alambre de amarre	libra	9.00	7.00	63.00
Cal	saco	24.00	31.00	744.00
	Subtotal de material			21,791.44
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	9.00	700.00	6,300.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	9.00	100.00	900.00
Fundicion de losa de fondo, brocal y tapadera	m²	36.36	50.00	1,818.00
Acabados en muros internos	m²	40.71	25.00	1,017.75
	Subtotal de mano de obra			10,035.75
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	15.00	400.00	6,000.00
	Subtotal de maquinaria			6,000.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				37,827.19
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				4,539.26
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				3,782.72
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				1,891.36
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				3,782.72
	Total (Q)			51,823.25
	Precio unitario			5,758.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Presupuesto pozo de visita h: 1.70 m

Renglón	Unidad	Cantidad		
Pozo de visita h 1.70 m	unidad	1.00		
Material	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	782.00	2.50	1,955.00
Cemento	saco	8.00	76.00	608.00
Arena de rio	m³	1.00	115.00	115.00
Piedrin triturado 1/2"	m³	1.00	170.00	170.00
Hierro No. 4	varilla	5.00	64.29	321.45
Hierro No. 2	varilla	2.00	10.50	21.00
Alambre de amarre	libra	1.00	7.00	7.00
Cal	saco	4.00	31.00	124.00
	Subtotal de material			3,321.45
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	1.00	1,000.00	1,000.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	1.00	100.00	100.00
Fundicion de losa de fondo, brocal y tapadera	m²	4.04	50.00	202.00
Acabados en muros internos	m²	6.41	25.00	160.25
Escaleras interiores	unidad	1.00	20.00	20.00
	Subtotal de mano de obra			1,482.25
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio	Costo
			unitario (Q)	directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	3.00	400.00	1,200.00
	Subtotal de maquinaria			1,200.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				6,003.70
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				720.44
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				600.37
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				300.19
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				600.37
	Total (Q)			8,225.07
	Precio unitario			8,225.07

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Presupuesto pozo de visita h: promedio 1.80 m

Renglón	Unidad	Cantidad
Pozo de visita h promedio 1.80 m	unidad	2.00

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	1,656.00	2.50	4,140.00
Cemento	saco	14.00	76.00	1,064.00
Arena de río	m³	1.50	115.00	172.50
Piedrin triturado 1/2"	m³	1.50	170.00	255.00
Hierro No. 4	varilla	10.00	64.29	642.90
Hierro No. 2	varilla	4.00	10.50	42.00
Alambre de amarre	libra	2.00	7.00	14.00
Cal	saco	8.00	31.00	248.00
Subtotal de material				6,578.40

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	2.00	1,200.00	2,400.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	2.00	100.00	200.00
Fundicion de losa de fondo brocal y tapadera	m²	8.08	50.00	404.00
Acabados en muros internos	m²	13.57	25.00	339.25
Escaleras interiores	unidad	2.00	20.00	40.00
Subtotal de mano de obra				3,383.25

Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	6.00	400.00	2,400.00
Subtotal de maquinaria				2,400.00

Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				12,361.65
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				1,483.40
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				1,236.17
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				562.19
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				1,236.17
Total (Q)				16,879.57
Precio unitario				8,439.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Presupuesto pozo de visita h: 2.00 m

Renglón	Unidad	Cantidad		
Pozo de visita h 2.00 m	unidad	1.00		
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	920.00	2.50	2,300.00
Cemento	saco	9.00	76.00	684.00
Arena de río	m³	1.00	115.00	115.00
Piedrin triturado 1/2"	m³	1.00	170.00	170.00
Hierro No. 4	varilla	5.00	64.29	321.45
Hierro No. 2	varilla	2.00	10.50	21.00
Alambre de amarre	libra	1.00	7.00	7.00
Cal	saco	6.00	31.00	186.00
	Subtotal de material			3,804.45
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	1.00	1,400.00	1,400.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	1.00	100.00	100.00
Fundicion de losa de fondo brocal y tapadera	m²	4.04	50.00	202.00
Acabados en muros internos	m²	7.50	25.00	187.50
Escaleras interiores	unidad	1.00	20.00	20.00
	Subtotal de mano de obra			1,909.50
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	6.00	400.00	2,400.00
	Subtotal de maquinaria			2,400.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				8,113.95
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				973.67
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				811.40
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				405.70
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				811.40
	Total (Q)			11,116.11
	Precio unitario			11,116.11

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 12. Presupuesto pozo de visita h: promedio 2.23 m

Renglón	Unidad	Cantidad
Pozo de visita h promedio 2.23 m	unidad	3.00

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	3,078.00	2.50	7,695.00
Cemento	saco	24.00	76.00	1,824.00
Arena de rio	m³	2.00	115.00	230.00
Piedrin triturado 1/2"	m³	2.00	170.00	340.00
Hierro No. 4	varilla	15.00	64.29	964.35
Hierro No. 2	varilla	6.00	10.50	63.00
Alambre de amarre	libra	3.00	7.00	21.00
Cal	saco	15.00	31.00	465.00
Subtotal de material				11,602.35

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	3.00	1,500.00	4,500.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	3.00	100.00	300.00
Fundicion de losa de fondo, brocal y tapadera	m²	12.12	50.00	606.00
Acabados en muros internos	m²	25.22	25.00	630.50
Escaleras interiores	unidad	3.00	20.00	60.00
Subtotal de mano de obra				6,096.50

Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	21.00	400.00	8,400.00
Subtotal de maquinaria				8,400.00

Total costo directo (materia + mano de obra + maquinaria)				26,098.85
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				3,131.86
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				2,609.89
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				1,304.94
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				2,609.89
Total (Q)				35,755.42
Precio unitario				11,918.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Presupuesto pozo de visita h: 2.85 m

Renglón	Unidad	Cantidad		
Pozo de visita h 2.85 m	unidad	1.00		
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Ladrillo 0.065*0.11*0.23	unidad	1,311.00	2.50	3,277.50
Cemento	saco	9.00	76.00	684.00
Arena de río	m³	1.00	115.00	115.00
Piedrin triturado 1/2"	m³	1.00	170.00	170.00
Hierro No. 4	varilla	5.00	64.29	321.45
Hierro No. 2	varilla	2.00	10.50	21.00
Alambre de amarre	libra	1.00	7.00	7.00
Cal	saco	7.00	31.00	217.00
	Subtotal de material			4,812.95
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Levantado de pozo	unidad	1.00	2,000.00	2,000.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	1.00	100.00	100.00
Fundicion de losa de fondo, brocal y tapadera	m²	4.04	50.00	202.00
Acabados en muros internos	m²	10.74	25.00	268.50
Escaleras interiores	unidad	1.00	20.00	20.00
	Subtotal de mano de obra			2,590.50
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de terreno (retroexcavadora)	hora	8.00	400.00	3,200.00
	Subtotal de maquinaria			3,200.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				10,603.45
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				1,272.41
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				1,060.35
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				343.86
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				1,060.35
	Total (Q)			14,340.41
	Precio unitario			14,340.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Presupuesto conexión domiciliar

Renglón	Unidad	Cantidad		
Conexión domiciliar	unidad	100.00		
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Tubo de concreto de 12"	unidad	100.00	110.00	11,000.00
Tubería PVC de 4"	unidad	100.00	141.00	14,100.00
ASTM D 3034				
Silleta tee 4"X6"	unidad	100.00	215.00	21,500.00
Cabo transformador de 4" a 3"	unidad	100.00	70.00	7,000.00
Cemento solvente	galón	15.00	465.00	6,975.00
Cemento	saco	20.00	76.00	1,520.00
Arena de río	m³	1.00	115.00	115.00
Piedrin triturado 1/4"	m³	1.00	150.00	150.00
Hierro de 1/4	quintal	10.00	315.00	3,150.00
Alambre de amarre	libra	50.00	7.00	350.00
	Subtotal de material			65,860.00
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Instalación tubería concreto 12 "	unidad	100.00	25.00	2,500.00
Instalación tubería de PVC 4 "	unidad	100.00	20.00	2,000.00
Instalación accesorios	unidad	100.00	100.00	10,000.00
Armado y colocación de brocal y tapadera	unidad	100.00	50.00	5,000.00
Fundición de losa de fondo, brocal y tapadera	m³	1.72	100.00	172.00
	Subtotal de mano de obra			19,672.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo directo (Q)
Corte de zanja (retroexcavadora)	hora	36.00	400.00	14,400.00
Compactadora (vibrocompactadora)	hora	12.00	600.00	7,200.00
Relleno de terreno (retroexcavadora)	hora	12.00	400.00	4,800.00
	Subtotal de maquinaria			26,400.00
Total costo directo (material + mano de obra + maquinaria)				111,932.00
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				13,431.84
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				11,193.20
Imprevistos 5 % (sobre los costos directos)				5,596.60
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				11,193.20
	Total (Q)			153,346.84
	Precio unitario			1,533.47

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Cronograma físico financiero

Se muestran el tiempo de ejecución de cada renglón de trabajo y el costo. Obteniendo un porcentaje de avance de la obra.

Tabla 15. **Cronograma físico financiero**

Proyecto
Dirección

Alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia
Barrio Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa

Cronograma de ejecución físico financiero									
	Renglón	Unidad	Cantidad	Mes 1 (Q)	Mes 2 (Q)	Mes 3 (Q)	%	% Acum	Monto (Q)
1	Trabajos preliminares								
		m	893.31	7,470.42			1.14	1.37	7,470.42
2	Excavación y movimiento de tierras								
		m³	999.29	82,200.00			12.55	13.92	82,200.00
3	Colector principal tubería PVC de 6" ASTM D 3034								
		m	924.00	182,529.67	91,264.83		41.80	55.72	273,794.50
4	Pozo de visita h promedio 1.20 m								
		unidad	9.00		51,823.25		7.91	63.64	51,823.25
5	Pozo de visita h 1.70 m								
		unidad	1.00		8,225.07		1.26	64.89	8,225.07
6	Pozo de visita h promedio 1.80 m								
		unidad	2.00		16,879.57		2.58	67.47	16,879.57
7	Pozo de visita h 2.00 m								
		unidad	1.00			11,116.11	1.70	69.17	11,116.11
8	Pozo de visita h promedio 2.23 m								
		unidad	3.00			35,755.42	5.46	74.63	35,755.42
9	Pozo de visita h 2.85 m								
		unidad	1.00			14,340.41	2.19	76.82	14,340.41
10	Conexión domiciliar								
		unidad	100.00			153,346.84	23.41	100.23	153,346.84
Costo por mes				272,200.08	168,192.72	214,558.80	Costo total (Q)		654,951.60

Fuente: Elaboración propia

2.5. Análisis socio-económico

La evaluación se realiza con el fin de determinar el impacto económico en las personas de la comunidad beneficiada.

2.5.1. Valor presente neto (VPN)

Esta tasa, denominada con frecuencia tasa de descuento, rendimiento requerido, costo de capital o costo de oportunidad, es el rendimiento mínimo que debe ganar un proyecto para que el valor de mercado de la empresa permanezca sin cambios. (Lawrence, 2007, p. 357)

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale o no la pena realizarla, para no hacer así malas inversiones que provoquen una pérdida futura.

Cuando el VPN se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes: si el VPN es mayor que 0, acepta el proyecto; si el VPN es menor que 0, se rechaza el proyecto.

$$P = F * \left[\frac{1}{(1 + Tin)^n - 1} \right]$$

Donde:

P = valor presente (quetzales)

F = valor de pago futuro (quetzales)

T_{in} = tasa de interés (%)

n = período de tiempo (años)

El VPN dependerá siempre de las siguientes variables.

- Inversiones durante la operación: son los gastos en reemplazo de activos, las nuevas inversiones por ampliación e incrementos en capital de trabajo.
- Flujos netos de efectivo: es la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión, esto significa tomar en cuenta el valor del dinero en función del tiempo.
- Tasa de descuento: es la diferencia expresada en términos porcentuales, entre el precio que se paga por un título y su valor nominal, siendo este último superior al primero y sujeto a ser rescatado en una fecha determinada. Esta refleja la oportunidad perdida de gastar o invertir en el presente, por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad.
- Número de periodos que dure el proyecto: tiempo que durará la vida útil del proyecto.

El procedimiento a realizar es el siguiente: la municipalidad de Estandzuela, Zacapa, invertirá Q654,951.60, para la ejecución del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario. Se emplearán los servicios de un fontanero para el mantenimiento del sistema con un sueldo de Q 1,500.00, el costo de conexión por cada casa que cobra la municipalidad es de Q 250.00, el período de diseño es de 30 años.

Tabla 16. **Cálculo de VPN alcantarillado sanitario**

	Operación	Resultado
Inversion inicial		Q654,951.60
Ingreso inicial	Q 250*100 viviendas	Q 25,000.00
Costos anuales	Q 1,500*12 meses	Q 18,000.00
Vida útil (años)	30.00 años	30.00 años

Fuente: Elaboración propia

Para este proyecto la tasa de interés deberá ser lo más baja posible debido a que es de carácter social, se utilizará una tasa del 6.00 % anual.

$$P=Q-654,951.60+Q25,000-Q18,000*\left[\frac{1}{(1+0.06)^{30}-1}\right]$$

$$P=Q-611,951.61$$

El resultado es negativo, lo que indica que no es conveniente, no se recuperará el dinero invertido, pero como éste proyecto es de necesidad social primaria, se recomienda la inversión, que beneficiará a muchas familias y mejorará la calidad de vida de los habitantes del barrio Santa Cecilia.

2.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de rendimiento anual compuesta, que la empresa ganará si invierte en el proyecto y percibe las entradas de efectivo esperadas.

Cuando la TIR se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes: si la TIR es

mayor que el costo del capital, aceptar el proyecto; Si es menor que el costo del capital, rechazar.

Estos criterios garantizan que la empresa gane por lo menos su rendimiento requerido. Este resultado debe aumentar el valor de mercado de la empresa y, por lo tanto, la riqueza de sus propietarios.

La ecuación para el cálculo del TIR es la siguiente

$$\sum_{n=1}^t \frac{CF_t}{(1+TIR)^n} = CF_0$$

Donde:

TIR = tasa interna de retorno (%)

CF_t = valor presente de sus entradas (quetzales)

CF_0 = inversión inicial de un proyecto (quetzales)

n = período de tiempo (años)

2.6. Programa de operación y mantenimiento

Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario: es la aplicación de técnicas o mecanismos que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada, de acuerdo a la vida útil, para la que fue diseñada.

La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del comité de vecinos de la comunidad, se recomienda que las revisiones del sistema se

realicen en intervalos que no sobrepasan los cuatro meses.

Tabla 17. **Problemas y acciones a seguir en el alcantarillado sanitario**

Elemento	Inspección	Posible problema	Causa	Acciones a seguir
Línea central o línea secundaria	En pozos de visita	a. Taponamiento parcial b. Taponamiento total	a. Condiciones del servicio b. Tipo de mantenimiento	a. Prueba de reflejo b. Prueba de corrimiento de flujo
Pozo de visita	a. En tapadera b. En interior	a. Estado de escalones b. Acumulación de residuos	a. Tipo de mantenimiento b. Servicio de limpieza de calles	a. Cambio de tapaderas b. Limpieza de pozos
Conexiones domiciliarias	Inspección general del sistema	a. Estado físico b. Uso de la candela	a. Tipo de mantenimiento	a. Cambio de tapaderas

Fuente: Elaboración propia

Prueba de reflejo: esta consiste en colocar un agente reflector de luz (linterna, espejo), en un registro de aguas arriba y en el registro inmediato inferior, observar el reflejo producido; si éste no es percibido, implica un taponamiento parcial de la línea

Prueba de corrimiento de flujo: para realizar esta prueba se requiere de un recipiente de 25 galones con agua, se mezcla un colorante. Seguidamente se vierte en el registro aguas arriba, se observa la cantidad

del flujo que llega al registro siguiente, si el flujo de llegada no es la misma cantidad que se vertió, existe un taponamiento parcial.

Para un taponamiento parcial, se vierte un volumen de 54 galones de agua, en forma simultánea y brusca en el registro aguas arriba, de tal manera que la correntada provoque la limpieza del tramo, si no fuera suficiente el volumen de agua para despejar la línea y persiste el taponamiento, se incrementa el caudal y la intensidad de flujo, esto se logra con un camión cisterna lleno de agua, la cual se procede a bombear al interior del sistema, con el auxilio de una manguera de diámetro y longitud adecuada para esta actividad.

Para un taponamiento total, al no lograrse despejar el taponamiento por medio de presión de agua, se requiere sondeos para limpieza, determinándose el punto a trabajar, mediante una guía que se introduce a la línea desde el registro aguas abajo, hacia el punto de obstrucción; luego de ser ubicado el taponamiento, se procede a excavar y descubrir el tubo.

2.7. Planos

El juego de planos del proyecto de alcantarillado sanitario del barrio Santa Cecilia, consistirá de lo siguiente (ver apéndice A-3).

- Planta topográfica
- Plano de dirección de flujo
- Perfiles 1, 2, 3
- Detalles de pozo de visita 1, 2 y candela domiciliar

3. MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DE QUEBRADA LA UVA, HACIA LA ALDEA SAN NICOLÁS, MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como fin primordial, mejorar el tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa. La longitud del camino es de 2260 metros y de tipo G, con una pendiente máxima de 3.20%, pendiente mínima de 0.3% y un bombeo de 3 %. Con un ancho de calzada de 5.50 m, cunetas naturales de 0.50 m en ambos lados para una sección de 6.50 m y terracería con un espesor de 15 cm, compactados.

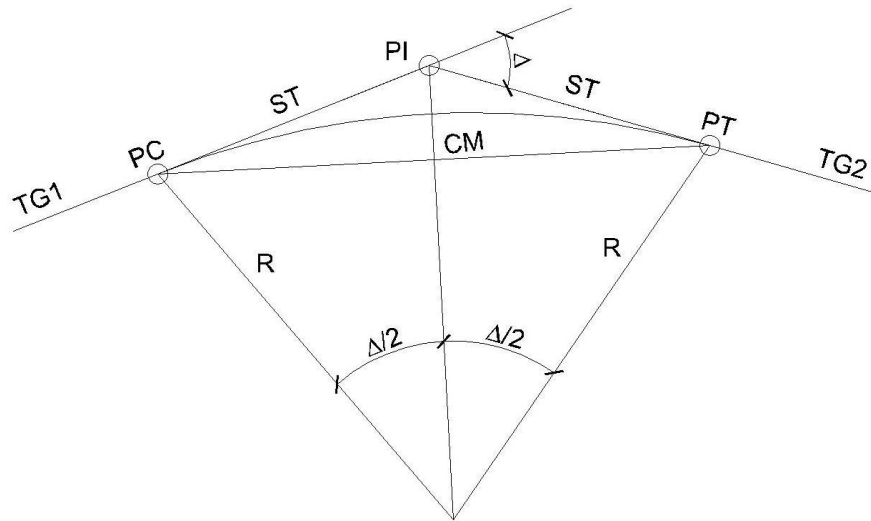
3.2. Elementos geométricos de la carretera

3.2.1. Curvas horizontales

Las curvas horizontales o circulares, se definen como arcos de circunferencia de un solo radio, que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vía. Las curvas circulares pueden ser, simples y compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o; de dos o más sucesivos, de diferente radio. La curva simple es cuando dos tangentes están unidas entre sí, por una sola curva circular. La curva compuesta es aquella que está formada por dos o más curvas circulares simples de mismo sentido y de diferente radio o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas, cuando son del mismo sentido se

llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario, se denominan compuestas inversas.

Figura 5. **Componentes de una curva horizontal**



Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones que se utilizan son las siguientes:

$$G = \frac{1145.9456}{R}$$

$$LC = \frac{20 \cdot A}{G}$$

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

$$CM = 2 \cdot R \cdot \sin \left(\frac{\Delta}{2} \right)$$

$$PT = LC + PC$$

$$PC = PI - ST$$

Donde:

PC	=	punto donde inicia la curva horizontal
PT	=	punto donde termina la curva horizontal
PI	=	punto de intersección entre dos sub-tangentes
ST	=	sub-tangente
CM	=	cuerda media
R	=	radio
TG1	=	tangente de entrada a la curva
TG2	=	tangente de salida de la curva
PC	=	punto donde inicia la curva horizontal
PT	=	punto donde termina la curva horizontal
LC	=	longitud de la curva horizontal
Δ	=	ángulo entre dos tangentes
G	=	grado de curvatura

3.2.2. Ejemplo de diseño de una curva horizontal

Para efecto de cálculo se utilizará los datos de la curva No. 1.

Datos:

R	=	60 m
Δ	=	29°
$\Delta/2$	=	14.5°
PI	=	279.92 m

Grado de curvatura: es el ángulo subtendido por un arco de 20 m, dado que el grado de curvatura es inversamente proporcional al

radio, las curvas son más cerradas mientras mayor sea el grado de curvatura.

$$G = \frac{1145.9456}{R}$$
$$G = \frac{1145.9456}{60}$$
$$G = 19.10$$

Longitud de la curva horizontal: es la longitud del arco que forma la curva circular, es directamente proporcional al radio de la curva y al ángulo de deflexión.

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G}$$
$$LC = \frac{20 * 29}{19.10}$$
$$LC = 30.32 \text{ m}$$

Sub-tangente: es un segmento de recta que se dibuja entre el PI y el PC o entre el PI y el PT. Su longitud se mide sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$
$$ST = 60 * \tan(14.5^\circ)$$
$$ST = 15.49 \text{ m}$$

Cuerda media: es la recta comprendida entre el PC y el PT de las cuerdas se pueden trazar en una curva horizontal.

$$CM = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CM=2*60*\text{sen}(14.5)$$

$$CM=29.99 \text{ m}$$

PC: Punto donde inicia la curva horizontal

$$PC=PI-ST$$

$$PC=279.92-15.49$$

$$PC=264.43$$

PT: Punto donde termina la curva horizontal

$$PT=LC+PC$$

$$PT=30.32+264.43$$

$$PT=294.75$$

Para el cálculo de las demás curvas horizontales se realizó el mismo procedimiento. En el apéndice B-1 se encuentra el resumen del cálculo de curvas.

3.2.3. Curvas verticales

Las curvas verticales son las que enlazan tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para dar como resultado un camino seguro y confortable. Para este caso en particular no se diseñó este tipo de curva debido a que la topografía de la carretera es bastante plana mantiene una pendiente mínima de 0.3% y máxima de 3.20%.

3.3. Especificaciones de construcción para carreteras

Estas corresponden a cada uno de los renglones o actividades que se ejecutarán en las diferentes fases del proyecto.

- Análisis de suelos: los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio son los siguientes:

Sub-rasante

1. Descripción del suelo: Arena con grava color café oscuro
2. Densidad seca: 1,952.00 kg/m³ (122.00 lb/p³).
3. Humedad optima: 7.4%
4. C.B.R. al 95 % de compactación= 21.5%
5. Clasificación S.C.U.: SP, P.R.A.: A-1-a

Sub base

1. Descripción del suelo: Arena con grava color gris
2. Densidad seca: 1,588.00 kg/m³ (99.00 lb/p³)
3. Humedad optima: 17.8%
4. C.B.R. al 95% de compactación= 39.5%
5. Clasificación S.C.U.: SW, P.R.A.: A-1-B

- Replanteo topográfico: para este proyecto el tipo de levantamiento fue de poligonal abierta con radiaciones. Se utiliza frecuentemente en terrenos planos y boscosos, con este método se establece un punto de partida, el azimut de salida y la cota inicial del terreno. Los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, son fundamentales para el diseño de curvas, pendientes y rasante. El equipo utilizado para este proyecto fue: un teodolito DT205C, estadal, cinta métrica, trípode, plomada pintura y estacas.

- D.G.C. (2001)

Corte de material no clasificado: es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independiente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción de rellenos, terraplenes y cualquier elemento que implique la construcción de la carretera. Cuando se hayan completado todos los rellenos y demás elementos, con el material proveniente del corte y exista material sobrante, éste tendrá que desperdiciarse cuando así haya sido contemplado en el diseño o, por que el material es inadecuado. Para efectos de pago, toda la excavación será no clasificada (Sección 203.01b pp. 1-9).

- D.G.C. (2001)

Conformación de sub-rasante: en las áreas que necesiten reacondicionamiento, se debe proceder a escarificar el suelo de sub-rasante hasta una profundidad de 20 cm, eliminando las

rocas mayores de 10 cm, de diámetro, condicionándolas fuera del lecho del camino; seguidamente debe proceder a ajustar y conformar la superficie efectuando cortes y rellenos en un espesor no mayor de 20 cm (Sección 301.03d pp. 1-3).

Compactación de sub-rasante: “la sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad, con un contenido de humedad dentro de ± 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95% de compactación respecto a la densidad máxima” (D.G.C., 2001, Sección 301.03 pp. 1-3).

El ensayo de compactación realizado en el banco de materiales bajo la norma AASHTO T 180, determinó una densidad seca máxima de $1,952.00 \text{ kg/m}^3$ (122.00 lb/p^3) y una humedad óptima de 7.4%, lo cual es bueno para un período de vida útil, de por lo menos una temporada de invierno.

- Carga y acarreo de balasto: el banco de materiales de donde se extraerá el suelo para la capa de balasto, se encuentra ubicado en un terreno propiedad del señor: Rigoberto Castañeda, ubicado en el km 143, sobre la RN-20 que conduce hacia aldea La Fragua, municipio de Zacapa. El banco de materiales se encuentra a 6.65 km, del centro de la carretera en reparación con coordenadas geográficas $14^{\circ}58'26.59'' \text{ N } 89^{\circ}37'49.24''$.
- Para alcantarillas de tubos de concreto reforzado la Dirección General de Caminos (2001) indica “son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante, de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas” (Sección 601.01 pp. 1-6).

Para este proyecto se utilizarán 12 tubos de concreto de 36" de diámetro.

- Cabezales para alcantarillas: "son las estructuras de concreto ciclópeo, concreto Clase 17.5 MPa (2500 psi), mampostería de piedra, mampostería de ladrillo o bloque, colocadas en los extremos de las alcantarillas (entrada y salida), para encauzar el agua y protección de la carretera" (D.G.C, 2001, Sección 607 pp.1-2).

"El concreto ciclópeo es una combinación de concreto estructural y de piedra grande de tamaño no mayor de 30 cm" (D.G.C, 2001, Sección 555.01 pp. 1-2).

"El volumen total de piedra adicional, no debe exceder de un tercio del volumen total del concreto ciclópeo" (D.G.C, 2001, Sección 555.02 pp. 1-2).

- D.G.C. (2001)

Traslado de maquinaria: consistirá en los trabajos y operaciones preparatorias que incluirán todo lo necesario para el traslado del equipo al lugar de la obra y todos los trabajos y operaciones que se deban realizar antes de comenzar las actividades en los diferentes renglones establecidos en el Contrato (Sección 151.01 pp. 1).

La maquinaria que se utilizará para este proyecto se trasladará y se regresará por medio de un Lowboy.

3.4. Maquinaria a utilizar

Se propone la utilización de la maquinaria y equipo mínimo para el buen desempeño del trabajo, movimiento de tierras, preparación de la cimentación, drenajes, capa de balasto, señalización, entre otras actividades menores.

A cada máquina le corresponde un operador especializado, que no trabajará más allá de lo delimitado en el proyecto, estarán bajo la responsabilidad de un encargado de obra, el que velará por el suministro de insumos necesarios para el funcionamiento y rendimiento. La maquinaria a utilizar para este proyecto es la siguiente:

- Patrol (Motoniveladora)
- Retroexcavadora
- Camión de volteo
- Camión cisterna
- Vibrocompactadora
- Lowboy
- Mezcladora de concreto manual

3.5. Movimiento de tierras

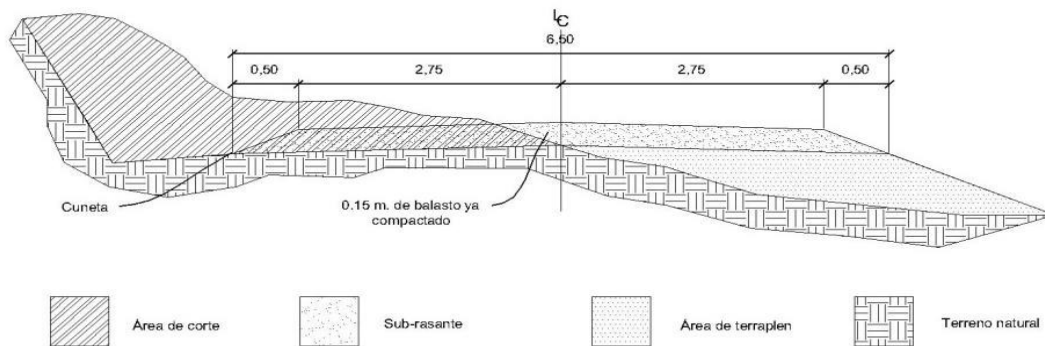
Con el área de cada una de las secciones, se integran los volúmenes por el método del promedio de áreas extremas, sumando dos áreas de sección contiguas, promediándolas y multiplicándolas, por la mitad de la distancia entre ambas. Las secciones se calculan según la topografía del terreno a distancias no mayores de 30 m. El movimiento de tierra está fundamentado en los volúmenes a mover en relación a las distancias de acarreo, para ello interviene diferentes conceptos de los cuales dependerá la economía del proyecto.

3.6. Elementos de un tramo carretero

3.6.1. Secciones típicas

Es la representación gráfica transversal y acotada mostrada en los planos, que indica las partes componentes de una carretera. Los elementos de sección transversal de un camino incluyen la superficie de rodamiento de balasto, los acotamientos, la pendiente transversal (bombeo), los taludes y donde son aplicables las fajas centrales, barreras, barras de protección y las cunetas, además el área de corte, área de terraplén, la sub-rasante.

Figura 6. **Componentes de una sección típica**



Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Pendientes

Las pendientes que se deben mantener son las siguientes: para terrenos llanos el 10%, para terreno ondulado el 12% y para terrenos montañosos el 14%. La pendiente mínima recomendada es de 2% para drenaje longitudinal.

3.6.3. Ancho de rodadura

El ancho de rodadura está en función del tipo de carretera, llamada también ancho de calzada, a continuación se presentan los tipos de carretera más utilizados.

Tabla 18. **Ancho de rodadura**

Tipo de carretera	Ancho de rodadura (m)
A	2 carriles de 7.20
B	7.2
C	6.5
D	6
F	7
G	5.5

Fuente: Sequén. (2006). Diseño tramo carretero de terracería, caserío hacia aldea Aroche y diseño de puente vehicular del barrio El Llanito, Cuilapa, Santa Rosa. p. 29.

El ancho de rodadura que se utilizó para este diseño fue la de tipo G.

3.6.4. Tangentes

Tangente horizontal: es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, así la tangente es la longitud comprendida entre el fin de una curva anterior (PT) y el principio de la siguiente (PC), a cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto de observación en tangente (POT).

Tangente vertical: se caracteriza por su longitud y su pendiente y las limitantes de dos curvas sucesivas. El trayecto de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.

3.6.5. Material de balasto

D.G.C. (2001) “Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura” (Sección 209.01).

El material debe ser calidad uniforme fuera de residuos de madera o de cualquier otro material perjudicial o extraño. El material de balasto para este proyecto tiene una densidad seca 1,952.00 kg/m³ (122.00 lb/p³) el cual cumple con lo establecido por la D.G.C.

D.G.C. (2001)

El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de 2/3 del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 10 cm. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material o según lo autorice el Delegado Residente (Sección 209.03).

El tendido: del material de balasto, debe ser en capas de 10 a 30 cm. Para este proyecto se colocara una capa de 15 cm.

D.G.C. (2001)

Si el espesor de sub-base requerido, es mayor de 30 cm, el material debe ser colocado en dos o más capas, nunca menores de 10 cm, no permitiéndose la colocación de la capa siguiente, antes de comprobar la compactación de la inmediata anterior. El material suelto de sub-base colocado, debe corresponder en cantidad, al espesor de la capa a tender en el ancho total establecido en la

sección típica de pavimentación, tomando en cuenta su reducción de volumen por la compactación (Sección 303.07 pp. 1-6).

3.7. Drenajes

3.7.1. Objetivo

El objetivo principal es dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino, evitando que provoque daños.

3.7.2. Drenaje longitudinal

Este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa, tales como: cunetas, contracunetas, bombeo, fosas de laminación.

3.7.3. Cunetas

Son zanjas que se hacen en uno o en ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera y llevarla hacia las alcantarillas, cajas o puentes.

El diseño de cunetas, se basa en los principios del flujo de canales abiertos, estas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular, quedando a criterio del constructor del proyecto cuál debe usar.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes, cuando su longitud sea mayor de 50 m, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio, debido a que mientras más larga sea la

cuneta, más agua llevará, erosionará más, resultando anti-económica la conservación.

3.7.4. Bombeo por superficie

Se le llama bombeo o pendiente transversal, a la forma que se le da, a la sección del camino, para evitar que el agua de lluvia se estanque y, por lo tanto, ocasione trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y finalmente, destrucción, sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione. El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial, sino de la clase de superficie de la carretera, ya que una superficie dura, requiere menos bombeo que una rugosa y la falta de compactación al proyectar el bombeo de una carretera debe tomarse en cuenta también en relación a la comodidad para los usuarios de la carretera, puesto que una carretera con bombeo exagerado provoca que los conductores de vehículos prefieran el centro.

Para el diseño del proyecto, el bombeo es 3%, que es el recomendado para caminos vecinales.

3.7.5. Drenaje transversal

Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzadas o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal, es dar paso rápido al agua, que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro el camino.

3.7.6. Cálculo del diámetro del tubo para el drenaje transversal

Para el cálculo del drenaje transversal, es necesario conocer el caudal de diseño, el cual se determinó mediante el método racional. Este consiste en considerar el caudal que se espera de un área cuya escorrentía converge en un punto, en un momento de máxima intensidad de precipitación. La ecuación se expresa así:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{360}$$

Donde:

- Q = caudal (m³/s)
- C = coeficiente de escorrentía
- i = intensidad de lluvia (mm/hr)
- A = área (hectáreas)

Para el cálculo de la intensidad de lluvia, se utilizó el método proporcionado por el INSIVUMEH, cuya ecuación es la siguiente:

$$i = \frac{a}{(b + t_c)^n}$$

Donde:

- i = intensidad de lluvia (mm/hr)
- a, b y n = datos obtenidos por la estación meteorológica local.
- t_c = tiempo de concentración (min)

Tabla 19. Parámetros a, b y n para la estación meteorológica de La Fragua, Zacapa

Tr	2.00	5.00	10.00	20.00	25.00	30.00	50.00	100.00
a	2360.00	3980.00	3480.00	844.00	840.00	836.00	831.00	827.00
b	19.00	22.00	18.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
n	0.99	1.03	0.98	0.64	0.64	0.64	0.63	0.63

Tr= periodo de retorno (años)

Fuente: Informe de intensidad de lluvia en Guatemala, 2002, P. 7.

Para este caso se optó por la estación de La Fragua, ya que es la más cercana al municipio de Estanduela, Zacapa y sus aldeas.

Con los datos presentados en la tabla 19. Se tiene que la intensidad de lluvia para un período de 30 años es de:

$$i = \frac{836}{(7+t_c)^{0.64}}$$

El tiempo de concentración, es el tiempo necesario, para que el agua de la superficial descienda, desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio. En el medio se utiliza la ecuación de Kirpich, cuya ecuación es:

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

Donde:

- t_c = tiempo de concentración (min)
 L = longitud de cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria (m)
 H = desnivel de dicho cauce (m)

Tabla 20. Valores indicativos del coeficiente de escorrentía

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

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

Las muestras realizadas en el estudio de suelo, determinaron un suelo arenoso con grava color gris. Para el diseño se clasificó al suelo como agrícola y con una pendiente de 1.08%, en base a estas características del lugar se tomó como coeficiente de escorrentía $C=0.30$.

Las muestras realizadas en el estudio de suelo, determinaron un suelo arenoso con grava color gris. Para el diseño se clasificó al suelo como agrícola y con una pendiente de 1.08%, en base a estas características del lugar se tomó como coeficiente de escorrentía $C=0.30$.

Basándonos en las ecuaciones anteriores el caudal de diseño sería este:

Datos:

$$L = 398.68 \text{ m}$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$C = 0.30$$

$$A = 56.46 \text{ Ha}$$

$$t_c = \frac{3 * 398.68^{1.15}}{154 * 4^{0.38}} = 10.29 \text{ min}$$

$$i = \frac{836}{(7 + 10.29)^{0.64}} = 136.05 \text{ mm/h}$$

$$Q = \frac{0.30 * 136.05 \text{ mm/h} * 56.46 \text{ Ha}}{360} = 6.40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Una vez conocido el caudal de diseño se procede a calcular el diámetro de la tubería. Esta se determina mediante la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

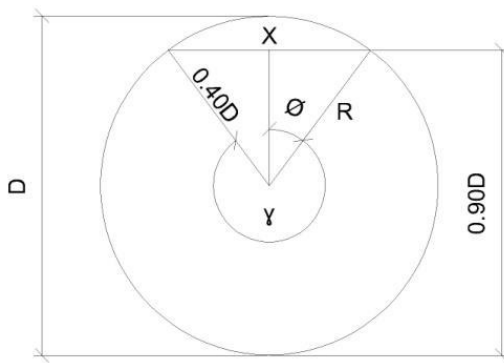
- Q = caudal (m³/s)
- A = área de la sección transversal
- R_h = radio hidráulico
- S = pendiente (%)

El radio hidráulico (R_h) se calcula con la siguiente ecuación:

$$R_h = \frac{\text{Area mojada}}{\text{Perímetro mojado}}$$

La tubería trabaja al 90% de su sección, sabiendo lo anterior el R_h se calcula de la siguiente manera:

Figura 7. **Tubería trabajando a 90%**



Fuente: Elaboración propia

$$\frac{X}{2} = \sqrt{(0.5D^2 - 0.4D^2)}$$

$$\frac{X}{2} = 0.3D$$

$$X=0.6D$$

Ángulo $\emptyset$ y γ

$$\cos(\emptyset) = \frac{0.4D}{R}$$

$$\cos(\emptyset) = \frac{0.4D}{0.5D}$$

$$\cos(\emptyset) = 0.80$$

$$\emptyset = \cos(0.80)^{-1} = 36^\circ 52' 11.63'' = 0.6435 \text{ Rad}$$

$$\gamma = 360^\circ - 2(36^\circ 52' 11.63'')$$

$$\gamma = 286^\circ 15' 36.74'' = 4.99 \text{ Rad}$$

Área mojada:

Área del triángulo

$$A_t = 2 * \left(\frac{1}{2} * \frac{X}{2} * 0.4D \right)$$

$$A_t = 2 * \left(\frac{1}{2} * \frac{0.6D}{2} * 0.4D \right)$$

$$A_t = 0.12D^2$$

Área circular

$$A_C = 4.99\pi * \left(\frac{0.4 * D}{2} \right)^2$$

$$A_C = 0.62D^2$$

$$\text{Área mojada} = 0.12D^2 + 0.62 D^2 = 0.74D^2$$

Perímetro mojado

$$PM = \left(\pi - \frac{0.6435}{2} \right) * D$$
$$PM = 2.82 D$$

Radio hidráulico

$$R_h = \frac{0.74D^2}{2.82D}$$
$$R_h = 0.26 D$$

Sustituyendo el radio hidráulico (R_h) en la ecuación de Manning tenemos

Datos:

$$\begin{aligned} S &= 1.08\% \\ n &= 0.015 \\ Q &= 6.40 \text{ m}^3/\text{s} \\ R_h &= 0.26D \end{aligned}$$

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$
$$12.80 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1}{0.015} * 0.74D^2 * (0.26 D)^{2/3} * (0.0108)^{1/2}$$
$$12.80 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{1}{0.015} * 0.74 D^2 * 0.407D^{2/3} * 0.17$$
$$12.80 \text{ m}^3/\text{s} = \frac{0.0514}{0.015} D^{8/3}$$
$$D = \left(\frac{6.40 \text{ m}^3 / \text{s}}{3.4266} \right)^{3/8} = 1.26 \text{ m} = 49.61"$$

El drenaje transversal se construirá en el caminamiento 1+080. Para reducir costos en el presupuesto por el traslado de material y no aumentar de manera excesiva, el nivel de la sub-rasante se colocaran dos tubos de 36" de diámetro lo que equivale a un caudal de 19.07 m³/s, de esta manera se reducirán costos sin afectar el flujo continuo del caudal. Los planos del drenaje transversal se observa en el apéndice B-3.

3.8. Análisis de impacto ambiental

Esta evaluación se lleva a cabo con el fin de identificar y prevenir cualquier alteración que se produzca en el ambiente en el momento de ejecutar el proyecto.

El impacto ambiental que podría ser producido por la ejecución del proyecto puede definirse por:

- Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las siguientes actividades:
 1. Manejo de maquinaria y equipo; debido a la emanación de gases producto de la combustión.
 2. Excavación de zanja; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, las cuales quedan suspendidas en el área de construcción. Esto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área.

- Descarga de aguas residuales: el manejo inadecuado de aguas residuales provenientes de las diferentes áreas de trabajo puede generar contaminación el suelo y el manto freático de la zona en construcción.
- Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto están:
 1. Material de excavación.
 2. Maquinaria de excavación (repuestos usados, depósito de aceite, filtros).
 3. Basura producida por los trabajadores (botellas plásticas, bolsas de frituras, papeles).
 4. Materiales de Construcción (cemento, arena, piedrín, ladrillos).
- Ruidos y vibraciones: se da principalmente por la utilización de maquinaria y la construcción del alcantarillado sanitario. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores y vecinos cercanos al área de construcción. Medidas de mitigación que puedan aplicarse están
 1. Emisiones a la atmósfera: la maquinaria y equipo utilizado deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes. se recomienda a los habitantes del lugar que no se acerquen al área de trabajo para evitar enfermedades respiratorias. A los trabajadores se les dotará de mascarillas cuando sea necesario.

2. Descarga de aguas residuales: se recomienda la instalación de letrinas móviles, mismas que deberán ser ubicadas en lugares lejos de los causes o fuentes de agua, evitando de esta manera algún contacto con la capa freática del lugar.
3. Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse para ver si puede ser reciclado en un próximo proyecto. Referente a los desechos de la maquinaria, deberán ser recolectados y llevados a sitios donde pueden ser reciclados o utilizados en alguna labor industrial. Se realizará una limpieza general del lugar para eliminar la basura producida por los trabajadores y el material sobrante de la construcción.
4. Ruidos y vibraciones: la maquinaria, herramientas y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento, para minimizar las emisiones sonoras, además, se recomienda equipar al personal de campo con equipo de protección especial. Se considera que este impacto es de duración temporal debido a que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

3.9. Presupuesto

Los criterios que se tomaron para la elaboración del presupuesto.

- El concreto se calculó por metro cubico. Con una resistencia de 3000 psi

- Concreto ciclópeo proporción 70% del volumen: piedra bola (0.30 m máximo) y 30% del volumen: concreto.
- La arena y el pedrín se calcularon por metro cubico de fundición.
- El precio de los materiales de construcción se cotizaron en ferreterías locales.
- El rendimiento de la maquinaria se tomó en base al manual de rendimiento carterpillar

Tabla 21. **Resumen presupuesto carretera**

		Proyecto		Mejoramiento tramo carretero desde quebrada la uva hacia la aldea San Nicolás			
RESUMEN PRESUPUESTO							
No.	Renglón	Unidad	Cantidad	Costos Unitario		Costo Total	%
1	Replanteo topográfico	km	2.26	Q	5,836.20	Q 13,189.81	1.54
2	Corte material no clasificado	m³	1,171.91	Q	18.94	Q 22,195.98	2.58
3	Conformación de sub-rasante	m²	14,698.32	Q	5.35	Q 78,636.01	9.15
4	Compactación de sub-rasante	m²	14,698.32	Q	6.03	Q 88,630.87	10.32
5	Corte de balasto	m³	2,866.17	Q	23.74	Q 68,042.88	7.92
6	Carga de balasto	m³	2,866.17	Q	21.37	Q 61,250.05	7.13
7	Acarreo material balasto	m³-km	16,127.71	Q	7.42	Q 119,667.61	13.93
8	Tendido de balasto	m²	12,437.04	Q	6.67	Q 82,955.06	9.65
9	Conformación y compactación	m²	12,437.04	Q	15.34	Q 190,784.19	22.20
10	Tuberia de concreto 36" diámetro	m	12.00	Q	2,260.81	Q 27,129.72	3.16
11	Cabezal de entrada	unidad	1.00	Q	11,107.21	Q 11,107.21	1.29
12	Cabezal de salida	unidad	1.00	Q	21,602.85	Q 21,602.85	2.52
13	Cunetas naturales	m	4,522.56	Q	9.21	Q 41,652.78	4.83
14	Transporte de maquinaria	Global	1.00	Q	32,363.78	Q 32,363.78	3.78
COSTO TOTAL						Q 859,208.80	100.00

Fuente: Elaboración propia

3.9.1. Integración de precios unitarios

Se muestran las tablas donde se detalla cada renglón mencionado en la tabla anterior.

Tabla 22. Presupuesto replanteo topográfico

Renglón	Unidad		Cantidad		Rendimiento	
Replanteo topográfico	km		2.26		1.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo		
Cal hidratada	saco	5.00	Q 31.00	Q	155.00	
Madera	pie tabla	100.00	Q 6.00	Q	600.00	
Clavos	libra	5.00	Q 5.00	Q	25.00	
	Subtotal de material				Q	780.00
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo		
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q	200.00	
Topografo	día	1.00	Q 200.00	Q	200.00	
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q	80.00	
	Sub total mano de obra				Q	480.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo		
Alquiler de equipo	día	3.00	Q 1,000.00	Q	3,000.00	
	Subtotal de maquinaria				Q	3,000.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)					Q	4,260.00
Costo unitario directo					Q	4,260.00
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)					Q	511.20
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)					Q	426.00
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)					Q	213.00
Utilidades 10% (sobre los costos directos)					Q	426.00
Costo unitario total					Q	5,836.20
	Costo total				Q	13,189.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Presupuesto corte material no clasificado

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Corte material no clasificado	m³	1,171.91	60.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Excavadora (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 550.00	Q 550.00
	Subtotal de maquinaria			Q 550.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)				Q 830.00
Costo unitario directo				Q 13.83
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 1.66
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 1.38
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.69
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 1.38
Costo unitario total				Q 18.94
	Costo total			Q 22,195.98

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Presupuesto conformación de sub-rasante

Renglón	Unidad		Cantidad	Rendimiento	
Conformación de sub-rasante	m²		14,698.32	200.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo	
Encargado	día	1.00	200.00	Q	200.00
Ayudante	día	1.00	80.00	Q	80.00
	Sub total mano de obra			Q	280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo	
Motoniveladora (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 500.00	Q	500.00
	Subtotal de maquinaria			Q	500.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)				Q	780.00
Costo unitario directo				Q	3.90
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q	0.47
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q	0.39
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q	0.20
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q	0.39
Costo unitario total				Q	5.35
	Costo total			Q	78,636.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Presupuesto compactación de sub-rasante

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Compactación de sub-rasante	m²	14,698.32	200.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Rodo (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 600.00	Q 600.00
	Subtotal de maquinaria			Q 600.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)				Q 880.00
Costo unitario directo				Q 4.40
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 0.53
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 0.44
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.22
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 0.44
Costo unitario total				Q 6.03
	Costo total			Q 88,630.87

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Presupuesto corte de balasto

Renglón	Unidad		Cantidad	Rendimiento	
Corte de balasto	m³		2,866.17	45.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo	
Encargado	día	1.00	Q 150.00	Q	150.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q	80.00
	Sub total mano de obra			Q	230.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo	
Excavadora (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 550.00	Q	550.00
	Subtotal de maquinaria			Q	550.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)				Q	780.00
Costo unitario directo				Q	17.33
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q	2.08
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q	1.73
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q	0.87
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q	1.73
Costo unitario total				Q	23.74
	Costo total			Q	68,042.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Presupuesto carga de balasto

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Carga de balasto	m³	2,866.17	50.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 150.00	Q 150.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 230.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Excavadora (incluye diesel + operador + renta)	hora	1.00	Q 550.00	Q 550.00
	Subtotal de maquinaria			Q 550.00
Total costo directo (material+mano de obra+maquinaria)				Q 780.00
Costo unitario directo				Q 15.60
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 1.87
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 1.56
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.78
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 1.56
Costo unitario total				Q 21.37
	Costo total			Q 61,250.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Presupuesto acarreo material balasto

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Acarreo material balasto	m³-km	16,127.71	125.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Lubricantes	galon	1.00	Q 77.50	Q 77.50
	Subtotal de material			Q 77.50
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	dia	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Chofer	dia	1.00	Q 100.00	Q 100.00
	Sub total mano de obra			Q 300.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Camión de volteo (incluye diesel+renta)	hora	1.00	Q 300.00	Q 300.00
	Subtotal de maquinaria			Q 300.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 677.50
Costo unitario directo				Q 5.42
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 0.65
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 0.54
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.27
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 0.54
Costo unitario total				Q 7.42
	Costo total			Q 119,667.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Presupuesto tendido de balasto

Renglón	Unidad		Cantidad	Rendimiento
Tendido de balasto	m²		12,437.04	150.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Tractor (incluye diesel + operador + renta)	hora	1.00	Q 450.00	Q 450.00
	Subtotal de maquinaria			Q 450.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 730.00
Costo unitario directo				Q 4.87
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 0.58
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 0.49
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.24
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 0.49
Costo unitario total				Q 6.67
	Costo total			Q 82,955.06

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Presupuesto conformación y compactación

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Conformación y compactación	m²	12,437.04	150.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Motoniveladora (incluye diesel + operador + renta)	hora	1.00	Q 500.00	Q 500.00
Camión de cisterna (incluye diesel + operador + renta)	hora	1.00	Q 300.00	Q 300.00
Vibrocompactador (incluye diesel + operador + renta)	hora	1.00	Q 600.00	Q 600.00
	Subtotal de maquinaria			Q 1,400.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 1,680.00
Costo unitario directo				Q 11.20
Impuestos 12 % (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 1.34
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 1.12
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.56
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 1.12
Costo unitario total				Q 15.34
	Costo total			Q 190,784.19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Presupuesto tubería de concreto 36" diámetro

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Tuberia de concreto 36" diámetro	m	12.00	1.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Tuberia de concreto 36" de diámetro	m	1.00	Q 620.23	Q 620.23
	Subtotal de material			Q 620.23
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Albañil	día	1.00	Q 150.00	Q 150.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 430.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Retroexcavadora (incluye diesel+operador + renta)	hora	1.00	Q 400.00	Q 400.00
Apisonadora manual (pata de cabra)	hora	1.00	Q 200.00	Q 200.00
	Subtotal de maquinaria			Q 600.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 1,650.23
Costo unitario directo				Q 1,650.23
Impuestos 12% (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 198.03
Gastos administrativos 10% (sobre los costos directos)				Q 165.02
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 82.51
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 165.02
Costo unitario total				Q 2,260.81
	Costo total			Q 27,129.72

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Presupuesto cabezal de entrada

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Cabezal de entrada	unidad	1.00	1.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Cemento UGC	saco	36.00	Q 76.00	Q 2,736.00
Arena de río	m³	2.03	Q 115.00	Q 233.45
Piedrin triturado	m³	2.54	Q 175.00	Q 444.50
Alambre de amarre	lb	10.00	Q 7.00	Q 70.00
Piedra bola	m³	9.30	Q 125.00	Q 1,162.50
Clavos	lb	10.00	Q 5.00	Q 50.00
Madera	pie tablar	405.00	Q 6.00	Q 2,430.00
	Subtotal de material			Q 7,126.45
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Albañil	día	1.00	Q 150.00	Q 150.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 430.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Mezcladora manual (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 300.00	Q 300.00
Vibrador (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 250.00	Q 250.00
	Subtotal de maquinaria			Q 550.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 8,106.45
Costo unitario directo				Q 8,107.45
Impuestos 12% (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 972.89
Gastos administrativos 10% (sobre los costos directos)				Q 810.75
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 405.37
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 810.75
Costo unitario total				Q 11,107.21
	Costo total			Q 11,107.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Presupuesto cabezal de salida

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Cabezal de salida	unidad	1.00	1.00	
Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Cemento UGC	saco	75.00	Q 76.00	Q 5,700.00
Arena de río	m³	4.20	Q 115.00	Q 483.00
Piedrin triturado	m³	5.27	Q 175.00	Q 922.25
Alambre de amarre	lb	15.00	Q 7.00	Q 105.00
Piedra bola	m³	19.21	Q 125.00	Q 2,401.25
Clavos	lb	20.00	Q 5.00	Q 100.00
Madera	pie tablar	846.00	Q 6.00	Q 5,076.00
	Subtotal de material			Q 14,787.50
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	dia	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Albañil	dia	1.00	Q 150.00	Q 150.00
Ayudante	dia	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 430.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Mezcladora manual (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 300.00	Q 300.00
Vibrador (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 250.00	Q 250.00
	Subtotal de maquinaria			Q 550.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 15,767.50
Costo unitario directo				Q 15,768.50
Impuestos 12% (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 1,892.22
Gastos administrativos 10% (sobre los costos directos)				Q 1,576.85
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 788.43
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 1,576.85
Costo unitario total				Q 21,602.85
	Costo total			Q 21,602.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Presupuesto cunetas naturales

Renglón	Unidad	Cantidad	Rendimiento	
Cunetas naturales	m	4,522.56	250.00	
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Encargado	día	1.00	Q 200.00	Q 200.00
Ayudante	día	1.00	Q 80.00	Q 80.00
	Sub total mano de obra			Q 280.00
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Motoniveladora (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 500.00	Q 500.00
Camion cisterna (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 300.00	Q 300.00
Vibrocompactador (incluye diesel+operador+renta)	hora	1.00	Q 600.00	Q 600.00
	Subtotal de maquinaria			Q 1,400.00
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 1,680.00
Costo unitario directo				Q 6.72
Impuestos 12% (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 0.81
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 0.67
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 0.34
Utilidades 10% (sobre los costos directos)				Q 0.67
Costo unitario total				Q 9.21
	Costo total			Q 41,652.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Presupuesto transporte de maquinaria

Renglón	Unidad		Cantidad	Rendimiento
Transporte de maquinaria	global		1.00	1.00
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
	Sub total mano de obra			Q -
Maquinaria	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo directo
Motoniveladora (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 2,400.00	Q 4,800.00
Excavadora (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 2,400.00	Q 4,800.00
Tractor (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 1,800.00	Q 3,600.00
Retroexcavadora (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 1,800.00	Q 3,600.00
Vibrocompactador (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 1,800.00	Q 3,600.00
Camion de volteo (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 806.00	Q 1,612.00
Camión de cisterna (incluye diesel+operador+renta)	viaje	2.00	Q 805.60	Q 1,611.20
	Subtotal de maquinaria			Q 23,623.20
Total costo directo (material+mano de obra)				Q 23,623.20
Costo unitario directo				Q 23,623.20
Impuestos 12% (IRS, IVA, ISO, sobre los costos directos)				Q 2,834.78
Gastos administrativos 10 % (sobre los costos directos)				Q 2,362.32
Imprevistos 5% (sobre los costos directos)				Q 1,181.16
Utilidades 10 % (sobre los costos directos)				Q 2,362.32
Costo unitario total				Q 32,363.78
	Costo total			Q 32,363.78

Fuente: Elaboración propia

3.9.2. Cronograma físico financiero

Se muestran el tiempo de ejecución de cada renglón de trabajo y el costo de cada uno. De esta manera se puede tener un porcentaje de avance de la obra conforme a un tiempo determinado.

Tabla 36. Cronograma físico financiero del proyecto carretera

Tabla 36. Cronograma físico financiero del proyecto carretera															
			Proyecto		Mejoramiento tramo carretero comprendido de quebrada la uva hacia aldea San Nicolás										
			Dirección		Aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa										
Cronograma de ejecución físico financiero															
	Renglón	Unidad	Cantidad	Mes 1			Mes 2			Mes 3			%	% Acum	Monto
1	Replanteo topográfico	km	2.26	Q		13,189.81							1.54	0.96	Q 13,189.81
2	Corte material no clasificado	m³	1,171.91	Q		22,195.98							2.58	3.54	Q 22,195.98
3	Conformación de sub-rasante	m²	14,698.32	Q		39,318.01	Q		39,318.01				9.15	12.69	Q 78,636.01
4	Compactación de sub-rasante	m²	14,698.32				Q		88,630.87				10.32	23.01	Q 88,630.87
5	Corte de balasto	m³	2,866.17				Q		51,032.16	Q		17,010.72	7.92	30.93	Q 68,042.88
6	Carga de balasto	m³	2,866.17				Q		40,833.37	Q		20,416.68	7.13	38.06	Q 61,250.05
7	Acarreo material balasto	m³-km	16,127.71				Q		79,778.41	Q		39,889.20	13.93	51.99	Q 119,667.61
8	Tendido de balasto	m²	12,437.04				Q		27,651.69	Q		55,303.37	9.65	61.64	Q 82,955.06
9	Conformación y compactación	m²	12,437.04				Q		63,594.73	Q		127,189.46	22.20	83.84	Q 190,784.19
10	Tubería de concreto 36" diámetro	m	12.00				Q		27,129.72				3.16	87.00	Q 27,129.72
11	Cabezal de entrada	unidad	1.00				Q		11,107.21				1.29	88.29	Q 11,107.21
12	Cabezal de salida	unidad	1.00				Q		21,602.85				2.52	90.81	Q 21,602.85
13	Cunetas naturales	m	4,522.56							Q		41,652.78	4.83	95.64	Q 41,652.78
14	Transporte de maquinaria	Global	1.00	Q		16,181.89				Q		16,181.89	3.79	99.43	Q 32,363.78
Costo por mes				Q		90,885.69	Q		450,679.02	Q		317,644.10	Costo total:		Q 859,208.80
% Avance mensual				10.58%			52.45%			36.97%			100.00%		
Fuente: Elaboración propia															

Fuente: Elaboración propia

3.10. Análisis socioeconómico

La evaluación se realiza con el fin de determinar el impacto económico en las personas de la comunidad beneficiada.

3.10.1. Valor presente neto (VPN)

Lawrence (2007)

Esta tasa, denominada con frecuencia tasa de descuento, rendimiento requerido, costo de capital o costo de oportunidad, es el rendimiento mínimo que debe ganar un proyecto para que el valor de mercado de la empresa permanezca sin cambios. (p. 357)

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale o no la pena realizarla, para no hacer así malas inversiones que provoquen una pérdida futura.

Cuando el VPN se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes: si el VPN es mayor que 0, acepta el proyecto; si el VPN es menor que 0, se rechaza el proyecto.

$$P=F*\left[\frac{1}{(1+Tin)^n-1}\right]$$

Donde:

P	=	valor presente (quetzales)
F	=	valor de pago futuro (quetzales)
Tin	=	tasa de interés (%)
n	=	período de tiempo (años)

El VPN dependerá siempre de las siguientes variables.

- Inversiones durante la operación: son las inversiones en reemplazo de activos, las nuevas inversiones por ampliación e incrementos en capital de trabajo.
- Flujos netos de efectivo: es la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión, esto significa tomar en cuenta el valor del dinero en función del tiempo.
- Tasa de descuento: es la diferencia expresada en términos porcentuales, entre el precio que se paga por un título y su valor nominal, siendo este último superior al primero y sujeto a ser rescatado en una fecha determinada. Esta refleja la oportunidad pérdida de gastar o invertir en el presente, por lo que también se le conoce como costo o tasa de oportunidad.
- Número de períodos que dure el proyecto: tiempo que durará la vida útil del proyecto.

El procedimiento a realizar es el siguiente: la municipalidad de Estandzuela, Zacapa invertirá Q 859,208.80, para la ejecución del

proyecto de mejoramiento de carretera. Para esto se emplearán los servicios de una cuadrilla de peones para el mantenimiento de la carretera con un sueldo de Q 1800.00 cada uno. El período de diseño es de 10 años.

Para efecto de cálculos, se asumió una cuadrilla para mantenimiento será de 5 personas, por lo que el cálculo se determinará de la siguiente forma

Tabla 37. **Calculo de VPN proyecto carretera**

	Operación	Resultado
Inversion inicial		Q859,208.80
Costos anuales	5*Q1,800*12 meses	Q108,000.00
Vida útil (años)		10

Fuente: Elaboración propia

Para este proyecto la tasa de interés deberá ser lo más baja posible, debido a que es un proyecto de carácter social, por lo que se utilizará una tasa del 6 % anual.

$$P=Q-859,208.80 -Q 108,000 * \left[\frac{1}{(1+0.06)^{10} - 1} \right] =Q - 752,191.05$$

El resultado es negativo, lo que indica que no es conveniente, no se recuperará el dinero invertido; pero como éste proyecto es de infraestructura social es conveniente la inversión, beneficiará a muchas familias y mejorará la calidad de vida de los habitantes, de la aldea San Nicolás, en su acceso y salida de la aldea.

3.10.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de rendimiento anual compuesta que la empresa ganará si invierte en el proyecto y percibe las entradas de efectivo esperadas.

Lawrence (2007)

Cuando la TIR se usa para tomar decisiones de aceptar o rechazar, los criterios de decisión son los siguientes: si la TIR es mayor que el costo del capital, aceptar el proyecto; Si la TIR es menor que el costo del capital, rechazar el proyecto (p. 359).

Estos criterios garantizan que la empresa gane por lo menos su rendimiento requerido. Este resultado debe aumentar el valor de mercado de la empresa y, por lo tanto, la riqueza de sus propietarios.

La ecuación para el cálculo del TIR es la siguiente:

$$\sum_{n=1}^t \frac{CF_t}{(1 + TIR)^n} = CF_0$$

Donde:

TIR	=	tasa interna de retorno (%)
CF_t	=	valor presente de sus entradas (quetzales)
CF_0	=	inversión inicial de un proyecto (quetzales)
n	=	período de tiempo (años)

3.11. Planos

Los planos del proyecto de mejoramiento de carretera aldea San Nicolás, consistirán de lo siguiente (ver apéndice B-3).

- Planta general
- Planta y perfil de carretera
- Secciones transversales

CONCLUSIONES

1. Con la planificación de los proyectos diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia y mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, se contribuye con el desarrollo de las comunidades antes mencionadas, que ayudará a cubrir necesidades básicas causadas a falta de infraestructura civil.
2. El diseño del proyecto de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa se presentó un modelo óptimo para la evacuación de aguas residuales que provienen de las residencias, este ofrece una solución económica que beneficiara a los 157 habitantes que viven en el lugar.
3. Se realizó el diseño para el mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, se determinó que el tipo de camino que más se adapta a las condiciones del lugar es el tipo "G", de acuerdo con las especificaciones de la dirección general de caminos. Permitiendo un ancho de calzada de 5.50 m, cunetas naturales de 0.50 m en ambos sentidos para una sección de 6.50 m. mejorando las condiciones de comodidad para el tránsito. Teniendo como fin el beneficio hacia las personas que residen en la aldea.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos a través de un profesional de Ingeniería Civil, para que se cumpla con todas las especificaciones y planos respectivos.
2. Tomar en cuenta las normas de ejecución del proyecto, con el fin que estos y otros proyectos cumplan con la vida útil para la cual fueron diseñados.
3. Organizar las cuadrillas de mantenimiento de la carretera, para garantizar el buen funcionamiento de la misma, dando limpieza a las alcantarillas y cunetas, ya que de estas depende la vida útil de la carretera.
4. Programar un plan de mantenimiento para el alcantarillado sanitario, sobre todo en época de verano, con el fin de evitar cualquier situación que pueda dañar el sistema, en época de invierno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*
2. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala.
Guatemala.
2. Dirección General de Caminos, (2001). *Especificaciones Generales para
Construcción de Carreteras y Puentes*. Guatemala.
3. Instituto de Fomento Municipal. (2001). *Normas Generales para Diseño
de Alcantarillados*. Guatemala.
4. José Roberto Sequén Esquite. (2006). *Diseño tramo carretero de
terracería caserío hacia Aldea Aroche y Diseño de puente vehicular
del Barrio El Llanito, Cuilapa, Santa Rosa*. (Trabajo de Graduación).
Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
5. Lawrence J . Gitman. (2007). *Principio de Administración Financiera*.
México.
6. Proyecto Gobernabilidad Local (2011). *Plan de desarrollo
municipal Estanzuela, Zacapa*
7. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
(INSIVUMEH). (2013). *Estación meteorología, La Fragua, Zacapa*

8. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). (2002). *Informe de Intensidad de Lluvia en Guatemala*.
9. National Engineering Handbook. (1972). *Sec. 4: Hydrology, USDA*.

APÉNDICES

Apéndice A: Sistema de alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia

A-1. Cálculos de alcantarillado sanitario

A-2. Ortofoto barrio Santa Cecilia

A-3. Planos del proyecto

No. de Plano	Descripción
1	Planta topográfica
2	Plano de dirección de flujo
3, 4, 5	Perfiles
6, 7	Detalle pozo de visita
8	Detalle candela domiciliar

Apéndice B: Mejoramiento tramo carretero San Nicolás

a. B-1. Cálculos de curvas horizontales

b. B-2. Ortofoto aldea San Nicolás

c. B-3. Recorrido de banco de material hacia carretera en reparación

d. B-4. Planos del proyecto

No. de plano	Descripción
1, 2, 3	Planta topográfica
4, 5, 6, 7, 8, 9	Planta y perfil de carretera
10 -18	Secciones transversales
19, 20	Detalle drenaje Transversal

A - 1. Cálculo de alcantarillado sanitario

Hoja de cálculo alcantarillado sanitario Barrio Santa Cecilia



Proyecto Dirección	Alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia Barrio Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa
-----------------------	---

De pz	A pz	Cota de terreno		D.H. m)	S % terreno	Vivienda		Habitantes futuros	Q. Máximo	Φ (plg)	Área de la tubería (m²)	S % tubería	Sección llena	
		inicio	final			futuras	acum						Vel. (m/s)	Q (l/s)
1	0	101.00	100	40.00	2.50	6	6	21	0.396	6	0.018	2.50	1.790	32.65
4	2	101.95	101.29	75.00	0.88	17	17	54	1.122	6	0.018	1.00	1.132	20.65
3	2	100.11	101.29	90.00	-1.31	17	17	54	1.122	6	0.018	0.50	0.801	14.61
5	2	100.63	101.29	55.28	-1.19	10	10	33	0.660	6	0.018	0.50	0.801	14.61
2	0	101.29	100.00	21.00	6.14	10	50	33	3.300	6	0.018	1.00	1.132	20.65
5	16	100.63	100.17	60.00	0.77	5	5	15	0.330	6	0.018	0.77	0.99	18.08
16	6	100.17	99.61	52.00	1.08	5	10	15	0.660	6	0.018	1.08	1.17	21.43
8	7	100.18	99.84	82.06	0.41	5	2	15	0.132	6	0.018	1.00	1.13	20.65
7	6	99.84	99.61	60.01	0.38	5	7	15	0.462	6	0.018	0.50	0.80	14.60
6	9	99.61	99.18	24.39	1.76	0	17	0	1.122	6	0.018	1.76	1.50	27.40
11	10	98.74	99.05	92.14	-0.34	10	10	33	0.660	6	0.018	0.50	0.80	14.60
10	9	99.05	99.18	24.38	-0.52	0	10	0	0.660	6	0.018	0.50	0.80	14.60
9	12	99.18	98.78	7.09	5.64	0	27	0	1.782	6	0.018	5.64	2.69	49.05
14	13	100.17	99.69	80.00	0.60	15	15	48	0.990	6	0.018	0.60	0.88	16.00
13	12	99.69	98.78	89.95	1.01	8	23	27	1.518	6	0.018	1.01	1.14	20.76
12	15	98.78	98.19	40.01	1.47	0	50	0	3.300	6	0.018	1.47	1.37	25.04

Fuente: Elaboración propia



Hoja de cálculo alcantarillado sanitario Barrio Santa Cecilia

Proyecto Dirección	Alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia Barrio Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa
-----------------------	---

De pz	A pz	Relación q/Q futura	Relación v/V futura	Relación d/D furura	Relación a/A furura	Vel. Diseño futura	Cotas invert		Altura		Volumen m³
							inicio	final	inicio	final	
1	0	0.01213	0.339580	0.077000	0.035423	0.61	99.80	98.83	1.20	1.17	37.92
4	2	0.05434	0.533517	0.158000	0.101413	0.60	100.75	100.01	1.20	1.28	74.40
3	2	0.07679	0.590864	0.187000	0.129302	0.47	98.91	98.47	1.20	2.82	144.72
5	2	0.04517	0.503961	0.144000	0.088650	0.40	99.43	99.16	1.20	2.13	73.63
2	0	0.15981	0.732083	0.270000	0.217838	0.83	98.44	98.24	2.85	1.76	38.72
5	16	0.01825	0.383103	0.093000	0.046781	0.38	99.43	98.98	1.20	1.19	57.38
16	6	0.03079	0.449964	0.120000	0.067972	0.53	98.95	98.40	1.22	1.21	50.52
8	7	0.00639	0.279709	0.057000	0.022703	0.32	98.98	98.17	1.20	1.67	94.16
7	6	0.03163	0.452307	0.121000	0.068801	0.36	98.141	97.85	1.70	1.76	83.08
6	9	0.04095	0.490877	0.138000	0.083333	0.74	97.817	97.41	1.79	1.77	34.76
11	10	0.04519	0.503961	0.144000	0.088650	0.40	97.54	97.08	1.20	1.97	116.82
10	9	0.04519	0.503961	0.144000	0.088650	0.40	97.05	96.94	2.00	2.24	41.38
9	12	0.03633	0.473014	0.130000	0.076393	1.27	96.91	96.57	2.27	2.21	12.70
14	13	0.06188	0.553851	0.168000	0.110818	0.49	98.97	98.50	1.20	1.19	76.49
13	12	0.07313	0.583240	0.183000	0.125347	0.66	98.47	97.57	1.22	1.21	87.32
12	15	0.13178	0.692621	0.245000	0.190006	0.95	96.545	95.97	2.24	2.22	71.28

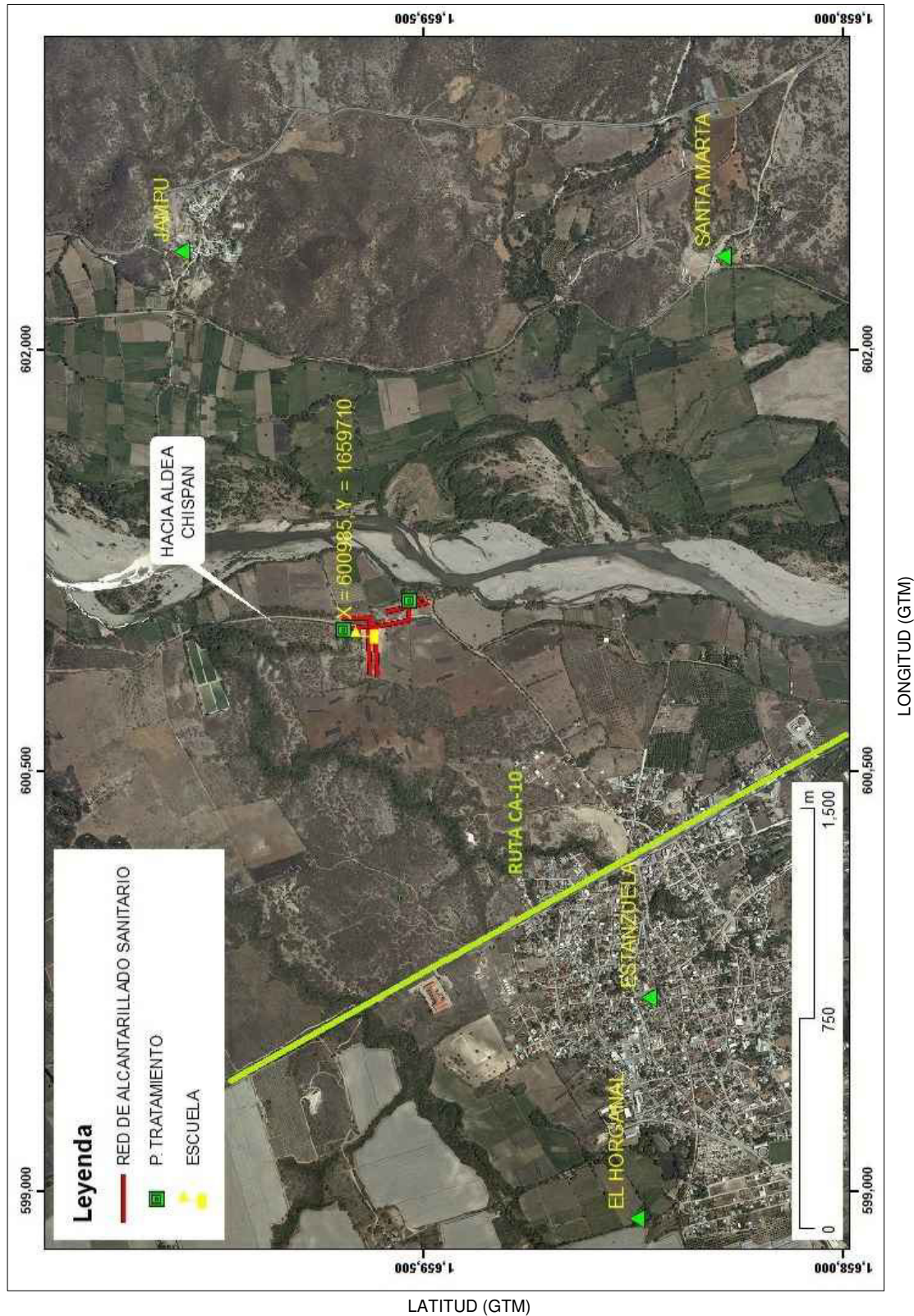
Fuente: Elaboración propia

A-2. Ortofoto barrio Santa Cecilia



Fuente: Elaboración propia

A-3. Planos del proyecto



Proyecto:

Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia

Departamento: Zacapa

Municipio: Estanduela

Barrio: Santa Cecilia

Contenido: Plano de localización

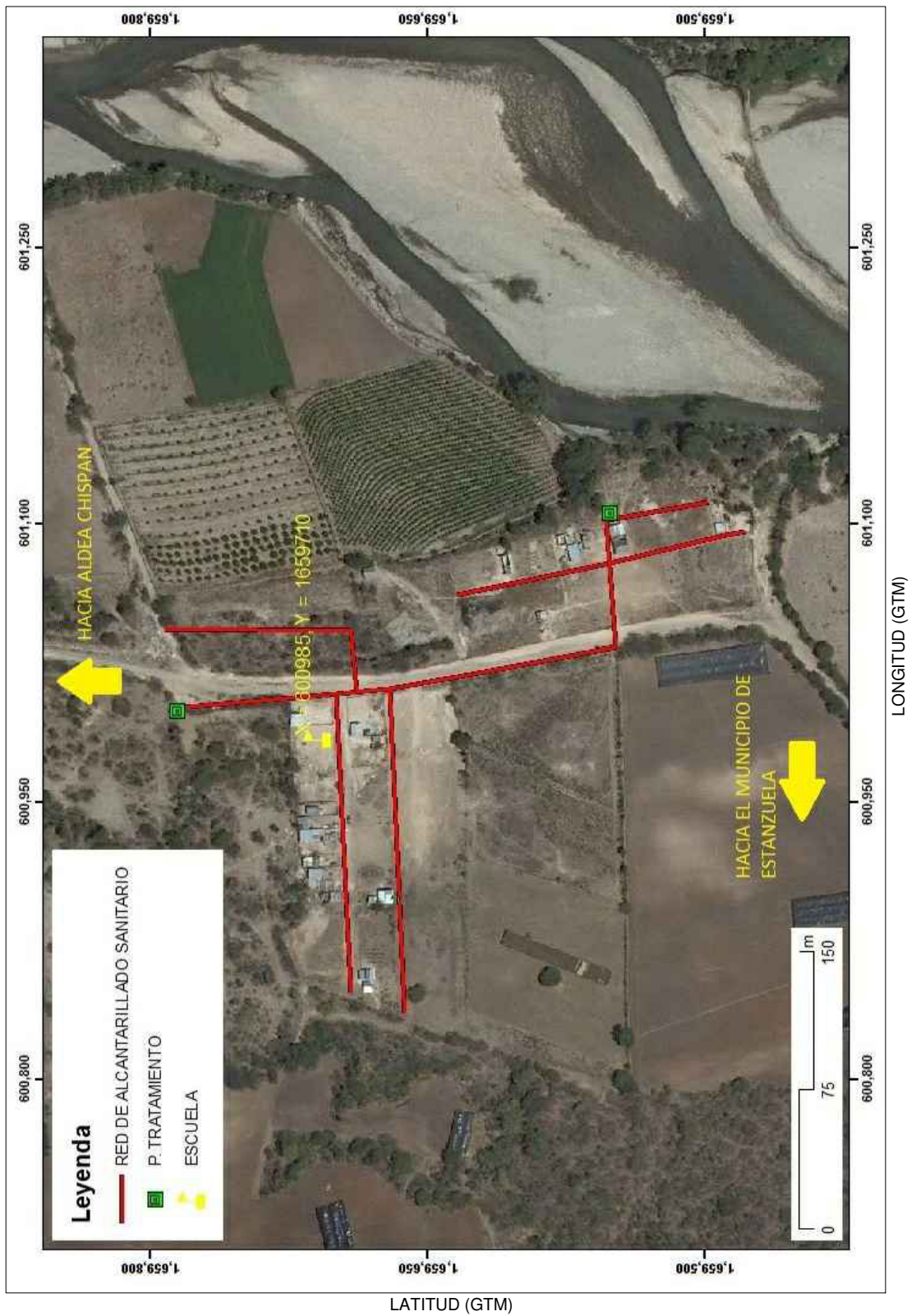
Escala: Indicada

Fecha: 2016

Diseño: Raul Rosal

HOJA No:

1
10



Proyecto:

Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia

Departamento: Zacapa

Municipio: Estandueza

Barrio: Santa Cecilia

Contenido: Plano de ubicación

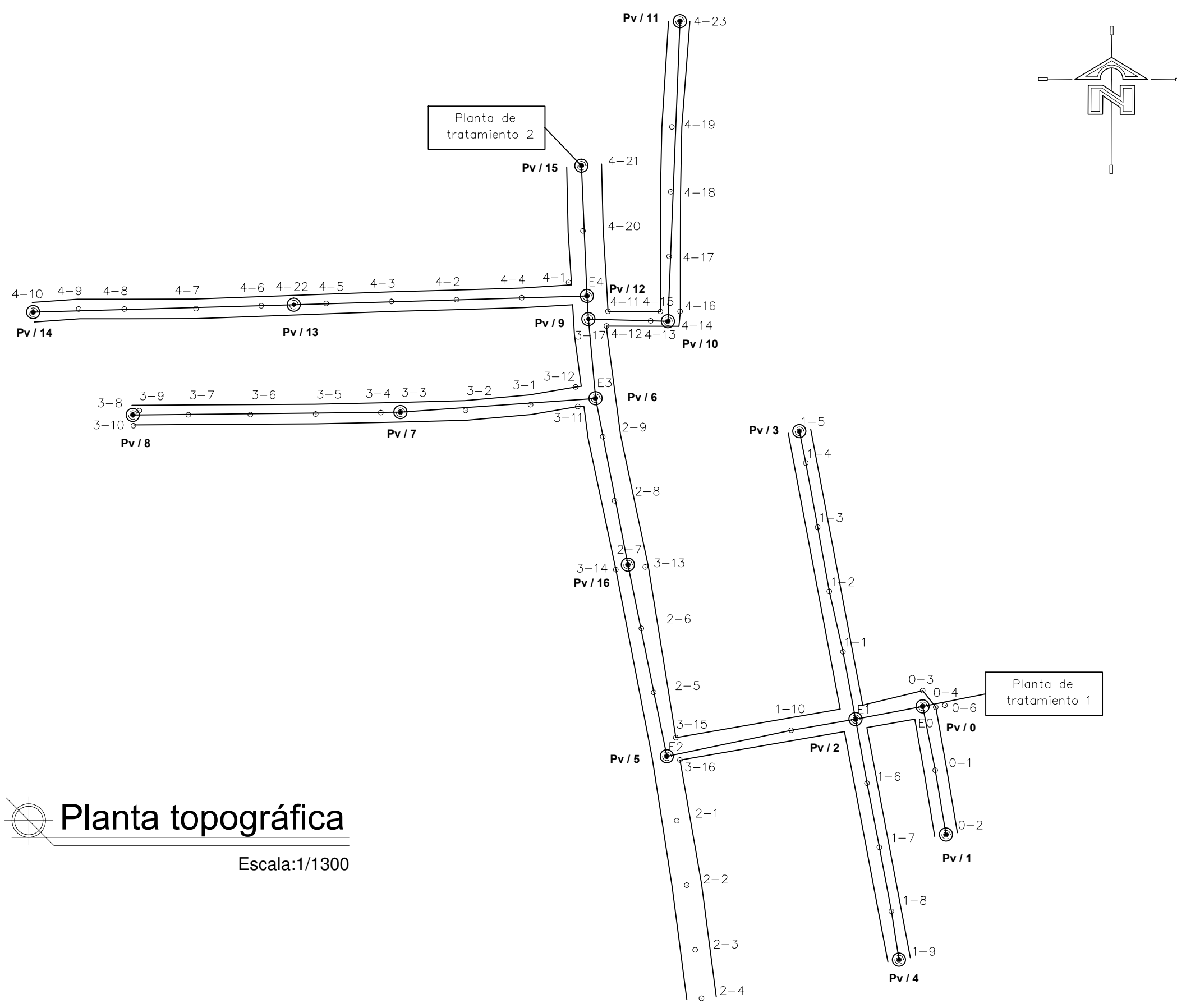
Escala: Indicada

Fecha: 2016

Diseño: Raul Rosal

HOJA No:

2
10



PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)	COTA (m)	OBSERVACIONES
E0			100	Pz. 0
0-1	168 54 55	20.00	100.1	
0-2	169 42 50	40.00	101	Pz. 1
0-3	36 40 0	4.84	99.59	
0-4	94 4 40	4.00	99.57	
0-5	87 30 5	6.80	99.21	
E1	-101 12 25	21.00	101.29	Pz. 2
1-1	-11 27 20	21.00	101.17	
1-2	-12 25 55	40.00	100.56	
1-3	-12 51 50	60.00	100.26	
1-4	-12 59 40	80.00	100.12	
1-5	-12 58 15	90.00	100.11	Pz. 3
1-6	169 44 40	20.00	101.3	
1-7	169 24 0	40.00	101.65	
1-8	169 24 0	60.00	101.9	
1-9	169 44 15	75.00	101.95	Pz. 4
1-10	-100 9 55	20.00	101.67	
E2	-102 51 50	59.00	100.59	Pz. 5
2-1	171 16 15	20.00	100.63	
2-2	171 12 55	40.00	100.7	
2-3	171 38 40	60.00	100.81	
2-4	171 51 40	75.00	100.94	
2-5	-12 28 20	20.00	100.45	
2-6	-12 41 35	40.00	100.35	
2-7	-12 31 40	60.00	100.17	Pz. 16
2-8	-12 27 15	80.00	99.99	
2-9	-12 40 10	100.00	99.81	
E3	-12 43 5	112.00	99.61	Pz. 6
3-1	-96 21 35	20.00	99.68	
3-2	-96 38 25	40.00	99.79	
3-3	-95 56 20	60.00	99.84	Pz. 7
3-4	-94 10 25	66.00	99.89	
3-5	-94 46 0	86.00	99.98	
3-6	-93 17 53	106.00	100.03	
3-7	-93 40 40	125.00	100.01	
3-8	-93 55 55	142.00	100.18	Pz. 8
3-9	-92 26 25	140.00	100.12	
3-10	-94 36 35	142.00	100.19	
3-11	-115 12 20	6.00	99.53	
3-12	-61 53 35	7.00	99.42	
3-13	163 32 10	54.00	100.36	
3-14	173 13 5	53.00	100.1	
3-15	166 41 0	107.00	100.68	
3-16	166 52 45	114.00	100.59	
3-17	-5 17 8	24.39	99.18	Pz. 9
E4	-5 16 5	31.50	98.78	Pz. 12
4-1	-54 10 0	7.00	98.91	
4-2	-92 20 35	40.00	99.45	
4-3	-92 22 10	60.00	99.53	
4-4	-92 24 5	20.00	99.37	
4-5	-92 20 40	80.00	100.01	
4-6	-92 15 10	100.00	99.37	
4-7	-92 7 55	120.00	99.07	
4-8	-92 22 50	142.00	99.58	
4-9	-92 31 45	156.00	99.93	
4-10	-92 19 50	170.00	100.17	Pz. 14
4-11	126 17 40	8.00	99.22	
4-12	147 1 35	11.00	99.15	
4-13	111 20 20	21.00	99.04	
4-14	107 21 45	26.00	99.05	Pz. 10
4-15	102 0 50	23.00	98.96	
4-16	99 30 25	29.00	98.96	
4-17	64 20 40	27.98	98.93	
4-18	38 47 5	41.00	98.87	
4-19	26 39 55	58.00	98.85	
4-20	-4 26 20	20.00	98.47	
4-21	-3 31 0	40.00	98.19	Pz. 15
4-22	92 17 10	89.95	99.69	Pz. 13
4-23	18 41 45	92.14	98.74	Pz. 11

Planta topográfica
Escala:1/1300

CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI)
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:
Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia

Comunidad:
Barrio Santa Cecilia Estanzuela, Zacapa

Contenido:
Planta topográfica

Hoja No.
310

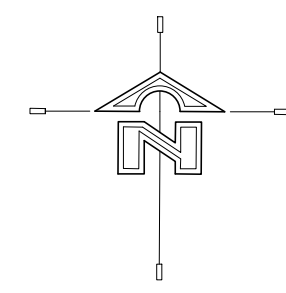
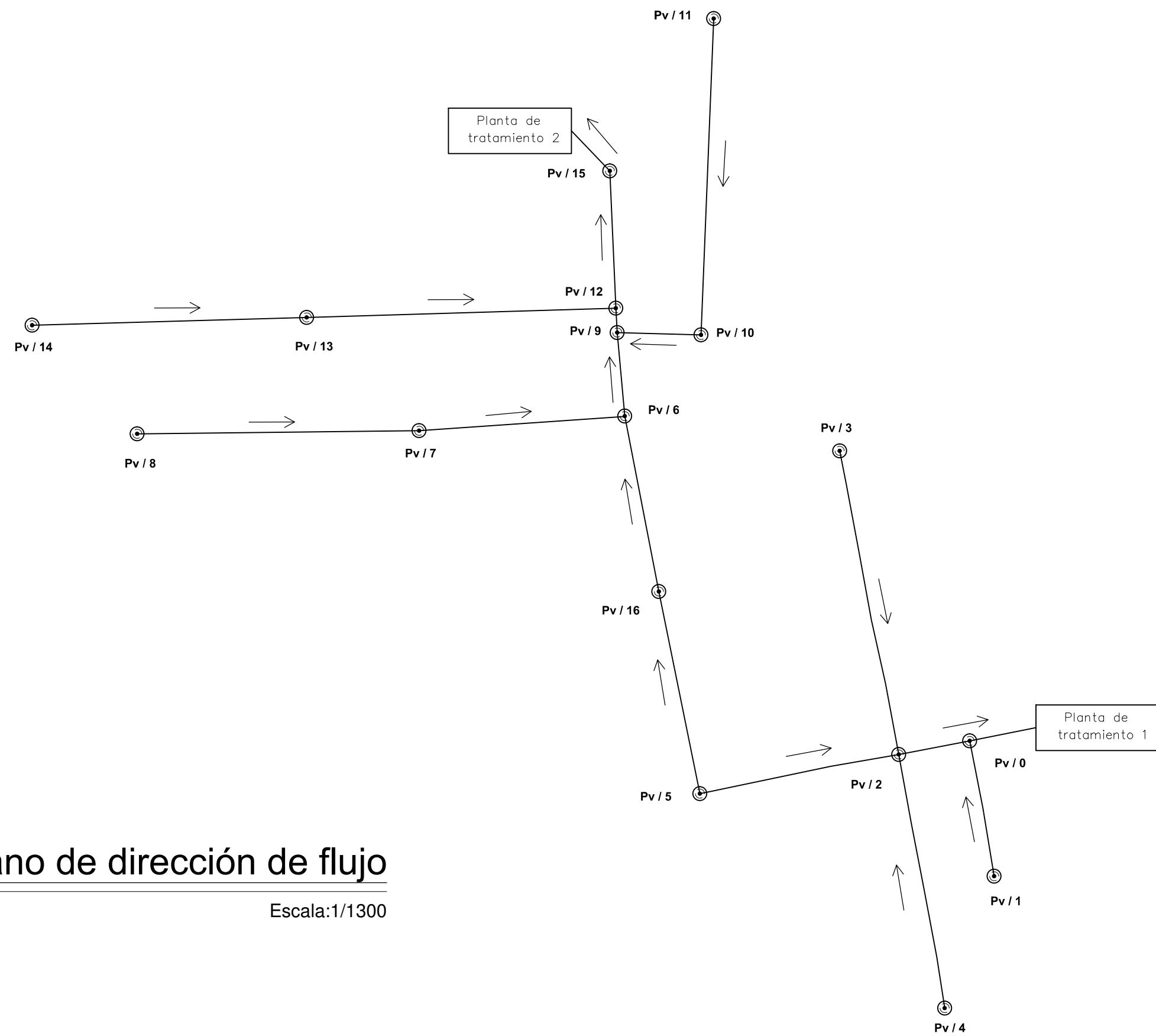
Diseño:
Raul Emilio Rosal

Escala:
Indicada

Fecha:
Mayo 2016

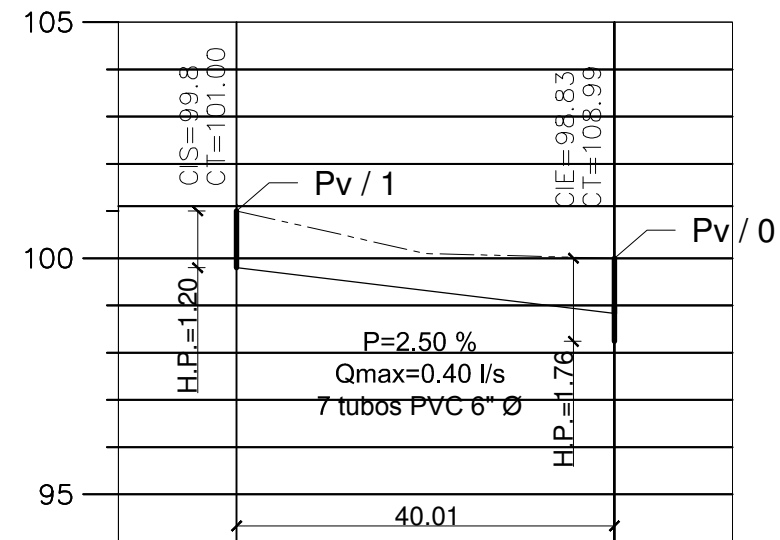
Planificador

Vo.Bo.



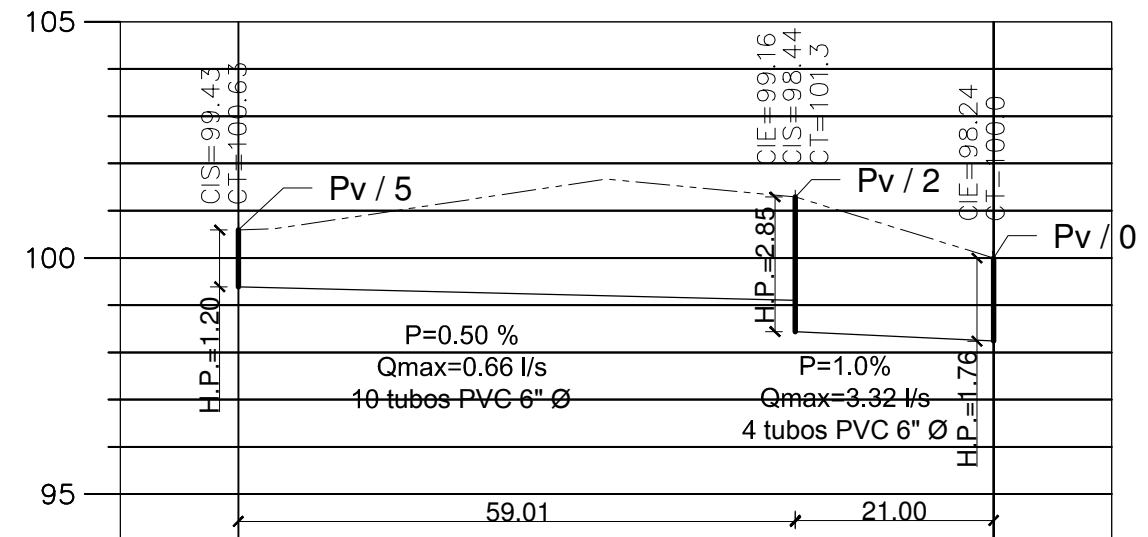
 **Plano de dirección de flujo**
Escala:1/1300

		CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI) CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
Proyecto: Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia		Comunidad: Barrio Santa Cecilia Estanzuela, Zacapa	
Contenido: Plano de dirección de flujo		Hoja No. 4 10	
Diseño: Raul Emilio Rosal	Escala: Indicada	Fecha: Mayo 2016	
Planificador		Vo.Bo.	



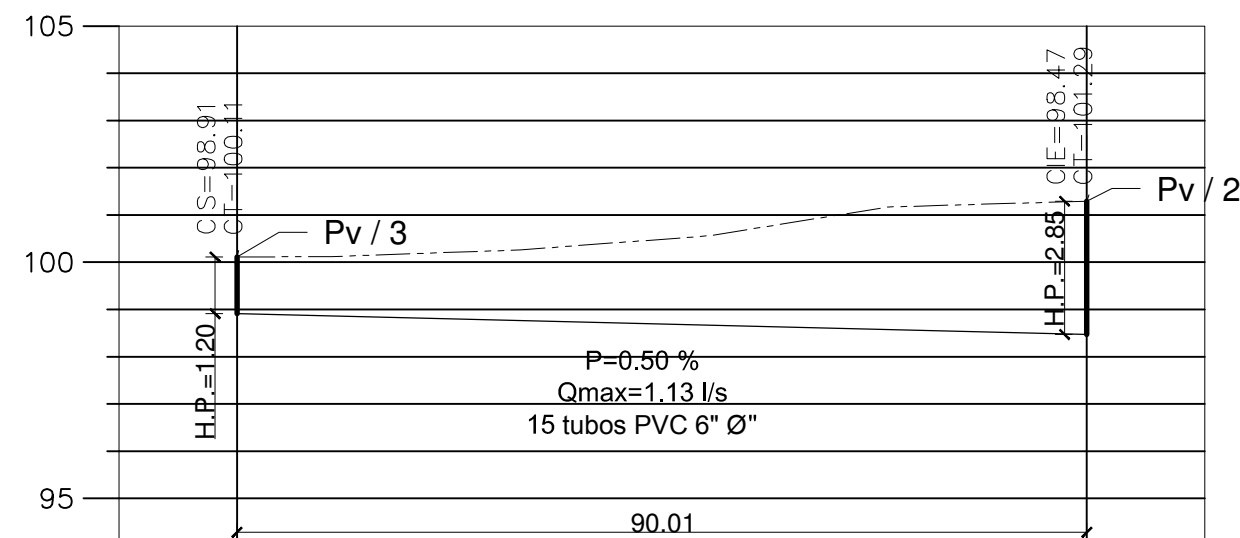
Perfil pozo 1 a 0

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 5 a 0

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 3 a 2

E.H:1/1000
E.V:1/200

Nota:

CT = Cota de terreno
CIE = Cota invert de entrada
CIS = Cota invert de salida
H.P.= Altura del pozo

Todas las medidas estan dadas en metros,
a menos que se indique lo contrario.



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE (CUNORI)**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:
Diseño de alcantarillado sanitario para el
barrio Santa Cecilia

Comunidad:
Barrio Santa Cecilia
Estanzuela, Zacapa

Contenido:
Perfiles

Hoja No.

5
10

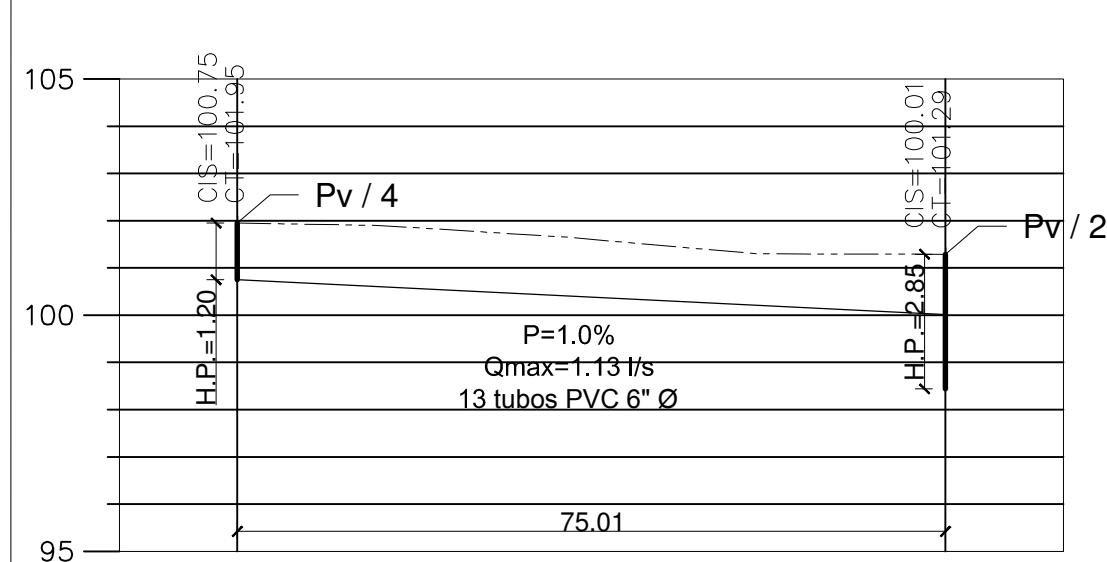
Diseño:
Raul Emilio Rosal

Escala:
Indicada

Fecha:
Mayo 2016

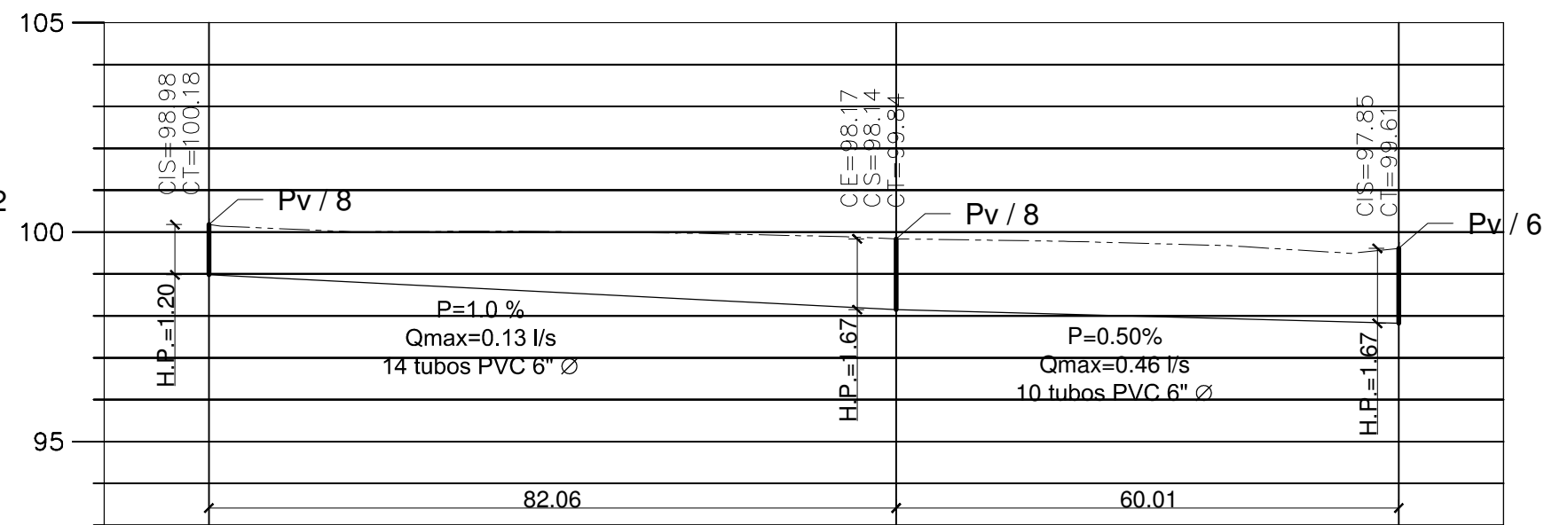
Planificador

Vo.Bo.



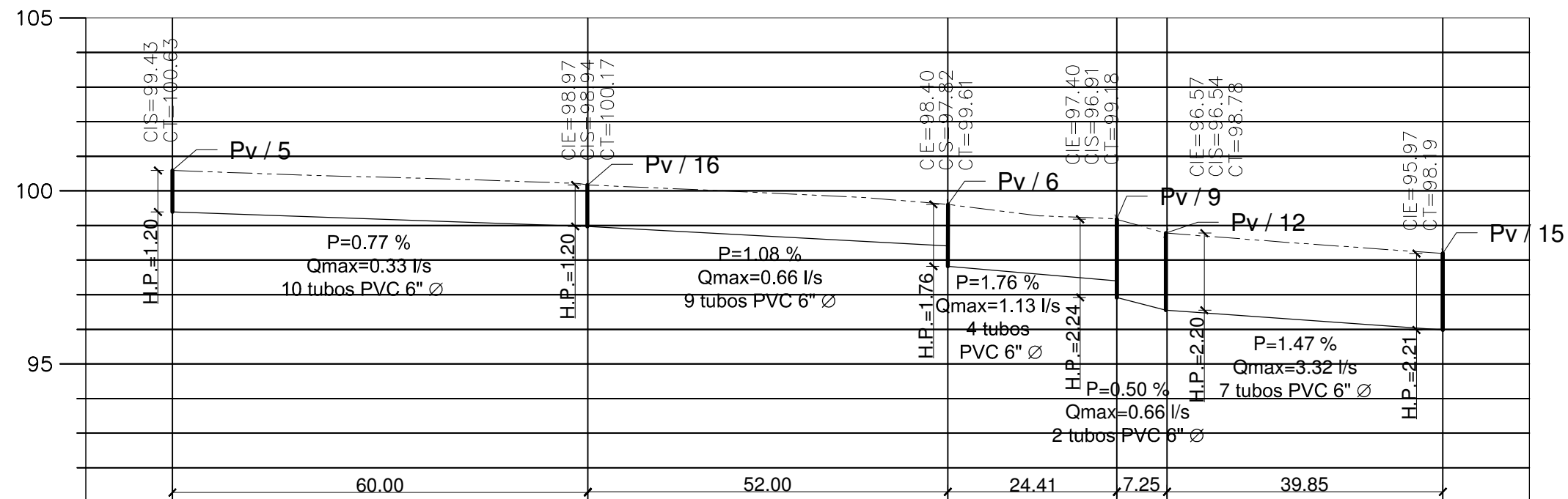
Perfil pozo 4 a 2

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 8 a 6

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 5 a 15

E.H:1/1000
E.V:1/200

Nota:

CT = Cota de terreno
CIE = Cota invert de entrada
CIS = Cota invert de salida
H.P.= Altura del pozo

Todas las medidas estan dadas en metros,
a menos que se indique lo contrario.



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE (CUNORI)**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:
Diseño de alcantarillado sanitario para el
barrio Santa Cecilia

Comunidad:
Barrio Santa Cecilia
Estanzuela, Zacapa

Contenido:
Perfiles

Hoja No.
6

Diseño:
Raul Emilio Rosal

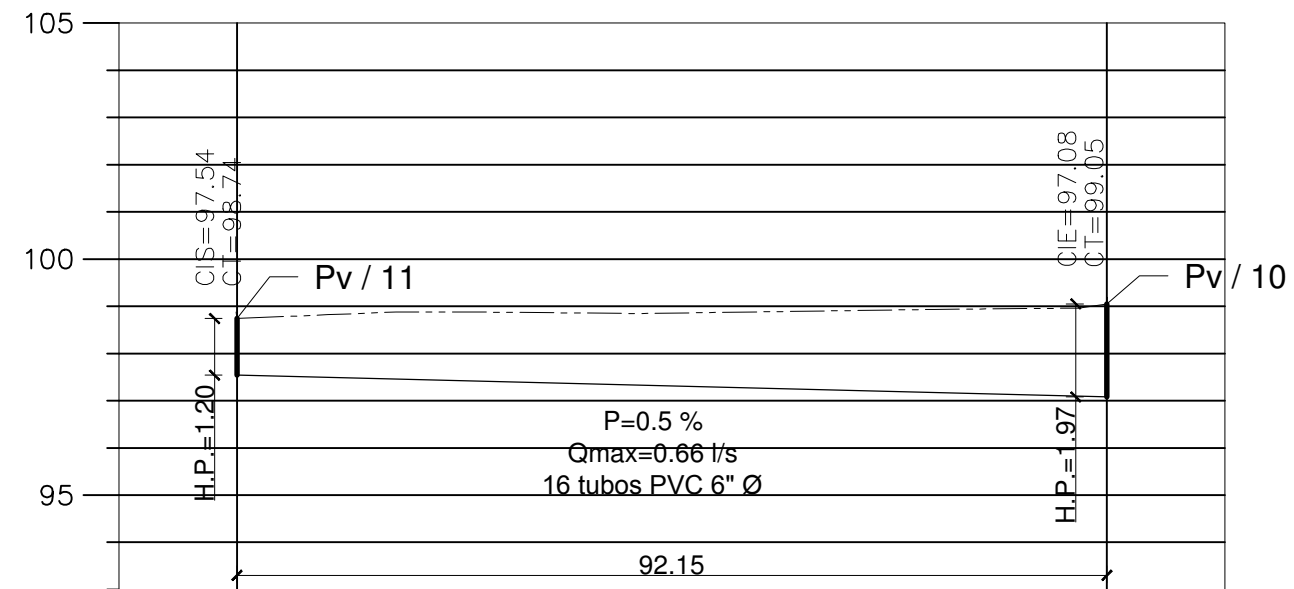
Escala:
Indicada

Fecha:
Mayo 2016

10

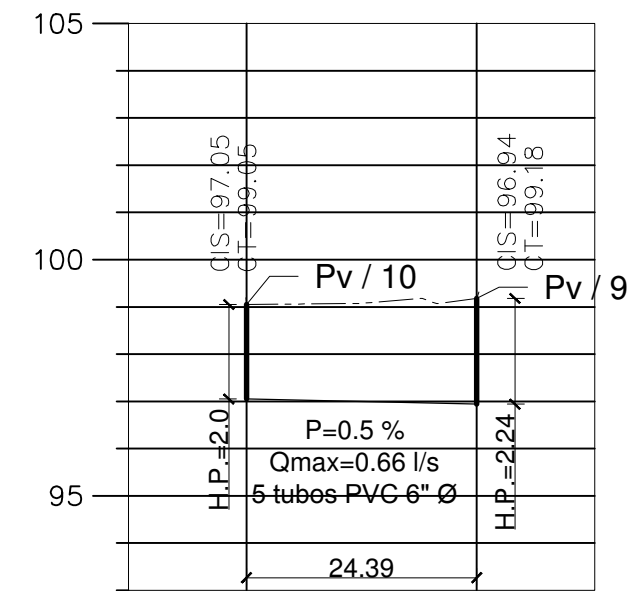
Planificador

Vo.Bo.



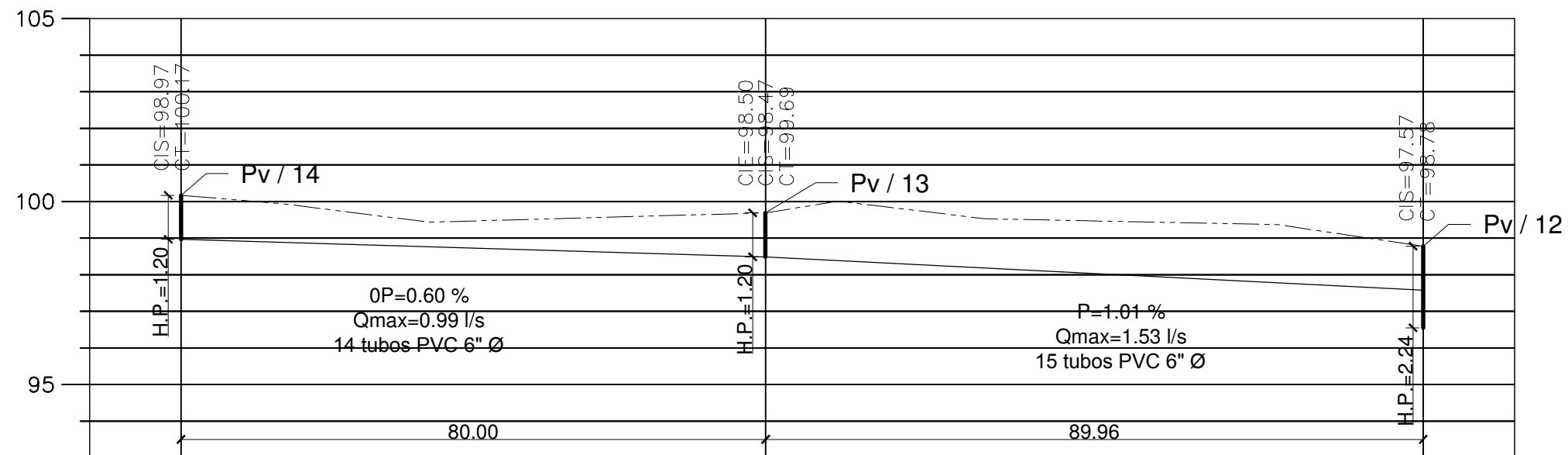
Perfil pozo 11 a 10

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 10 a 9

E.H:1/1000
E.V:1/200



Perfil pozo 14 a 12

E.H:1/1000
E.V:1/200

Nota:

CT = Cota de terreno
CIE = Cota invert de entrada
CIS = Cota invert de salida
H.P.= Altura del pozo

Todas las medidas estan dadas en metros,
a menos que se indique lo contrario.



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE (CUNORI)**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:
Diseño de alcantarillado sanitario para el
barrio Santa Cecilia

Comunidad:
Barrio Santa Cecilia
Estanzuela, Zacapa

Contenido:
Perfiles

Hoja No.
7
10

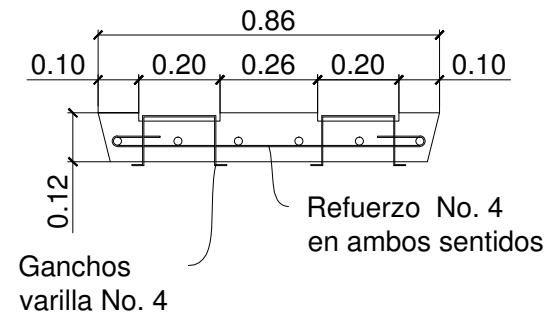
Diseño:
Raul Emilio Rosal

Escala:
Indicada

Fecha:
Mayo 2016

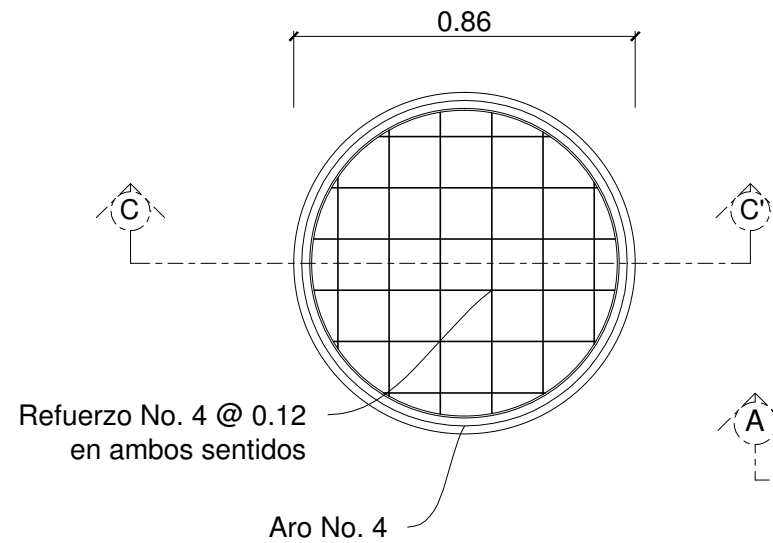
Planificador

Vo.Bo.



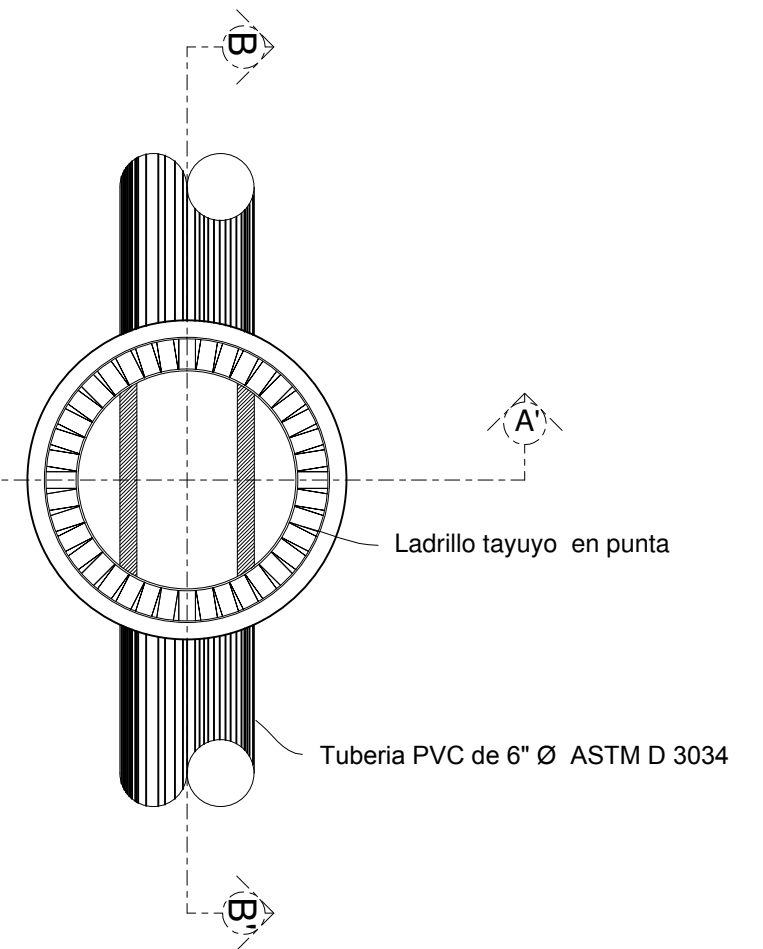
Sección C - C' tapadera de pozo

Escala:1/25



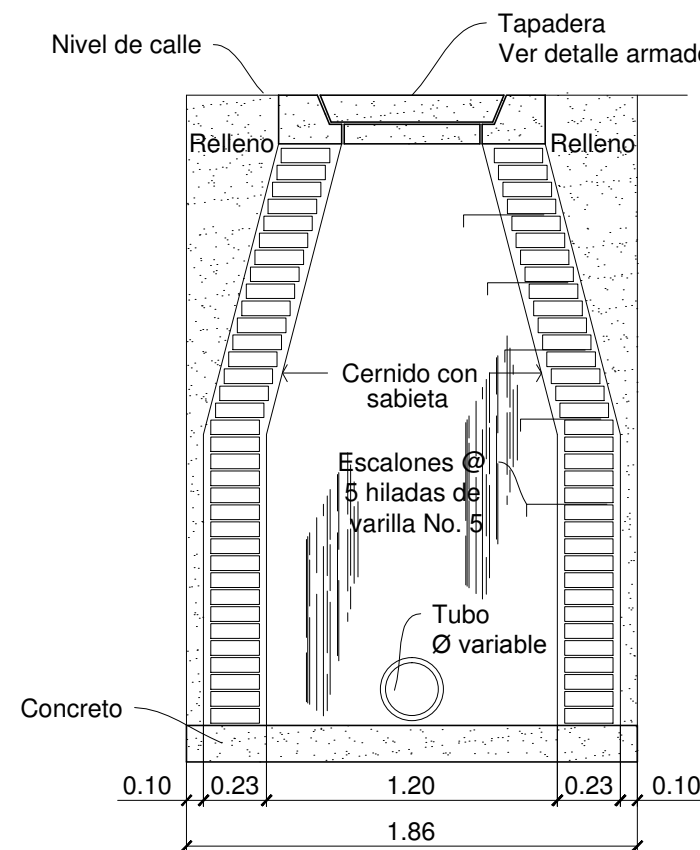
Planta tapadera de pozo

Escala:1/25



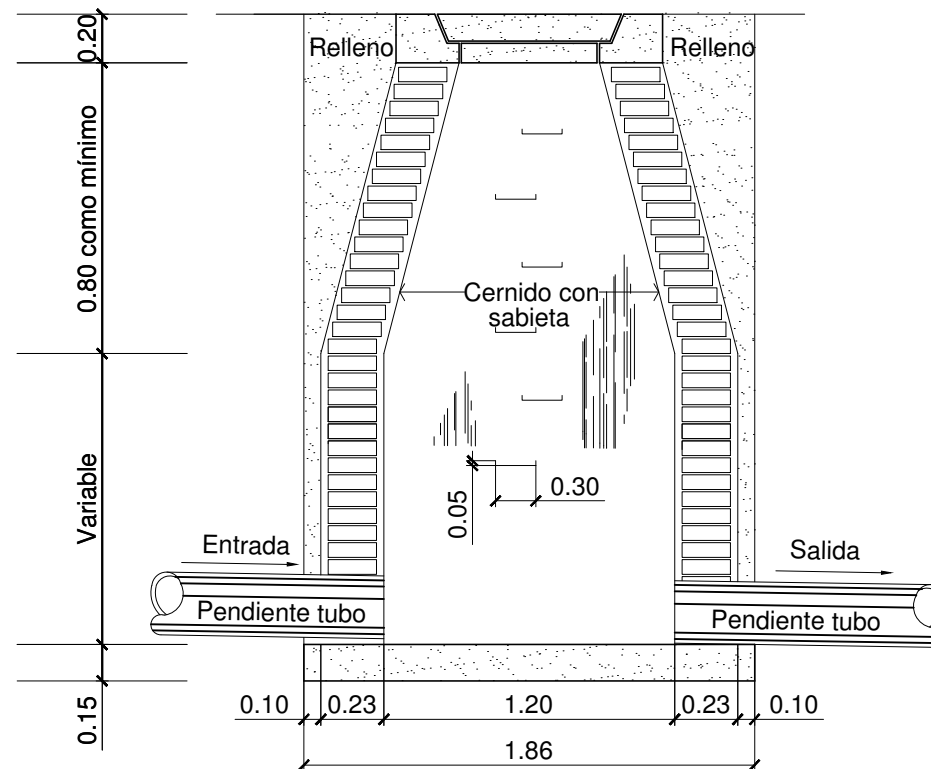
Planta pozo

Escala:1/50



Sección A - A', pozo de visita

Escala:1/50



Sección B - B', pozo de visita

Escala:1/50

Observaciones:

$F_y = 2810 \text{ kg / cm}^2$ grado 40 legítimo

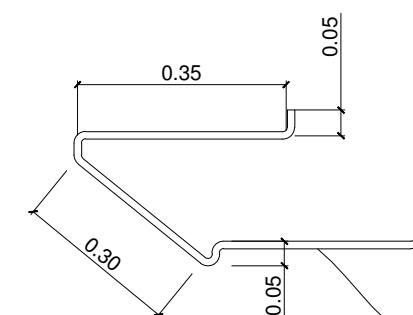
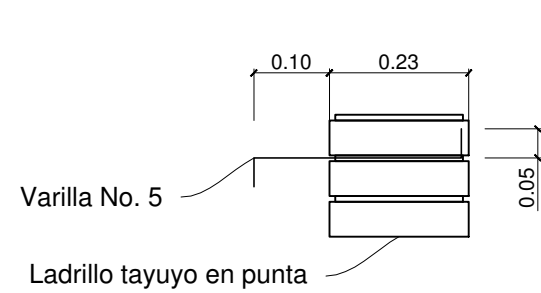
$F'_c = 3000 \text{ PSI}$ proporción 1 : 2 : 2
equivale a 9.8 bolsa de cemento, 0.55 metro cúbicos de piedrín y 0.55 metros cúbicos de arena

Proporción de sabieta 1 : 3 equivalente a 12 bolsa de cemento 1.33 metros cubicos de arena.

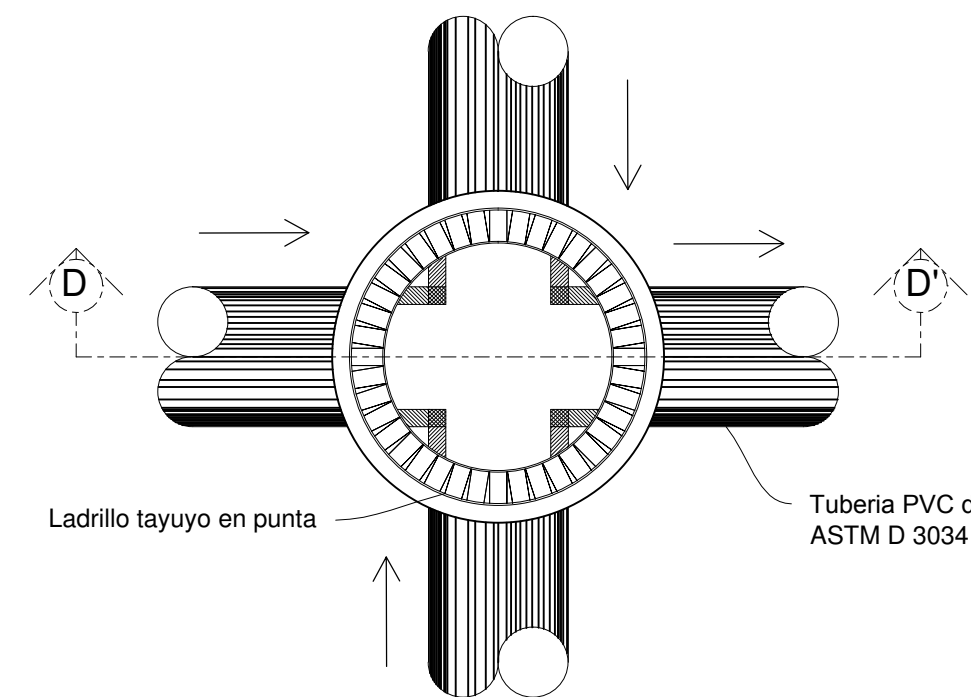
Mortero para pegar ladrillo : 1: 1 1/2 :
equivale a 1 saco de cemento, 9 sacos de cal 1 metro cubico de arena.

Nota: Todas las medidas estan dadas en metros, a menos que se indique lo contrario.

		CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI) CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
Proyecto: Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia		Comunidad: Barrio Santa Cecilia Estanduela, Zacapa	
Contenido: Detalle pozo de visita		Hoja No. 8 / 10	
Diseño: Raul Emilio Rosal	Escala: Indicada	Fecha: Mayo 2016	
Planificador		Vo.Bo.	



Detalle de escalón
Escala:1/10



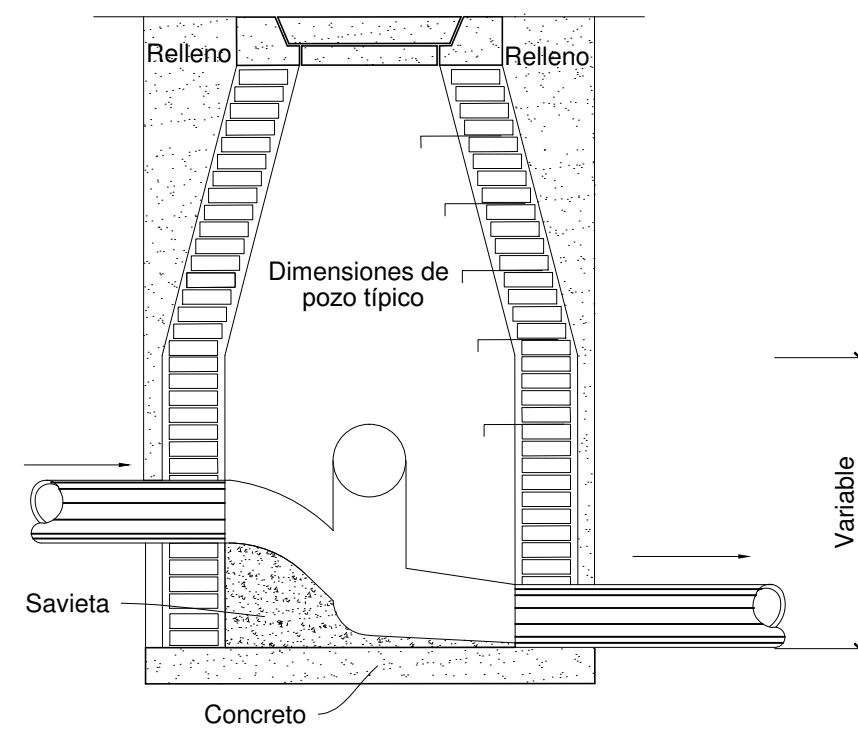
Observaciones:

$F_y = 2810 \text{ kg / cm}^2$ grado 40 legítimo

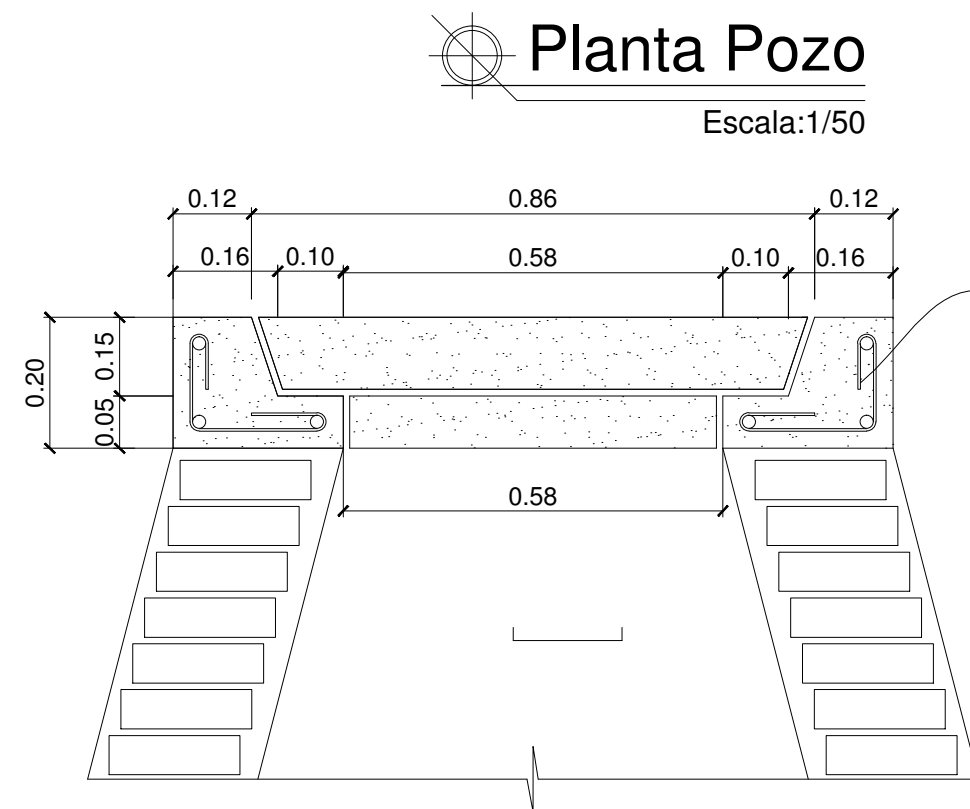
$F'_c = 3000 \text{ PSI}$ proporción 1 : 2 : 2
equivale a 9.8 bolsa de cemento, 0.55 metro cúbicos de pedrín y 0.55 metros cúbicos de arena

Proporción de sabieta 1 : 3 equivalente a 12 bolsa de cemento 1.33 metros cubicos de arena.

Mortero para pegar ladrillo : 1: 1 1/2 :
equivale a 1 saco de cemento, 9 sacos de cal 1 metro cubico de arena.



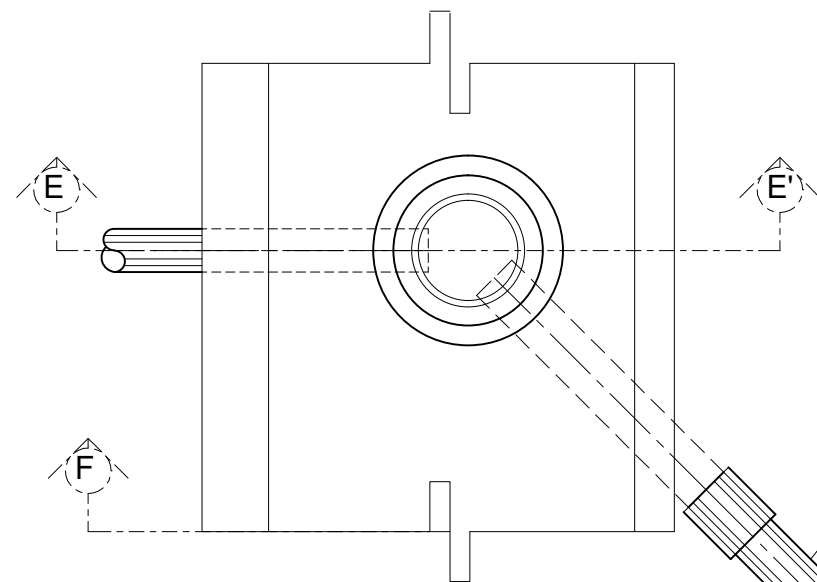
Sección D - D', pozo con 3 entradas
Escala:1/50



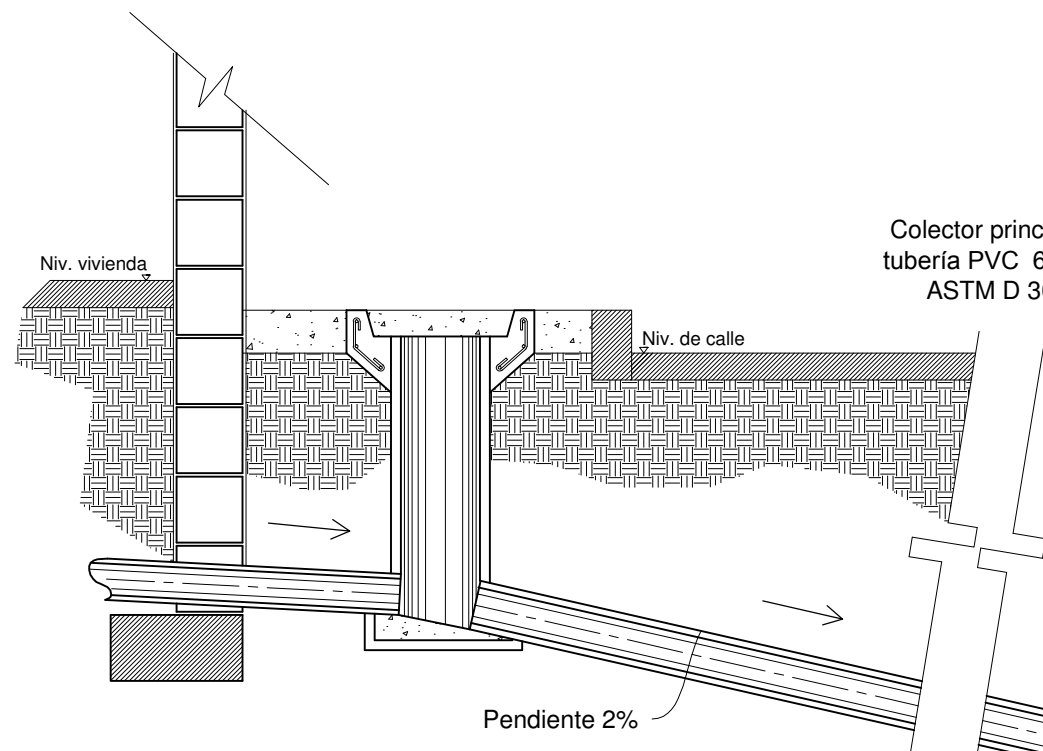
Detalle armado de brocal
Escala:1/25

Nota: Todas las medidas estan dadas en metros, a menos que se indique lo contrario.

		CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE (CUNORI) CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
Proyecto: Diseño de alcantarillado sanitario para el barrio Santa Cecilia		Comunidad: Barrio Santa Cecilia Estanzuela, Zacapa	
Contenido: Detalle pozo de visita		Hoja No. 9 / 10	
Diseño: Raul Emilio Rosal	Escala: Indicada	Fecha: Mayo 2016	
Planificador		Vo.Bo.	



Planta candela domiciliar
Escala 1:100



Sección F - F'
Escala 1:100

Tubería PVC 4" Ø
ASTM D 3034

Silleta tee 4" x 6" Ø

Colector principal
tubería PVC 6" Ø
ASTM D 3034

Refuerzo No. 3 @ 0.13
en ambos sentidos

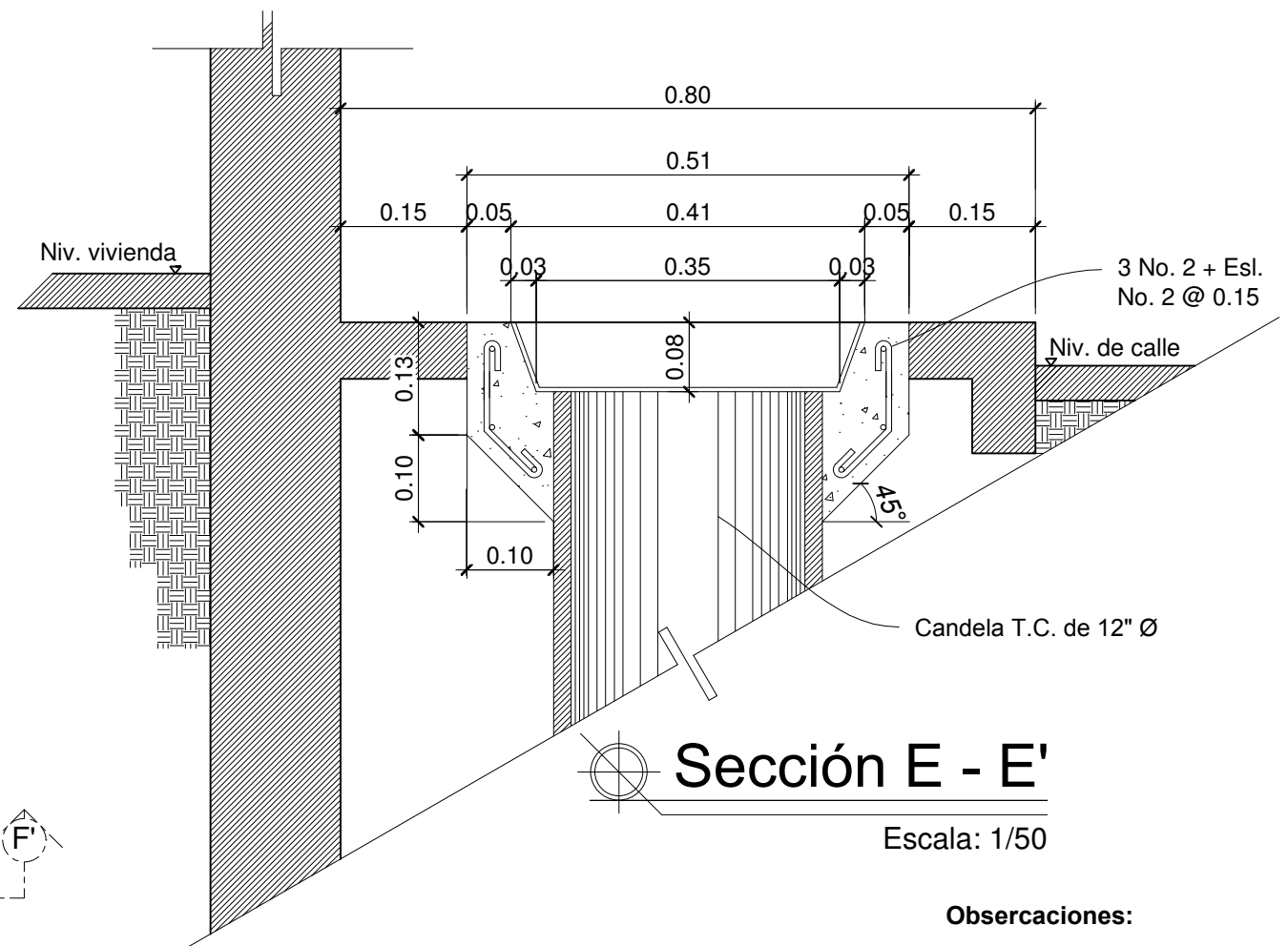
Tubería PVC 4" Ø
ASTM D 3034

Silleta tee 4" x 6" Ø

Colector principal
tubería PVC 6" Ø
ASTM D 3034

Detalle de Tapadera

Escala: 1/50



Sección E - E'
Escala: 1/50

Observaciones:

$F_y = 2810 \text{ kg} / \text{cm}^2$ grado 40 legítimo

$F'_c = 3000 \text{ PSI}$ proporción 1 : 2 : 2
equivale a 9.8 bolsa de cemento, 0.55
metro cúbicos de pedrín y 0.55 metros
cúbicos de arena

Proporción de sabieta 1 : 3 equivalente
a 12 bolsa de cemento 1.33 metros
cúbicos de arena.

Mortero para pegar ladrillo : 1: 1 1/2 :
equivale a 1 saco de cemento, 9 sacos
de cal 1 metro cubico de arena.



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE (CUNORI)**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto:
Diseño de alcantarillado sanitario para el
barrio Santa Cecilia

Comunidad:
Barrio Santa Cecilia
Estanzuela, Zacapa

Contenido:
Detalle candela domiciliar

Hoja No.

10
10

Diseño:
Raul Emilio Rosal

Escala:
Indicada

Fecha:
Mayo 2016

Nota: Todas las medidas estan dadas en
metros, a menos que se indique lo
contrario.



Cálculo de curvas horizontales carretera San Nicolás

Proyecto	Mejoramiento tramo carretero comprendido desde
Ubicación	quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolás

Curva no.	Δ	PI	G	$\Delta/2$	R	Lc	St	E	OM	CM	Pc	Pt	TANGENTE
1	29	279.92	60	14.5	19.10	30.32	15.49	1.97	1.90	29.99	264.43	294.75	
2	32	345.82	60	16.1	19.10	33.72	17.32	2.45	2.35	33.28	327.84	361.56	33.09
3	78	838.5	100	39.1	11.46	136.33	81.14	28.78	22.35	126.01	755.78	892.11	394.22
4	38	1138.22	160	18.9	7.16	105.47	54.73	9.10	8.61	103.57	1055.96	1161.43	163.85
5	34	1305.7	70	17	16.37	41.53	21.39	3.20	3.06	40.92	1252.79	1294.31	91.35
6	17	1394.09	90	8.35	12.73	26.23	13.21	0.96	0.95	26.14	1348.10	1374.33	53.79
7	26	1500.44	140	13.2	8.19	64.70	32.94	3.82	3.72	64.13	1434.53	1499.23	60.20
8	21	1718.15	40	10.6	28.65	14.81	7.49	0.70	0.68	14.72	1676.52	1691.32	177.28
9	25	1744.38	40	12.6	28.65	17.62	8.96	0.99	0.97	17.48	1701.11	1718.73	9.78

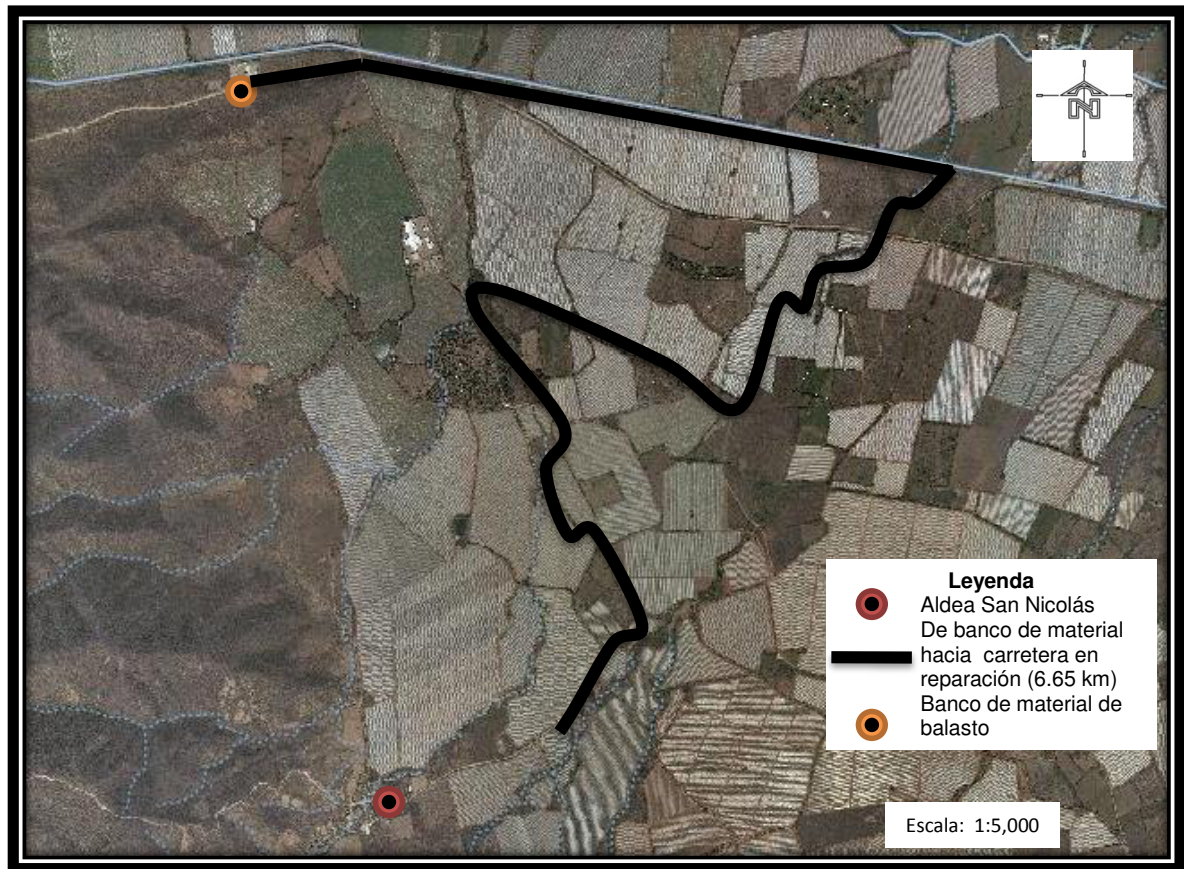
Fuente: Elaboración propia

B-2. Ortofoto aldea San Nicolás



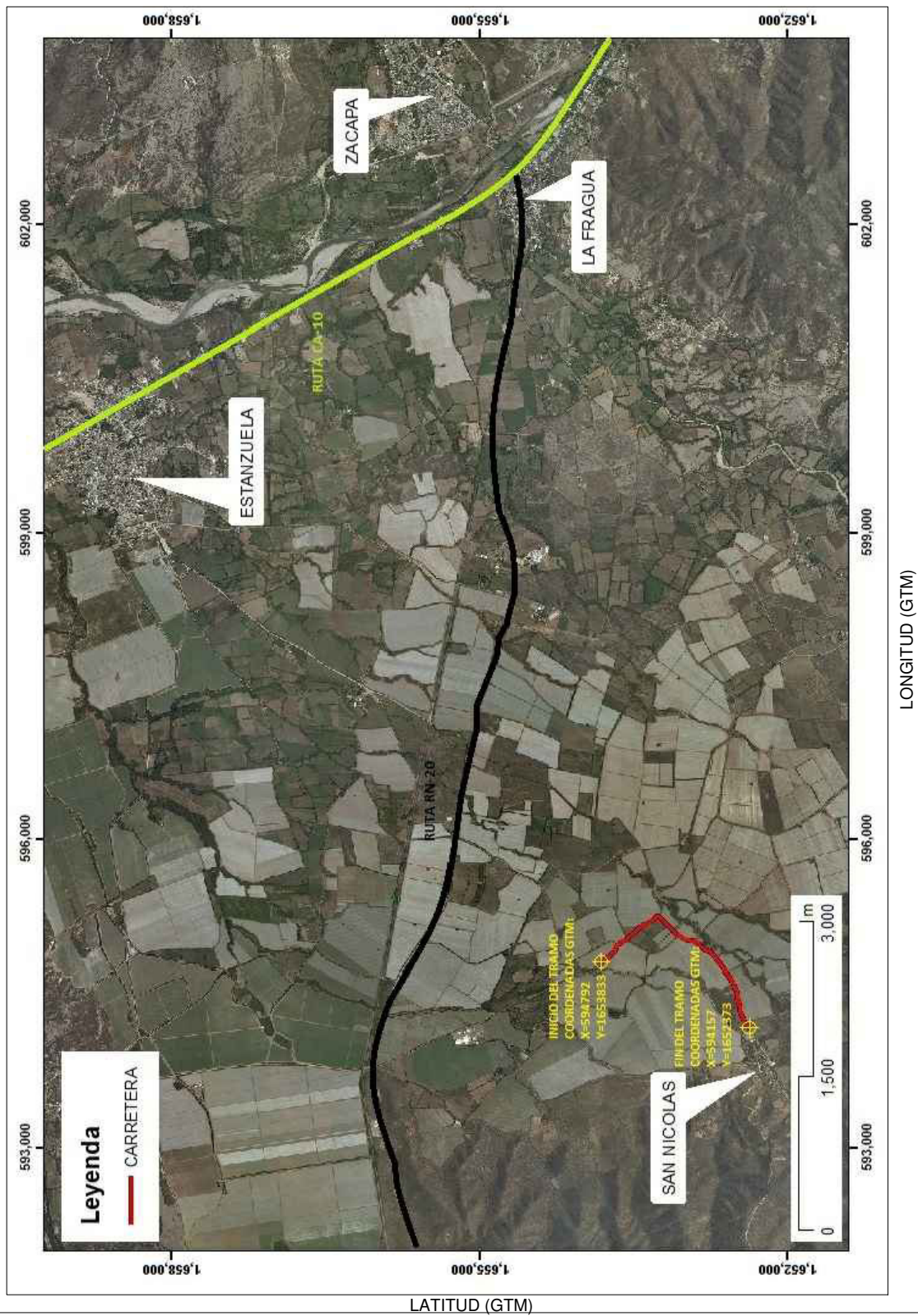
Fuente: Elaboración propia

B-3. Recorrido de banco de material hacia carretera en reparación



Fuente: Elaboración propia

B-4. Planos del proyecto



Proyecto: Mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolas municipio de Estanzuela, Departamento de Zacapa



Departamento: Zacapa

Municipio: Estanzuela

Aldea: San Nicolas

Contenido: Plano de localización

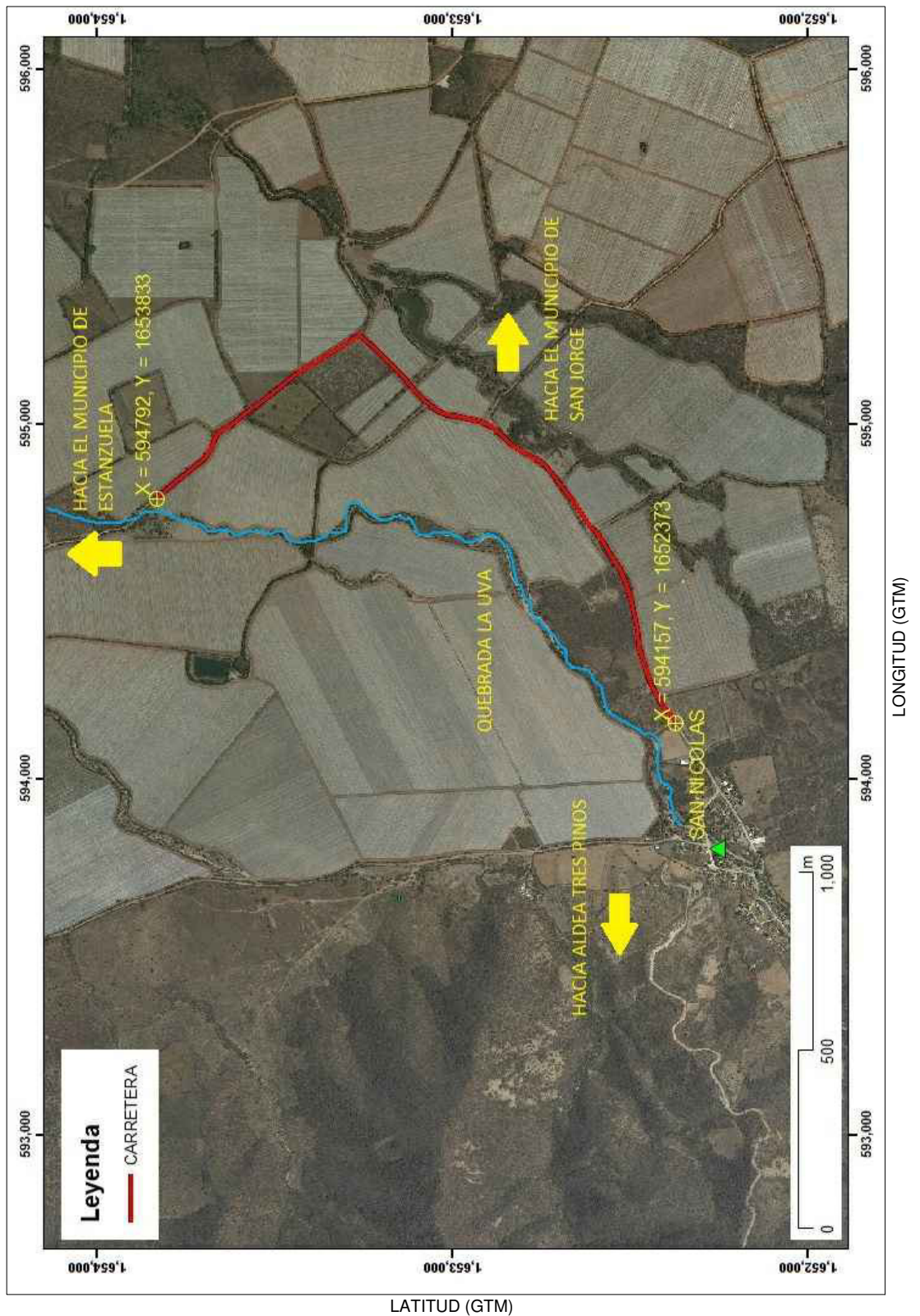
Escala: Indicada

Fecha: 2016

Diseño: Raul Rosal

HOJA No:

1
21



Proyecto: Mejoramiento tramo carretero comprendido desde quebrada La Uva hacia la aldea San Nicolas municipio de Estandzuela, Departamento de Zacapa



Departamento: Zacapa

Municipio: Estandzuela

Aldea: San Nicolas

Contenido: Plano de ubicación

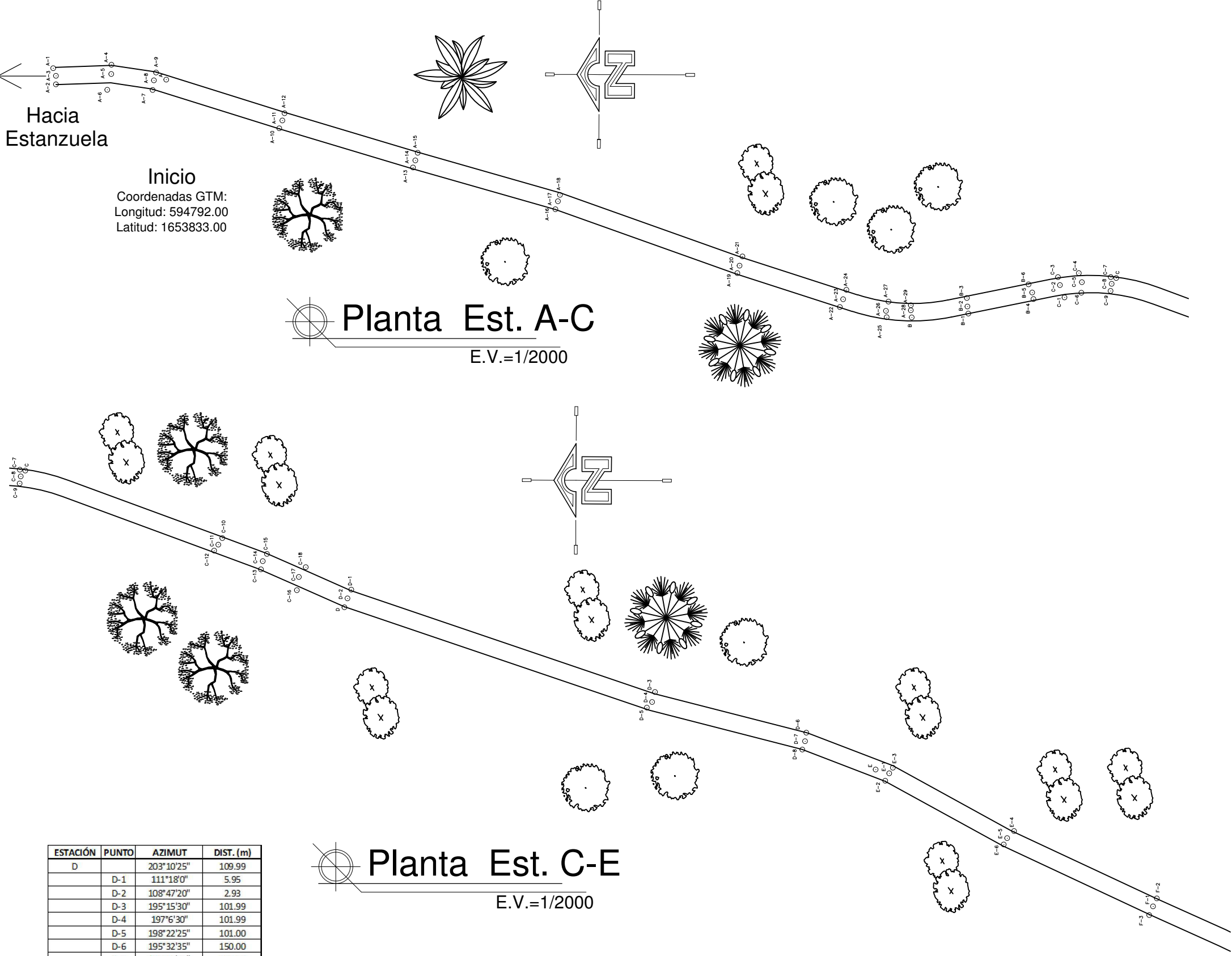
Escala: Indicada

Fecha: 2016

Diseño: Raul Rosal

HOJA No:

2
21



ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
A	A	0	0.00
	A-1	5°47'10"	35.97
	A-2	357°29'40"	34.98
	A-3	1°55'35"	34.98
	A-4	15°10'5"	17.97
	A-5	5°46'35"	17.47
	A-6	350°8'30"	18.95
	A-7	322°21'55"	5.42
	A-8	356°40'20"	3.90
	A-9	34°50'20"	3.91
	A-10	203°16'40"	39.00
	A-11	199°25'45"	39.00
	A-12	195°49'5"	39.00
	A-13	199°34'45"	82.99
	A-14	197°58'55"	82.99
	A-15	196°12'35"	82.99
	A-16	198°24'40"	130.00
	A-17	197°14'50"	130.00
	A-18	196°18'15"	130.00
	A-19	14°14'10"	56.99
	A-20	16°41'55"	56.98
	A-21	19°49'40"	57.00
	A-22	8°15'55"	22.98
	A-23	14°51'0"	22.46
	A-24	22°57'35"	22.47
	A-25	0°32'35"	7.96
	A-26	14°16'0"	8.43
	A-27	34°15'5"	8.94
	A-28	82°32'10"	2.24
	A-29	85°58'40"	3.88
B	B	275°48'10"	248.01
	B-1	176°10'40"	17.99
	B-2	168°51'10"	17.99
	B-3	160°38'10"	18.50
	B-4	171°27'55"	39.00
	B-5	168°20'10"	39.00
C	B-6	164°10'10"	38.50
	C	169°5'45"	66.00
	C-1	339°22'35"	17.50
	C-2	352°48'55"	17.98
	C-3	0°54'15"	18.47
	C-4	7°21'40"	11.96
	C-5	353°11'25"	10.97
	C-6	337°15'30"	12.00
	C-7	8°25'5"	1.78
	C-8	307°40'50"	2.35
	C-9	293°39'25"	4.45
	C-10	198°55'45"	66.00
	C-11	200°58'5"	65.50
	C-12	202°58'55"	65.00
	C-13	203°43'20"	80.99
	C-14	200°52'45"	80.50
	C-15	199°2'30"	81.00
	C-16	203°46'15"	94.00
	C-17	201°14'25"	93.00
	C-18	198°59'30"	93.99

ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
D	D	203°10'25"	109.99
	D-1	111°18'0"	5.95
	D-2	108°47'20"	2.93
	D-3	195°15'30"	101.99
	D-4	197°6'30"	101.99
	D-5	198°22'25"	101.00
	D-6	195°32'35"	150.00
	D-7	196°12'25"	152.00
E	D-8	196°58'25"	154.00
	E	196°58'10"	176.00
	E-1	195°58'15"	4.46
	E-2	229°29'45"	4.70
	E-3	174°20'45"	5.50
	E-4	204°0'30"	48.00
	E-5	207°35'25"	47.00
	E-6	210°20'10"	47.00

Planta Est. C-E
E.V.=1/2000

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:

PLANTA TOPOGRÁFICA

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:

3
21

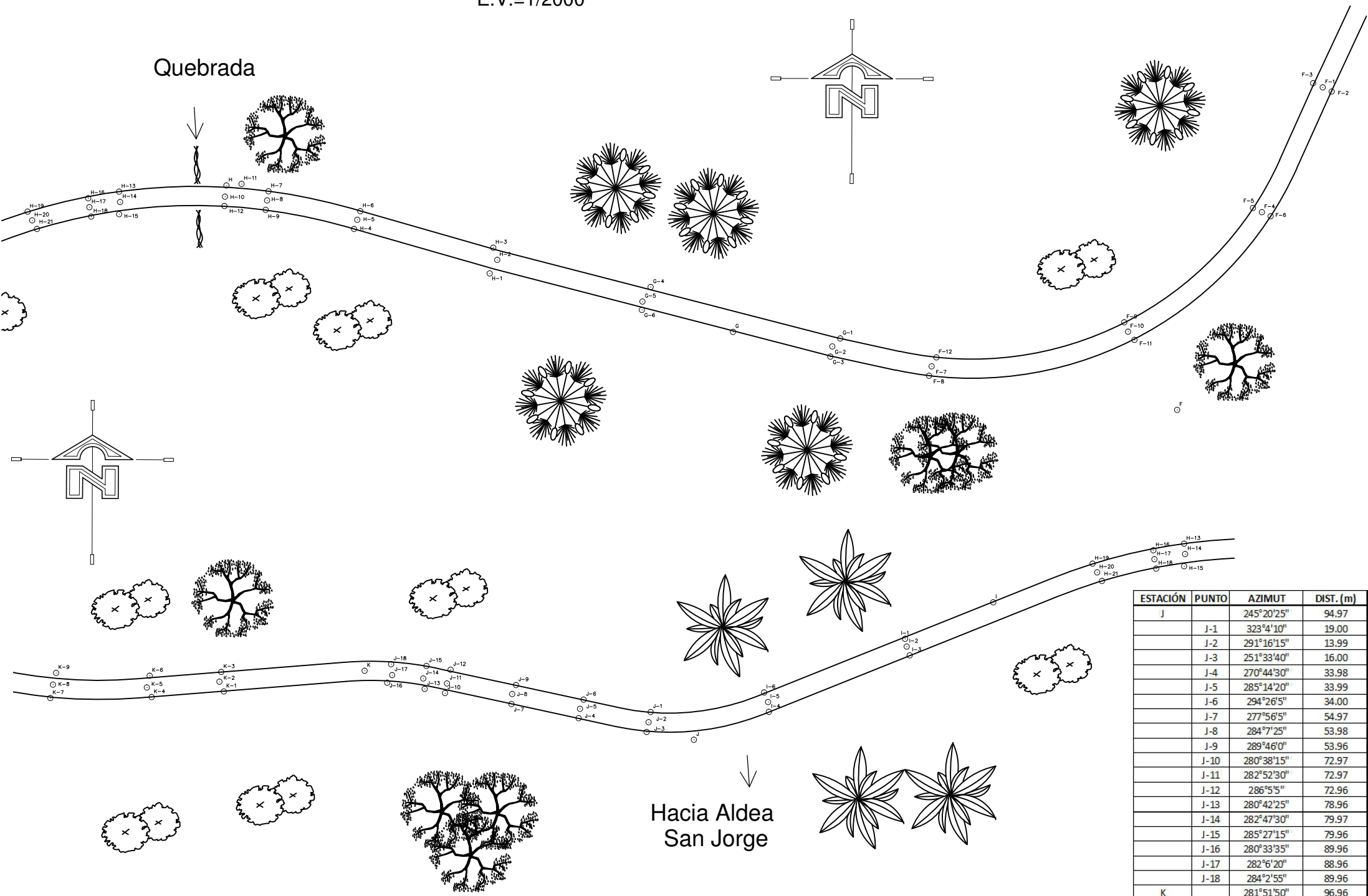
PLANIFICADOR

Vo.Bo.



Planta Est. F-H

E.V.=1/2000



ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
F		205°16'45"	199.99
	F-1	24°19'33"	101.99
	F-2	25°54'20"	101.99
	F-3	22°37'20"	101.99
	F-4	24°24'35"	62.00
	F-5	21°41'15"	61.99
	F-6	27°10'10"	62.00
	F-7	279°40'20"	72.00
	F-8	276°28'25"	73.94
		328°53'39"	29.50
G		327°56'15"	26.62
		328°43'20"	23.62
		282°18'70"	128.10
		279°58'40"	130.00
	G-1	93°31'30"	30.99
	G-2	98°22'50"	28.98
	G-3	104°17'30"	29.00
	G-4	298°31'5"	26.98
	G-5	288°31'25"	27.49
	G-6	283°28'10"	27.00
H		286°7'40"	151.98
	H-1	108°30'5"	80.00
	H-2	105°23'0"	80.97
	H-3	103°7'0"	78.99
	H-4	111°13'45"	36.97
	H-5	107°1'45"	37.96
	H-6	103°56'5"	36.97
	H-7	97°52'20"	12.27
	H-8	115°41'0"	12.95
	H-9	135°56'35"	16.00
	H-10	185°59'0"	3.94
	H-11	84°2'25"	4.39
	H-12	189°34'5"	9.99
	H-13	266°37'45"	30.99
	H-14	261°6'15"	30.99
	H-15	254°58'35"	32.00
	H-16	264°41'0"	39.99
	H-17	260°57'20"	39.99
	H-18	257°1'10"	40.00
	H-19	263°36'45"	57.97
I	H-20	260°39'35"	56.98
	H-21	257°02'42"	123.24
		257°43'40"	87.96
	I-1	247°30'25"	27.50
	I-2	242°54'35"	28.00
	I-3	237°35'5"	28.50
	I-4	244°0'55"	71.99
	I-5	246°7'0"	70.99
	I-6	248°32'10"	70.97

ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
J		245°20'25"	94.97
	J-1	323°4'10"	19.00
	J-2	291°16'15"	13.99
	J-3	251°33'40"	16.00
	J-4	270°44'30"	33.98
	J-5	285°14'20"	33.99
	J-6	294°26'5"	34.00
	J-7	277°56'5"	54.97
	J-8	284°7'25"	53.98
	J-9	289°46'0"	53.96
	J-10	280°38'15"	72.97
	J-11	282°52'30"	72.97
	J-12	286°5'5"	72.96
	J-13	280°42'25"	78.96
	J-14	282°47'30"	79.97
	J-15	285°27'15"	79.96
	J-16	280°33'35"	89.96
	J-17	282°6'20"	88.96
K	J-18	284°2'55"	89.96
		281°51'50"	96.96
	K-1	257°44'55"	41.99
	K-2	265°38'50"	42.00
	K-3	271°41'20"	43.99
	K-4	260°31'20"	63.97
	K-5	265°34'0"	62.99
	K-6	268°39'50"	61.99
	K-7	265°1'45"	90.96
	K-8	267°26'0"	89.98
	K-9	269°36'10"	88.98



Planta Est. I-K

E.V.=1/2000

Hacia Aldea San Jorge

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA TOPOGRÁFICA

HOJA No:
4
21

DISEÑO: RAUL EMILIO ROSAL
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2016

PLANIFICADOR Vo.Bo.

Final
Coordenadas GTM:
Longitud: 594157.00
Latitud: 1652373.00

ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
P		318°39'40"	127.86
	P-1	131°7'55"	12.91
	P-2	142°1'20"	13.43
	P-3	158°0'45"	14.42
	P-4	313°53'10"	36.91
	P-5	309°1'50"	36.48
R	P-6	303°56'5"	37.00
		310°4'40"	65.96
	R-1	311°15'30"	6.47
	R-2	287°57'30"	6.49
	R-3	268°59'50"	7.96
	R-4	305°22'50"	26.00
	R-5	299°8'55"	26.00
	R-6	292°39'30"	26.00
	R-7	298°12'50"	117.95
	R-8	115°1'45"	51.97
	R-9	118°22'55"	52.48
	R-10	121°20'50"	52.46
	R-11	132°43'15"	3.92
	R-12	358°22'40"	4.47

Planta Est. O-R
E.V.=1/2000

ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
L		269°19'25"	117.97
	L-1	109°38'25"	9.00
	L-2	86°6'10"	8.95
	L-3	65°59'30"	8.94
	L-4	283°16'10"	19.50
	L-5	294°58'30"	19.50
	L-6	310°16'30"	20.99
	L-7	284°46'40"	39.49
	L-8	291°52'40"	39.00
	L-9	299°13'35"	39.00
	L-10	287°51'0"	59.99
	L-11	292°11'10"	59.98
	L-12	295°20'30"	60.49
	L-13	290°25'50"	99.95
	L-14	291°58'20"	98.95
M	L-15	293°24'0"	98.96
		293°19'50"	144.92
	M-1	201°20'65"	2.43
	M-2	195°44'35"	4.95
	M-3	85°3'50"	13.98
	M-4	92°20'45"	12.97
	M-5	114°58'0"	13.00
	M-6	28°55'55"	2.43
	M-7	104°56'25"	3.44
	M-8	134°57'55"	5.99
	M-9	251°37'20"	13.00
	M-10	268°53'10"	11.00
	M-11	295°3'5"	10.98

ESTACIÓN	PUNTO	AZIMUT	DIST. (m)
N		291°7'20"	120.90
	N-1	105°57'55"	49.87
	N-2	110°48'50"	48.96
	N-3	113°17'20"	48.96
	N-4	302°37'25"	21.50
	N-5	309°59'5"	21.50
	N-6	313°20'35"	22.49
	N-7	303°46'30"	57.00
	N-8	305°52'40"	56.99
O	N-9	309°0'30"	57.00
		308°3'0"	133.96
	O-1	125°43'20"	38.43
	O-2	130°19'10"	38.47
	O-3	134°35'25"	38.96
	O-4	313°49'5"	27.49
	O-5	320°0'50"	27.99
	O-6	326°24'50"	27.99
	O-7	321°15'10"	65.95
	O-8	319°4'0"	64.95
	O-9	316°3'55"	64.96

Planta Est. L-N
E.V.=1/2000

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:

PLANTA TOPOGRÁFICA

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

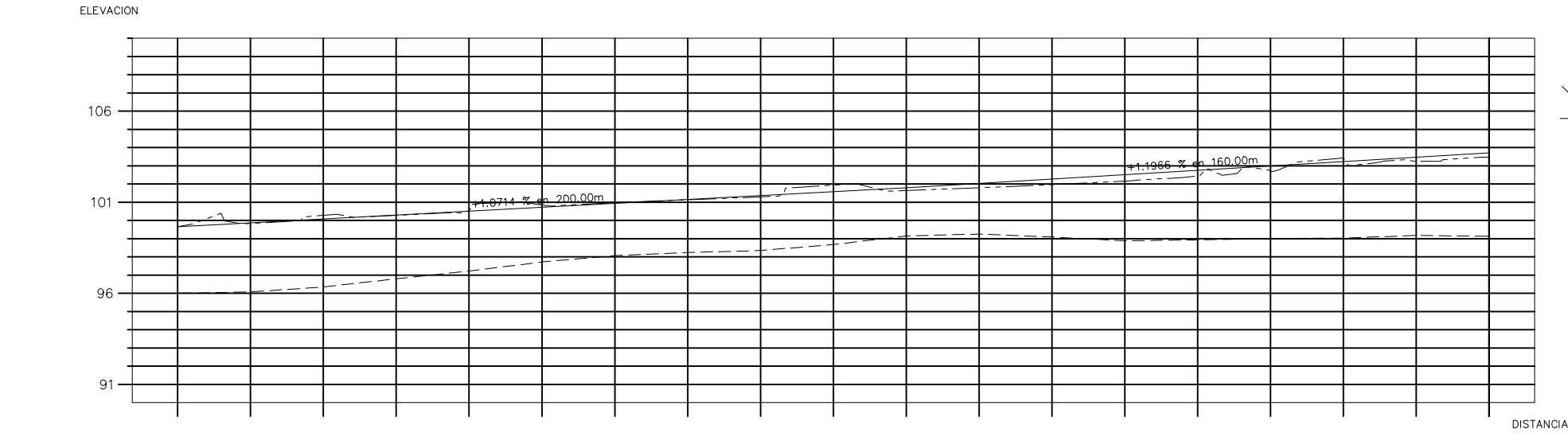
FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:

5
21

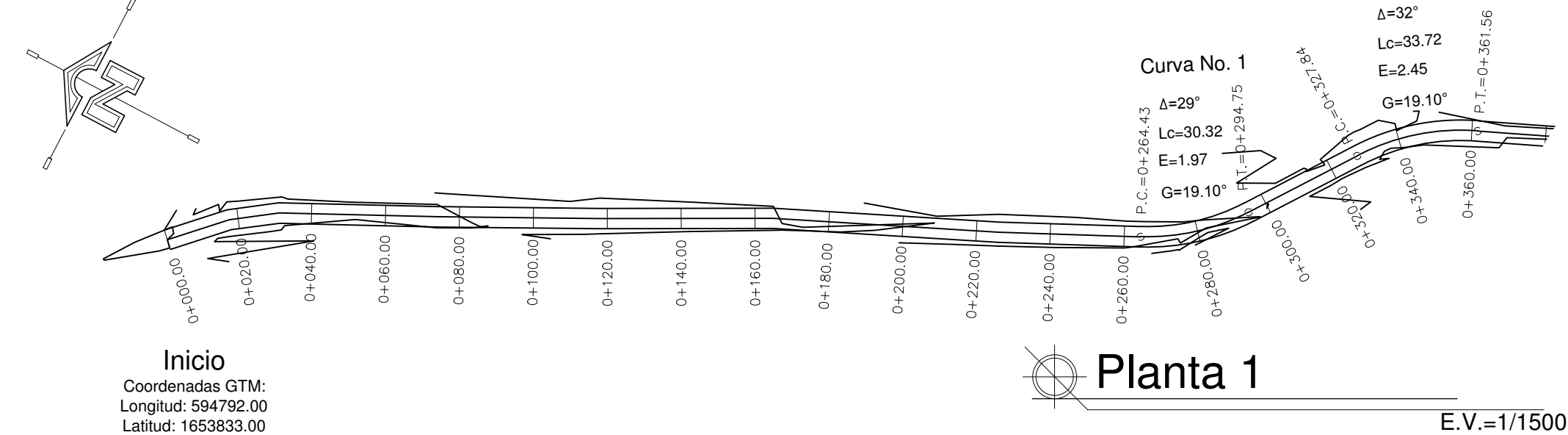
PLANIFICADOR

Vo.Ba.



TIPO DE MATERIAL																					
FACTOR DE ABUNDAMIENTO																					
FACTOR DE COMPACTACION																					
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10.000		10.008			10.035														
VOLUMEN	TERRAPLEN		0.00	0.00		2.21															
	CORTE		0.00	9.85	27.94	44.66	0.10				0.43	10.122									
ESPESOR	TERRAPLEN			0.03			0.01						0.02	17.09	0.08						
	CORTE		0.00		0.20					0.13											
ELEVACION	SUBRASANTE	99.65	99.65	99.86	100.08	100.29	100.51	100.72	100.94	101.15	101.36	101.58	101.79	102.03	102.27	102.51	102.75	102.99	103.23	103.47	103.71
	TERRENO	99.65	99.84	100.28	100.28	100.57	100.85	100.98	101.13	101.29	101.94	101.64	101.79	101.97	102.16	102.44	102.72	103.43	103.25	103.47	103.47
0+000.00																					
0+020.00																					
0+040.00																					
0+060.00																					
0+080.00																					
0+100.00																					
0+120.00																					
0+140.00																					
0+160.00																					
0+180.00																					
0+200.00																					
0+220.00																					
0+240.00																					
0+260.00																					
0+280.00																					
0+300.00																					
0+320.00																					
0+340.00																					
0+360.00																					

Volumen de corte = 451.94m³
Volumen terraplen = -138.66m³



Perfil 1

E.H.=1/1650 E.V.=1/330

Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

Tabla de símbolos	
Símbolo	Significado
	Sub-rasante
	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:

6
21

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

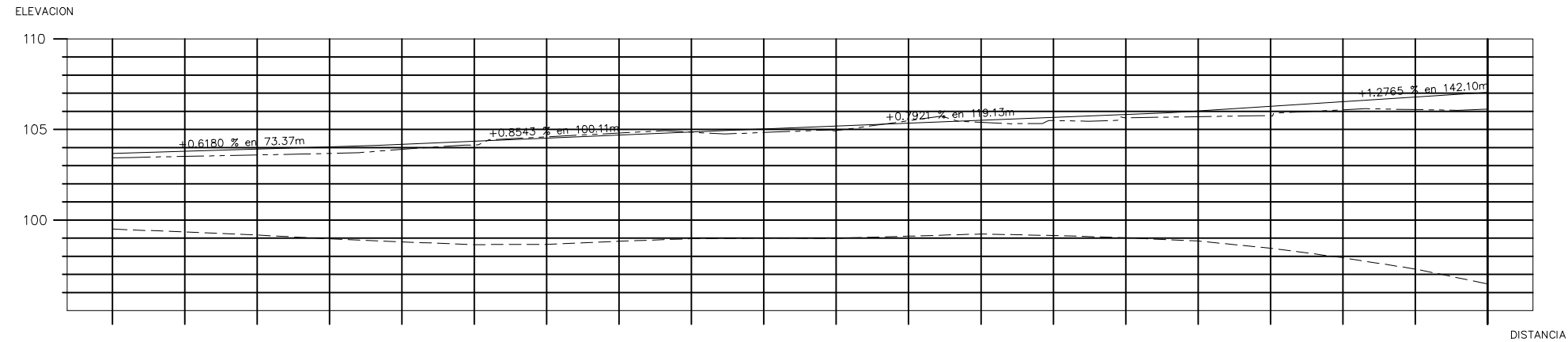
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

Vo.Bo.

E.V.=1/1500

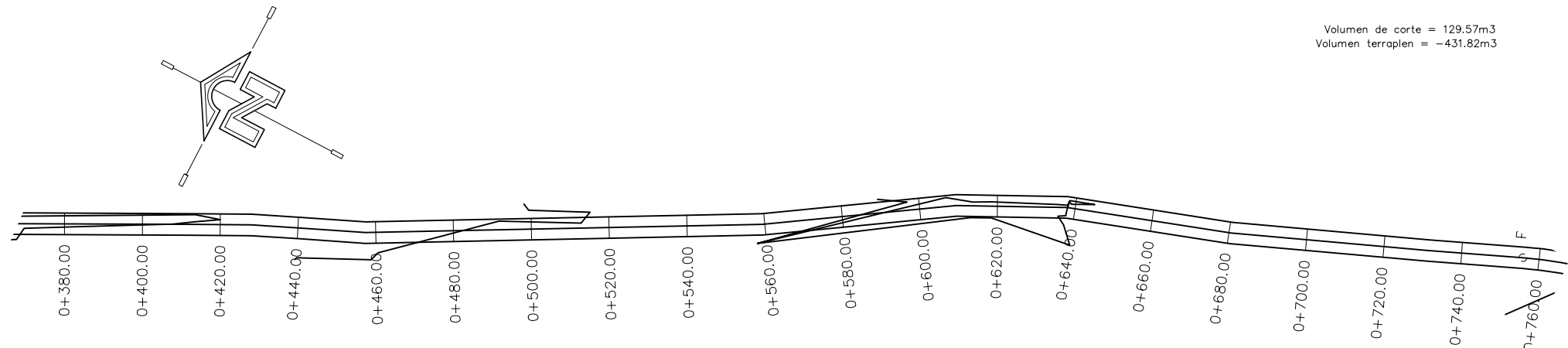


Perfil 2

E.H.=1/1650 E.V.=1/330

TIPO DE MATERIAL																					
FACTOR DE ABUNDAMIENTO																					
FACTOR DE COMPACTACION																					
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10.000	9.984	9.967	9.946	9.929	9.914	9.916	9.933	9.947	9.950	9.949	9.961	9.973	9.965	9.952	9.934	9.895	9.842	9.780	9.698
VOLUMEN	TERRAPLEN	0.00	18.59	21.45	24.14	19.89	16.25	8.17	0.93	4.73	10.77	12.05	5.10	4.54	14.06	15.16	19.15	39.77	52.76	62.55	81.77
	CORTE	0.00	2.80	4.26	3.46	2.57	1.53	9.63	18.29	18.50	14.28	10.47	17.02	16.70	6.04	2.40	1.38	0.26	0.00	0.00	0.00
ESPESOR	TERRAPLEN	0.23	0.28	0.33	0.37	0.28	0.21			0.02	0.20	0.26		0.12	0.18	0.18	0.32	0.53	0.45	0.69	0.92
	CORTE							0.07	0.10				0.13								
ELEVACION	SUBRASANTE	103.71	103.83	103.95	104.08	104.22	104.39	104.56	104.73	104.90	105.07	105.23	105.38	105.54	105.70	105.86	106.05	106.31	106.56	106.82	107.08
	TERRENO	103.47	103.55	103.63	103.71	103.94	104.18	104.62	104.83	104.89	104.87	104.97	105.52	105.43	105.52	105.68	105.74	105.78	106.12	106.13	106.15
		0+360.00	0+380.00	0+400.00	0+420.00	0+440.00	0+460.00	0+480.00	0+500.00	0+520.00	0+540.00	0+560.00	0+580.00	0+600.00	0+620.00	0+640.00	0+660.00	0+680.00	0+700.00	0+720.00	0+740.00

Volumen de corte = 129.57m³
Volumen terraplen = -431.82m³



Planta 2

E.V.=1/1500

Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

Tabla de simbolos	
Simbolo	Significado
	Sub-rasante
	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:

7
21

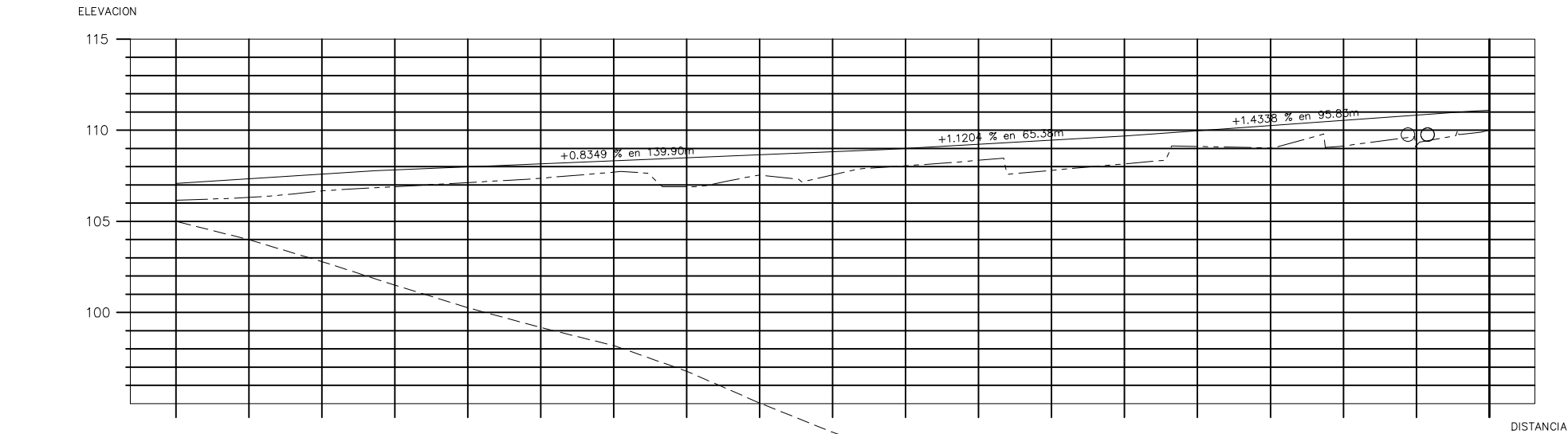
DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

Vo.Bo.



Perfil 3

E.H.=1/1650 E.V.=1/330

TIPO DE MATERIAL																				
FACTOR DE ABUNDAMIENTO																				
FACTOR DE COMPACTACION																				
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10.000	9.899	9.779	9.650	9.526	9.417	9.319	9.178	9.003	8.843	8.703	8.584	8.443	8.287	8.160	8.049	7.925	7.729	7.543
VOLUMEN	TERRAPLEN	0.00	100.64	119.91	129.57	123.73	108.77	98.81	140.75	174.60	160.47	139.29	119.60	140.70	156.18	127.42	115.87	136.49	203.85	185.73
	CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.16	12.66	7.50	0.00
ESPESOR	TERRAPLEN	0.92	1.02	0.92	0.92	0.86	0.79	0.62	1.59	1.13	1.28	0.95	0.88	1.65	1.52	0.85	1.23	1.40	1.68	1.08
	CORTE																			
ELEVACION	SUBRASANTE	107.08	107.33	107.59	107.82	107.98	108.15	108.32	108.49	108.65	108.82	109.00	109.23	109.45	109.67	109.96	110.25	110.53	110.82	111.09
	TERRENO	106.15	106.31	106.67	106.90	107.13	107.36	107.70	106.90	107.52	107.54	108.05	108.35	107.80	108.15	109.11	109.02	109.13	109.14	110.00

Volumen de corte = 25.32m³
Volumen terraplen = -2,482.39m³

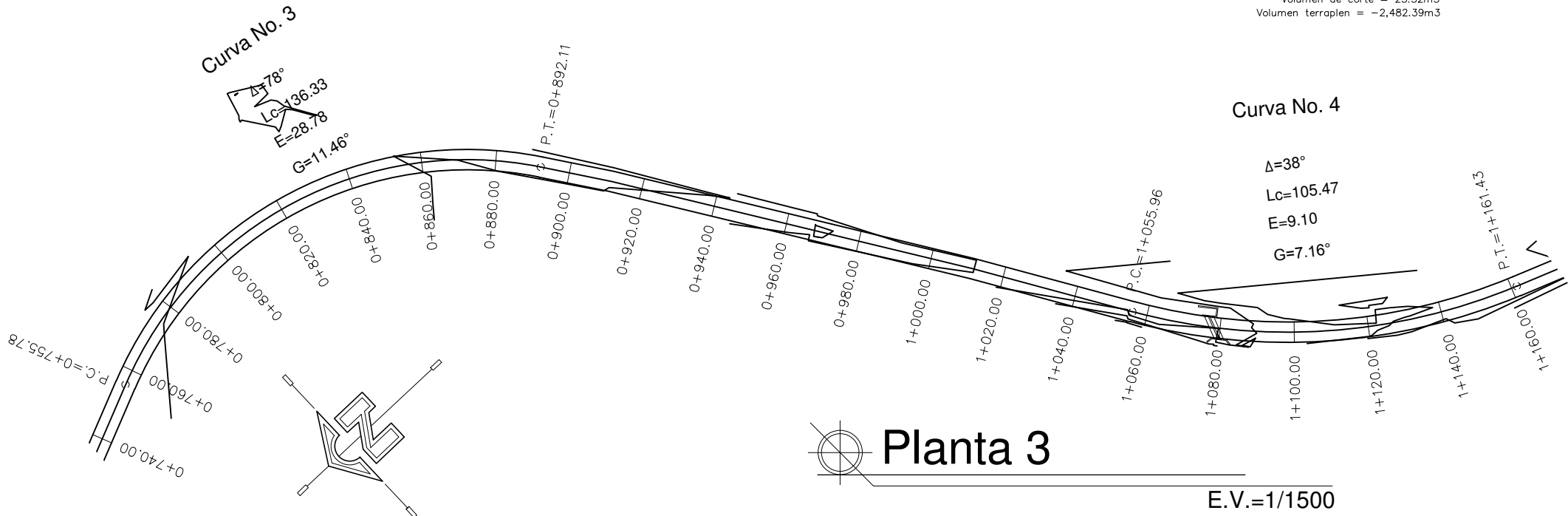


Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

Tabla de símbolos	
Símbolo	Significado
—	Sub-rasante
- - -	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:

8
21

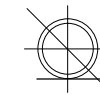
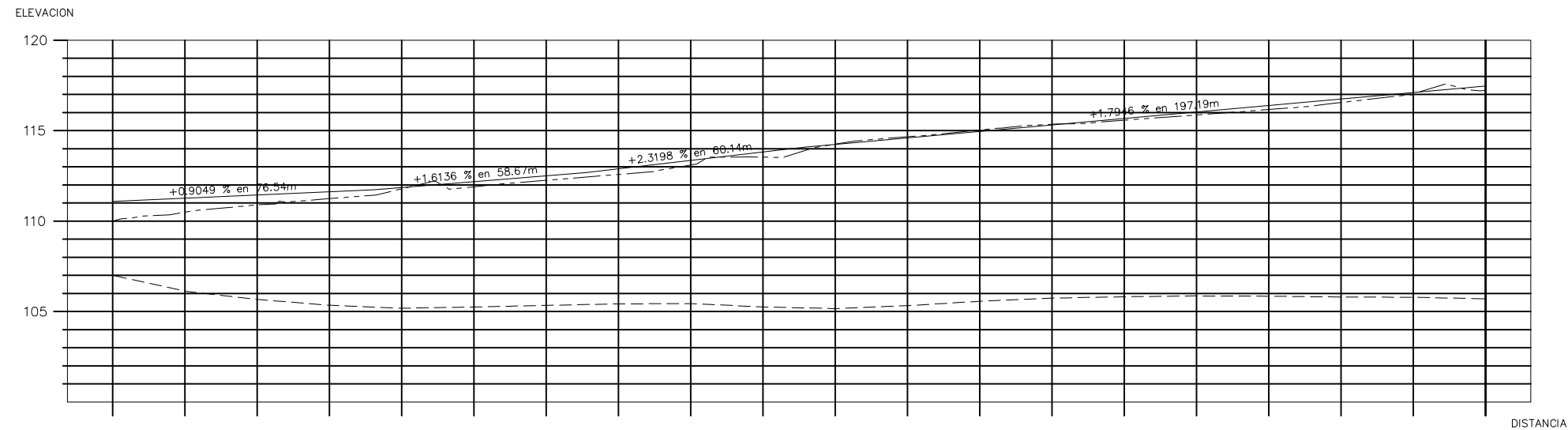
DISENO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

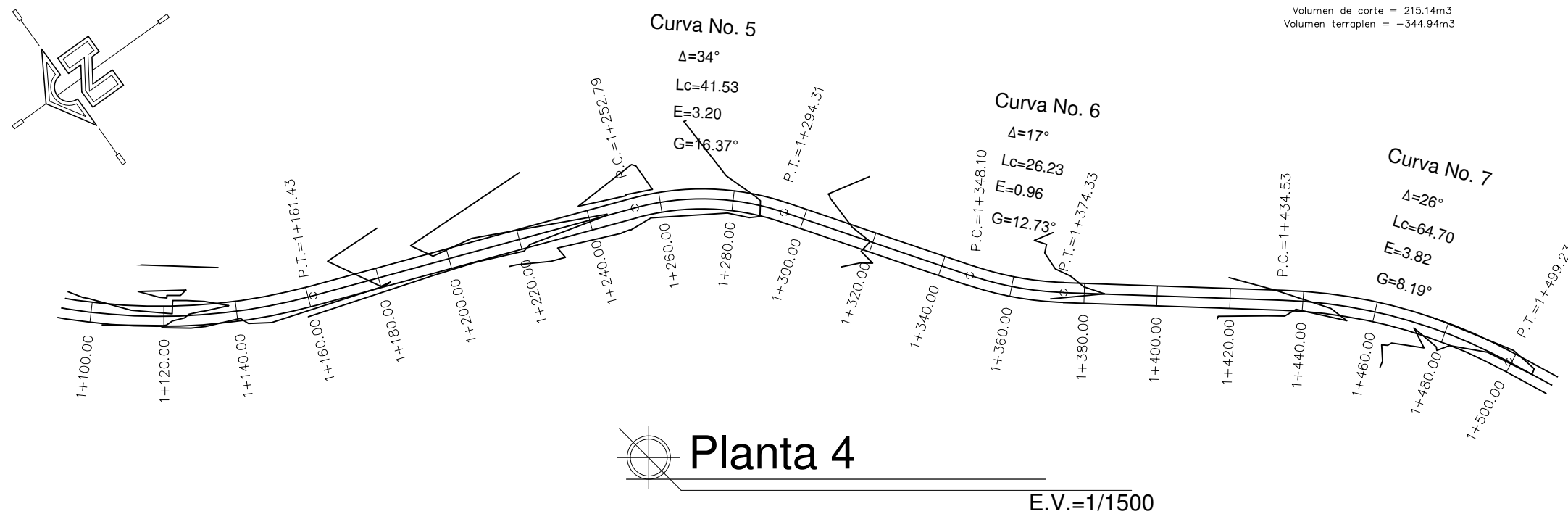
Vo.Bo.


$$\overline{E.H. = 1/1650 \quad E.V. = 1/330}$$

TIPO DE MATERIAL											
FACTOR DE ABUNDAMIENTO											
FACTOR DE COMPACTACION											
ORDENADAS DE LA CURVA MASA											
ELEVACION	ESPESOR	VOLUMEN		TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANTE	TERRENO		
		TERRAPLEN	CORTE								
1+100.00		110.00	111.09		1.08	0.00	0.00	10.000			
1+120.00		110.50	111.27		0.76	0.00	87.03	9.913			
1+140.00		110.90	111.45		0.55	5.68	51.63	9.867			
1+160.00		111.25	111.63		0.38	7.27	39.15	9.835			
1+180.00		111.78	111.86		0.08	4.56	21.30	9.818			
1+200.00		111.90	112.19		0.28	19.26	12.40	9.825			
1+220.00		112.26	112.51		0.25	25.08	16.14	9.834			
1+240.00		112.58	112.90		0.31	20.83	12.49	9.843			
1+260.00		113.10	113.36		0.26	17.79	15.97	9.844			
1+280.00		113.54	113.82		0.28	5.75	24.67	9.825			
1+300.00		114.26	114.24	0.01		5.13	13.98	9.817			
1+320.00		114.66	114.60	0.06		16.31	0.00	9.833			
1+340.00		115.04	114.96	0.08		23.74	0.00	9.857			
1+360.00		115.36	115.32	0.04		17.68	0.00	9.874			
1+380.00		115.58	115.68		0.10	8.82	1.15	9.882			
1+400.00		115.87	116.04		0.17	8.49	3.91	9.887			
1+420.00		116.17	116.39		0.23	6.89	8.38	9.885			
1+440.00		116.56	116.75		0.20	6.55	11.55	9.880			
1+460.00		116.99	117.11		0.12	9.39	10.16	9.879			
1+480.00		117.23	117.47		0.24	5.92	15.03	9.870			

Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

Tabla de símbolos	
Símbolo	Significado
	Sub-rasante
	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado



Volumen de corte = 215.14m³
Volumen terraplen = -344.94m³

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:

9	21
---	----

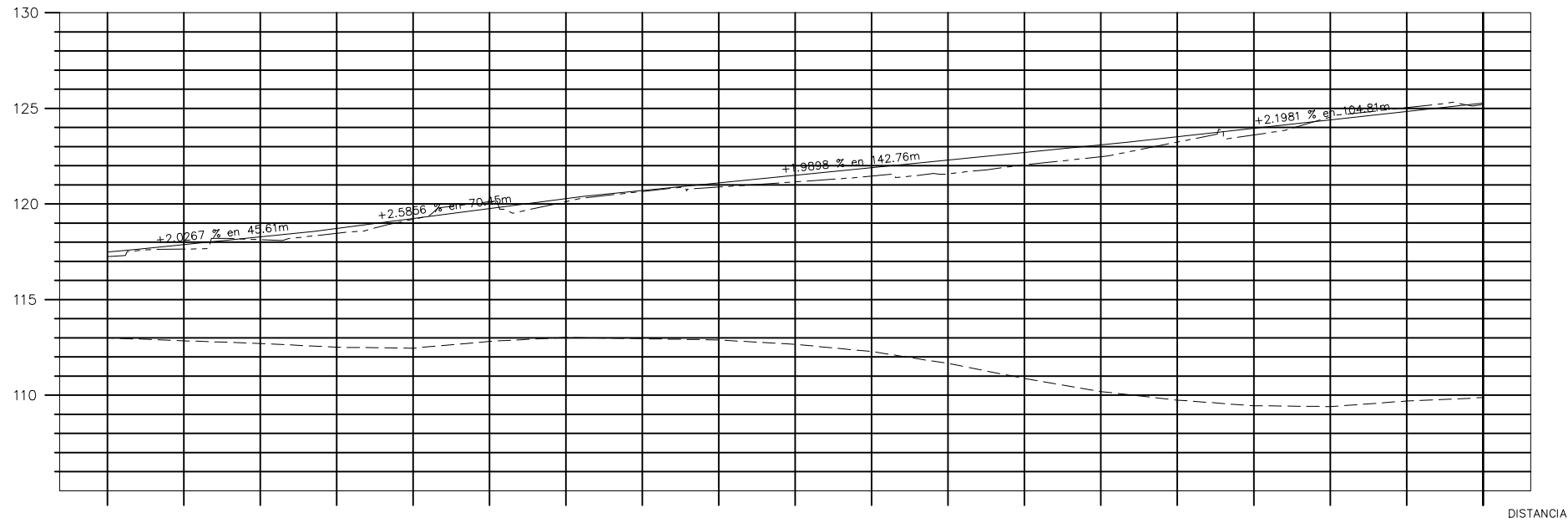
DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

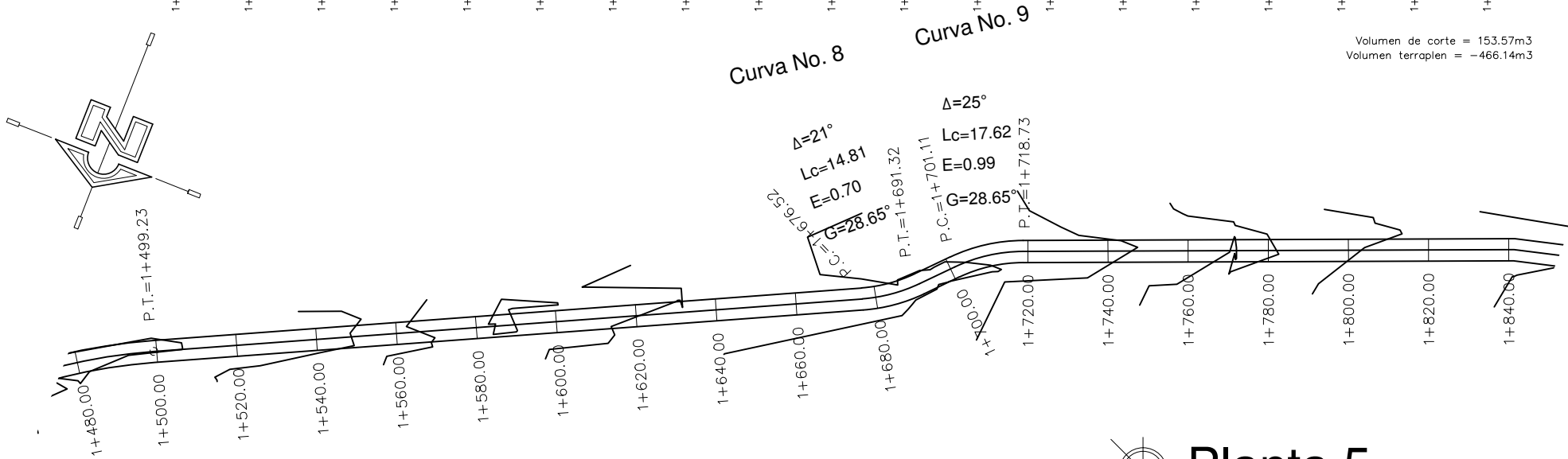
PLANIFICADOR

Vo.Bo.



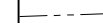
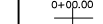
 **Perfil 5**
E.H.=1/1650 E.V.=1/330

TIPO DE MATERIAL																					
FACTOR DE ABUNDAMIENTO																					
FACTOR DE COMPACTACION																					
ORDENADAS DE LA CURVA MASA																					
VOLUMEN	TERRAPLEN																				
	CORTE																				
ESPESOR	TERRAPLEN																				
	CORTE																				
ELEVACION	SUBRASANTE																				
	TERRENO																				
1+480.00		117.23	117.47		0.24	0.00	0.00	10.000													
1+500.00		117.62	117.86		0.24	4.07	19.58	9.984													
1+520.00		118.11	118.26		0.15	3.09	16.65	9.971													
1+540.00		118.44	118.70		0.26	0.00	20.16	9.951													
1+560.00		119.18	119.22		0.04	8.10	13.11	9.946													
1+580.00		120.09	119.74	0.36		36.62	0.81	9.982													
1+600.00		120.10	120.25		0.16	28.52	8.08	10.002													
1+620.00		120.63	120.68		0.05	4.85	11.45	9.995													
1+640.00		120.86	121.07		0.22	5.71	12.01	9.989													
1+660.00		121.13	121.47		0.34	0.85	23.98	9.966													
1+680.00		121.43	121.87		0.44	0.00	37.66	9.928													
1+700.00		121.55	122.27		0.72	0.00	62.35	9.866													
1+720.00		122.02	122.67		0.64	0.00	78.27	9.788													
1+740.00		122.45	123.06		0.62	0.00	68.64	9.719													
1+760.00		123.21	123.49		0.28	0.00	44.72	9.674													
1+780.00		123.59	123.93		0.34	0.00	29.46	9.645													
1+800.00		124.52	124.37	0.15		11.81	16.17	9.641													
1+820.00		125.01	124.81	0.21		30.02	1.04	9.669													
1+840.00		125.18	125.25		0.07	19.92	1.99	9.687													



 **Planta 5**
E.V.=1/810

Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

Tabla de simbolos	
Símbolo	Significado
	Sub-rasante
	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:
10
21

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

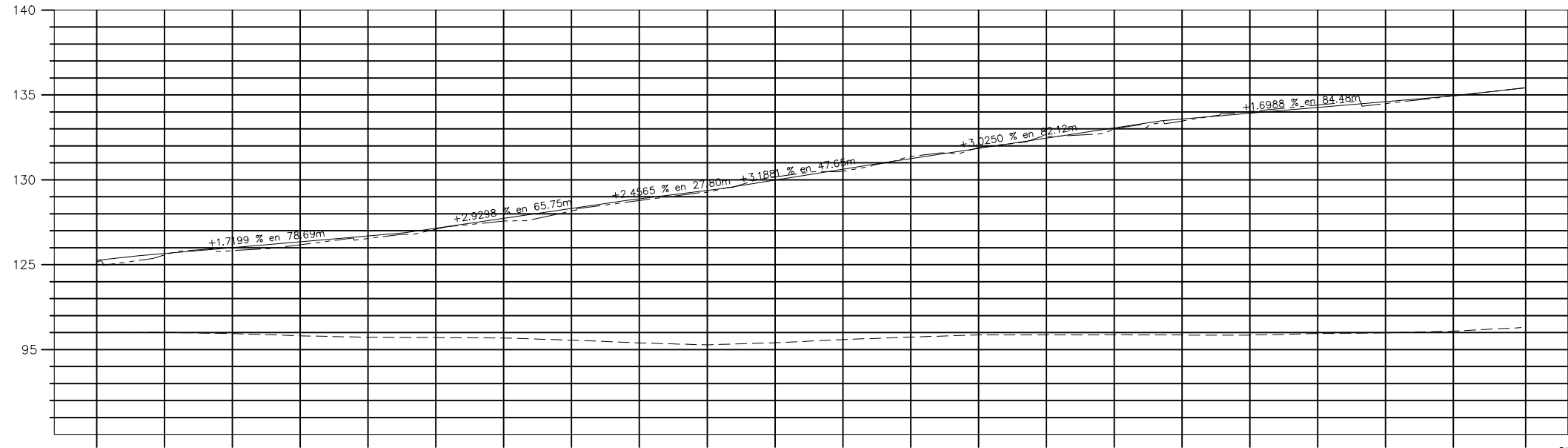
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

Vo.Bo.

ELEVACION



DISTANCIA



Perfil 6

E.H.=1/1650 E.V.=1/330

Tabla de abreviaturas	
Abreviatura	Significado
P.C.	Punto donde inicia la curva horizontal
P.T.	Punto donde termina la curva horizontal
Δ	Ángulo entre dos tangentes
Lc	Longitud de la curvatura horizontal
E	External

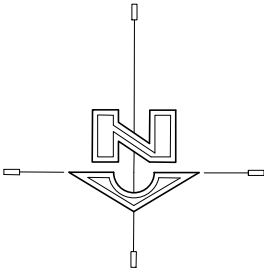
Tabla de simbolos	
Simbolo	Significado
	Sub-rasante
	Terreno natural
	Drenaje transversal en planta
	Drenaje transversal en perfil
	Norte
	Caminamiento acumulado

TIPO DE MATERIAL																							
FACTOR DE ABUNDAMIENTO																							
FACTOR DE COMPACTACION																							
ORDENADAS DE LA CURVA MASA		10,000	10,002	9,994	9,981	9,972	9,971	9,969	9,955	9,939	9,928	9,940	9,959	9,974	9,987	9,986	9,985	9,994	9,998	10,011	10,031		
VOLUMEN	TERRAPLEN	0.00	5.69	12.94	16.16	14.01	11.77	12.96	16.15	15.98	12.43	4.33	1.62	1.62	2.26	6.36	6.73	0.79	5.04	4.88	0.30		
	CORTE	0.00	7.26	5.55	3.34	5.12	9.91	10.96	2.89	0.07	0.68	17.11	20.02	16.37	15.34	5.94	6.10	9.95	9.09	15.38	21.02		
ESPESOR	TERRAPLEN	0.07	0.08	0.18	0.17	0.14	0.05	0.16	0.16	0.11	0.11		0.11						0.12	0.01	0.01		
	CORTE											0.18		0.13	0.05	0.08	0.09	0.14					
ELEVACION	SUBRASANTE	125.25	125.65	125.99	126.34	126.68	127.14	127.72	128.31	128.88	129.37	129.98	130.61	131.24	131.84	132.45	133.05	133.58	134.26	134.60	134.95	135.39	
	TERRENO	125.18	125.57	125.82	126.17	126.54	127.09	127.56	128.15	128.77	129.26	130.16	130.51	131.37	131.89	132.53	132.95	133.46	134.01	134.48	134.93	135.38	
		1+840.00	1+860.00	1+880.00	1+900.00	1+920.00	1+940.00	1+960.00	1+980.00	2+000.00	2+020.00	2+040.00	2+060.00	2+080.00	2+100.00	2+120.00	2+140.00	2+160.00	2+180.00	2+200.00	2+220.00	2+240.00	2+260.00

Final

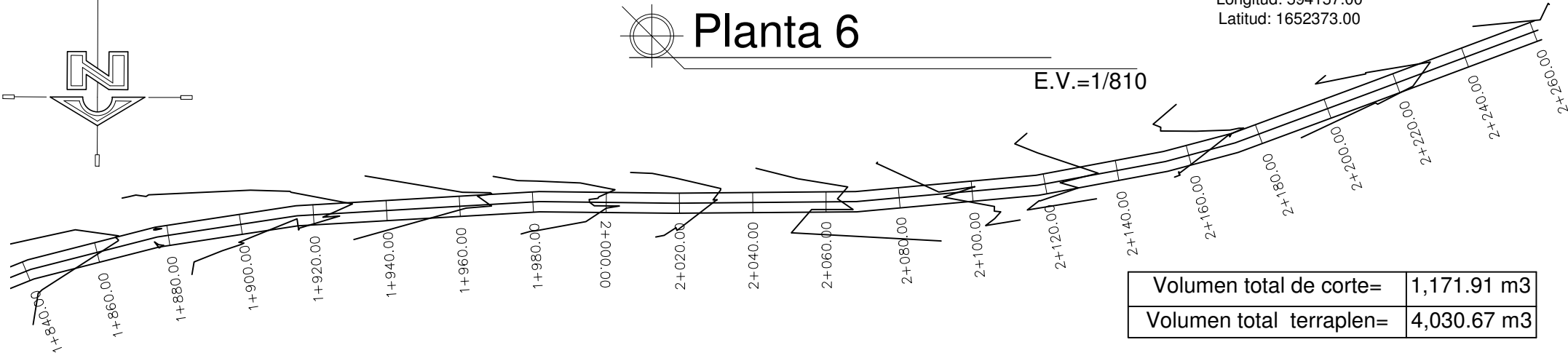
Coordenadas GTM:
Longitud: 594157.00
Latitud: 1652373.00

Volumen de corte = 196.37m³
Volumen terraplen = -166.72m³



Planta 6

E.V.=1/810



Volumen total de corte=	1,171.91 m ³
Volumen total terraplen=	4,030.67 m ³

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL DE CARRETERA

HOJA No:

11
21

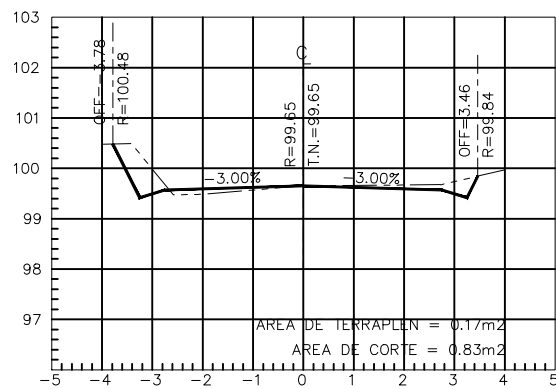
DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

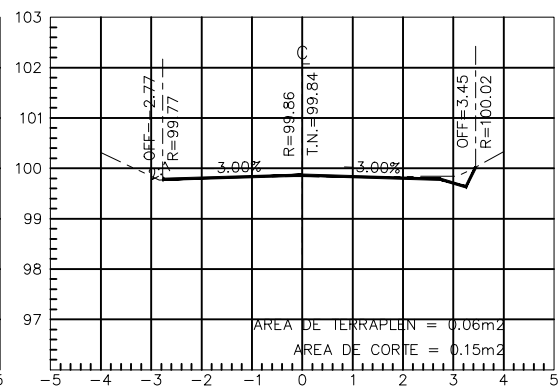
FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

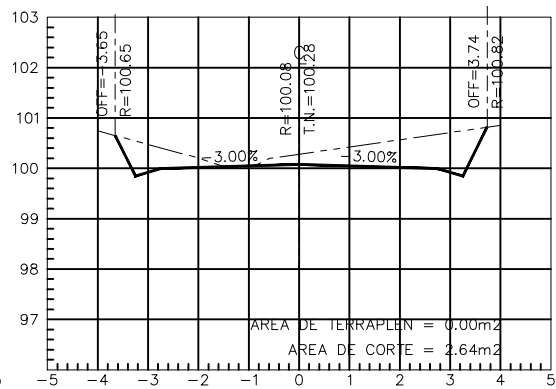
Vo.Bo.



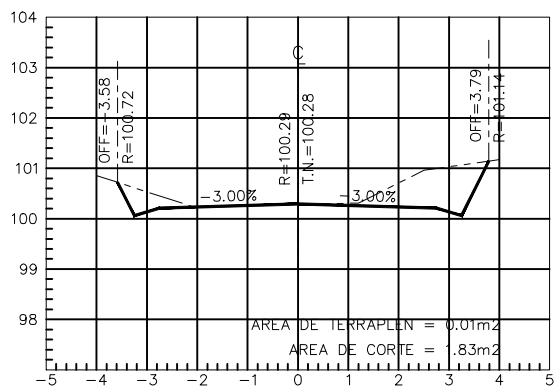
ESTACION 0+000.00



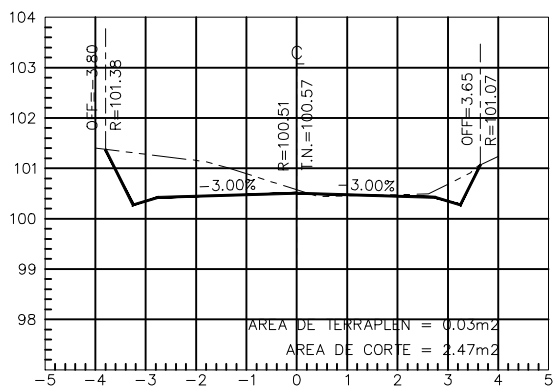
ESTACION 0+020.00



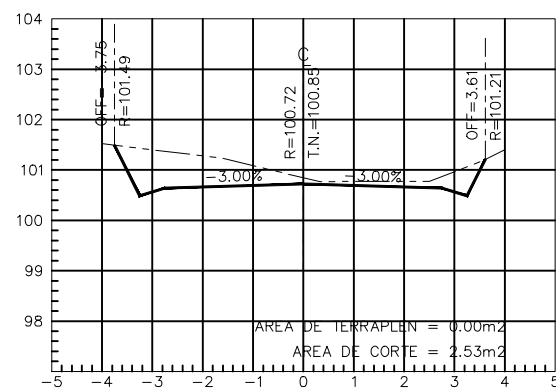
ESTACION 0+040.00



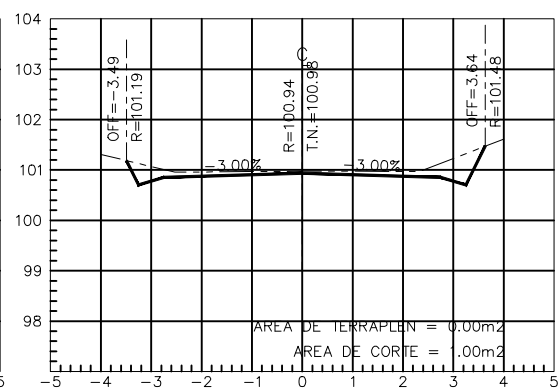
ESTACION 0+060.00



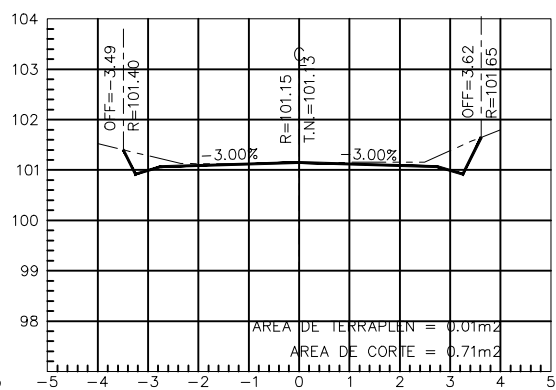
ESTACION 0+080.00



ESTACION 0+100.00



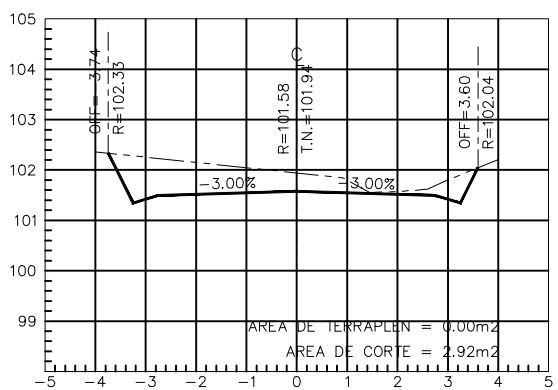
ESTACION 0+120.00



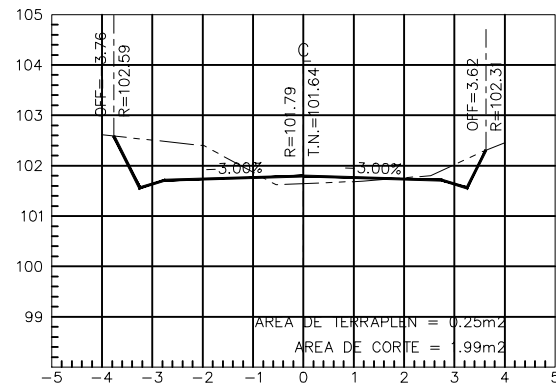
ESTACION 0+140.00



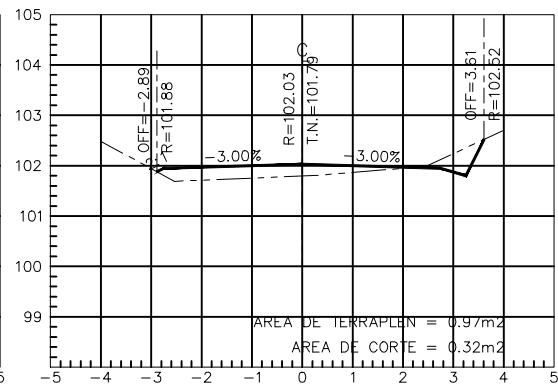
ESTACION 0+160.00



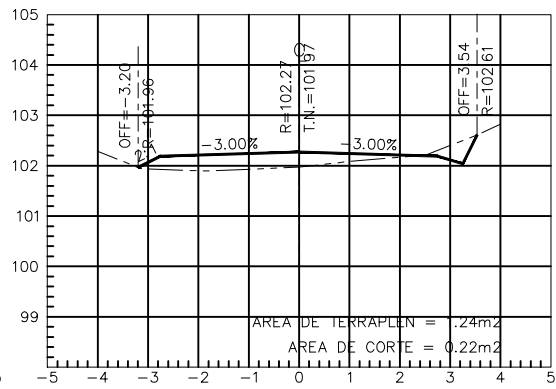
ESTACION 0+180.00



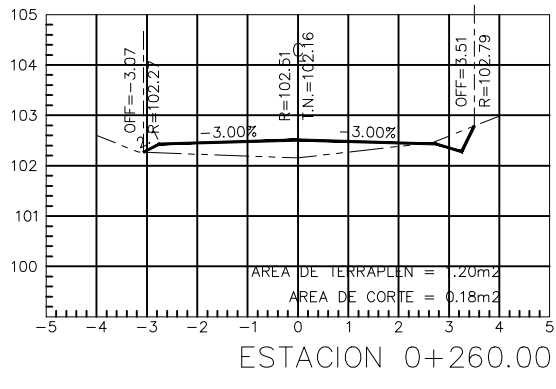
ESTACION 0+200.00



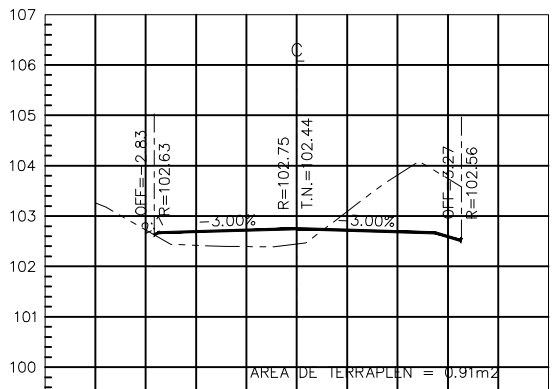
ESTACION 0+220.00



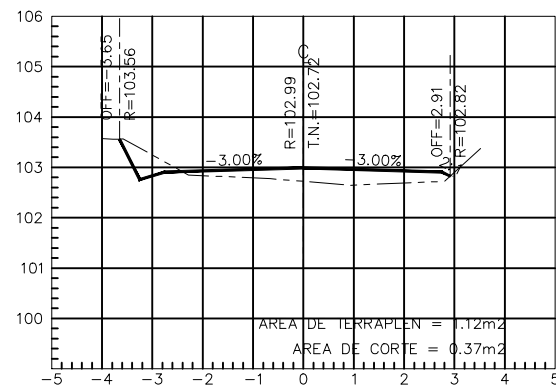
ESTACION 0+240.00



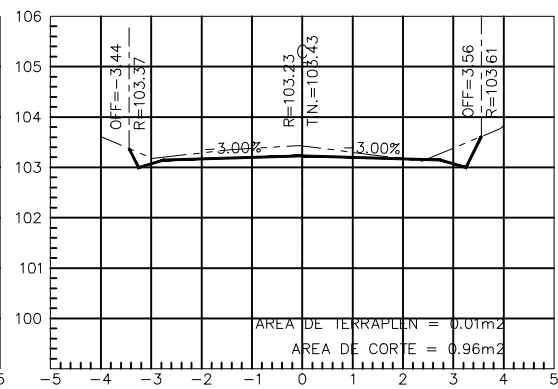
ESTACION 0+260.00



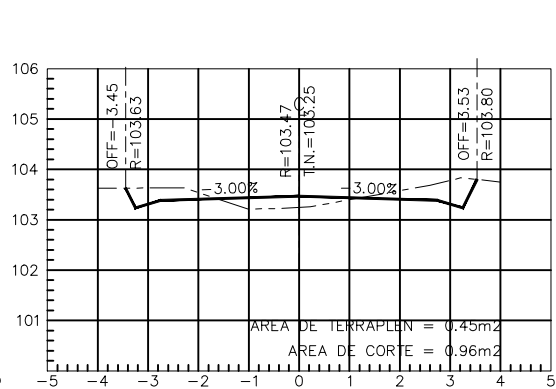
ESTACION 0+280.00



ESTACION 0+300.00



ESTACION 0+320.00



ESTACION 0+340.00



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros

Observaciones:

- Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
- Cuneta natural 50 cm de diámetro.
- Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
- Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
- Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

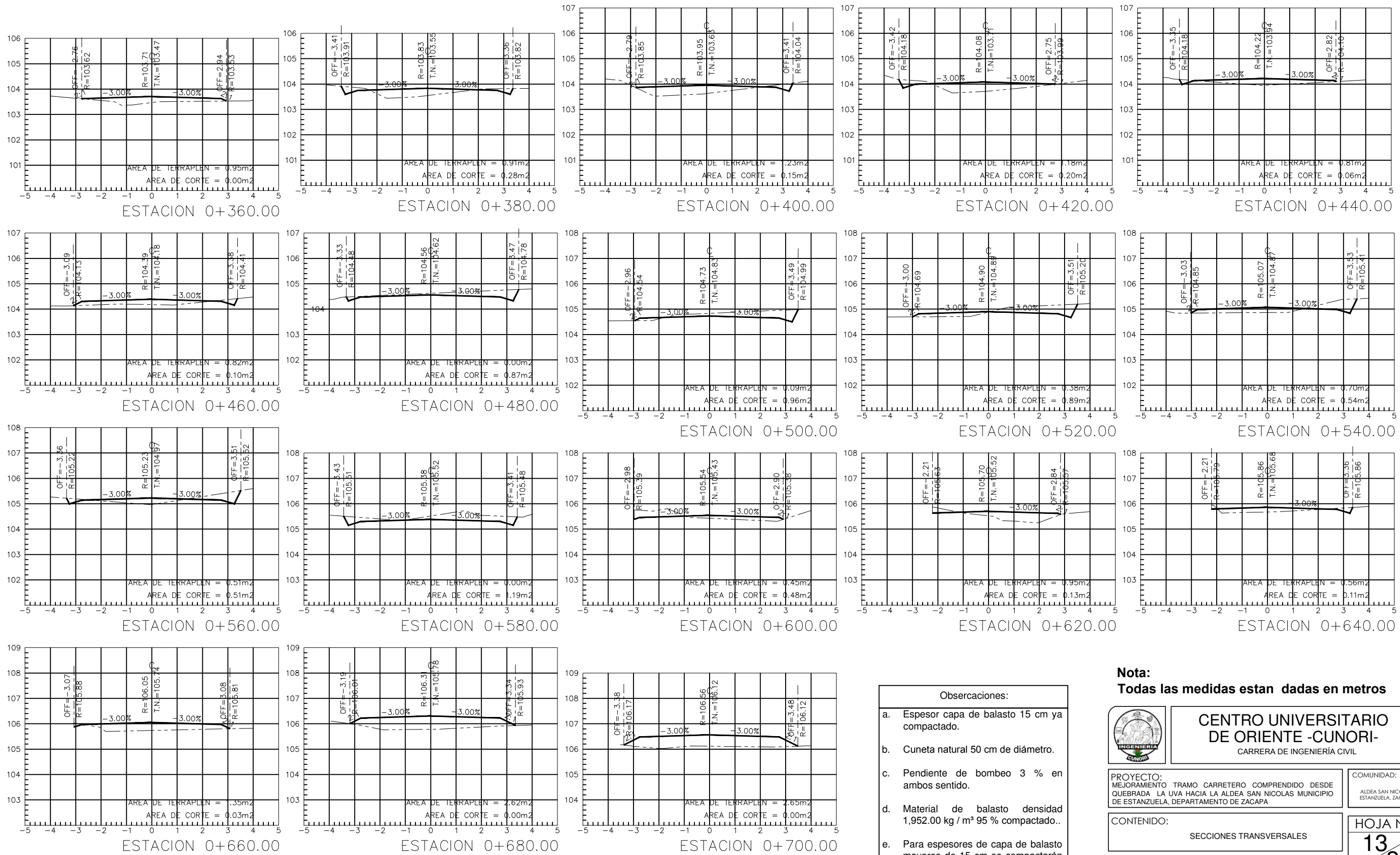
FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:

12
21

PLANIFICADOR

Vo.Ba.



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150

- Observaciones:
- a. Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
 - b. Cuneta natural 50 cm de diámetro.
 - c. Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
 - d. Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
 - e. Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

HOJA No:
13
21

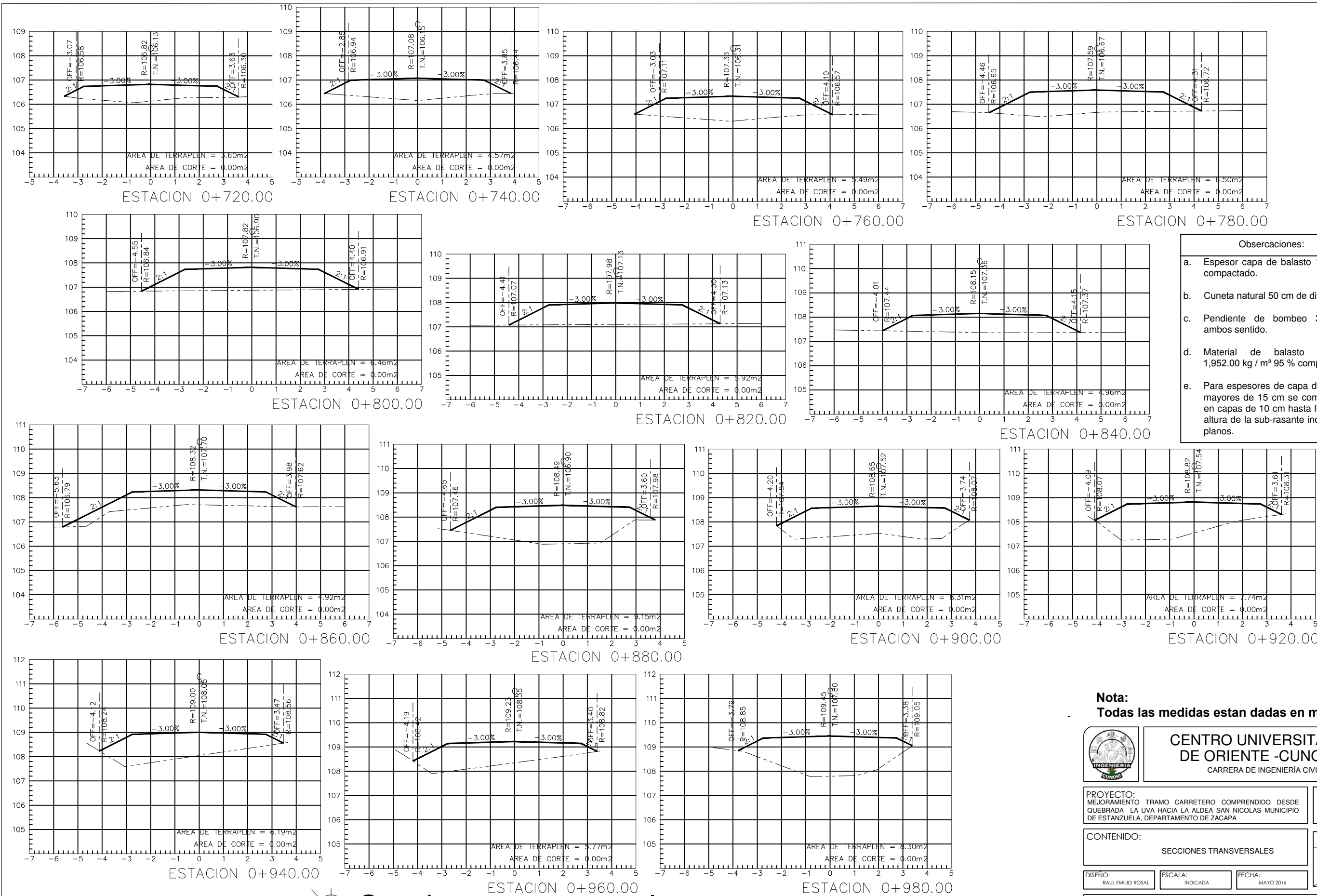
DISENO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

Vo.Ba.



- Observaciones:
- a. Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
 - b. Cuneta natural 50 cm de diámetro.
 - c. Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
 - d. Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
 - e. Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

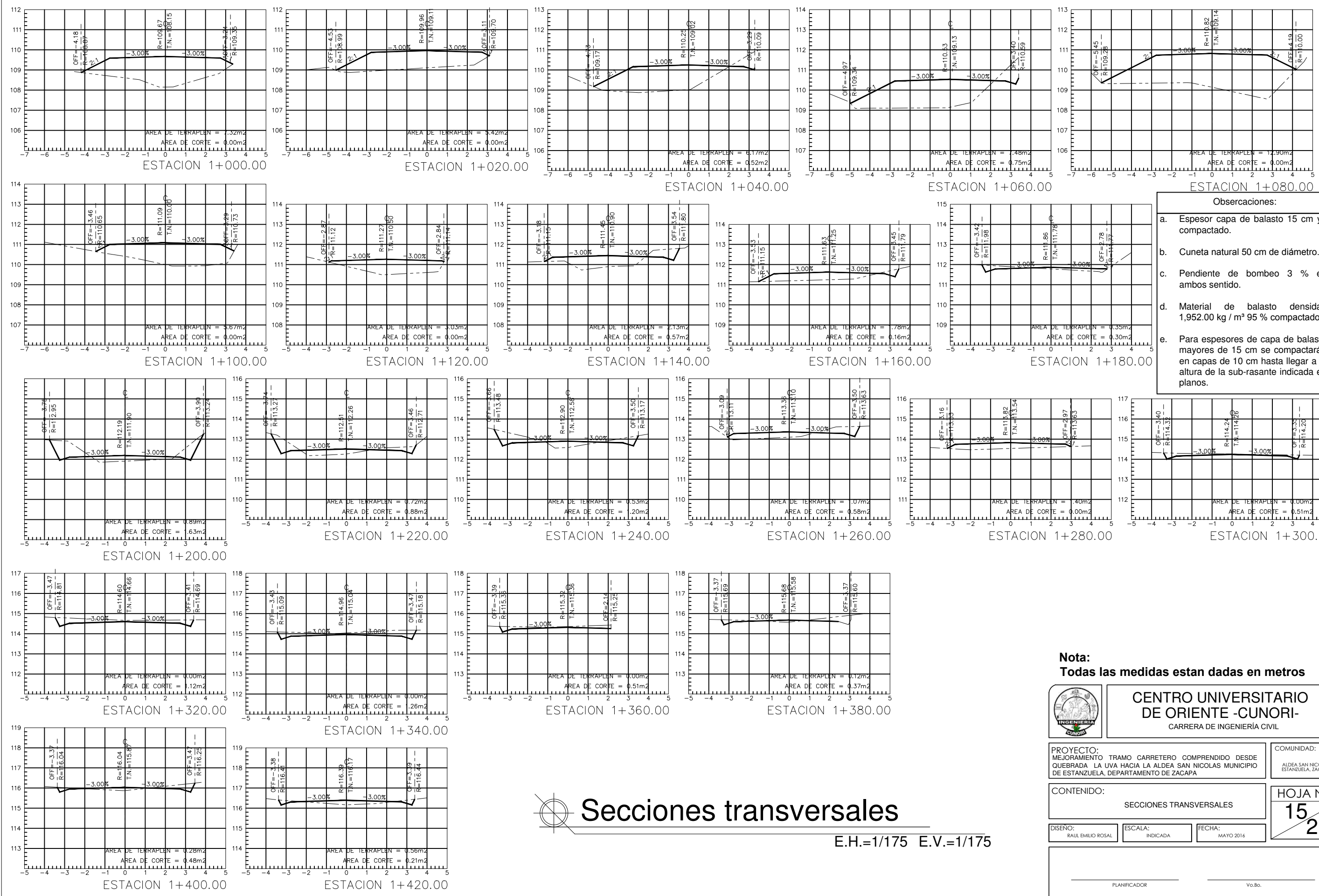
HOJA No:

14
21



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150



- Observaciones:
- a. Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
 - b. Cuneta natural 50 cm de diámetro.
 - c. Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
 - d. Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
 - e. Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

HOJA No:
15
21

DISENO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

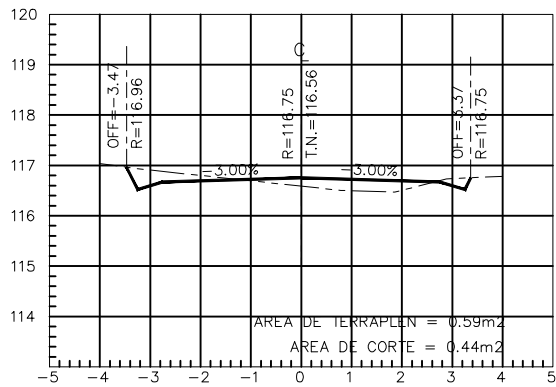
FECHA:
MAYO 2016

PLANIFICADOR

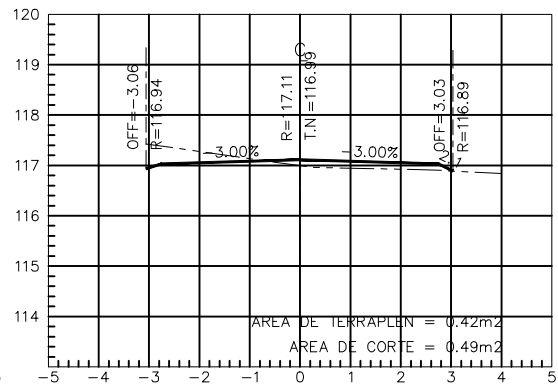
Vo.Ba.

Secciones transversales

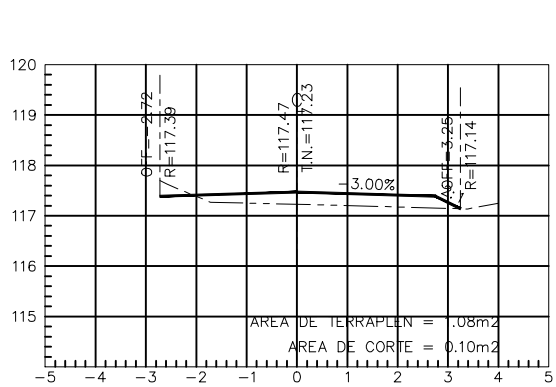
E.H.=1/175 E.V.=1/175



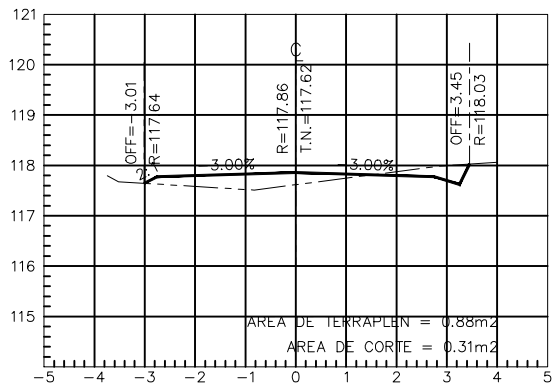
ESTACION 1+440.00



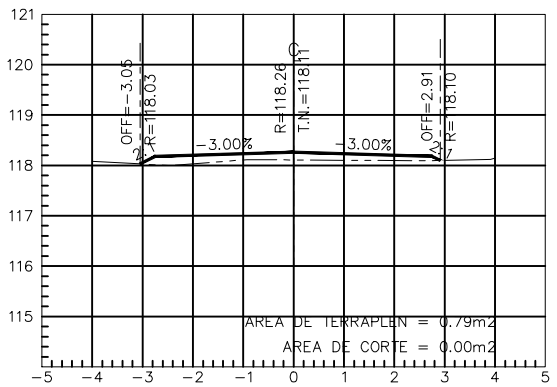
ESTACION 1+460.00



ESTACION 1+480.00



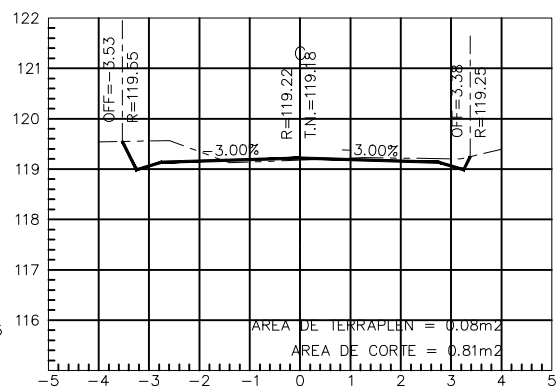
ESTACION 1+500.00



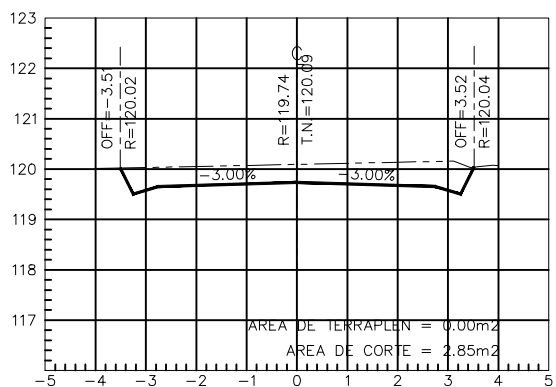
ESTACION 1+520.00



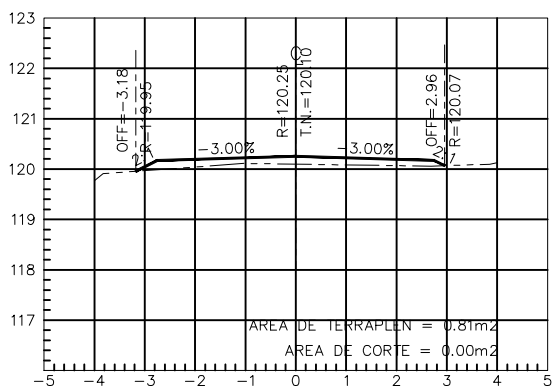
ESTACION 1+540.00



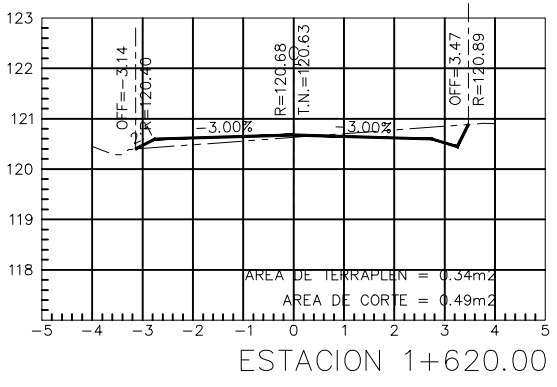
ESTACION 1+560.00



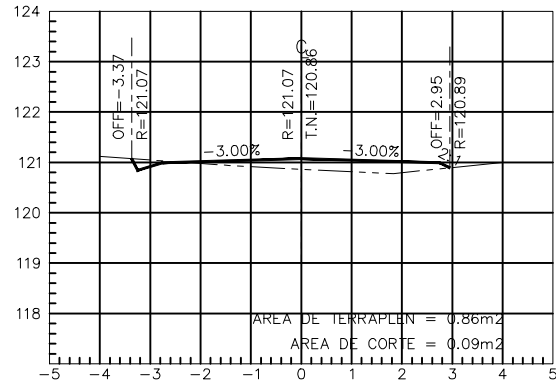
ESTACION 1+580.00



ESTACION 1+600.00



ESTACION 1+620.00



ESTACION 1+640.00



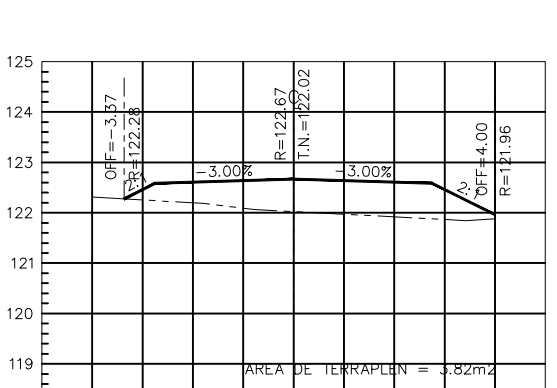
ESTACION 1+660.00



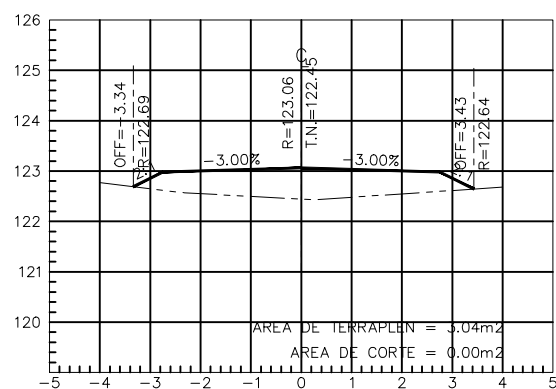
ESTACION 1+680.00



ESTACION 1+700.00



ESTACION 1+720.00



ESTACION 1+740.00



ESTACION 1+760.00



ESTACION 1+780.00

- Observaciones:
- Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
 - Cuneta natural 50 cm de diámetro.
 - Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
 - Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
 - Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.
 - Construcción de drenaje transversal en la estación 1+080

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:

16
21

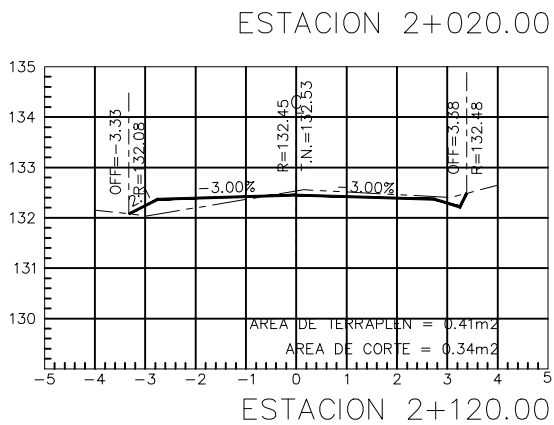
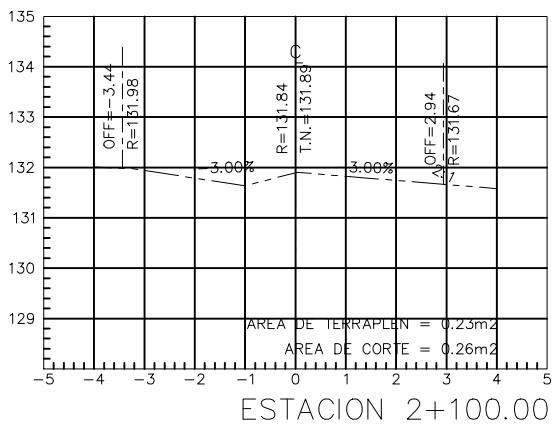
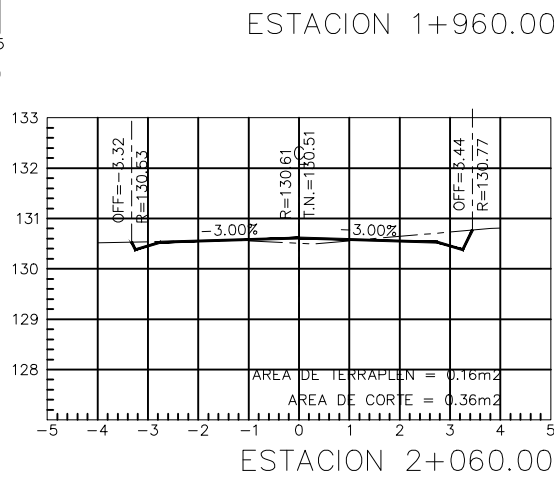
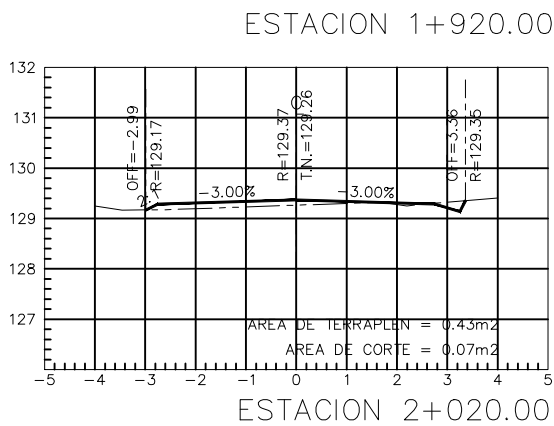
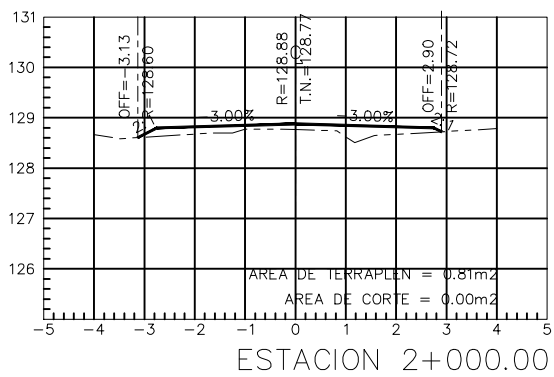
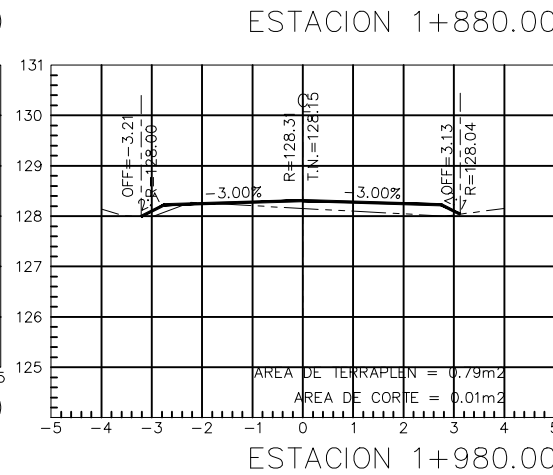
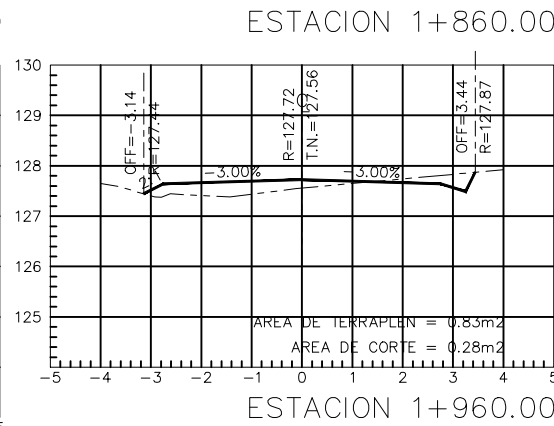
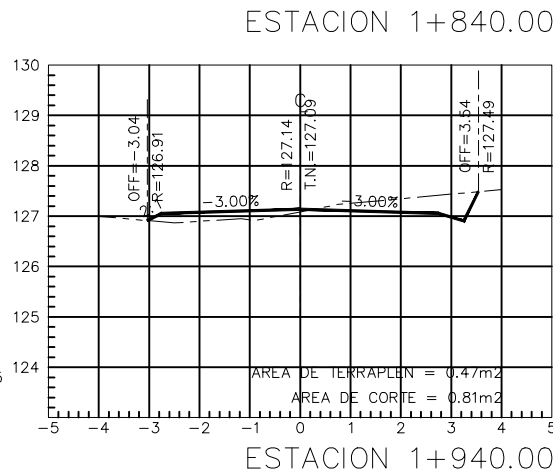
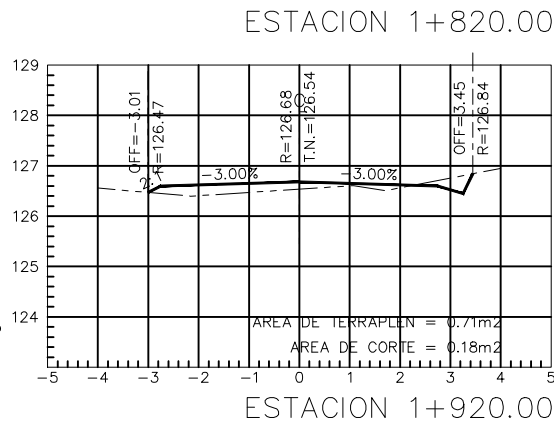
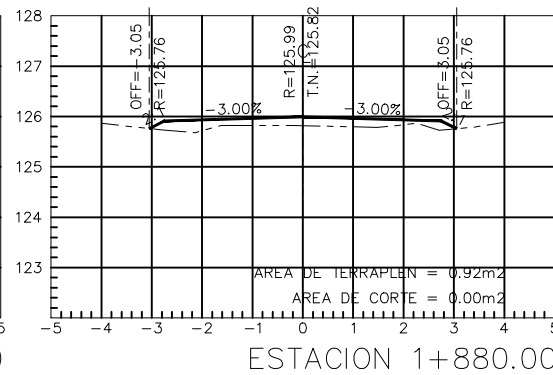
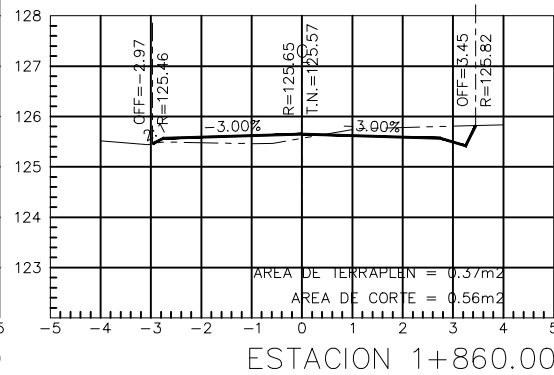
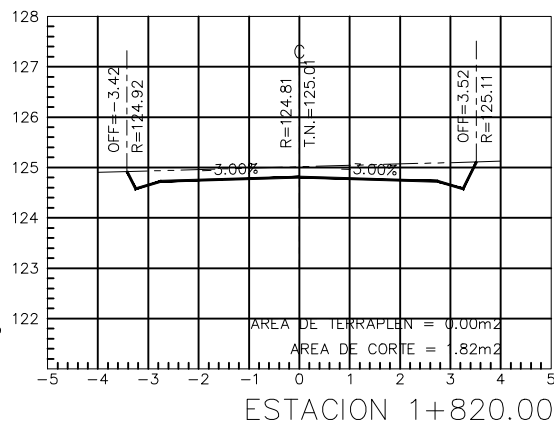
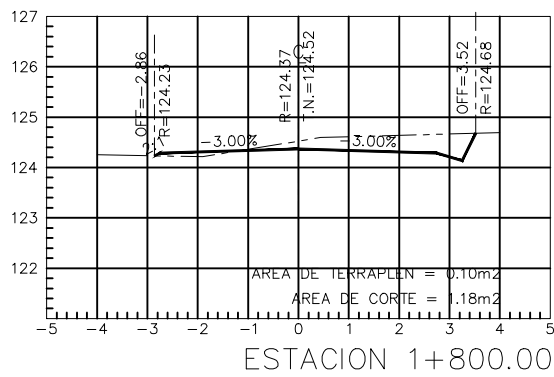
PLANIFICADOR

Vo.Bo.



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150

Observaciones:

- Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
- Cuneta natural 50 cm de diámetro.
- Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
- Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
- Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.
- Construcción de drenaje transversal en la estación 1+080

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

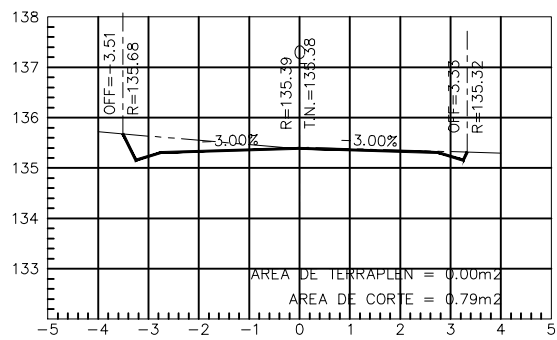
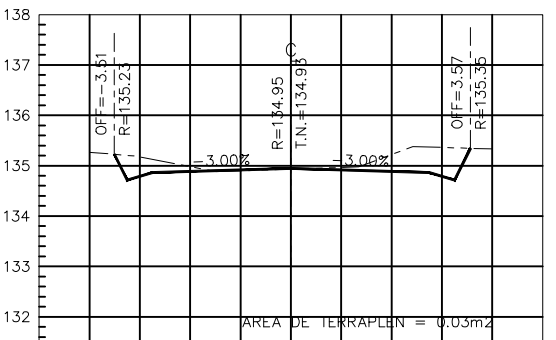
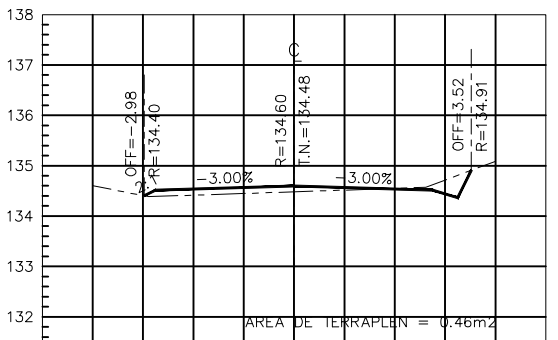
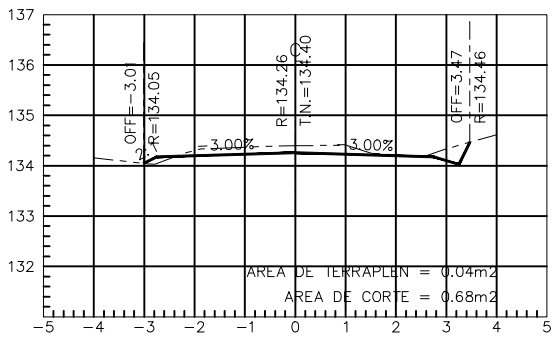
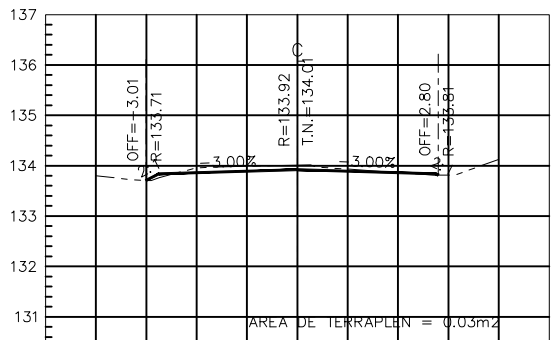
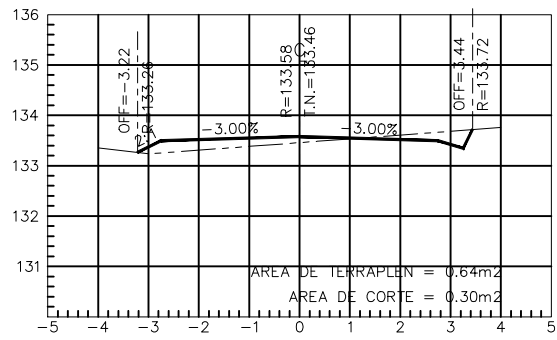
FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:

17
21

PLANIFICADOR

Vo.Bo.



Secciones transversales

E.H.=1/150 E.V.=1/150

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

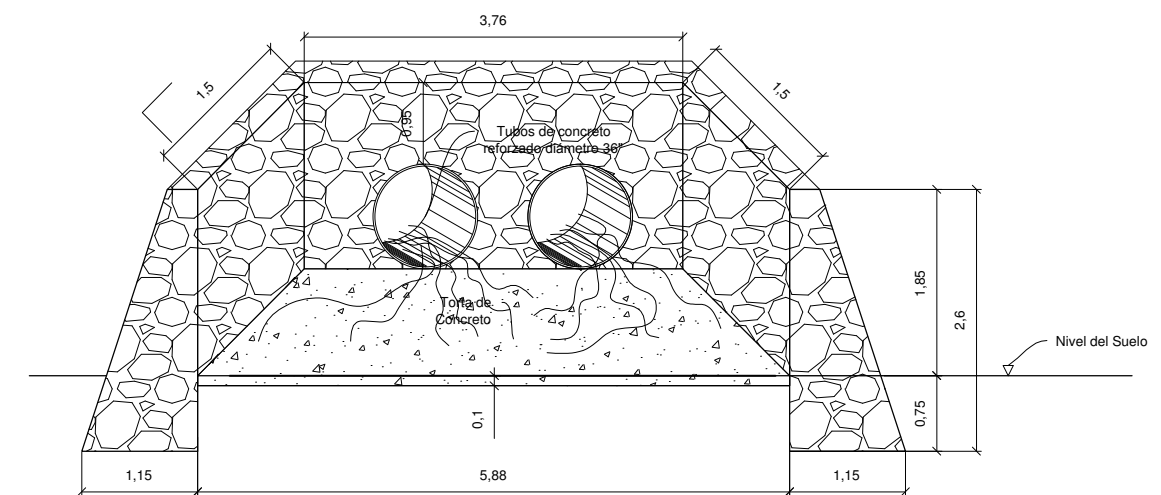
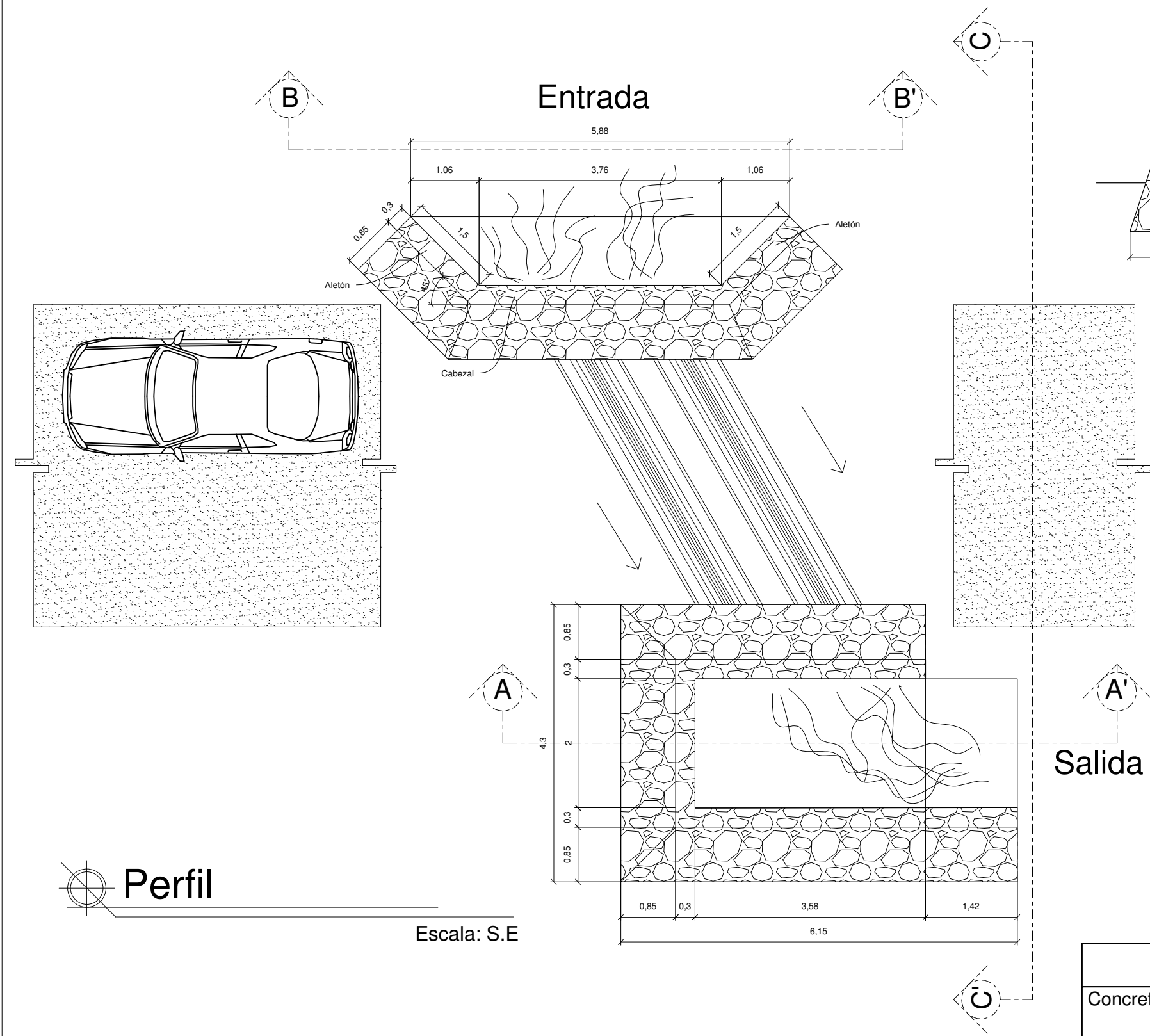
FECHA:
MAYO 2016

HOJA No:
18
21

PLANIFICADOR

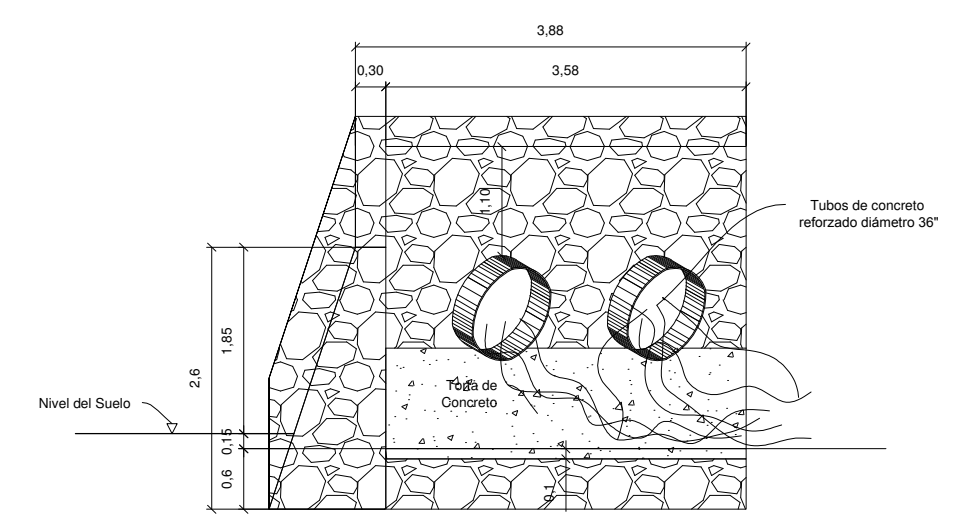
Vo.Bø.

- Observaciones:
- a. Espesor capa de balasto 15 cm ya compactado.
 - b. Cuneta natural 50 cm de diámetro.
 - c. Pendiente de bombeo 3 % en ambos sentido.
 - d. Material de balasto densidad 1,952.00 kg / m³ 95 % compactado..
 - e. Para espesores de capa de balasto mayores de 15 cm se compactarán en capas de 10 cm hasta llegar a la altura de la sub-rasante indicada en planos.



Seccion A-A'

Escala: S.E



Seccion B-B'

Escala: S.E

Perfil

Escala: S.E

Salida

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

CONTENIDO:
DETALLE DRENAJE TRANSVERSAL

HOJA No:
19
21

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

Observaciones:

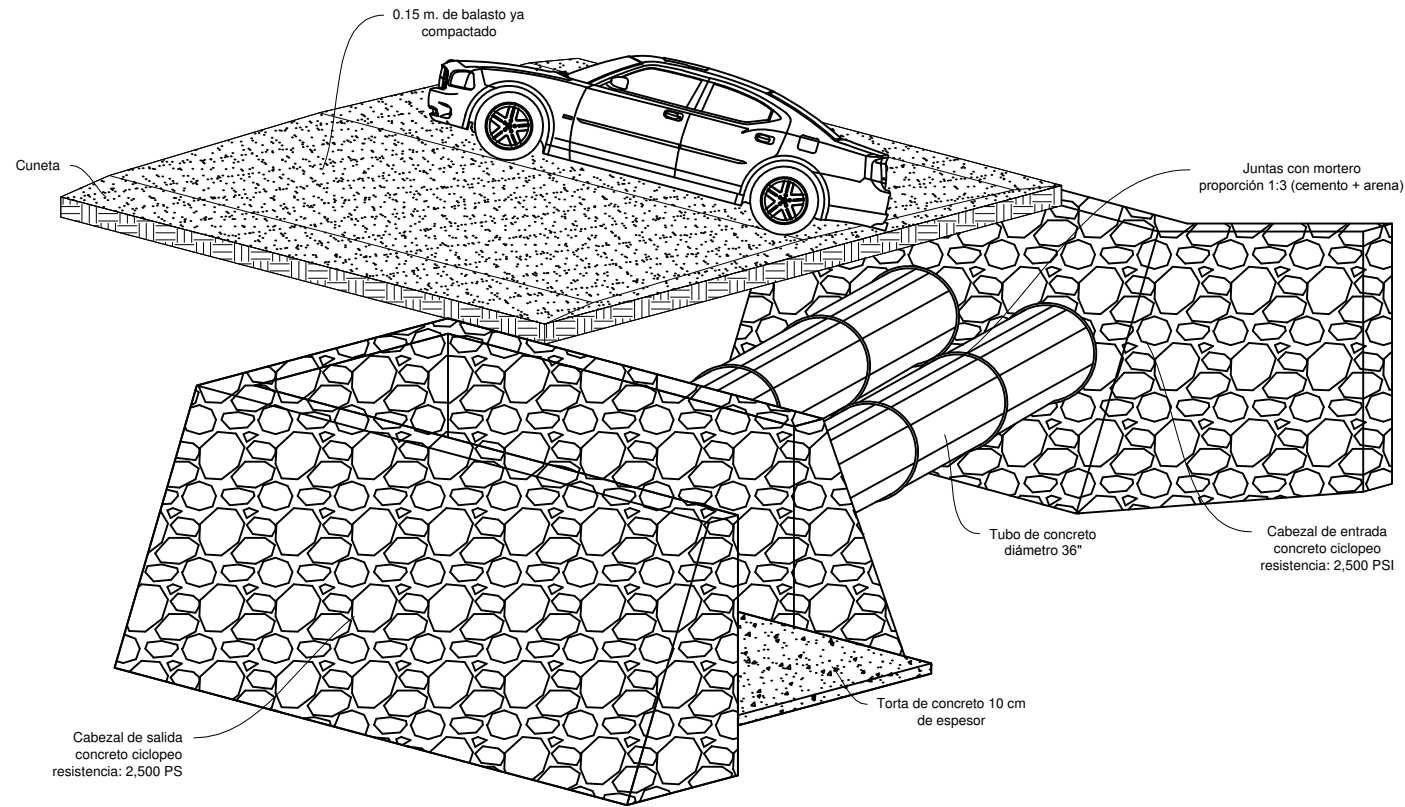
Concreto ciclopeo:

70% del volumen: piedra bola (0.30 m minimo)
30% del volumen: concreto

Concreto:
Resistencia fc: 2,500.00 PSI

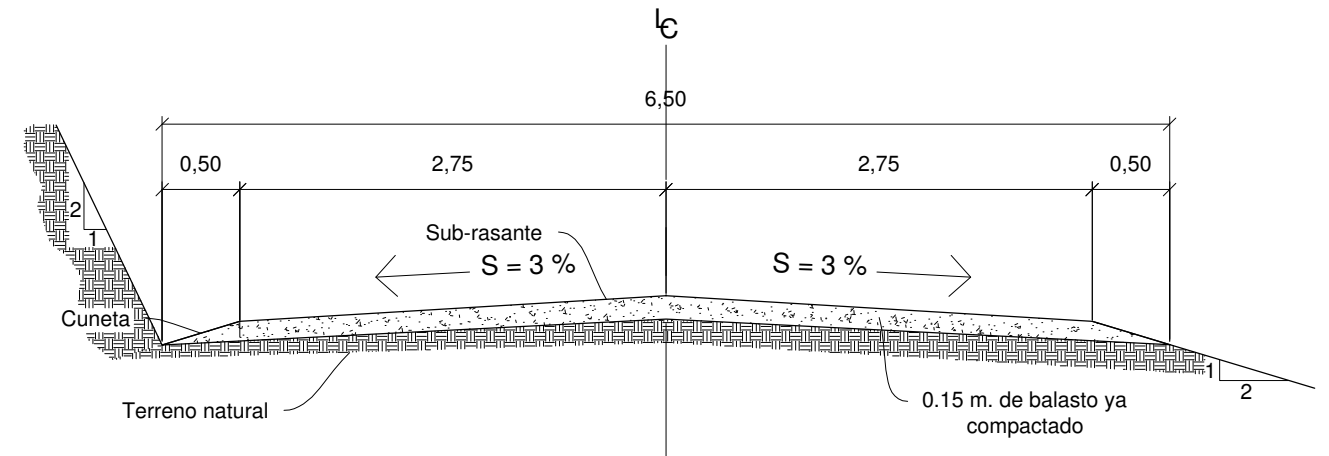
PLANIFICADOR

Vo.Bo.



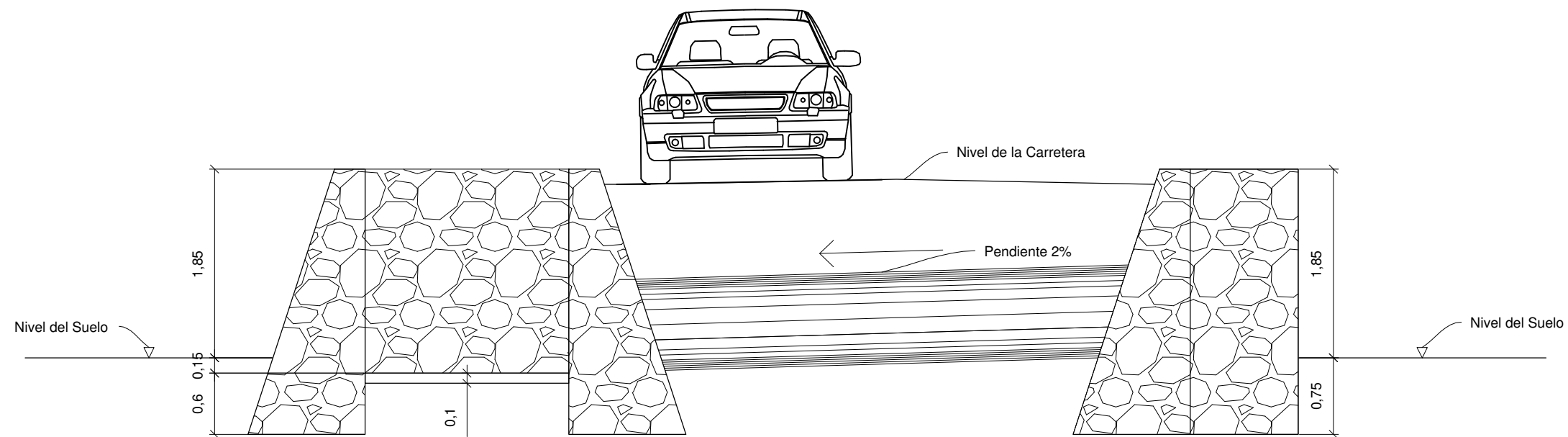
Isométrico drenaje transversal

Escala: S.E



Sección típica

Escala: S.E



Sección C-C'

Escala: S.E

Observaciones:

Concreto ciclopeo:

70% del volumen: piedra bola (0.30 m minimo)

30% del volumen: concreto

Concreto:

Resistencia fc: 2,500.00 PSI

Nota:

Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
DETALLE DRENAJE TRANSVERSAL

HOJA No:

20
21

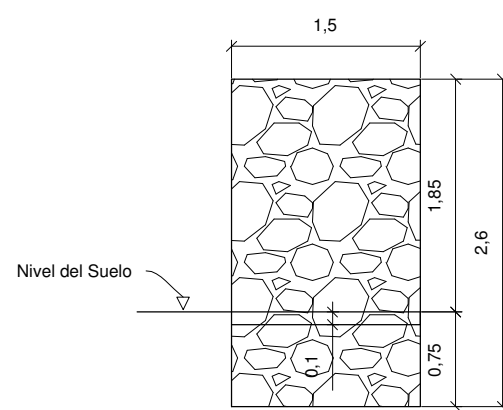
DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

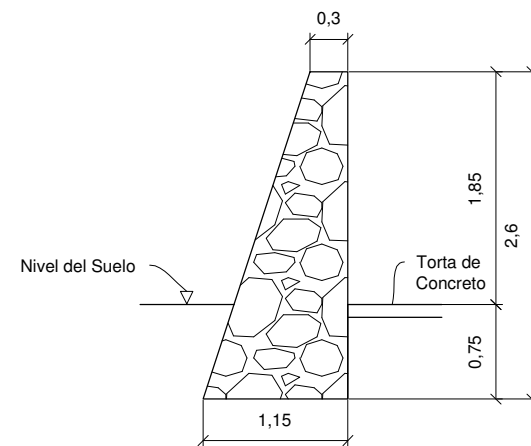
PLANIFICADOR

Vo.Bo.



Vista frontal

Escala: S.E



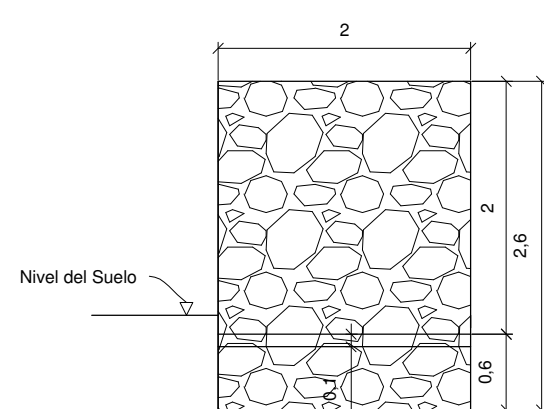
Vista lateral

Escala: S.E



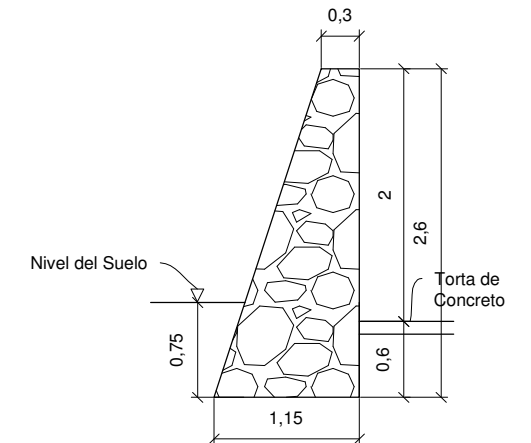
Detalle de aletón

Escala: S.E



Vista frontal

Escala: S.E



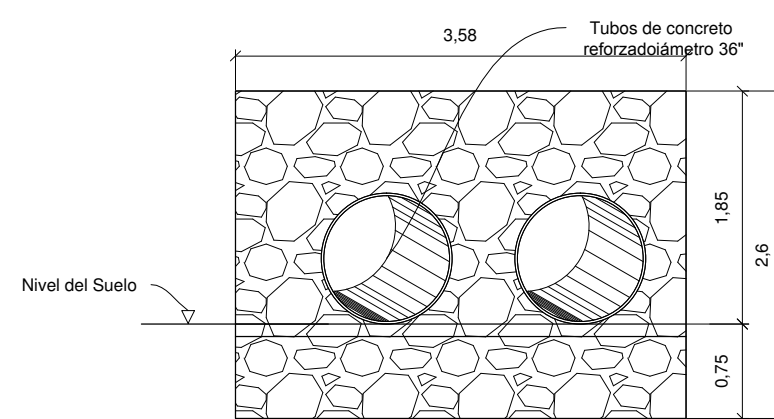
Vista lateral

Escala: S.E



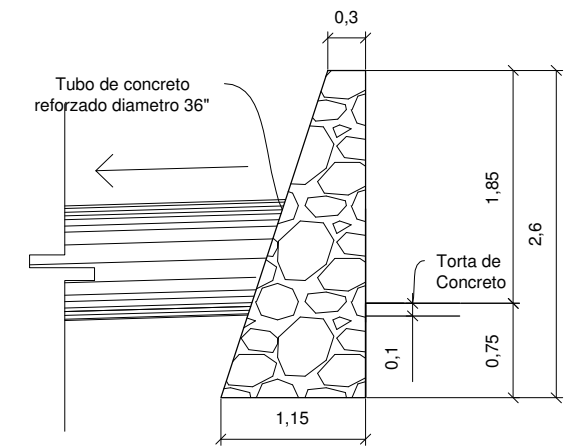
Detalle de aletón

Escala: S.E



Vista frontal

Escala: S.E



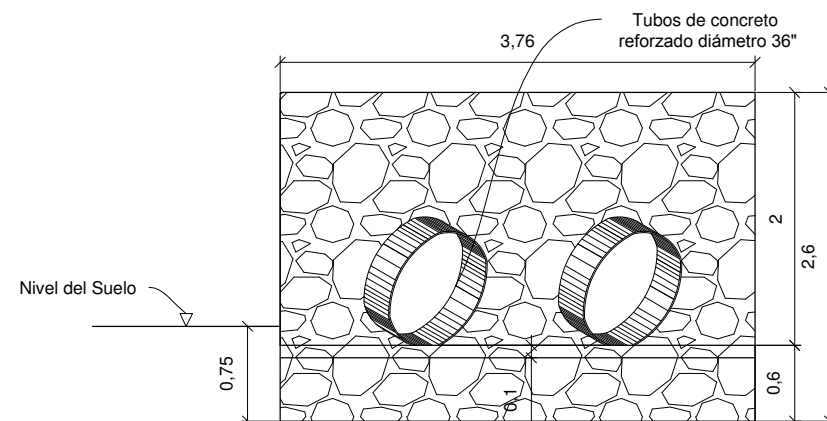
Vista lateral

Escala: S.E



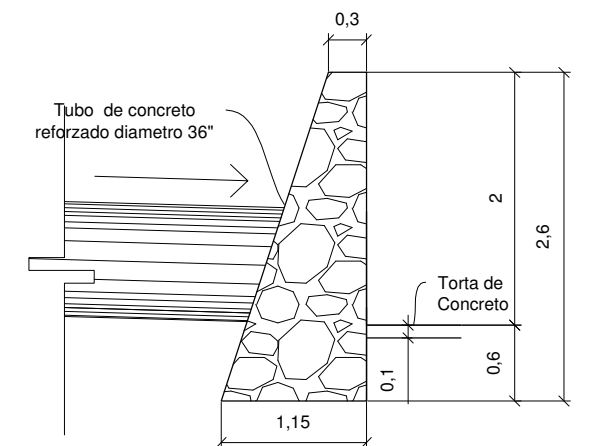
Detalle cabezal de entrada

Escala: S.E



Vista frontal

Escala: S.E



Vista lateral

Escala: S.E



Detalle cabezal de salida

Escala: S.E

Nota:
Todas las medidas estan dadas en metros



**CENTRO UNIVERSITARIO
DE ORIENTE -CUNORI-**
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:
MEJORAMIENTO TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DESDE
QUEBRADA LA UVA HACIA LA ALDEA SAN NICOLAS MUNICIPIO
DE ESTANZUELA, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

COMUNIDAD:
ALDEA SAN NICOLAS
ESTANZUELA, ZACAPA

CONTENIDO:
DETALLE DRENAJE TRANSVERSAL

HOJA No:

21
21

DISEÑO:
RAUL EMILIO ROSAL

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2016

Observaciones:

Concreto ciclopeo:
70% del volumen: piedra bola (0.30 m minimo)
30% del volumen: concreto

Concreto:
Resistencia fc: 2,500.00 PSI

PLANIFICADOR

Vo.Bo.

ANEXOS

Anexo C: Sistema de alcantarillado sanitario barrio Santa Cecilia

C-1: Tablas de relaciones hidráulicas

Anexo D: Mejoramiento tramo carretero San Nicolás

- D-1. Ensayo de límites de Atterberg (sub-rasante)
- D-2. Ensayo de compactación (sub-rasante)
- D-3. Ensayo de Razón Soporte California – C.B.R. – (sub-rasante)
- D-4. Análisis granulométrico, con tamices (sub-rasante)
- D-5. Ensayo de límites de Atterberg (sub-base)
- D-6. Ensayo de compactación (sub-base)
- D-7. Ensayo de Razón Soporte California – C.B.R. – (sub-base)
- D-8. Análisis granulométrico, con tamices (sub-base)

C - 1 Tablas de relaciones hidráulicas

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.000001	0.019224	0.001	0.000054
0.000005	0.030507	0.002	0.000152
0.000011	0.039963	0.003	0.000279
0.000021	0.048396	0.004	0.000429
0.000034	0.056141	0.005	0.000599
0.00005	0.06337	0.006	0.000788
0.00007	0.070215	0.007	0.000992
0.000093	0.076728	0.008	0.001212
0.00012	0.08297	0.009	0.001446
0.000151	0.08898	0.01	0.001693
0.000185	0.094787	0.011	0.001952
0.000223	0.100417	0.012	0.002224
0.000265	0.105887	0.013	0.002506
0.000311	0.111215	0.014	0.0028
0.000361	0.116413	0.015	0.003105
0.000415	0.121493	0.016	0.003419
0.000473	0.126464	0.017	0.003744
0.000536	0.131335	0.018	0.004078
0.000602	0.136112	0.019	0.004421
0.000672	0.140803	0.02	0.004773
0.000746	0.145412	0.021	0.005134
0.000825	0.149945	0.022	0.005503
0.000908	0.154406	0.023	0.005881
0.000995	0.1588	0.024	0.006266
0.001086	0.163129	0.025	0.00666
0.001182	0.167398	0.026	0.007061
0.001282	0.171609	0.027	0.00747
0.001386	0.175765	0.028	0.007887
0.001495	0.179868	0.029	0.008311
0.001608	0.183921	0.03	0.008741
0.01725	0.187926	0.031	0.009179
0.001847	0.191885	0.032	0.009624
0.001973	0.1958	0.033	0.010076
0.002103	0.19962	0.034	0.010534
0.002238	0.203503	0.035	0.010999
0.002378	0.207295	0.036	0.01147
0.002521	0.211049	0.037	0.011947
0.00267	0.214766	0.038	0.012431
0.002823	0.218448	0.039	0.012921
0.00298	0.222095	0.04	0.013417
0.003142	0.225709	0.041	0.013919
0.003308	0.229291	0.042	0.014427
0.003479	0.232842	0.043	0.014941
0.003654	0.236362	0.044	0.01546
0.003814	0.239853	0.045	0.015985
0.004019	0.243315	0.046	0.016516
0.004208	0.246749	0.047	0.017052
0.004401	0.250157	0.048	0.017594
0.004599	0.253537	0.049	0.018141
0.004802	0.256893	0.05	0.018693
0.005009	0.260223	0.051	0.019251
0.005221	0.263528	0.052	0.019813
0.005438	0.26681	0.053	0.020381
0.005659	0.270068	0.054	0.020954
0.005885	0.273304	0.055	0.021532
0.006115	0.276517	0.056	0.022116
0.00635	0.279709	0.057	0.022703

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.00659	0.282879	0.058	0.023296
0.006834	0.286029	0.059	0.023894
0.007083	0.289158	0.06	0.024496
0.007337	0.292267	0.061	0.025103
0.007595	0.295356	0.062	0.025715
0.007858	0.298427	0.063	0.026332
0.008126	0.30148	0.064	0.026953
0.008398	0.304512	0.065	0.027578
0.008675	0.307527	0.066	0.028208
0.008956	0.310524	0.067	0.028843
0.009243	0.313504	0.068	0.029481
0.009533	0.316466	0.069	0.030125
0.009829	0.319412	0.07	0.030772
0.010129	0.322342	0.071	0.031424
0.010434	0.325255	0.072	0.03208
0.010744	0.328152	0.073	0.032741
0.011058	0.331034	0.074	0.033405
0.011377	0.3339	0.075	0.034074
0.011701	0.33651	0.076	0.034746
0.012029	0.33958	0.077	0.035423
0.012362	0.342408	0.078	0.036104
0.0127	0.345215	0.079	0.036789
0.013043	0.348007	0.08	0.037478
0.01339	0.350786	0.081	0.038171
0.013742	0.353551	0.082	0.038868
0.014098	0.356302	0.083	0.039568
0.014459	0.359039	0.084	0.040273
0.014825	0.361764	0.085	0.040981
0.015196	0.364475	0.086	0.041693
0.015571	0.367173	0.087	0.042409
0.015951	0.369859	0.088	0.043128
0.016336	0.372532	0.089	0.043851
0.016726	0.375193	0.09	0.044578
0.01712	0.37842	0.091	0.045309
0.017518	0.380479	0.092	0.046043
0.017922	0.383103	0.093	0.046781
0.01833	0.385717	0.094	0.047522
0.018743	0.388318	0.095	0.048267
0.019161	0.390908	0.096	0.049016
0.019583	0.393487	0.097	0.049768
0.02001	0.396055	0.098	0.050523
0.020441	0.398611	0.099	0.051282
0.020878	0.401157	0.1	0.052044
0.021319	0.403692	0.101	0.05281
0.021765	0.406216	0.102	0.053579
0.022215	0.40873	0.103	0.054351
0.02267	0.411234	0.104	0.055127
0.02313	0.413727	0.105	0.055906
0.023594	0.41621	0.106	0.056688
0.024063	0.418683	0.107	0.057473
0.024537	0.421146	0.108	0.058262
0.025015	0.423599	0.109	0.059054
0.025498	0.426042	0.11	0.059849
0.025986	0.428476	0.111	0.060648
0.026479	0.430901	0.112	0.061449
0.026976	0.433316	0.113	0.062254
0.027477	0.435721	0.114	0.063062

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.027984	0.438117	0.115	0.063873
0.028495	0.440505	0.116	0.064686
0.02901	0.442883	0.117	0.065503
0.029531	0.445252	0.118	0.066323
0.030056	0.447612	0.119	0.067146
0.030585	0.449964	0.12	0.067972
0.031119	0.452307	0.121	0.068801
0.031658	0.454641	0.122	0.069633
0.032202	0.456967	0.123	0.070468
0.03275	0.459284	0.124	0.071306
0.033302	0.461593	0.125	0.072147
0.03386	0.463893	0.126	0.07299
0.034422	0.466185	0.127	0.073837
0.034988	0.46847	0.128	0.074686
0.035559	0.470746	0.129	0.075538
0.036135	0.473014	0.13	0.076393
0.036715	0.475274	0.131	0.077251
0.0373	0.477526	0.132	0.078112
0.03789	0.47977	0.133	0.078975
0.038484	0.482007	0.134	0.079841
0.039083	0.484236	0.135	0.08071
0.039686	0.486457	0.136	0.081582
0.040294	0.488671	0.137	0.082456
0.040906	0.490877	0.138	0.083333
0.041523	0.493076	0.139	0.084212
0.042145	0.495268	0.14	0.085095
0.042771	0.497452	0.141	0.08598
0.043401	0.499629	0.142	0.086867
0.044036	0.501799	0.143	0.087757
0.044676	0.503961	0.144	0.08865
0.04532	0.506117	0.145	0.089545
0.045969	0.508265	0.146	0.090443
0.046622	0.510407	0.147	0.091344
0.04728	0.512541	0.148	0.092247
0.047943	0.514669	0.149	0.093152
0.048609	0.51679	0.15	0.09406
0.049281	0.518904	0.151	0.094971
0.049956	0.52011	0.152	0.095884
0.050637	0.523112	0.153	0.096799
0.051322	0.525206	0.154	0.097717
0.052011	0.527293	0.155	0.098637
0.052705	0.529374	0.156	0.09956
0.053403	0.531449	0.157	0.100485
0.054106	0.533517	0.158	0.101413
0.054813	0.535578	0.159	0.102343
0.055524	0.537633	0.16	0.103275
0.05624	0.539682	0.161	0.10421
0.056961	0.541725	0.162	0.105147
0.057686	0.543761	0.163	0.106087
0.058415	0.545792	0.164	0.107028
0.059149	0.547816	0.165	0.107972
0.059887	0.549834	0.166	0.108919
0.06063	0.551845	0.167	0.109867
0.061377	0.553851	0.168	0.110818
0.062128	0.555851	0.169	0.111772
0.062884	0.557845	0.17	0.112727
0.063644	0.559833	0.171	0.113685

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.064409	0.561815	0.172	0.114645
0.065178	0.563791	0.173	0.115607
0.065951	0.565762	0.174	0.116571
0.066729	0.567726	0.175	0.117537
0.067511	0.569685	0.176	0.118506
0.068298	0.571638	0.177	0.119477
0.069088	0.573586	0.178	0.12045
0.069883	0.575528	0.179	0.121425
0.070683	0.577464	0.18	0.122402
0.071487	0.579395	0.181	0.123382
0.072295	0.58132	0.182	0.124363
0.073107	0.58324	0.183	0.125347
0.073924	0.585154	0.184	0.126332
0.074745	0.587063	0.185	0.12732
0.07557	0.588966	0.186	0.12831
0.0764	0.590864	0.187	0.129302
0.077234	0.592756	0.188	0.130296
0.078072	0.594644	0.189	0.131292
0.078914	0.596526	0.19	0.13229
0.079761	0.598402	0.191	0.13329
0.080612	0.600274	0.192	0.134292
0.081467	0.60214	0.193	0.135296
0.082326	0.604001	0.194	0.136302
0.08319	0.605857	0.195	0.13731
0.0840058	0.607708	0.196	0.13832
0.08493	0.609553	0.197	0.139331
0.085806	0.611394	0.198	0.140345
0.086687	0.61323	0.199	0.141361
0.087571	0.61506	0.2	0.142377
0.08846	0.61689	0.201	0.143398
0.089353	0.61872	0.202	0.144419
0.09025	0.62055	0.203	0.145443
0.091152	0.62238	0.204	0.146468
0.092057	0.62421	0.205	0.147495
0.092967	0.62604	0.206	0.148524
0.093881	0.62787	0.207	0.149555
0.094799	0.6297	0.208	0.150587
0.095721	0.63153	0.209	0.151622
0.096647	0.63336	0.21	0.152658
0.097577	0.634871	0.211	0.153696
0.098512	0.636643	0.212	0.154736
0.09945	0.638415	0.213	0.155778
0.100393	0.640187	0.214	0.156821
0.10134	0.641959	0.215	0.157867
0.10229	0.643731	0.216	0.158914
0.103245	0.645503	0.217	0.159963
0.104204	0.647275	0.218	0.161013
0.105167	0.649047	0.219	0.162065
0.106134	0.650819	0.22	0.163119
0.107105	0.652382	0.221	0.164175
0.10808	0.654108	0.222	0.165233
0.109059	0.655834	0.223	0.166292
0.110042	0.65756	0.224	0.167353
0.111029	0.659286	0.225	0.168415
0.11202	0.661012	0.226	0.169479
0.113015	0.662738	0.227	0.170545
0.114014	0.664464	0.228	0.171613

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.115017	0.66619	0.229	0.172682
0.116024	0.667916	0.23	0.173753
0.117035	0.669441	0.231	0.174825
0.11805	0.671122	0.232	0.175899
0.119069	0.672803	0.233	0.176975
0.120091	0.674484	0.234	0.178052
0.121118	0.676165	0.235	0.179131
0.122149	0.677846	0.236	0.180212
0.123183	0.679527	0.237	0.181294
0.124221	0.681208	0.238	0.182377
0.125263	0.682889	0.239	0.183463
0.12631	0.68457	0.24	0.184549
0.12736	0.686065	0.241	0.185638
0.128413	0.687704	0.242	0.186728
0.129471	0.689343	0.243	0.187819
0.130533	0.690982	0.244	0.188912
0.131598	0.692621	0.245	0.190006
0.132667	0.69426	0.246	0.191102
0.13374	0.695899	0.247	0.1922
0.134817	0.697538	0.248	0.193299
0.135897	0.699177	0.249	0.194399
0.136982	0.700816	0.25	0.195501
0.13807	0.702273	0.251	0.196605
0.139162	0.703871	0.252	0.197709
0.140258	0.705469	0.253	0.198816
0.141357	0.707067	0.254	0.199923
0.14246	0.708665	0.255	0.201033
0.143567	0.710263	0.256	0.202143
0.144678	0.711861	0.257	0.203255
0.145792	0.713459	0.258	0.204369
0.14691	0.715057	0.259	0.205484
0.148032	0.716655	0.26	0.2066
0.149158	0.718079	0.261	0.207718
0.150287	0.719635	0.262	0.208837
0.15142	0.721191	0.263	0.209957
0.152556	0.722747	0.264	0.211079
0.153696	0.724303	0.265	0.212202
0.15484	0.725859	0.266	0.213327
0.155988	0.727415	0.267	0.214452
0.157139	0.728971	0.268	0.21558
0.158293	0.730527	0.269	0.216708
0.159452	0.732083	0.27	0.217838
0.160613	0.733498	0.271	0.218969
0.161779	0.735	0.272	0.220102
0.162948	0.736502	0.273	0.221236
0.164121	0.738004	0.274	0.222371
0.165297	0.739506	0.275	0.223507
0.166477	0.741008	0.276	0.224645
0.16766	0.74251	0.277	0.225784
0.168847	0.744012	0.278	0.226924
0.170037	0.745514	0.279	0.228065
0.171231	0.747016	0.28	0.229208
0.172428	0.748542	0.281	0.230352
0.173629	0.750015	0.282	0.231497
0.174833	0.751488	0.283	0.232644
0.176041	0.752961	0.284	0.233792
0.177253	0.754434	0.285	0.23494

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.178467	0.755907	0.286	0.236091
0.179686	0.75738	0.287	0.237242
0.180907	0.758853	0.288	0.238394
0.182132	0.760326	0.289	0.239548
0.183361	0.761799	0.29	0.240703
0.184593	0.763223	0.291	0.241859
0.185828	0.76466	0.292	0.243016
0.187066	0.766097	0.293	0.244175
0.188309	0.767534	0.294	0.245334
0.189554	0.768971	0.295	0.246495
0.190803	0.770408	0.296	0.247657
0.192055	0.771845	0.297	0.24882
0.19331	0.773282	0.298	0.249984
0.194569	0.774719	0.299	0.251149
0.195831	0.776156	0.3	0.252316
0.197097	0.777553	0.301	0.253461
0.198365	0.778955	0.302	0.254622
0.199637	0.780357	0.303	0.255783
0.200913	0.781759	0.304	0.256944
0.202191	0.783161	0.305	0.258105
0.203473	0.784563	0.306	0.259266
0.204758	0.785965	0.307	0.260427
0.206046	0.787367	0.308	0.261588
0.207338	0.788769	0.309	0.262749
0.208633	0.790171	0.31	0.26391
0.20993	0.791539	0.311	0.265071
0.21232	0.79291	0.312	0.266232
0.212536	0.794281	0.313	0.267393
0.213843	0.795652	0.314	0.268554
0.215154	0.797023	0.315	0.269715
0.216468	0.798394	0.316	0.270876
0.217785	0.799765	0.317	0.272037
0.219105	0.801136	0.318	0.273198
0.220428	0.802507	0.319	0.274359
0.221755	0.803878	0.32	0.27552
0.223084	0.805193	0.321	0.276681
0.224416	0.806527	0.322	0.277842
0.225752	0.807861	0.323	0.279003
0.227091	0.809195	0.324	0.280164
0.228433	0.810529	0.325	0.281325
0.229777	0.811863	0.326	0.282486
0.231125	0.813197	0.327	0.283647
0.232476	0.814531	0.328	0.284808
0.23383	0.815865	0.329	0.285969
0.235187	0.817199	0.33	0.28713
0.236547	0.818521	0.331	0.288291
0.23791	0.819823	0.332	0.289452
0.239275	0.821125	0.333	0.290613
0.240644	0.822427	0.334	0.291774
0.242016	0.823729	0.335	0.292935
0.243391	0.825031	0.336	0.294096
0.244768	0.826333	0.337	0.295257
0.246149	0.827635	0.338	0.296418
0.247532	0.828937	0.339	0.297579
0.248919	0.830239	0.34	0.29874
0.250308	0.831531	0.341	0.299901
0.2517	0.832802	0.342	0.301062

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.253095	0.834073	0.343	0.302223
0.254493	0.835344	0.344	0.303384
0.255894	0.836615	0.345	0.304545
0.257297	0.837886	0.346	0.305706
0.258704	0.839157	0.347	0.306867
0.260113	0.840428	0.348	0.308028
0.261525	0.841699	0.349	0.309189
0.26294	0.84297	0.35	0.311919
0.264357	0.844231	0.351	0.313134
0.265778	0.84547	0.352	0.314349
0.267201	0.846709	0.353	0.315564
0.268627	0.847948	0.354	0.316779
0.270055	0.849187	0.355	0.317994
0.271487	0.850426	0.356	0.319209
0.272921	0.851665	0.357	0.320424
0.274357	0.852904	0.358	0.321639
0.275797	0.854143	0.359	0.322854
0.277239	0.855382	0.36	0.324069
0.278684	0.856627	0.361	0.325284
0.280131	0.85784	0.362	0.326499
0.281581	0.859053	0.363	0.327714
0.283034	0.860266	0.364	0.328929
0.284489	0.861479	0.365	0.330144
0.285947	0.862692	0.366	0.331359
0.287407	0.863905	0.367	0.332574
0.288871	0.865118	0.368	0.333789
0.290336	0.866331	0.369	0.335004
0.291805	0.867544	0.37	0.336219
0.293275	0.868725	0.371	0.337434
0.294749	0.869907	0.372	0.338649
0.296225	0.871089	0.373	0.339864
0.297703	0.872271	0.374	0.341079
0.299184	0.873453	0.375	0.342294
0.300667	0.874635	0.376	0.343509
0.302153	0.875817	0.377	0.344724
0.303642	0.876999	0.378	0.345939
0.305132	0.878181	0.379	0.347154
0.306626	0.879363	0.38	0.348369
0.308121	0.88053	0.381	0.349584
0.30962	0.881694	0.382	0.350799
0.31112	0.882858	0.383	0.352014
0.312623	0.884022	0.384	0.353229
0.314128	0.885186	0.385	0.354444
0.315636	0.88635	0.386	0.355659
0.317146	0.887514	0.387	0.356874
0.318659	0.888678	0.388	0.358089
0.320174	0.889842	0.389	0.359304
0.321691	0.890908	0.39	0.360519
0.32321	0.892047	0.391	0.361734
0.324732	0.893186	0.392	0.362949
0.326256	0.894325	0.393	0.364164
0.327782	0.895464	0.394	0.365379
0.329311	0.896603	0.395	0.366594
0.330842	0.897742	0.396	0.367809
0.332375	0.898881	0.397	0.369024
0.33391	0.90002	0.398	0.370239
0.335448	0.901057	0.399	0.371454

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.336988	0.90217	0.4	0.37353
0.33853	0.903283	0.401	0.374778
0.340074	0.904396	0.402	0.376026
0.34162	0.905509	0.403	0.377274
0.343169	0.906622	0.404	0.378522
0.34472	0.907735	0.405	0.37977
0.346272	0.908848	0.406	0.381018
0.347827	0.909961	0.407	0.382266
0.349385	0.911074	0.408	0.383514
0.350944	0.912187	0.409	0.384762
0.352505	0.9133	0.41	0.38601
0.354068	0.914237	0.411	0.387258
0.355634	0.915317	0.412	0.388506
0.357201	0.916397	0.413	0.389754
0.358771	0.917477	0.414	0.391002
0.360342	0.918557	0.415	0.39225
0.361916	0.919637	0.416	0.393498
0.363492	0.920717	0.417	0.394746
0.365069	0.921797	0.418	0.395994
0.366649	0.922877	0.419	0.397242
0.36823	0.923957	0.42	0.39849
0.369814	0.924918	0.421	0.399738
0.371399	0.925971	0.422	0.400986
0.372986	0.927021	0.423	0.402234
0.374576	0.928071	0.424	0.403482
0.376167	0.929121	0.425	0.40473
0.37776	0.930171	0.426	0.405978
0.379355	0.931221	0.427	0.407226
0.380952	0.932271	0.428	0.408474
0.382551	0.933321	0.429	0.409722
0.384151	0.934299	0.43	0.41097
0.385753	0.93532	0.431	0.412218
0.387358	0.936341	0.432	0.413466
0.388964	0.937362	0.433	0.414714
0.390571	0.938383	0.434	0.415962
0.392181	0.939404	0.435	0.41721
0.393792	0.940425	0.436	0.418458
0.395405	0.941446	0.437	0.419706
0.39702	0.942467	0.438	0.420954
0.398637	0.943488	0.439	0.422202
0.400255	0.944509	0.44	0.42345
0.401875	0.945469	0.441	0.424698
0.403497	0.94646	0.442	0.425946
0.40512	0.947451	0.443	0.427194
0.406745	0.948442	0.444	0.428442
0.408372	0.949433	0.445	0.42969
0.41	0.950424	0.446	0.430938
0.41163	0.951415	0.447	0.432186
0.413262	0.952406	0.448	0.433434
0.414895	0.953397	0.449	0.434682
0.41653	0.954388	0.45	0.43593
0.418166	0.955346	0.451	0.437178
0.419804	0.956312	0.452	0.438426
0.421443	0.957278	0.453	0.439674
0.423084	0.958244	0.454	0.440922
0.424727	0.95921	0.455	0.44217
0.426371	0.960176	0.456	0.443418

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.428016	0.961142	0.457	0.444666
0.429663	0.962108	0.458	0.445914
0.431312	0.963074	0.459	0.447162
0.432962	0.96404	0.46	0.44841
0.434613	0.964962	0.461	0.449658
0.436266	0.9659	0.462	0.450906
0.43792	0.966838	0.463	0.452154
0.439576	0.967776	0.464	0.453402
0.441233	0.968714	0.465	0.45465
0.442891	0.969652	0.466	0.455898
0.444551	0.97059	0.467	0.457146
0.446212	0.971528	0.468	0.458394
0.447874	0.972466	0.469	0.459642
0.449538	0.973404	0.47	0.46089
0.451203	0.974317	0.471	0.462138
0.452869	0.97523	0.472	0.463386
0.454537	0.976143	0.473	0.464634
0.456206	0.977056	0.474	0.465882
0.457876	0.977969	0.475	0.46713
0.459548	0.978882	0.476	0.468378
0.46122	0.979795	0.477	0.469626
0.462894	0.980708	0.478	0.470874
0.464569	0.981621	0.479	0.472122
0.466246	0.982534	0.48	0.47337
0.467923	0.983415	0.481	0.474618
0.469602	0.9843	0.482	0.475866
0.471281	0.985185	0.483	0.477114
0.472962	0.98607	0.484	0.478362
0.474644	0.986955	0.485	0.47961
0.476327	0.98784	0.486	0.480858
0.478012	0.988725	0.487	0.482106
0.479697	0.98961	0.488	0.483354
0.481383	0.990495	0.489	0.484602
0.483071	0.99138	0.49	0.48585
0.484759	0.992258	0.491	0.487098
0.486449	0.99312	0.492	0.488346
0.488139	0.993982	0.493	0.489594
0.489831	0.994844	0.494	0.490842
0.491523	0.995706	0.495	0.49209
0.493217	0.996568	0.496	0.493338
0.494911	0.99743	0.497	0.494586
0.496607	0.998292	0.498	0.495834
0.498303	0.999154	0.499	0.497082
0.5	1.000016	0.5	0.5
0.501698	1.000848	0.501	0.501273
0.503397	1.00169	0.502	0.502546
0.505097	1.002532	0.503	0.503819
0.506798	1.003374	0.504	0.505092
0.508499	1.004216	0.505	0.506365
0.510202	1.005058	0.506	0.507638
0.511905	1.0059	0.507	0.508911
0.513609	1.006742	0.508	0.510184
0.515314	1.007584	0.509	0.511457
0.517019	1.008426	0.51	0.51273
0.518726	1.009185	0.511	0.514003
0.520433	1.01	0.512	0.515276
0.52214	1.010815	0.513	0.516549

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.523849	1.01163	0.514	0.517822
0.525558	1.012445	0.515	0.519095
0.527268	1.01326	0.516	0.520368
0.528979	1.014075	0.517	0.521641
0.53069	1.01489	0.518	0.522914
0.532402	1.015705	0.519	0.524187
0.534114	1.01652	0.52	0.52546
0.535828	1.017271	0.521	0.526733
0.537541	1.018057	0.522	0.528006
0.539256	1.018843	0.523	0.529279
0.54097	1.019629	0.524	0.530552
0.542686	1.020415	0.525	0.531825
0.544402	1.021201	0.526	0.533098
0.546118	1.021987	0.527	0.534371
0.547836	1.022773	0.528	0.535644
0.549553	1.023559	0.529	0.536917
0.551271	1.024345	0.53	0.53819
0.55299	1.025108	0.531	0.539463
0.554709	1.02587	0.532	0.540736
0.556428	1.026632	0.533	0.542009
0.558148	1.027394	0.534	0.543282
0.559868	1.028156	0.535	0.544555
0.561589	1.028918	0.536	0.545828
0.56331	1.02968	0.537	0.547101
0.565031	1.030442	0.538	0.548374
0.566753	1.031204	0.539	0.549647
0.568475	1.031966	0.54	0.55092
0.570197	1.032696	0.541	0.552193
0.57192	1.033433	0.542	0.553466
0.573643	1.03417	0.543	0.554739
0.575366	1.034907	0.544	0.556012
0.57709	1.035644	0.545	0.557285
0.578814	1.036381	0.546	0.558558
0.580538	1.037118	0.547	0.559831
0.582262	1.037855	0.548	0.561104
0.583986	1.038592	0.549	0.562377
0.585711	1.039329	0.55	0.56365
0.587436	1.040036	0.551	0.564923
0.589161	1.04075	0.552	0.566196
0.590886	1.041464	0.553	0.567469
0.592611	1.042178	0.554	0.568742
0.594336	1.042892	0.555	0.570015
0.596062	1.043606	0.556	0.571288
0.597787	1.04432	0.557	0.572561
0.599513	1.045034	0.558	0.573834
0.601239	1.045748	0.559	0.575107
0.602964	1.046462	0.56	0.57638
0.60469	1.047128	0.561	0.577653
0.606416	1.047815	0.562	0.578926
0.608141	1.048502	0.563	0.580199
0.609867	1.049189	0.564	0.581472
0.611593	1.049876	0.565	0.582745
0.613318	1.050563	0.566	0.584018
0.615044	1.05125	0.567	0.585291
0.616769	1.051937	0.568	0.586564
0.618494	1.052624	0.569	0.587837
0.620219	1.053311	0.57	0.58911

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.621944	1.053973	0.571	0.590383
0.623669	1.054635	0.572	0.591656
0.625394	1.055297	0.573	0.592929
0.627119	1.055959	0.574	0.594202
0.628843	1.056621	0.575	0.595475
0.630567	1.057283	0.576	0.596748
0.632291	1.057945	0.577	0.598021
0.634015	1.058607	0.578	0.599294
0.635738	1.059269	0.579	0.600567
0.637461	1.059931	0.58	0.60184
0.639184	1.06057	0.581	0.603113
0.640906	1.061208	0.582	0.604386
0.642629	1.061846	0.583	0.605659
0.64435	1.062484	0.584	0.606932
0.646072	1.063122	0.585	0.608205
0.647793	1.06376	0.586	0.609478
0.649514	1.064398	0.587	0.610751
0.651234	1.065036	0.588	0.612024
0.652954	1.065674	0.589	0.613297
0.654673	1.066312	0.59	0.61457
0.656392	1.06692	0.591	0.615843
0.658111	1.06753	0.592	0.617116
0.659829	1.06814	0.593	0.618389
0.661546	1.06875	0.594	0.619662
0.663263	1.06936	0.595	0.620935
0.66498	1.06997	0.596	0.622208
0.666696	1.07058	0.597	0.623481
0.668411	1.07119	0.598	0.624754
0.670126	1.0718	0.599	0.626027
0.67184	1.07241	0.6	0.6264
0.673554	1.073021	0.601	0.627717
0.675267	1.073606	0.602	0.629034
0.676979	1.074191	0.603	0.630351
0.678691	1.074776	0.604	0.631668
0.680401	1.075361	0.605	0.632985
0.682112	1.075946	0.606	0.634302
0.683821	1.076531	0.607	0.635619
0.68553	1.077116	0.608	0.636936
0.687238	1.077701	0.609	0.638253
0.688945	1.078286	0.61	0.63957
0.690652	1.078871	0.611	0.640887
0.692357	1.079456	0.612	0.642204
0.694062	1.080041	0.613	0.643521
0.695766	1.080581	0.614	0.644838
0.697469	1.08114	0.615	0.646155
0.699172	1.081699	0.616	0.647472
0.700873	1.082258	0.617	0.648789
0.702574	1.082817	0.618	0.650106
0.704273	1.083376	0.619	0.651423
0.705972	1.083935	0.62	0.65274
0.707669	1.084494	0.621	0.654057
0.709366	1.085053	0.622	0.655374
0.711062	1.085567	0.623	0.656691
0.712757	1.0861	0.624	0.658008
0.71445	1.086633	0.625	0.659325
0.716143	1.087166	0.626	0.660642
0.717834	1.087699	0.627	0.661959

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.719525	1.088232	0.628	0.663276
0.721214	1.088765	0.629	0.664593
0.722903	1.089298	0.63	0.66591
0.72459	1.089829	0.631	0.667227
0.726276	1.09035	0.632	0.668544
0.727961	1.09086	0.633	0.669861
0.729645	1.09137733	0.634	0.671178
0.731327	1.09189283	0.635	0.672495
0.733008	1.09240833	0.636	0.673812
0.734688	1.09292383	0.637	0.675129
0.736367	1.09343933	0.638	0.676446
0.738045	1.09395483	0.639	0.677763
0.739721	1.09447033	0.64	0.67908
0.741396	1.09498583	0.641	0.680397
0.743069	1.095424	0.642	0.681714
0.744742	1.095909	0.643	0.683031
0.746413	1.096394	0.644	0.684348
0.748082	1.096879	0.645	0.685665
0.74975	1.097364	0.646	0.686982
0.751417	1.097849	0.647	0.688299
0.753082	1.098334	0.648	0.689616
0.754726	1.098819	0.649	0.690933
0.756408	1.099304	0.65	0.69225
0.758069	1.099789	0.651	0.693567
0.759729	1.100274	0.652	0.694884
0.761387	1.100759	0.653	0.696201
0.763043	1.101178	0.654	0.697518
0.764698	1.101635	0.655	0.698835
0.766351	1.102092	0.656	0.700152
0.768002	1.102549	0.657	0.701469
0.769652	1.103006	0.658	0.702786
0.771301	1.103463	0.659	0.704103
0.772947	1.10392	0.66	0.70542
0.774592	1.104377	0.661	0.706737
0.776236	1.104834	0.662	0.708054
0.777877	1.105291	0.663	0.709371
0.779517	1.105748	0.664	0.710688
0.781155	1.106205	0.665	0.712005
0.782791	1.106563	0.666	0.713322
0.784426	1.106985	0.667	0.714639
0.786059	1.107407	0.668	0.715956
0.78769	1.107829	0.669	0.717273
0.789319	1.108251	0.67	0.71859
0.790946	1.108673	0.671	0.719907
0.792571	1.109095	0.672	0.721224
0.794195	1.109517	0.673	0.722541
0.795816	1.109939	0.674	0.723858
0.797436	1.110361	0.675	0.725175
0.799054	1.110783	0.676	0.726492
0.800669	1.111205	0.677	0.727809
0.802283	1.111627	0.678	0.729126
0.803895	1.112049	0.679	0.730443
0.805504	1.112471	0.68	0.73176
0.807112	1.112768	0.681	0.733077
0.808717	1.11314	0.682	0.734394
0.810321	1.113512	0.683	0.735711
0.811922	1.113884	0.684	0.737028

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.813521	1.114256	0.685	0.738345
0.815118	1.114628	0.686	0.739662
0.816713	1.115	0.687	0.740979
0.818305	1.115372	0.688	0.742296
0.819896	1.115744	0.689	0.743613
0.821484	1.116116	0.69	0.74493
0.82307	1.116488	0.691	0.746247
0.824653	1.11686	0.692	0.747564
0.826235	1.117232	0.693	0.748881
0.827814	1.117604	0.694	0.750198
0.82939	1.117976	0.695	0.751515
0.830964	1.118348	0.696	0.752832
0.832536	1.11872	0.697	0.754149
0.834106	1.119092	0.698	0.755466
0.835673	1.119464	0.699	0.756783
0.837238	1.119836	0.7	0.747684
0.8388	1.120116	0.701	0.748851
0.84036	1.120439	0.702	0.750018
0.841917	1.120762	0.703	0.751185
0.843471	1.121085	0.704	0.752352
0.845024	1.121408	0.705	0.753519
0.846573	1.121731	0.706	0.754686
0.84812	1.122054	0.707	0.755853
0.849664	1.122377	0.708	0.75702
0.851206	1.1227	0.709	0.758187
0.852745	1.123023	0.71	0.759354
0.854282	1.123346	0.711	0.760521
0.855815	1.123669	0.712	0.761688
0.857346	1.123992	0.713	0.762855
0.858875	1.124315	0.714	0.764022
0.8604	1.124638	0.715	0.765189
0.861923	1.124961	0.716	0.766356
0.863443	1.125284	0.717	0.767523
0.86496	1.125607	0.718	0.76869
0.866474	1.12593	0.719	0.769857
0.867985	1.126253	0.72	0.771024
0.869494	1.126383	0.721	0.772191
0.870999	1.12666	0.722	0.773358
0.872502	1.126937	0.723	0.774525
0.874002	1.127214	0.724	0.775692
0.875498	1.127491	0.725	0.776859
0.876992	1.127768	0.726	0.778026
0.878482	1.128045	0.727	0.779193
0.87997	1.128322	0.728	0.78036
0.881455	1.128599	0.729	0.781527
0.882936	1.128876	0.73	0.782694
0.884414	1.129099	0.731	0.783861
0.885889	1.129344	0.732	0.785028
0.887361	1.129589	0.733	0.786195
0.88883	1.129834	0.734	0.787362
0.890296	1.130079	0.735	0.788529
0.891758	1.130324	0.736	0.789696
0.893217	1.130569	0.737	0.790863
0.894673	1.130814	0.738	0.79203
0.896125	1.131059	0.739	0.793197
0.897575	1.131304	0.74	0.794364
0.89902	1.131532	0.741	0.795531

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.900463	1.13175	0.742	0.796698
0.901902	1.131968	0.743	0.797865
0.903337	1.132186	0.744	0.799032
0.90477	1.132404	0.745	0.800199
0.906198	1.132622	0.746	0.801366
0.907623	1.13284	0.747	0.802533
0.909045	1.133058	0.748	0.8037
0.910463	1.133276	0.749	0.804867
0.911878	1.133494	0.75	0.806034
0.913289	1.133674	0.751	0.807201
0.914696	1.133865	0.752	0.808368
0.9161	1.134056	0.753	0.809535
0.9175	1.134247	0.754	0.810702
0.918896	1.134438	0.755	0.811869
0.920288	1.134629	0.756	0.813036
0.921677	1.13482	0.757	0.814203
0.923062	1.135011	0.758	0.81537
0.924443	1.135202	0.759	0.816537
0.925821	1.135393	0.76	0.817704
0.927194	1.13552	0.761	0.818871
0.928564	1.13568	0.762	0.820038
0.92993	1.13584	0.763	0.821205
0.931292	1.136	0.764	0.822372
0.93265	1.13616	0.765	0.823539
0.934003	1.13632	0.766	0.824706
0.935353	1.136482	0.767	0.825873
0.936699	1.136625	0.768	0.82704
0.938041	1.136768	0.769	0.828207
0.939379	1.136911	0.77	0.829374
0.940712	1.137054	0.771	0.830541
0.942042	1.137199	0.772	0.831708
0.943367	1.13733	0.773	0.832875
0.944688	1.137461	0.774	0.834042
0.946005	1.137592	0.775	0.835209
0.947317	1.137723	0.776	0.836376
0.948626	1.137854	0.777	0.837543
0.94993	1.137985	0.778	0.83871
0.951229	1.138116	0.779	0.839878
0.952524	1.138247	0.78	0.841045
0.953815	1.138293	0.781	0.842212
0.955102	1.138399	0.782	0.843379
0.956384	1.138501	0.783	0.844546
0.957661	1.138601	0.784	0.845713
0.958934	1.138697	0.785	0.84688
0.960203	1.138793	0.786	0.848047
0.961466	1.138889	0.787	0.849214
0.962726	1.138985	0.788	0.850381
0.96398	1.13904	0.789	0.851548
0.96523	1.139095	0.79	0.852715
0.966476	1.13915	0.791	0.853882
0.967716	1.139205	0.792	0.855049
0.968952	1.13926	0.793	0.856216
0.970183	1.139315	0.794	0.857383
0.971409	1.13937	0.795	0.85855
0.972631	1.139425	0.796	0.859717
0.973847	1.139593	0.797	0.860884
0.975059	1.139635	0.798	0.862051

q/Q	v/V	d/D	a/A
0.976265	1.139677	0.799	0.858401
0.977467	1.139719	0.8	0.859501
0.978664	1.139761	0.801	0.858369
0.979855	1.139803	0.802	0.859655
0.981042	1.139845	0.803	0.860941
0.982223	1.139887	0.804	0.862227
0.983399	1.139929	0.805	0.863513
0.984571	1.139971	0.806	0.864799
0.985737	1.140013	0.807	0.866085
0.986897	1.140055	0.808	0.867371
0.988053	1.140097	0.809	0.868657
0.989203	1.140139	0.81	0.869943
0.990348	1.140023	0.811	0.871229
0.991487	1.140028	0.812	0.872515
0.992621	1.140033	0.813	0.873801
0.99375	1.140027	0.814	0.875087
0.994873	1.140021	0.815	0.876373
0.995991	1.140015	0.816	0.877659
0.997103	1.140009	0.817	0.878945
0.998209	1.140003	0.818	0.880231
0.99931	1.139997	0.819	0.881517
1.000405	1.139991	0.82	0.882803
1.001495	1.139985	0.821	0.884089
1.002579	1.139877	0.822	0.885375
1.003657	1.139841	0.823	0.886661
1.004729	1.139802	0.824	0.887947
1.005795	1.139763	0.825	0.889233
1.006856	1.139724	0.826	0.883429
1.00791	1.139685	0.827	0.884393
1.008959	1.139646	0.828	0.885357
1.010002	1.139551	0.829	0.886321
1.011038	1.139489	0.83	0.887285
1.012069	1.139423	0.831	0.888249
1.013093	1.139357	0.832	0.889213
1.014112	1.139291	0.833	0.890177
1.015124	1.139225	0.834	0.891141
1.01613	1.139159	0.835	0.892105
1.017129	1.139039	0.836	0.893069
1.018122	1.13895	0.837	0.894033
1.019109	1.138861	0.838	0.894997
1.02009	1.138772	0.839	0.895961
1.021064	1.138683	0.84	0.896925
1.022031	1.138594	0.841	0.897889
1.022992	1.138446	0.842	0.898853
1.023947	1.138333	0.843	0.899817
1.024895	1.13822	0.844	0.900781
1.025836	1.138107	0.845	0.901745
1.02677	1.137994	0.846	0.902709
1.027698	1.137881	0.847	0.903673
1.028619	1.137768	0.848	0.904637
1.029533	1.137569	0.849	0.905601
1.03044	1.137427	0.85	0.90594
1.031341	1.137281	0.851	0.906848
1.032234	1.137135	0.852	0.907756
1.03312	1.136989	0.853	0.908664
1.033999	1.136843	0.854	0.909572
1.034871	1.136697	0.855	0.91048

q/Q	v/V	d/D	a/A
1.035736	1.136486	0.856	0.911388
1.036594	1.136313	0.857	0.912296
1.037444	1.136137	0.858	0.913204
1.038287	1.135956	0.859	0.914112
1.039122	1.13577	0.86	0.91502
1.039951	1.135594	0.861	0.915928
1.040771	1.135413	0.862	0.916836
1.041584	1.135232	0.863	0.917744
1.04239	1.134983	0.864	0.918652
1.043187	1.134775	0.865	0.91956
1.043978	1.134562	0.866	0.920468
1.04476	1.134349	0.867	0.921376
1.045534	1.134136	0.868	0.922284
1.046301	1.133923	0.869	0.923192
1.04706	1.13371	0.87	0.9241
1.04781	1.133497	0.871	0.925008
1.048553	1.133186	0.872	0.925916
1.049287	1.13294	0.873	0.926824
1.050013	1.132689	0.874	0.927732
1.050731	1.132433	0.875	0.928806
1.051441	1.132172	0.876	0.929572
1.052142	1.131921	0.877	0.930338
1.052835	1.131665	0.878	0.931104
1.05352	1.131409	0.879	0.93187
1.054195	1.131077	0.88	0.932636
1.054863	1.130791	0.881	0.933402
1.055521	1.130499	0.882	0.934168
1.056171	1.130203	0.883	0.934934
1.056811	1.129907	0.884	0.9357
1.057443	1.129611	0.885	0.936466
1.058066	1.129315	0.886	0.937232
1.05868	1.129019	0.887	0.937998
1.059284	1.128638	0.888	0.938764
1.05988	1.128309	0.889	0.93953
1.060466	1.127975	0.89	0.940296
1.061043	1.127634	0.891	0.941062
1.06161	1.127293	0.892	0.941828
1.062168	1.126952	0.893	0.942594
1.062716	1.126611	0.894	0.94336
1.063254	1.12627	0.895	0.944126
1.063783	1.125847	0.896	0.944892
1.064301	1.125472	0.897	0.945658
1.06481	1.125097	0.898	0.946424
1.065309	1.124722	0.899	0.94719
1.065797	1.124311	0.9	0.947956

D - 1. Ensayo de límites de Atterberg (sub-rasante)



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



INFORME No. 0048 S.S. O.T.: 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon
 Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada la Uva hacia aldea San Nicolas, Municipio de Estandueia, Depto de Zacapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90
 Ubicación: Aldea La Reforma, Hiute, Departamento de Zacapa
 FECHA: jueves, 24 de enero de 2013

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena con Grava color café Oscuro

(*) CLASIFICACION SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.



Inga. Telma Mampela Cano Morales
DIRECTORA CIIUSAC





Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

D - 2. Ensayo de compactación (sub-rasante)



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



INFORME No. 0049 S.S.

O.T. No.: 30,449

Interesado: Raúl Emilio Rosal Córdón

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

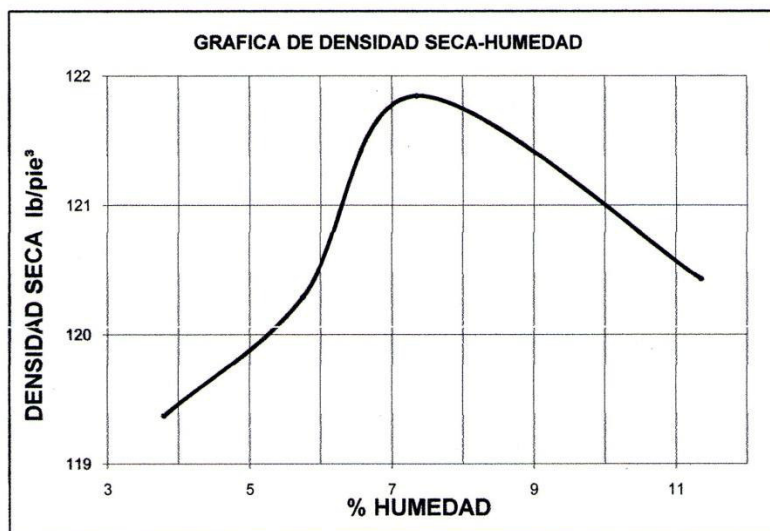
Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San Nicolas, Municipio de Estandzuela, Depto de Zacapa"

Ubicación: Aldea La Reforma, Huite, Departamento de Zacapa

Fecha: jueves, 24 de enero de 2013

Proctor Estándar: () Norma:

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



Descripción del suelo: Arena con grava color café oscuro

Densidad seca máxima γ_d : 1,952 Kg/m³ 122 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 7.4 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

D - 3. Ensayo de Razón Soporte California –C.B.R.– (sub-rasante)



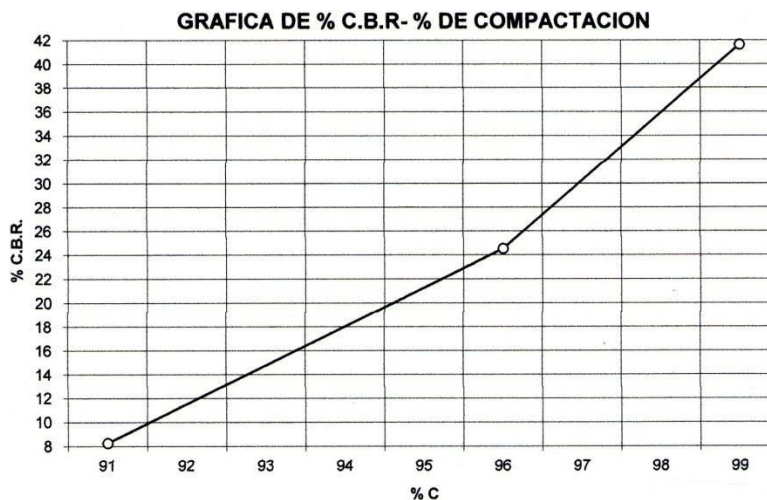
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 0050 S.S. O.T. No.: 30,449
Interesado: Raúl Emilio Rosal Córdón
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San Nicolás, Municipio de Estandzuela, Depto de Zacapa"
Ubicación: Aldea La Reforma, Huite, Departamento de Zacapa
Descripción del suelo: Arena con grava color café oscuro

Fecha: jueves, 24 de enero de 2013

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pie ³)	(%)	(%)	(%)
1	10	7.40	121.9	91.9	-0.09	8.3
2	30	7.40	121.9	96.1	-0.04	24.5
3	65	7.40	121.9	99.0	0.00	41.7



Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Madrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

D - 4. Análisis granulométrico, con tamices (sub-rasante)



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



INFORME No. 0051 S.S.

O.T. No. 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS "Mejoramiento tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San Nicolas, Municipio de Estanduela, Depto de Zacapa"

Ubicación: Aldea La Reforma, Huite, Departamento de Zacapa.

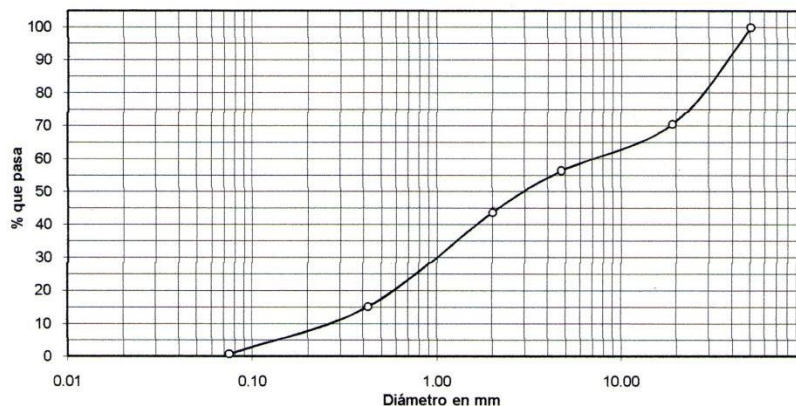
Fecha: jueves, 24 de enero de 2013

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.80	100.00
3/4"	19	70.49
4	4.75	56.35
10	2	43.79
40	0.425	15.19
200	0.075	0.79

% de Grava: 43.65

% de Arena: 55.56

% de finos: 0.79



Descripción del suelo: Arena con Grava color café oscuro

Clasificación: S.C.U.: SP P.R.A.: A-1-a

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrang Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

D - 5. Ensayo de límites de Atterberg (sub-base)



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



INFORME No. 0052 S.S.

O.T.: 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon
Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada la Uva hacia aldea San Nicolas, Municipio de Estanduela, Depto de Zacapa"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Ubicación: Aldea La Reforma, Hiute, Departamento de Zacapa
FECHA: jueves, 24 de enero de 2013

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena con Grava color gris

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

D - 6. Ensayo de compactación (sub-base)



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



INFORME No.: 0055 S.S. O.T. No.: 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

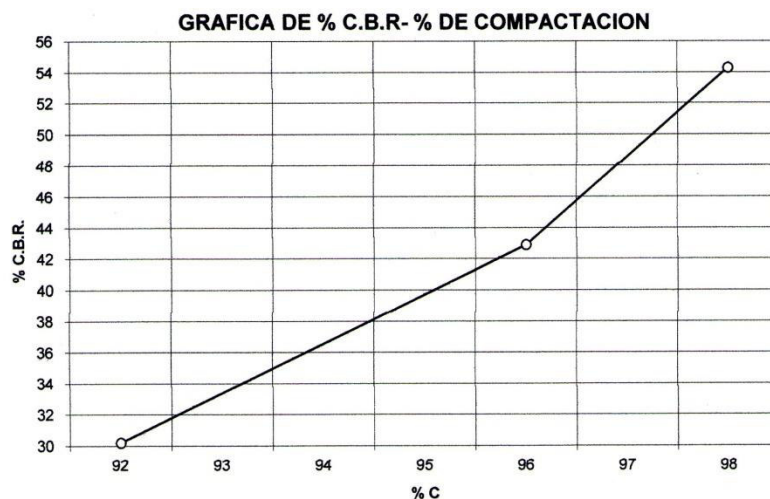
Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San nicolas, Municipio de Estanduela, Depto de Zacapa"

Ubicación: Aldea la Reforma, Huite, Departamento de Zacapa

Descripción del suelo: Arena con Grava color Gris

Fecha: Jueves 24 de Enero de 2013.

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pie ³)	(%)	(%)	(%)
1	10	17.75	99.1	92.2	0.50	30.2
2	30	17.75	99.1	96.5	0.41	42.9
3	65	17.75	99.1	99.0	0.33	54.3



Atentamente,

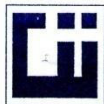
Vo. Bo.:

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Madrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



D - 7. Ensayo de Razón Soporte California –C.B.R.– (sub-base)



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



INFORME No. 0054 S.S.

O.T. No.: 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon

Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

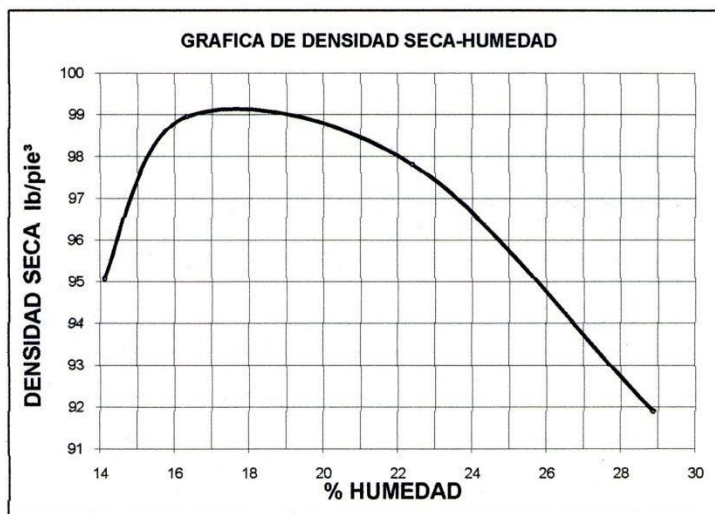
Proctor Estándar: () Norma:

Proyecto: EPS "Mejoramiento Tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San nicolas, Municipio de Estanduela, Depto de Zacapa"

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

Ubicación: Aldea la Reforma, Huite, Departamento de Zacapa

Fecha: jueves, 24 de enero de 2013



Descripción del suelo: Arena con Grava color Gris

Densidad seca máxima γ_d : 1,588 Kg/m³

99 lb/ft³

Humedad óptima Hop.: 17.8 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

D - 8. Análisis granulométrico, con tamices (sub-base)



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



INFORME No. 0053 S.S.

O.T. No. 30,449

Interesado: Raul Emilio Rosal Cordon

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y con lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS "Mejoramiento tramo Carretero comprendido desde Quebrada La Uva hacia aldea San Nicolas, Municipio de Estanzuela, Depto de Zacapa"

Ubicación: Aldea La Reforma, Huite, Departamento de Zacapa.

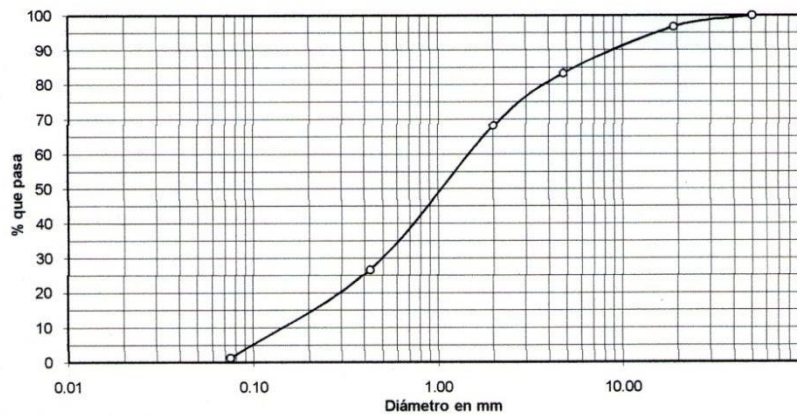
Fecha: jueves, 24 de enero de 2013

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.80	100.00
3/4"	19	96.74
4	4.75	83.28
10	2	68.22
40	0.425	26.69
200	0.075	1.35

% de Grava: 16.72

% de Arena: 81.93

% de finos: 1.35



Descripción del suelo: Arena con Grava color gris

Clasificación: S.C.U.: SW P.R.A.: A-1-b

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Página web: <http://cii.usac.edu.gt>