



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

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS
SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS
DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

Manuel Alejandro Juárez de León

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS
SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS
DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANUEL ALEJANDRO JUÁREZ DE LEÓN
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

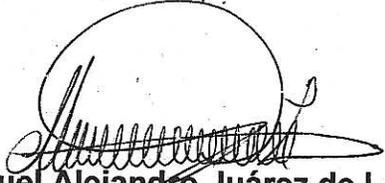
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon Rehwoldt
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de febrero de 2012.



Manuel Alejandro Juárez de León



Guatemala, 25 de febrero de 2013
Ref.EPS.DOC.237.02.13

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S), del estudiante universitario **Manuel Alejandro Juárez de León** con carné No. **200721833**, de la carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE “A” DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS”**.

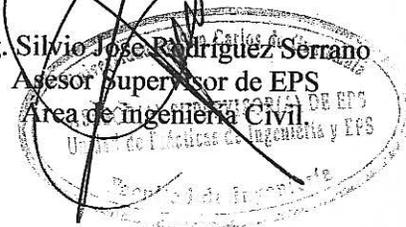
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



c.c. Archivo
CCdP/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
 4 de marzo de 2013

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

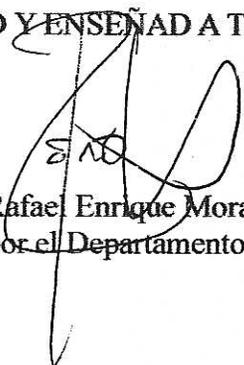
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Alejandro Juárez de León, con Carnet No. 200721833 quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

/bbdeb.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
23 de abril de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Alejandro Juárez de León, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS.

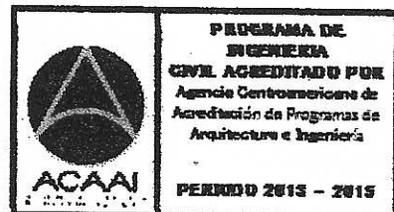

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

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





Guatemala, 29 de abril de 2013
Ref.EPS.D.508.04.13

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

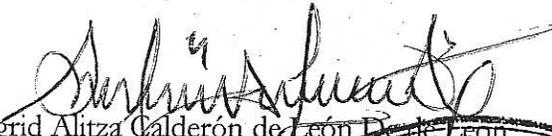
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manuel Alejandro Juárez de León**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitza Calderón de León D. de León
Directora Unidad de EPS



SACdL/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Manuel Alejandro Juárez de León, titulado DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DÍG.394.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE "A" DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTÓN EL MOSQUITO Y ESCUELA DE PÁRVULOS DE DOS NIVELES PARA EL CANTÓN TONALÁ, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS,** presentado por el estudiante universitario **Manuel Alejandro Juárez de León,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 11 de junio de 2013

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por acompañarme siempre a lo largo de estos años, enseñándome el camino a seguir.
Mi padre	Willy Juárez, porque tu esfuerzo, amor y la confianza que depositaste en mi a lo largo de todos estos años, me permiten alcanzar este triunfo.
Mis abuelos	Herman Juárez (q.e.p.d.) y Albertina de Juárez, por su amor, cariño y por sus sabios consejos.
Mi esposa y mi hijo	Michelle Lara y Santiago Juárez, porque a su lado encuentro la motivación e inspiración para mi vida, los amo.
Mi hermanas	Alejandra y Michelle Juárez, por su amor y apoyo incondicional.
Mis primos	Por su ayuda y apoyo en todo momento.
Mis amigos	Mis compañeros de estudio, gracias por el conocimiento compartido.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

La Facultad de Ingeniería

Por brindarme todo el recurso físico y humano para obtener la mejor educación.

**La Escuela de
Ingeniería Civil**

Por mi formación académica.

Mi asesor

Por sus conocimientos y tiempo brindado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR	1
1.1. Antecedentes históricos San Francisco Soche, Piedra Grande y el Mosquito.....	1
1.2. Tradiciones y costumbres	2
1.3. Ubicación geográfica	3
1.4. Límites y colindancias.....	5
1.5. Idiomas	6
1.6. Clima	7
1.7. Vías de acceso	8
1.8. Actividades socioeconómicas	9
2. EVALUACIÓN DE MERCADO	13
2.1. Cantidad de usuarios.....	13
2.2. Evaluación del lugar	13
2.3. Costo	13
2.4. Instrumento para el estudio de mercado	14
2.5. Evaluación de resultados.....	14

3.	DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO	15
3.1.	Descripción del proyecto	15
3.2.	Levantamiento topográfico	15
3.3.	Período de diseño	16
3.4.	Población futura	17
3.5.	Fórmula para el cálculo hidráulico	17
3.6.	Normas de diseño	20
3.6.1.	Sistema de alcantarillado.....	20
3.6.2.	Factor de retorno	21
3.6.3.	Rugosidad de la tubería.....	21
3.6.4.	Pendiente máxima y mínima	22
3.6.5.	Velocidad de diseño	22
3.6.5.1.	Velocidad de arrastre	22
3.6.6.	Profundidad de la tubería	23
3.6.7.	Cota Invert.....	23
3.6.8.	Diámetro de la tubería	25
3.7.	Relaciones hidráulicas	26
3.7.1.	Relaciones hidráulicas q/Q , v/V , d/D	26
3.8.	Determinación del caudal sanitario	28
3.9.	Diseño y calculo hidráulico	33
3.10.	Componentes de la red	41
3.10.1.	Ramales	41
3.11.	Pozos de visita	41
3.11.1.	Conexiones domiciliars.....	42
3.12.	Propuesta para el tratamiento de las aguas servidas.....	43
3.12.1.	Fosa séptica	44
3.12.2.	Dimensiones de los pozos de absorción	46
3.13.	Elaboración de planos finales.....	46
3.14.	Presupuesto	46

3.15.	Cronograma.....	55
3.16.	Evaluación socioeconómica	56
3.16.1.	VPN (Valor Presente Neto).....	56
3.16.2.	TIR (Tasa Interna de Retorno).....	56
4.	DISEÑO ESCUELA DE PÁRVULOS DEL CANTÓN TONALÁ	57
4.1.	Normas de diseño para edificios educativos	57
4.1.1.	Iluminación.....	57
4.1.1.1.	Tipos de iluminación	58
4.1.1.2.	Unilateral.....	58
4.1.1.3.	Bilateral	58
4.1.1.4.	Cenital.....	58
4.1.1.5.	Artificial	59
4.1.2.	Criterios de ventilación.....	59
4.1.2.1.	Áreas de abertura	59
4.1.3.	Mobiliario y equipo	60
4.1.3.1.	Área requerida por alumno	60
4.1.3.2.	Área de equipamiento.....	60
4.1.4.	Tamaño del edificio	61
4.1.4.1.	Capacidad.....	61
4.1.5.	Espacio educativo	61
4.1.5.1.	Capacidad.....	62
4.2.	Memoria descriptiva de la situación del proyecto	63
4.2.1.	Distribución de ambientes.....	64
4.2.2.	Altura del edificio.....	64
4.2.3.	Tipos de materiales y recubrimientos	64
4.2.4.	Predimensionamiento estructural.....	65
4.2.5.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles unidos con nudos rígidos.....	67

4.3.	Análisis estructural	67
4.3.1.	Cargas aplicadas a los marcos dúctiles	67
4.3.2.	Cargas horizontales en marcos dúctiles	68
4.3.3.	Cargas verticales en marcos dúctiles	69
4.3.4.	Cálculo del corte basal	73
4.3.5.	Fuerza por nivel	75
4.3.6.	Fuerzas por marco	77
4.3.7.	Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani y comprobación por el método de software ETABS ® ..	81
4.3.8.	Análisis marco típico, en sentido Y e X	84
4.3.9.	Envolvente de momentos	101
4.3.10.	Calculo de corte.....	103
4.4.	Diseño estructural	105
4.4.1.	Diseño de losa.....	106
4.4.2.	Diseño de vigas	116
4.4.3.	Columnas	122
	4.4.3.1. Cimientos	133
4.5.	Diseño de gradas	151
4.6.	Diseño de instalaciones eléctricas, hidráulicas, drenajes.....	155
4.7.	Planos constructivos	157
4.8.	Presupuesto	157
4.9.	Cronograma de ejecución	175
4.10.	Evaluación de impacto	177
	CONCLUSIONES.....	179
	RECOMENDACIONES	181
	BIBLIOGRAFÍA.....	183
	APÉNDICE	185
	ANEXOS.....	193

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación Cantón el Mosquito.....	4
2.	Ubicación Cantón Tonalá.....	5
3.	Diagrama de pozos de visita (Cota Invert).....	25
4.	Pozo típico de visita.....	42
5.	Conexiones domiciliarias.....	43
6.	Centro de masa y centro de rigidez.....	78
7.	Cargas aplicadas al marco dúctil eje Y.....	80
8.	Cargas aplicadas al marco dúctil eje X.....	81
9.	Análisis estructural sin ladeo, marco F.....	92
10.	Análisis estructural con ladeo, marco F.....	98
11.	Momentos del marco dúctil eje Y-fuerza sísmica.....	99
12.	Diagrama de momentos últimos (kg*m) marco dúctil eje Y.....	103
13.	Diagrama de cortes (kg) marco dúctil eje Y.....	105
14.	Esquema de losa 1 para cálculo de momentos.....	108
15.	Momentos (kg*m) en todas las losas de entepiso.....	110
16.	Momentos balanceados (kg*m) en losa 1.....	112
17.	Espaciamiento de estribos (Z_{sc}).....	121
18.	Área de zapata donde actúa el corte simple.....	136
19.	Área de zapata donde actúa el corte punzante.....	137
20.	Longitud H donde actúa el momento último.....	139
21.	Diagrama de corte y momento zapata combinada.....	147
22.	Zapatas combinadas.....	151
23.	Distribución de carga y momento.....	154

TABLAS

I.	Principales actividades de hombres.....	10
II.	Principales actividades de mujeres.....	11
III.	Profundidades mínimas según el diámetro de la tubería.....	23
IV.	Diámetros mínimos.....	25
V.	Parámetros de diseño.....	33
VI.	Diseño y cálculo hidráulico ramal 1.....	34
VII.	Parámetros de diseño ramal 2.....	37
VIII.	Diseño y cálculo hidráulica ramal 2.....	38
IX.	Presupuesto integrado.....	47
X.	Integración costos unitarios.....	49
XI.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	55
XII.	Nivel de iluminación recomendable.....	58
XIII.	Dimensiones del área de equipamiento.....	61
XIV.	Capacidad óptima de alumnos por aula.....	62
XV.	Cargas verticales en marcos dúctiles.....	70
XVI.	Áreas tributarias.....	70
XVII.	Fuerzas por marco, eje X.....	79
XVIII.	Fuerzas por marco, eje Y.....	80
XIX.	Cálculo de momentos fijos.....	84
XX.	Cálculo de rigidez de los elementos.....	85
XXI.	Esfuerzos últimos de los materiales.....	106
XXII.	Cálculo de la carga ultima o carga de diseño.....	107
XXIII.	Franja unitaria para el diseño de losas.....	108
XXIV.	Balance por rigidez.....	111
XXV.	Diseño de acero de refuerzo para losa.....	112
XXVI.	Espaciamiento S para área de acero mínimo.....	113
XXVII.	Área de acero para el espaciamiento máximo.....	113

XXVIII.	Momentos que faltan por resistir en la losa.....	115
XXIX.	Diagrama de momentos y corte último en la viga.....	116
XXX.	Cálculo de los límites de acero.....	117
XXXI.	Requisitos sísmicos refuerzo en cama inferior.....	118
XXXII.	Requisitos sísmicos refuerzo en cama superior.....	119
XXXIII.	Refuerzo transversal estribos.....	120
XXXIV.	Momentos y cortes aplicados a columna crítica.....	122
XXXV.	Determinación de carga axial, en columna crítica.....	123
XXXVI.	Cálculo de esbeltez en columnas.....	124
XXXVII.	Cálculo del grado de empotramiento en la rotación.....	125
XXXVIII.	Datos a utilizar en el diseño de la zapatas.....	134
XXXIX.	Momentos a evaluar en los cimientos.....	140
XL.	Dimensiones de los elementos estructurales.....	140
XLI.	Cargas aplicadas a la zapata combinada.....	142
XLII.	Sumatoria en el centro geométrico del cimiento.....	142
XLIII.	Presiones máximas y mínimas en las esquinas del cimiento.....	143
XLIV.	Presiones sobre el suelo y cimiento.....	143
XLV.	Cálculo de presiones para distancia (X).....	144
XLVI.	Presupuesto integrado.....	159
XLVII.	Costos unitarios.....	160
XLVIII.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	176

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<i>bj</i>	Ancho efectivo del nudo
<i>As</i>	Área de acero de refuerzo
<i>Av</i>	Área de varilla
<i>Ag</i>	Área gruesa
<i>Az</i>	Área zapata
<i>P</i>	Carga aplicada a la columna
<i>P_{CR}</i>	Carga crítica de pandeo de Euler
<i>P'_u</i>	Carga de resistencia de la columna
<i>CM</i>	Carga muerta
<i>W_n</i>	Carga normal
<i>CU</i>	Carga ultima
<i>CV</i>	Carga viva
<i>CR</i>	Centro de rigidez
<i>C</i>	Coefficiente para el cálculo de momentos en losas
Ψ	Coefficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna
<i>V_{au}</i>	Corte aportado por la columna superior
<i>V_n</i>	Corte normal
<i>D</i>	Deflexión
δ_y	Desplazamiento de fluencia
<i>di</i>	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido
<i>E</i>	Esbeltez de la columna
<i>ua</i>	Esfuerzo cortante actuante

uc	Esfuerzo permisible que resiste el concreto
e	Excentricidad
FH	Factor de flujo
βd	Factor de flujo plástico del concreto
Kp	Factor de pandeo de la columna
ϕ	Factor de reducción de resistencia
V_{jh}	Fuerza horizontal de diseño
Fni	Fuerza por nivel, en el nivel 1
V_{jv}	Fuerza vertical de diseño
I o I_g	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, son tomar en cuenta el acero de refuerzo
Lo	Longitud de confinamiento de estribos
Lu	Longitud libre de pandeo de la columna
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Ec	Módulo de elasticidad del acero
Es	Módulo de elasticidad del concreto
MB	Momento balanceado
M_v	Momento de volteo
$M(-)$	Momento negativo
$M(+)$	Momento positivo
M_{Asmin}	Momento soportado usando el As mínimo
Mtx	Momento torsionante
hc	Peralte de la mayor columna
hb	Peralte de la mayor viga
Kn	Rigidez del elemento
R	Rigidez del marco
$\rho t \mu$	Valor de la curva en el diagrama de interacción
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Carga muerta	Son todas aquellas fuerzas que actúan en forma permanente sobre los elementos que las soportan.
Carga viva	Son todas aquellas fuerzas que actúan en forma no permanente sobre los elementos que la soportan.
Cotas invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Especificaciones	Son las normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Limite elástico	El mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar, sin que ocurra la deformación permanente al retirar el esfuerzo.
Tramo	Es el comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.

RESUMEN

El presente documento se divide en tres partes importantes:

El primer capítulo, contiene la investigación monográfica de las aldeas San Francisco Soche, Piedra Grande y cantón El Mosquito. La cual se recolectó mediante el Plan Estratégico de Desarrollo Integral de cada aldea. Esta información sirvió de base para la elaboración del segundo capítulo, donde se describe y ejemplifica el procedimiento del diseño del alcantarillado sanitario para la primera calle A de las aldeas San Francisco Soche y cantón El Mosquito, con el uso de tubería de PVC.

En la tercera parte se realiza el diseño de un edificio de dos niveles, de concreto reforzado; diseñado con el sistema estructural de marcos dúctiles, siguiendo una secuencia lógica, desde el predimensionamiento hasta el diseño de los elementos estructurales. Además, se presentan los planos y presupuesto de cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar el alcantarillado sanitario para la primera calle A de las aldeas San Francisco Soche, Piedra Grande y cantón el Mosquito y escuela de párvulos de dos niveles para el cantón Tonalá, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstica respecto de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las comunidades en estudio.
2. Capacitar al personal de la Dirección Municipal de Planificación DMP y del Departamento de Aguas para que brinden un servicio de limpieza al sistema de alcantarillado: con conocimientos y criterio técnico.

INTRODUCCIÓN

El municipio de San Pedro Sacatepéquez se encuentra ubicado en la región central del departamento de San Marcos, sobre la carretera Interamericana CA-1, a 250 kilómetros de distancia de la ciudad capital y a 1 kilómetro de la cabecera departamental de San Marcos. En dicho municipio se desarrollarán dos proyectos, uno en las aldeas de San Francisco Soche, Piedra Grande y cantón El Mosquito, el cual consiste en el diseño del alcantarillado sanitario y el otro proyecto ubicado en el cantón Tonalá, se diseña la escuela de párvulos de dos niveles.

Lo planteado en este proyecto es la aplicación del conocimiento teórico adquirido durante la formación académica, basándose en un diagnóstico preliminar derivado de inspecciones técnicas, realizadas en los lugares antes mencionados, y enfocándose básicamente en las actividades siguientes: monografía del lugar, análisis general de la comunidad, levantamiento topográfico, estudio de suelos, diseño de alcantarillado sanitario, diseño de la escuela de párvulos, elaboración de planos, cuantificaciones y presupuestos.

Los criterios principales que se aplicaron son para implementar soluciones que se adapten de manera efectiva a cada situación en particular, sin embargo, no es el objetivo ni se pretende abarcar absolutamente todos los aspectos que intervienen en el diseño, pero si se introduce a una visión el conjunto de las partes que componen su estudio. En síntesis, explica, define y puntualiza recomendaciones y especificaciones básicas sobre el diseño del alcantarillado sanitario y la escuela de párvulos.

1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

1.1. Antecedentes históricos San Francisco Soche, Piedra Grande y el Mosquito

Aldea San Francisco Soche: aproximadamente en 1500, los españoles comandados por el señor Juan de León y Cardona establecieron un pequeño campamento y de allí, fundaron una aldea a la que llamaron Soc: según el Diccionario Geográfico de Guatemala, la palabra SOC significa: lugar donde abundan los pájaros; otros opinan que significa lodazal debido a que en esos tiempos existían en el lugar, grandes cantidades de pájaros y demasiado lodo.

Entre las primeras familias que habitaron esta aldea están las siguientes: Navarro, Gómez y Fuentes, quienes más tarde decidieron darle el nombre de San Francisco Soche, por la devoción que profesaban a San Francisco de Asís.

En 1942 se eligieron las primeras autoridades, actividad que se sigue realizando año con año como una oportunidad para los habitantes para trabajar por la superación de la aldea.

Su fiesta titular se realiza el 4 de octubre de cada año en honor a San Francisco de Asís.

Aldea Piedra Grande: registra su fundación en 1892 en la oficina del Instituto Nacional de Estadística (INE). Es una aldea que, según algunos vecinos, pertenecía al cantón el Mosquito de la cabecera municipal de San

Pedro Sacatepéquez, pero luego un grupo de vecinos se independizaron formando lo que hoy es aldea Piedra Grande.

El nombre de Piedra Grande se debe a la expresión mam *el trraniabj* que quiere decir Piedra Grande. Su fiesta titular se realiza el 8 de diciembre de cada año en honor a la Virgen de Concepción.

1.2. Tradiciones y costumbres

En la aldea San Francisco Soche como en todas las comunidades de Guatemala, aún se mantienen diversas tradiciones y costumbres, sobresaliendo:

- La oración de gratitud por la cosecha: la cual es acompañada de velas y quema de incienso.
- La cofradía: esta actividad se realiza para celebrar al patrono de la comunidad San Francisco de Asís, el 4 de octubre de cada año.
- Procesión de San Francisco de Asís: es el recorrido de la imagen de San Francisco de Asís por las principales calles de la aldea, durante la feria titular de octubre de cada año.
- Celebración de la Navidad con los tradicionales tamales de carne
- Celebración de la Semana Santa, sobresaliendo las procesiones y el recorrido de Judas.

- Celebración del Día de los Santos Difuntos, actividad que sirve para adornar a los seres queridos que han fallecido; asimismo, se preparan tamales, chuchitos, paches, los cuales se reparten entre los vecinos la noche del 31 de octubre de cada año.
- El Baile de la Paach, celebración que ha ido perdiendo auge
- Celebración del Día de San Juan, esta actividad se realiza el 24 de junio de cada año; los vecinos y vecinas pintan las pilas y las adornan.

Aldea Piedra Grande:

Celebración de su fiesta titular en la que se realizan:

- Baile de moros
- Baile de toritos

Anualmente se celebra el Baile del Apach en honor a la Mazorca. También se realiza el baile del Parti Leño y Loas.

1.3. Ubicación geográfica

La aldea San Francisco Soche, forma parte del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, tiene una altura de 2 400 msnm en la parte más baja, 2 500 msnm en la parte media y 2 600 msnm en la parte alta; latitud sur 28° 50' 55 '' y longitud oeste 28° 46' 35''.

La aldea Piedra Grande, forma parte del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Está ubicada a una altitud que va

desde 2 400 msnm en la parte más baja, 2 500 msnm en la parte media y 2 600 msnm en la parte alta. Presenta una latitud norte 21°. 50' 55 '' y longitud oeste 91°. 46'35''.

Cantón el Mosquito, forma parte del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Se encuentra ubicado al noroeste del mismo departamento, con latitud 14°58'14.47"N y longitud 91°47'11.45"O.

Figura 1. **Ubicación Cantón el Mosquito**



Fuente: Plan de Desarrollo Integral Comunitario.

Cantón Tonalá, forma parte del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Se encuentra ubicado al noroeste del mismo departamento, con latitud 14°57'52.49"N y longitud 91°47'0.40"O.

Figura 2. **Ubicación Cantón Tonalá**



Fuente: Plan de Desarrollo Integral Comunitario.

1.4. Límites y colindancias

Aldea San Francisco Soche

- Al norte: con aldea Piedra Grande de San Francisco Soche
- Al sur: con aldea San Rafael Soche de San Marcos
- Al este: con la cabecera municipal de San Marcos
- Al oeste: con el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez

Aldea Piedra Grande

- Al norte: con el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez
- Al sur: con aldea San Francisco Soche del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
- Al este: con el Astillero Municipal de San Pedro Sacatepéquez
- Al oeste: con la cabecera municipal de San Marcos

Cantón El Mosquito

- Al norte: con la zona 3 de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez.
- Al sur: con aldea Piedra Grande
- Al este: con la zona 4 de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.
- Al oeste: con el Cementerio Municipal de San Pedro Sacatepéquez

Cantón Tonalá

- Al norte: con el Cantón San Miguel
- Al sur: con el municipio de San Marcos
- Al este: con el Cantón San Juan del Pozo
- Al oeste: con la zona 4 de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

1.5. Idiomas

Aldea San Francisco Soche: en toda la comunidad se habla el idioma español; sin embargo, aún existen personas, especialmente ancianos y ancianas que hablan el idioma mam.

Aldea Piedra Grande: la población de la aldea pertenece a la etnia mam, por lo que antiguamente se hablaba el idioma mam. La práctica de este idioma ha disminuido, sin embargo, dentro del grupo de personas de mayor edad hablan el mam y el español. La población total habla el español.

Cantón El Mosquito y Cantón Tonalá: la población de la aldea pertenece a la etnia mam, por lo que antiguamente se hablaba el idioma mam; pero se ha dejado de practicar, sobre todo por no tener acceso a un sistema educativo bilingüe, lo cual ha influido para que en la actualidad el total de los habitantes del municipio hablen el español.

1.6. Clima

Aldea San Francisco Soche: el clima de la aldea es frío, la temperatura máxima alcanza los 27°C y la temperatura mínima los 2°C.

Se marcan dos estaciones climáticas durante el año:

- La lluviosa o invierno: la precipitación pluvial se da durante 6 a 6.5 meses durante el año con un promedio de 150 días y se inicia en la primera semana de mayo; siendo los meses más lluviosos agosto y septiembre.
- La estación seca o verano que comprende los meses de noviembre a abril, es una época en que se registran vientos fuertes en dirección noroeste, especialmente de noviembre a enero donde se presentan heladas que afectan a cultivos de la época existentes en el área.

Aldea Piedra Grande: el clima de la aldea es frío, la temperatura máxima alcanza los 27°C y la temperatura mínima los 2°C.

Se marcan dos estaciones climáticas durante el año:

- La lluviosa o invierno que comprende los meses de abril a noviembre

- La estación seca o verano que va de los meses de noviembre a marzo, la cual registra un régimen de baja temperatura específicamente entre noviembre a enero, donde se presentan heladas que afectan a cultivos de la época existentes en el área.

Cantón El Mosquito y cantón Tonalá: el clima es frío, agradable y favorable para la salud de sus habitantes. El promedio de temperatura es de 18 grados centígrados.

Durante el año se marcan dos estaciones:

- La época seca, comprendida entre los meses de noviembre a abril.
- La época lluviosa, comprendida entre los meses de mayo a octubre.

1.7. Vías de acceso

Aldea San Francisco Soche: la aldea San Francisco Soche tiene dos entradas principales:

- Por el cantón El Mosquito del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
- Por la cabecera departamental de San Marcos

Aldea Piedra Grande: el centro de esta aldea está muy cercana a la cabecera departamental de San Marcos; cuenta con dos entradas principales: una, por el cantón El Mosquito; y la otra por aldea San Francisco Soche.

Cantón El Mosquito: tiene una entrada principal, por la primera calle de San Pedro Sacatepéquez.

Cantón Tonalá: tiene dos entradas principales:

- Por la aldea San Francisco Soche
- Por el asfalto que conduce al altiplano del departamento de San Marcos

1.8. Actividades socioeconómicas

Aldea San Francisco Soche: la actividad económica de los hombres en esta aldea se realiza a través de servicios de construcción (albañilería); la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); el comercio (tiendas); manufactura (carpintería, herrería, materiales de construcción, mecánica, etc.); y servicios profesionales (profesionales de diferentes especialidades). Las mujeres de esta aldea que realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción y venta de animales domésticos y sus derivados (gallinas, vacas, conejos, etc.); y comercio agrícola (venta de verduras, flores, frutas).

Aldea Piedra Grande: la actividad económica de los hombres en esta aldea se realiza a través de; la agricultura (granos básicos, verduras y frutas); el comercio (tiendas, panaderías, herrerías, aserradores, carpinteros, carniceros, sastres, músicos, etc.); artesanía típica; profesionales en diversas especialidades (abogados, maestros, peritos contadores, militares, etc.) y servicios varios (pilotos automovilistas). Las mujeres de esta aldea que realizan actividades para generar ingresos económicos, lo hacen a través de prestación

de servicios domésticos (comida, lavado, planchado y limpieza); producción, venta de animales domésticos, sus derivados (gallinas, vacas, conejos, etc.); y comercio agrícola (venta de verduras, flores, frutas); manufactura (artesanía típica, tejidos de punto, costureras, bordadoras); comercio (tiendas), profesionales (maestras, secretarias, peritos en dibujo y construcción, peritas contadoras, etc.).

Cantón El Mosquito y cantón Tonalá: las principales actividades productivas o generadoras de ingresos las realizan los hombres, desempeñándose en diferentes actividades que les permiten un ingreso económico familiar.

Tabla I. **Principales actividades de hombres**

Actividades	Porcentaje
Agricultura	23%
Comercio	19%
Industria manufacturera	17%
Construcción	11%
Enseñanza	7%
Otras actividades	23%
TOTAL	100.00%

Fuente: Plan de Desarrollo Integral Comunitario, San Pedro Sacatepéquez.

Tabla II. **Principales actividades de mujeres**

Actividades	Porcentaje
Comercio	31%
Industria manufacturera	24%
Servicios comunales, sociales y personales	15%
Enseñanza	12%
Agricultura	7%
Otras actividades	11%
TOTAL	100.00%

Fuente: Plan de Desarrollo Integral Comunitario, San Pedro Sacatepéquez.

2. EVALUACIÓN DE MERCADO

2.1. Cantidad de usuarios

La cantidad de familias beneficiadas con el proyecto son 2 535 familias, con un promedio de 5 usuarios por familia, lo cual significa que son 12 675 beneficiados.

2.2. Evaluación del lugar

Actualmente se cuenta con drenaje sanitario que, no posee un diámetro de tubería adecuado para la circulación del caudal de aguas negras, la escuela actual no cuenta con el espacio suficiente para albergar la cantidad de niños que llegan a la misma. Esto afecta directamente la salud y bienestar de los habitantes, lo que detiene el progreso de la comunidad.

2.3. Costo

Con base en trabajos realizados por la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez se ha determinado un costo promedio por proyecto de:

Q 356 833,19 drenaje sanitario

Q 311 170,00 drenaje pluvial

Que genera un total de Q 1 271 186,19

Los datos presentados son un promedio en proyectos similares.

2.4. Instrumento para el estudio de mercado

El instrumento a utilizar para recabar la información y los comentarios de la población es la encuesta, esta se le aplicará personalmente a una muestra del 50% de la población, 1 268 familias. Tiene como finalidad obtener la perspectiva del usuario del futuro proyecto, para determinar la factibilidad del mismo.

2.5. Evaluación de resultados

Los resultados de la encuesta se presentarán en una gráfica de barras, para realizar un análisis en base a los comentarios y necesidades de los habitantes de la comunidad. Por medio de este método se podrá comprobar la factibilidad y necesidad de éste proyecto.

3. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de drenaje sanitario para las aldeas San Francisco Soche, Piedra Grande y cantón el Mosquito. Se diseñará la tubería principal y secundaria, también pozos de visita y conexiones domiciliarias.

3.2. Levantamiento topográfico

En un levantamiento topográfico nunca es tomada en consideración la curvatura de la esfera terrestre, desde este principio se efectúan todos los trazos topográficos.

La planimetría se utiliza para localizar la red de drenaje dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia para el diseño. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut, con una poligonal cerrada, y con el uso del siguiente equipo:

- Un teodolito marca Wild T-16
- Un estadal
- Una cinta métrica de 30 metros de largo
- Una plomada
- Estacas

La altimetría tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas, elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto y con el siguiente equipo:

- Un nivel de precisión marca Wild
- Un estadal
- Una cinta métrica de 30 metros de largo
- Estacas

Los resultados obtenidos son mostrados en la sección de anexos del trabajo de graduación.

3.3. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de drenaje es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable. Este período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración operación y mantenimiento, criterio de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), quienes recomiendan que los drenajes se diseñen para un período de 30 a 40 años. Para el diseño de este proyecto se adoptó un período de 30 años.

3.4. Población futura

El crecimiento de la población es afectado por factores como nacimientos, anexiones, muertes y migración. Para obtener la proyección del crecimiento de la población se pueden utilizar distintos métodos, y dicha proyección se hace según los datos estadísticos de censos de población, realizados en el pasado. Para este proyecto se optó por el método de incremento geométrico, este método se seleccionó por ser el que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional en el medio, para el efecto se aplicó una tasa de crecimiento de 2,42% según fuente director del Centro de Salud Cabecera Municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Incremento geométrico:

$$Pf = Pa (1 + t)^n$$

$$Pf = 25\ 971 \text{ habitantes}$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual (12 675)

n = período de diseño (30)

t = tasa de crecimiento (2,42%)

3.5. Fórmula para el cálculo hidráulico

Varias son las fórmulas utilizadas para el cálculo hidráulico de drenajes, tales como Chezy, Manning y otras; las que permiten determinar velocidades, caudales, diámetros, pendientes, etc. siendo éstas.

Fórmula de Chezy

Esta es una herramienta utilizada para hallar la velocidad en función de: pendiente, radio hidráulico, y coeficiente C. La fórmula es:

$$V = C \times \sqrt{R} \times S$$

Donde:

V = velocidad en m / s

R = radio hidráulico

S = pendiente en porcentaje %

C = coeficiente

Las velocidades máximas y mínima de caudal sanitario, en tubería de PVC son: 0,40 a 5,00 m/s.

El coeficiente C puede calcularse por medio de las siguientes fórmulas: Bazin, Kutter, Ganguillet, y Maning.

Para el presente estudio se utilizó la fórmula de Maning

Fórmula de Maning:

Es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad C, que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad n, por el tipo de material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo.

La fórmula es:

$$C = \frac{R^{2/3}}{n}$$

Donde:

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

C = coeficiente de Maning

Después de sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Maning, queda así:

$$V = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

El valor del coeficiente n depende del material de la tubería.

Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

n = 0,013 tubo cemento diámetro mayor de 24"

n = 0,015 tubo cemento diámetro menor de 24"

n = 0,010 tubo PVC

Fórmula de continuidad:

Es una fórmula utilizada para hallar el caudal que circula en la tubería.

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = caudal en m³ / s

V = velocidad en m / s

A = área en m²

El área de tubería circular es:

$$A = \frac{D \times \pi}{4}$$

Donde:

π = 3,1416 constante piw

D = diámetro de la tubería en m

A = área de la tubería en m²

3.6. Normas de diseño

Para el diseño del alcantarillado sanitario, la norma que se aplica en Guatemala, es la del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en ella se establecen los parámetros a respetarse en el diseño.

3.6.1. Sistema de alcantarillado

Sanitario: es el que conduce aguas residuales de origen doméstico, industrial y comercial. El diámetro mínimo para este tipo de sistema es de 8" en tubería de cemento y de 6" para tuberías de PVC.

Pluvial: es el sistema de alcantarillado que conduce aguas de lluvia o de precipitaciones. Sus diámetros mínimos son de 14" en tubería de cemento.

Separativo: este sistema conduce los sistemas anteriores, sanitarios y pluviales en distintas tuberías.

Combinado: este sistema se caracteriza por integrar las aguas residuales y pluviales en el mismo sistema de tubería. El diámetro mínimo recomendado es de 10" en tubería de cemento.

El sistema de alcantarillado se compone de varias obras básicas las cuales son: colectores, pozos de visita, conexiones domiciliarias y tragantes en el sistema pluvial, así mismo existen obras complementarias entre las que se puede mencionar pozos de luz, tanques de lavado, derivadores de caudal y disipadores de energía.

En el desarrollo del presente estudio se diseña un sistema de alcantarillado sanitario

3.6.2. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que después de usada regresa hacia el drenaje.

3.6.3. Rugosidad de la tubería

La rugosidad expresa que tan lisa es la superficie del material por donde se desplaza el flujo. Depende del tipo de material conque esté construido un canal.

Para el presente sistema de drenaje se utiliza un factor de 0.010 ya que la tubería es de PVC.

3.6.4. Pendiente máxima y mínima

Es recomendable utilizar la misma pendiente del terreno en el diseño de la tubería evitando así elevar los costos por excavación. En las áreas donde la pendiente del terreno es muy poca, se recomienda en la medida de lo posible acumular la mayor cantidad de caudales, para que generen una mayor velocidad.

3.6.5. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño está dada por la pendiente del terreno y el diámetro de la tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas, de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena. Según la norma ASTM 3034, las velocidades mínimas y máximas dependen del tipo de tubería, éstas son:

- Para tubería de PVC la v mín. = 0,40 m/seg. Y V máx. = 5,0 m/seg
- Para tubería de concreto la v mín. = 0,60 m/seg. Y V máx. = 3,0 m/seg

3.6.5.1. Velocidad de arrastre

La velocidad de arrastre es la que asegura un buen funcionamiento del sistema, cuando éste funciona en su límite más bajo, es decir, cuando el tirante es de 0,10.

Por norma, la velocidad de arrastre deberá ser la mínima velocidad, con que el flujo que está compuesto de sólidos y líquidos, evita que los sólidos se sedimenten y por lo tanto obstruyan el sistema; la velocidad de arrastre es 0.40 para la tubería PVC.

3.6.6. Profundidad de la tubería

La profundidad a la que debe ir la tubería se determina por medio del cálculo de las Cotas Invert chequeando que la tubería cuente con un recubrimiento adecuado para evitar que ésta pueda dañarse por el paso de vehículos, peatones o algún otro objeto pesado.

A continuación, se presenta una tabla en la que se adquieren diferentes profundidades, para colocación de la tubería la cual depende del diámetro.

Tabla III. **Profundidades mínimas según el diámetro de la tubería**

Diámetro	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tráfico normal	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
Tráfico pesado	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Fuente: elaboración propia.

3.6.7. Cota Invert

La Cota Invert es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la cota sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas se

calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de Cotas Invert:

La Cota Invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la Cota Invert de llegada de la tubería más baja. Cuando el diámetro de la tubería que sale, la Cota Invert de salida estará, debajo de la tubería de entrada al menos, a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

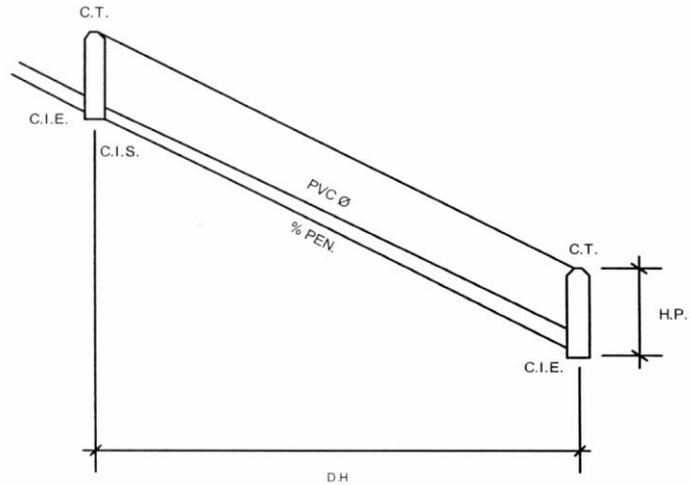
Las Cotas Invert se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{CISalidaPZV1} &= \text{CTerreno} - \text{HPZV1} \\ \text{CIEntradaPZV2} &= \text{CISalidaPZV1} - \left(\frac{S\% \text{ tub} \times \text{DH}}{100} \right) \\ \text{CISalidaPZV2} &= \text{CIEntradaPZV2} - 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{CISalidaPZV1} &= \text{Cota Invert de salida de pozo de visita 1 (CIS)} \\ \text{CTerreno} &= \text{Cota de Terreno (CT)} \\ \text{HPZV1} &= \text{Altura de pozo de visita 1} \\ \text{CIEntradaPZV2} &= \text{Cota Invert entrada pozo de visita 2 (CIE)} \\ \text{CISalidaPZV2} &= \text{Cota Invert salida pozo de visita 2 (CIS)} \\ S \% \text{ tub} &= \text{Pendiente del tubo} \\ \text{DH} &= \text{Distancia horizontal entre pozos} \end{aligned}$$

Figura 3. Diagrama de pozos de visita (Cotas Invert)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

3.6.8. Diámetro de la tubería

Es un cálculo muy importante para el buen funcionamiento de todo el sistema de drenaje. Según normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal se deben utilizar los siguientes diámetros mínimos.

Tabla IV. Diámetros mínimos

	Tubería de cemento	Tubería de PVC
Tubería principal	8"	6"
Conexiones domiciliare	6"	4"

Fuente: elaboración propia.

3.7. Relaciones hidráulicas

Se tiene que cumplir con la relación q/Q , v/V y d/D para evitar que la tubería trabaje a presión. La relación d/D tiene que estar entre el rango de $0,1 < d/D < 0,7$, así como también el caudal de diseño tiene que ser menor que el caudal de sección llena.

3.7.1. Relaciones hidráulicas q/Q , v/V , d/D

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan en una sección parcialmente llena y para agilizar de alguna manera los resultados de la velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico.

Se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena, de los resultados obtenidos se construyó el gráfico y tablas, para esto se utilizó la fórmula de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal de la sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas, se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica, en el eje de la abscisas, desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales; el valor de la relación (d/D), se obtiene en la intersección de la curva vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas; la profundidad de flujo (tirante) se obtiene al multiplicar el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, ubicar el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente, se traza una horizontal

hasta llegar a interceptar la gráfica de velocidades. En éste nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abscisas y se toma la lectura de la relación de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad de la sección parcial; de igual manera, se calculan las otras características de la sección.

Para utilizar las tablas, primero se determina, la relación (q/Q), el valor se busca en las tablas y si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado; en la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad en una sección llena y así obtener la velocidad de la sección parcial.

Se debe considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

Que Q diseño $<$ Q lleno

La velocidad debe estar comprendida entre:

- $0,40 \text{ m/seg} < v$. Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para PVC.
- $V < 5,00 \text{ m/seg}$. Para evitar deterioro de tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería PVC.
- $0,60 \text{ m/seg} < V$. Para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos, para tubería de concreto.
- $V < 3,00 \text{ m/seg}$. Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de concreto.

El tirante debe de estar entre:

- $0,10 < d/D < 0,80$

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

3.8. Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas producto de: caudal domiciliar, caudal por conexiones ilícitas, caudal de infiltración y caudal comercial e industrial.

A continuación se describe el cálculo de cada uno de ellos.

Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua proveniente de viviendas, que es incorporada al sistema del drenaje sanitario. La Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez tiene asignada una dotación de 160 l/hab/día, estimando una densidad de habitantes por vivienda de 7 hab/vivienda, que es el dato que se utiliza para el cálculo del caudal domiciliar.

$$Q_{dom} = \frac{(No\ hab.) * (dotacion) * (F.R.)}{86\ 400}$$

Donde:

No.hab = número de habitantes

Dotación = de agua en lts/hab/día

F.R. = factor de retorno en %

Qdom = caudal domiciliar lts / s

Caudal domiciliar (Qdom)

Qdom = Dot * Pf * FR / 86 400

Qdom = 100l / hab / día * 25 971* 0,80 / 86 400

Donde:

Dot = dotación (100 l / hab / día)

Qdom = 24 l / seg

Pf = población futura (25 971ha)

FR = factor de retorno (0,80)

Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal lo constituye la cantidad de agua de lluvia que llega a las tuberías del drenaje sanitario como consecuencia de que algunos usuarios, conectan sus bajadas de aguas pluviales al sistema. El porcentaje de viviendas que se pueden conectar ilícitamente varía de 0,5 a 2,5 por ciento. La forma más común de calcular este caudal es por medio del método racional el cual está en función del área de techos y patios y su permeabilidad e intensidad de lluvia.

$$Q_{con - ilí} = \frac{C \times I \times A \times \% \times 1\,000}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de esorrentía

I = intensidad de precipitación mm/hora

A = área en hectáreas del total de viviendas con conexiones ilícitas

% = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

$Q_{con-ilí}$ = caudal por conexiones ilícitas en lts / s

Para el caudal de conexiones ilícitas se tomó el criterio establecido en el inciso (2,8) de las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal INFOM; el cual establece literalmente: que el caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error; por este concepto se agregará un 10% del caudal doméstico. Sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

El caudal de conexiones ilícitas que se tomará para el diseño será de:

$$Q_c \text{ ilícitas} = Q \text{ doméstico} * 10\%$$

$$Q_c \text{ ilícitas} = 24 \text{ l / seg} * 10\%$$

$$Q_c \text{ ilícitas} = 2,4 \text{ l / seg}$$

Caudal de infiltración:

Es la cantidad de agua que penetra a la tubería a través de sus paredes, este caudal depende de la profundidad del nivel freático, profundidad de la tubería, permeabilidad del terreno, longitud de la tubería, siendo este el dato con base en el cual se efectúa el cálculo del caudal. La dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 l/km/día así también se debe agregar a la longitud del colector una longitud de tubería de las conexiones domiciliarias de 6,00 metros por vivienda.

$$Q_{inf} = \frac{F.I. \times LT}{86\,400}$$

Donde:

- F.I. = factor de infiltración
- L.T. = longitud de tubería en km
- Qinf. = caudal por infiltración en lts / s

Caudal de infiltración (Qinf):

$$Q_{inf} = F_{inf} * L / 86\ 400$$
$$Q_{inf} = 16\ 000\ \text{l} / \text{km} / \text{día} * 0,5441\text{km} / 86\ 400$$

Donde:

$$F_{inf} = \text{factor de infiltración (16 000)}$$
$$Q_{inf} = 0,09\ \text{l} / \text{seg} / \text{km} / \text{día}$$

Factor de Hardmon:

El factor de Hardmon o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra a la población para servir en un tramo determinado, actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje.

Formula:

La fórmula del factor de Hardmon es adimensional y viene dada por:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{(p/1\ 000)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{p}{1\ 000}\right)}}$$

Donde p es la población del tramo que se va a servir, se expresa en miles de habitantes.

El factor de Hardmon se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a la que se piensa atender.

Caudal máximo domiciliar (Q max-dom):

Es el producto de caudal domiciliar por el factor de Hardmon, éste hace que el caudal aumente.

$$Q_{\text{max-dom}} = Q_{\text{dom}} \times F.H.$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar en lts / s

F.H. = Factor de Hardmon

$Q_{\text{max-dom}}$ = caudal máximo domiciliar en lts / s

Caudal de diseño (Q dis):

El caudal de diseño es la suma de los caudales máximo domiciliar, infiltración, conexión ilícita, comercial e industrial.

La fórmula para el cálculo del caudal de diseño es:

$$Q_{\text{dis}} = (Q_{\text{max-dom}}) + (Q_{\text{con-ilí}}) + (Q_{\text{inf}})$$

3.9. Diseño y calculo hidráulico

El diseño y cálculo hidráulico depende del período de diseño, población actual, tasa de crecimiento, el número de habitantes por casa, dotación por litros habitante día, factor de retorno, y la longitud total del sistema, en este caso del ramal a diseñarse.

El factor de retorno establecido por el Instituto de Fomento Municipal INFOM, está comprendido entre un 75% a un 95%, para este caso se asume un factor de retorno del 80%.

Tabla V. **Parámetros de diseño ramal 1**

PARAMETROS DE DISEÑO				
PERIODO DE DISEÑO.	30	AÑOS	HAB.CASA	7
POBLACION ACTUAL	1085	HAB.	DOTACION	160
POBLACION DE DISEÑO.	2223	HAB.	FACTOR DE RETORNO	0.8
TASA DE CRECIMIENTO.	2.42	%	LON.TOTAL DE SISTEMA	1771.61

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Diseño y calculo hidraulico ramal 1

RAMAL 1 PISA 1		CALCULO DE RELACIONES HIDRAULICAS																																	
DE	A	COTA DE TUBERIA	DI. (mm)	DI. (%)	HAB. A SERVIR	FACTORES DE HARRISON	FORN	Q. DOMESTICO	CC. DE SANEAMIENTO	COEFICIENTE	DIAMETRO	%	SECCION LLENADA	V. DE DISEÑO	RELACION DE VELOCIDADES	RELACION DE VELOCIDADES	RELACIONES Q	RENDIMIENTO	COTAS INVERT	ALTURA DE PISO	ANCHO	COCALCULO DE CANTIDAD EXIST													
PI	PI	INICIAL	FINAL	TERMINAL	ALCANTARILLAS	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	P.G.	TUBO	(V.M)	(Q.M)	(V)ACTUAL	(V)FORN	FORN	ACTUAL	FORN	FINAL	FINAL	M	M												
0	1	1000.00	997.98	94.12	6.18	14	4.43	4.40	0.003	0.01	0.02	10.00	0.02	0.09	0.19	6	6.18	2.82	51.36	0.56	0.68	0.198	0.243	0.004	0.004	0.009	0.043	998.80	996.69	12	1.25	1	43.64	43.64	
1	1.1	997.89	998.49	95.45	3.95	14	29	4.40	4.35	0.003	0.02	0.04	10.00	0.05	0.18	0.38	6	3.95	2.25	41.04	0.39	0.71	0.258	0.317	0.005	0.009	0.047	0.046	996.66	995.26	1.25	1.28	1	46.77	90.41
1.1	2	996.49	993.23	97.22	11.98	1	70	143	4.28	4.20	0.003	0.10	0.21	0.02	0.23	0.80	1.01	11.98	3.92	71.48	1.37	1.67	0.349	0.427	0.013	0.025	0.109	0.052	991.97	991.12	1.01	1.01	1	37.22	127.63
2	3	989.33	989.87	97.65	12.15	1	77	158	4.27	4.18	0.003	0.11	0.23	0.02	0.26	0.99	1.98	12.15	3.95	72.00	1.41	1.73	0.357	0.438	0.014	0.028	0.114	0.054	991.94	988.58	1.81	1.34	1	38.65	166.29
3	3.1	989.87	984.00	10.03	11.97	3	140	287	4.20	4.09	0.003	0.21	0.42	0.04	0.47	1.76	3.62	11.97	4.75	153.91	1.61	1.97	0.339	0.445	0.011	0.023	0.104	0.065	988.55	982.28	1.34	1.37	1	68.30	234.78
3.1	4	984.00	977.93	14.44	11.41	3	161	330	4.18	4.05	0.003	0.24	0.49	0.05	0.54	2.02	4.02	11.41	4.63	150.23	1.65	2.01	0.355	0.435	0.013	0.027	0.080	0.112	982.65	976.41	1.37	1.40	1	77.51	312.29
4	4.1	977.79	975.41	20.03	11.43	1	168	344	4.17	4.05	0.003	0.25	0.51	0.05	0.56	2.10	4.18	11.43	4.64	150.35	1.67	2.04	0.360	0.440	0.014	0.028	0.114	0.074	976.41	974.03	1.40	1.43	1	31.63	343.92
4.1	4.2	975.41	973.45	16.47	11.90	1	406	832	4.02	3.85	0.003	0.60	1.23	0.12	1.36	4.90	9.61	11.90	6.20	462.40	2.07	2.62	0.333	0.406	0.011	0.021	0.102	0.100	974.00	972.04	1.43	1.46	1	26.00	369.92
4.2	5	973.45	972.33	15.15	4.09	1	413	846	4.02	3.85	0.003	0.61	1.25	0.13	1.38	4.98	9.76	4.09	6.40	329.23	1.63	1.99	0.370	0.451	0.015	0.030	0.119	0.092	972.01	971.01	1.46	1.78	1	26.78	396.71
5	5.1	972.83	970.41	14.77	14.15	1	420	861	4.01	3.84	0.003	0.62	1.27	0.13	1.40	5.05	9.92	14.15	6.76	483.32	2.22	2.70	0.328	0.400	0.010	0.020	0.107	0.097	971.07	969.90	1.78	1.81	1	29.24	425.94
5.1	5.2	970.74	965.37	12.33	12.69	3	511	1047	3.97	3.79	0.003	0.76	1.55	0.16	1.71	6.09	11.90	13.00	6.48	472.84	2.77	2.77	0.351	0.427	0.013	0.025	0.109	0.085	969.45	963.45	1.81	1.97	1	82.81	508.75
5.2	6	965.37	963.19	24.66	8.90	3	532	1090	3.96	3.78	0.003	0.79	1.61	0.16	1.78	6.32	12.33	11.00	5.96	424.96	2.71	2.64	0.364	0.442	0.015	0.028	0.115	0.082	960.71	950.71	1.97	2.30	1	58.23	566.99
6	6.1	963.19	961.44	22.88	7.80	3	623	1277	3.92	3.73	0.003	0.92	1.89	0.19	2.08	7.33	14.28	11.00	5.96	424.96	2.26	2.75	0.360	0.462	0.017	0.033	0.089	0.124	960.69	958.25	2.30	3.24	1	67.23	634.21
6.1	7	961.44	957.38	10.21	10.10	3	665	1363	3.91	3.71	0.003	0.99	2.02	0.20	2.22	7.80	15.16	11.00	5.96	424.95	2.39	2.80	0.367	0.470	0.018	0.035	0.082	0.127	959.22	953.90	3.24	3.63	1	140.22	777.43
7	7.8	957.38	951.66	10.16	11.56	3	686	1406	3.90	3.70	0.003	1.02	2.08	0.21	2.29	8.03	15.60	12.00	6.23	454.29	2.40	2.91	0.365	0.468	0.018	0.034	0.091	0.127	958.77	947.63	3.63	3.88	1	191.54	968.97
8	8.1	961.66	949.26	18.35	12.94	1	693	1420	3.90	3.70	0.003	1.03	2.10	0.21	2.31	8.10	15.75	12.00	6.23	454.29	2.40	2.92	0.366	0.469	0.018	0.035	0.092	0.127	949.80	946.57	3.88	3.74	1	76.63	1040.61
8.1	8.2	949.26	943.58	10.39	14.35	0	693	1420	3.90	3.70	0.003	1.03	2.10	0.21	2.31	8.10	15.75	12.00	6.23	454.29	2.40	2.92	0.366	0.469	0.018	0.035	0.092	0.127	946.54	940.79	3.74	2.84	1	135.93	1181.55
8.2	9	943.58	938.71	14.40	11.04	0	680	1420	3.90	3.70	0.003	1.03	2.10	0.21	2.31	8.10	15.75	11.00	5.96	424.95	2.39	2.80	0.361	0.475	0.019	0.036	0.094	0.130	940.76	935.91	2.84	2.85	1	129.78	1311.54
9	9.1	938.71	933.77	16.54	7.77	0	683	1420	3.90	3.70	0.003	1.03	2.10	0.21	2.31	8.10	15.75	9.00	5.90	393.43	2.71	2.64	0.403	0.480	0.021	0.040	0.099	0.138	935.88	930.16	2.85	3.66	1	211.14	1522.48
9.1	9.2	933.77	929.06	15.90	8.43	2	707	1449	3.89	3.69	0.003	1.05	2.15	0.21	2.36	8.26	16.04	9.00	5.90	393.43	2.70	2.65	0.405	0.482	0.021	0.041	0.099	0.139	930.13	925.10	3.66	4.01	1	219.94	1742.42
9.2	10.1	929.06	928.37	12.02	6.16	1	714	1463	3.89	3.69	0.003	1.06	2.17	0.22	2.38	8.33	16.18	9.00	5.90	393.43	2.70	2.66	0.406	0.483	0.021	0.041	0.100	0.138	925.07	923.90	4.01	4.38	1	56.00	1799.01
10	10	928.32	926.69	21.97	8.01	3	736	1666	3.88	3.68	0.003	1.09	2.23	0.22	2.45	8.46	16.62	8.01	5.89	371.18	2.72	2.57	0.416	0.500	0.023	0.045	0.104	0.144	923.96	922.20	4.38	4.41	1	103.32	1922.34
10.1	10.2	926.69	925.91	17.67	7.75	1	742	1620	3.88	3.68	0.003	1.10	2.25	0.23	2.48	8.64	16.76	8.00	5.88	370.93	2.72	2.58	0.417	0.507	0.023	0.045	0.105	0.145	922.17	920.76	4.41	4.48	1	85.38	1987.72

Continuación de la tabla VI.

RAMA 1 FES-1		CÁLCULO DE RELACIONES HIDRÁULICAS																																		
D. A.	CÓDIGO TUBERÍA	DIN.	Ø IN.	Ø EX.	MATERIAL	ACTIV. DE LA TUBERÍA	Ø INT.	Ø EXT.	Ø NOM.	Ø INT.	Ø EXT.	Ø NOM.	Ø INT.	Ø EXT.	Ø NOM.																					
10	103	925.19	927.70	24.37	10.22	0	742	1520	3.88	3.68	0.003	1.10	2.25	0.23	2.46	8.64	16.76	12	10.00	5.68	444.71	2.30	2.79	0.404	0.400	0.021	0.040	0.089	0.137	920.73	916.29	4.46	4.46	1	115.91	2103.63
10	104	922.70	920.60	33.42	6.28	0	742	1520	3.88	3.68	0.003	1.10	2.25	0.23	2.46	8.64	16.76	12	6.28	4.51	628.74	1.95	2.37	0.462	0.526	0.051	0.111	0.154	918.26	916.16	4.46	4.49	1	116.48	2281.11	
10	105	920.60	919.00	21.44	6.83	0	742	1520	3.88	3.68	0.003	1.10	2.25	0.23	2.46	8.64	16.76	12	6.00	4.40	321.23	1.92	2.30	0.465	0.529	0.027	0.052	0.112	0.155	916.13	914.72	4.48	4.33	1	110.28	2370.39
11	11	919.00	917.29	23.44	7.30	1	740	1535	3.88	3.67	0.003	1.11	2.27	0.23	2.50	8.71	16.91	12	4.00	3.50	282.28	1.66	2.02	0.463	0.562	0.033	0.064	0.125	0.172	914.69	913.75	4.33	3.59	1	90.41	2469.00
11	12	912.28	913.86	30.84	8.16	1	756	1549	3.88	3.67	0.003	1.12	2.29	0.23	2.42	8.19	17.05	12	10.00	5.68	444.71	2.31	2.80	0.405	0.483	0.021	0.041	0.100	0.138	913.72	916.16	3.99	3.95	1	154.87	2524.67
12	121	913.86	910.98	35.52	8.87	1	763	1563	3.87	3.67	0.003	1.13	2.32	0.23	2.55	8.86	17.20	12	9.00	5.39	393.43	2.23	2.71	0.413	0.502	0.023	0.044	0.103	0.142	913.73	916.53	3.95	4.10	1	148.98	2773.64
12	13	910.58	908.11	23.74	10.40	1	770	1578	3.87	3.66	0.003	1.14	2.34	0.23	2.57	8.94	17.34	12	10.00	5.68	444.71	2.32	2.82	0.400	0.485	0.022	0.042	0.101	0.139	916.50	914.13	4.10	4.03	1	102.77	2876.41
13	131	908.11	902.72	37.50	14.37	2	784	1586	3.87	3.66	0.003	1.16	2.38	0.24	2.62	9.09	17.63	12	13.00	6.46	472.84	2.56	3.10	0.385	0.479	0.019	0.037	0.085	0.132	914.10	899.22	4.03	3.55	1	148.25	3024.66
13	14	902.72	898.29	33.89	13.10	4	812	1664	3.86	3.65	0.003	1.20	2.46	0.25	2.71	9.39	18.20	12	11.00	5.96	434.96	2.43	2.96	0.406	0.485	0.022	0.042	0.101	0.139	899.19	885.47	3.55	2.86	1	114.05	3138.72
14	141	899.28	893.50	24.00	19.65	0	812	1664	3.86	3.65	0.003	1.20	2.46	0.25	2.71	9.39	18.20	12	15.00	6.86	507.91	2.72	3.30	0.380	0.473	0.016	0.036	0.084	0.129	885.44	881.82	2.86	1.73	1	69.65	3198.37
14	15	893.50	887.61	24.08	24.50	0	812	1664	3.86	3.65	0.003	1.20	2.46	0.25	2.71	9.39	18.20	12	24.50	8.90	640.14	3.23	3.92	0.363	0.441	0.014	0.028	0.083	0.115	881.79	885.80	1.73	1.76	1	44.56	3242.93
15	151	887.61	884.39	23.30	13.72	0	812	1664	3.86	3.65	0.003	1.20	2.46	0.25	2.71	9.39	18.20	12	13.72	6.66	483.83	2.63	3.19	0.385	0.480	0.019	0.037	0.086	0.132	885.86	882.65	1.76	1.79	1	44.11	3287.04
15	152	884.39	882.42	26.38	7.41	0	812	1664	3.86	3.65	0.003	1.20	2.46	0.25	2.71	9.39	18.20	12	7.41	4.89	357.02	2.12	2.57	0.433	0.525	0.026	0.051	0.111	0.154	882.62	880.65	1.79	1.82	1	60.60	3337.64
15	161	882.42	878.55	31.46	12.71	3	833	1707	3.85	3.64	0.003	1.23	2.53	0.25	2.78	9.82	18.63	12	11.00	5.96	434.96	2.45	2.97	0.411	0.490	0.022	0.043	0.102	0.141	880.62	877.77	1.82	1.93	1	60.63	3388.28
16	16	878.55	877.51	10.38	6.35	1	840	1721	3.85	3.64	0.003	1.24	2.55	0.25	2.80	9.70	18.77	12	6.35	4.55	333.46	2.02	2.46	0.447	0.542	0.029	0.057	0.117	0.162	877.24	876.20	1.93	1.96	1	24.01	3472.28
16	162	877.51	875.50	18.91	10.63	0	840	1721	3.85	3.64	0.003	1.24	2.55	0.25	2.80	9.70	18.77	12	10.63	5.86	427.36	2.43	2.94	0.414	0.503	0.023	0.044	0.103	0.143	876.17	874.16	1.96	1.99	1	28.01	3489.29
16	163	875.50	872.37	38.99	8.46	0	840	1721	3.85	3.64	0.003	1.24	2.55	0.25	2.80	9.70	18.77	12	8.46	5.23	381.48	2.24	2.72	0.428	0.520	0.025	0.049	0.109	0.151	874.13	871.00	1.99	1.42	1	63.85	3494.25
16	17	872.37	868.38	41.20	7.31	2	854	1750	3.84	3.63	0.003	1.27	2.59	0.26	2.85	9.85	19.06	12	7.31	4.85	334.47	2.13	2.59	0.439	0.533	0.028	0.054	0.114	0.158	870.97	867.96	1.42	1.45	1	61.19	3555.38
17	171	868.38	867.16	16.32	14.38	2	868	1779	3.84	3.62	0.003	1.29	2.63	0.26	2.90	10.00	19.34	12	14.38	6.81	485.96	2.72	3.30	0.400	0.485	0.020	0.039	0.087	0.135	867.93	865.73	1.45	1.48	1	24.61	3578.99

Tabla VII. **Parámetros de diseño ramal 2**

PARAMETROS DE DISEÑO				
PERIODO DE DISEÑO.	30	AÑOS	HAB.CASA	7
POBLACION ACTUAL	1477	HAB.	DOTACION	160
POBLACION DE DISEÑO.	3026	HAB.	FACTOR DE RETORNO	0.8
TASA DE CRECIMIENTO.	2.42	%	LON.TOTAL DE SISTEMA	2665.14

Fuente: elaboración propia.

Continuación de la tabla VIII.

RAMAL 2 FERRI 1		CANTID DE RELACIONES VERBALES																																	
DE	A	COVALE TERRENO	DK	SN	HAB A SEÑAL	ACTOR DE HAYON	FOR	LO DOMESTO DEL USUARIO	COBRESTO	DIAMETRO	SN	SECCION LENA	V. RECEBIO	RELACIONE VELOCIDADES	RELACIONE QD	REASON R=QD	COTIS INERT	AUTORA LE POC	ANCHO ESCALACION BUN																
PV	PV	INDIO	FINAL	(MIS)	TERRENO DE CASILLAS	ACTUAL	INDIO	ACTUAL	INDIO	PLG.	TUBO	(MIS)	QMS	ACTUAL	INDIO	ACTUAL	INDIO	INDIO	FINAL	NO	NO														
29	293	505.69	921.43	48.50	11.26	6	385	789	4.03	3.86	0.003	0.57	117.012	1.29	4.65	9.14	12	9.00	5.99	389.43	1.85	2.25	0.842	0.417	0.023	0.075	0.165	924.47	920.10	2.44	1.38	1	56.47	2458.40	
29	294	921.43	919.36	20.69	10.00	0	385	789	4.03	3.86	0.003	0.57	117.012	1.29	4.65	9.14	12	10.00	5.68	414.81	1.92	2.33	0.837	0.411	0.022	0.073	0.162	920.07	918.00	1.38	1.41	1	30.95	2480.35	
29	301	919.36	915.14	41.96	10.06	5	420	861	4.01	3.84	0.003	0.62	127.019	1.40	5.06	9.92	12	10.06	5.70	415.80	1.97	2.40	0.845	0.420	0.02	0.074	0.165	917.97	913.75	1.41	1.44	1	61.97	2551.78	
30	302	915.14	913.23	22.04	8.67	2	434	889	4.01	3.83	0.003	0.64	132.019	1.45	5.21	10.22	12	8.67	5.29	386.06	1.88	2.29	0.836	0.433	0.014	0.026	0.080	0.111	913.72	911.61	1.44	1.47	1	34.25	2563.54
30	303	913.23	912.60	8.46	7.45	2	434	889	4.01	3.83	0.003	0.64	132.019	1.45	5.21	10.22	12	5.00	4.02	283.24	1.55	1.90	0.806	0.470	0.010	0.035	0.092	0.120	911.70	911.35	1.47	1.29	1	10.94	2580.46
30	304	912.60	908.40	51.67	8.13	6	475	975	3.99	3.81	0.003	0.71	144.014	1.59	5.69	11.14	12	8.13	6.12	373.89	1.89	2.30	0.868	0.449	0.015	0.030	0.085	0.118	911.30	907.13	1.29	1.32	1	65.62	2650.01
30	31	908.40	902.04	62.51	7.71	4	504	1033	3.97	3.79	0.003	0.75	153.015	1.68	6.01	11.74	12	7.71	4.88	364.10	1.88	2.29	0.877	0.459	0.016	0.032	0.088	0.123	907.10	900.74	1.32	1.35	1	112.35	2701.35
31	311	902.04	892.30	97.94	9.94	7	553	1133	3.95	3.76	0.003	0.82	168.017	1.85	6.55	12.80	12	9.94	5.67	413.56	2.11	2.57	0.873	0.454	0.016	0.031	0.087	0.120	900.71	893.97	1.35	1.38	1	135.97	2917.32
31	312	892.30	888.47	40.89	6.92	2	567	1162	3.95	3.76	0.003	0.84	172.017	1.89	6.71	13.09	12	6.92	4.73	345.01	1.87	2.28	0.866	0.482	0.019	0.038	0.095	0.133	890.94	888.11	1.38	1.41	1	50.25	2976.57
31	313	888.47	888.72	11.43	6.56	5	602	1234	3.93	3.74	0.003	0.89	183.018	2.01	7.10	13.94	12	6.56	4.60	335.93	1.87	2.27	0.865	0.483	0.021	0.041	0.100	0.139	888.08	887.33	1.41	1.44	1	16.40	2985.05
31	321	888.72	887.42	15.28	8.51	0	602	1234	3.93	3.74	0.003	0.89	183.018	2.01	7.10	13.94	12	8.51	5.24	382.32	2.05	2.49	0.891	0.475	0.019	0.036	0.094	0.130	887.30	885.00	1.44	1.47	1	24.40	3019.54
32	322	887.42	886.49	8.47	10.90	4	630	1291	3.92	3.73	0.003	0.90	191.019	2.10	7.41	14.43	12	10.90	7.63	556.39	2.70	3.28	0.854	0.431	0.013	0.026	0.080	0.110	885.97	884.44	1.47	2.10	1	17.30	3030.82
32	323	886.49	883.33	29.12	15.71	2	644	1320	3.92	3.72	0.003	0.95	199.020	2.15	7.56	14.72	12	15.71	7.12	593.72	2.69	3.15	0.864	0.442	0.015	0.028	0.083	0.115	884.41	881.25	2.10	2.13	1	45.71	3082.63
32	324	883.33	878.70	47.20	9.81	3	665	1353	3.91	3.71	0.003	0.99	212.021	2.22	7.80	15.16	12	9.81	5.63	410.74	2.21	2.69	0.863	0.478	0.019	0.037	0.085	0.131	881.22	875.59	2.13	2.16	1	104.35	3186.99
32	331	878.70	874.83	36.93	10.48	5	700	1434	3.89	3.69	0.003	1.04	212.021	2.24	8.18	15.60	12	11.00	5.95	434.95	2.34	2.84	0.892	0.476	0.019	0.037	0.084	0.130	875.56	872.50	2.16	2.38	1	87.07	3274.05
33	332	874.83	873.59	25.99	4.77	1	707	1449	3.89	3.69	0.003	1.05	215.021	2.26	8.25	16.04	12	4.77	3.93	285.51	1.74	2.12	0.844	0.540	0.029	0.066	0.115	0.161	872.47	871.23	2.38	2.41	1	63.65	3330.91
33	333	873.59	871.00	44.88	5.77	4	735	1536	3.88	3.68	0.003	1.09	223.022	2.45	8.56	16.62	12	5.77	4.92	315.04	1.89	2.29	0.847	0.530	0.027	0.063	0.113	0.155	871.70	868.61	2.41	2.44	1	112.40	3452.41
33	334	871.00	867.19	43.85	6.92	4	763	1633	3.87	3.67	0.003	1.13	232.023	2.46	8.66	17.20	12	6.92	4.89	342.33	2.02	2.45	0.830	0.623	0.026	0.060	0.110	0.162	868.38	864.77	2.44	2.47	1	140.80	3583.21
33	335	867.19	866.02	10.98	6.47	3	784	1686	3.87	3.66	0.003	1.16	238.024	2.62	9.09	17.63	12	6.47	4.57	333.32	2.00	2.43	0.827	0.631	0.027	0.063	0.110	0.156	864.74	863.57	2.47	2.50	1	48.73	3641.94
34	336	866.02	862.69	47.78	6.97	2	798	1633	3.86	3.65	0.003	1.18	242.024	2.66	9.24	17.92	12	6.97	4.74	345.21	2.05	2.50	0.834	0.627	0.027	0.062	0.112	0.155	863.54	860.21	2.50	2.53	1	129.95	3763.91
34	34	862.69	860.48	31.95	6.92	2	812	1654	3.86	3.65	0.003	1.20	246.025	2.71	9.39	18.20	12	6.92	4.73	344.91	2.07	2.51	0.837	0.630	0.027	0.063	0.113	0.155	860.18	857.97	2.53	2.56	1	65.17	3851.08
34	341	860.48	855.29	55.21	9.40	2	826	1692	3.85	3.64	0.003	1.22	251.025	2.76	9.55	18.40	12	9.40	5.51	402.08	2.31	2.81	0.820	0.659	0.024	0.046	0.105	0.145	857.94	852.75	2.56	2.59	1	146.04	3997.12

3.10. Componentes de la red

La red de un alcantarillado sanitario está compuesta por, ramales, pozos de visita, los cuales se describen a continuación.

3.10.1. Ramales

Lo constituye toda la tubería que va colocada al centro de la calle, por donde se transportan las aguas servidas.

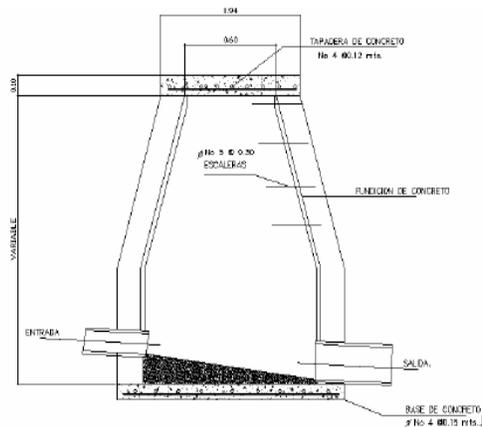
3.11. Pozos de visita

Forman parte del sistema de drenaje, proporcionan acceso a este con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 metros
- En las curvas de colectores, a no más de 30 metros
- Alivio o cambio de pendiente

Figura 4. **Pozo típico de visita**



Fuente: GUERRA QUIJADA, Julio David. Diseño de drenaje sanitario y drenaje pluvial. p. 19.

3.11.1. **Conexiones domiciliarias**

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casa o edificios llevarlas al colector central. Se plantearán dos tipos de acometidas: individuales y conjuntas.

Acometidas individuales: las acometidas individuales o conexiones domiciliarias tienen como finalidad transportar las aguas residuales originadas en las viviendas al drenaje secundario o cualquier otro drenaje, excepto a otra acometida domiciliar. Normalmente, se construye una caja de inspección para acometida, ésta tendrá una tapa removible a nivel de la superficie con el objetivo de facilitar las labores de mantenimiento en la conexión.

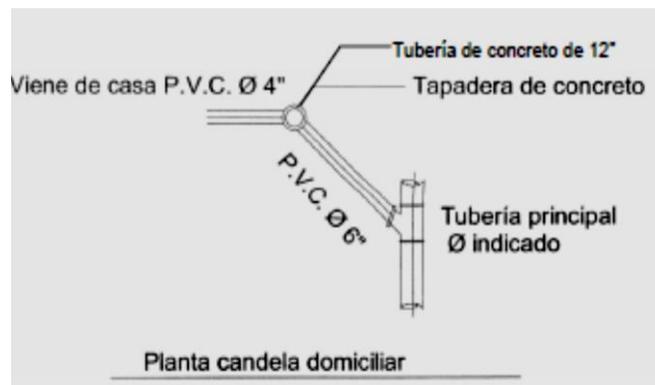
Acometidas conjuntas: en el caso de viviendas unifamiliares, cuyo frente sea de 6 metros o cuando las condiciones económicas lo requieran, se podrá

construir una sola caja de empalme para cada dos viviendas, con el fin de tener una sola acometida a la red principal.

Las conexiones domiciliarias constan de las siguientes partes:

- Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 pulgadas. Estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

Figura 5. **Conexiones domiciliarias**



Fuente: GUERRA QUIJADA, Julio David, Diseño de drenaje sanitario y drenaje pluvial. p.

21

3.12. Propuesta para el tratamiento de las aguas servidas

Se escoge un tratamiento primario para el tratamiento de las aguas servidas. Este tratamiento reduce los sólidos sedimentables y algo del DBO.

Los elementos patógenos no se reducen en forma sensible, es decir que con estos tratamientos se reduce en un porcentaje el daño al medio, pero no se protege la salud.

El tratamiento de aguas consta de diferentes características las cuales son: fosas sépticas (separa las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación), cuyos elementos básicos en la entrada a la fosa séptica son:

- Trampa de grasas (se instala solo cuando hay grasas en gran cantidad).
- Los tanques Imhoff son cámaras en las cuales pasan las aguas negras, por tener un comportamiento de digestión para un período de sedimentación. Los sedimentadores primarios se fundamentan en separar partículas por diferencia de densidad con ayuda de la fuerza de gravedad.

3.12.1. Fosa séptica

Existen muchos sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre más avanzados sean, son más complejos en su operación y mantenimiento, por ende el costo económico es muy elevado.

Para este sistema de alcantarillado sanitario, se eligió el tratamiento primario, utilizando fosas sépticas para el tratamiento de las aguas negras, ya que el costo económico de construcción, operación y mantenimiento, es bajo a comparación de otros tratamientos existentes y debe estar acorde a la capacidad económica de la municipalidad.

La fosa séptica, es uno de los más antiguos dispositivos para el proceso hidráulico y sanitario de la evacuación de excretas y otros residuos que provienen de viviendas individuales, agrupamientos de casas o instituciones situados tanto en zonas urbanas como rurales.

Se puede definir como un estanque cubierto y hermético, generalmente de forma rectangular, proyectado y diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscilan entre doce y setenta y dos horas, durante el cual se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de sólidos sedimentables.

Funciones de las fosas sépticas:

Los desechos sólidos caseros sin ningún tratamiento obstruirán fácilmente casi todas las formaciones más porosas de grava, la fosa séptica acondiciona las aguas negras para que estén en capacidad de infiltrarse con mayor facilidad en el subsuelo. Se deduce entonces que, la función más importante de una fosa séptica, es asegurar la protección para conservar la capacidad de absorción del suelo.

Para lograr esta protección deberá cumplirse tres funciones básicas:

- Eliminación de sólidos
- Proceso biológico de descomposición
- Almacenamiento de natas y lodos

3.12.2. Dimensiones de los pozos de absorción

Para este proyecto, no se incorporarán pozos de absorción en el sistema de tratamiento, ya que los ramales se conectan a la red de un colector ya existente.

3.13. Elaboración de planos finales

Se elaboraron 6 planos (anexo) los cuales especifican detalladamente el sistema, se enlistan a continuación:

- Planta de conjunto
- Planta – Perfil ramal 1
- Planta – Perfil ramal 2
- Detalle de pozos de visita y conexión domiciliar
- Densidad de vivienda
- Localización de pozos de visita

3.14. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 12% de imprevistos y 20% de costos indirectos (en los cuales se incluye administración, supervisión y utilidades).

Los precios de los materiales, se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. La mano de obra calificada y no calificada se referenció a precios utilizados por la municipalidad local en proyectos similares.

Tabla IX. Presupuesto integrado

INTEGRACION DEL PROYECTO POR SECTORES.

PROYECTO:	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA PRIMERA CALLE A DE LAS ALDEAS SAN FRANCISCO SOCHE, PIEDRA GRANDE Y CANTON EL MOSQUITO
LUGAR:	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.
FECHA:	FEBRERO DE 2012.

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	SUB/TOT.Q	TOTAL/Q
RAMAL 1						
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	ROTULO	U	1,00	1855,04	Q 1.855,04	
1,2	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	1771,61	Q 2,37	Q 4.190,64	
1,3	QUITAR ADOQUIN EXISTENTE	M2	1062,97	Q 20,00	Q 21.259,32	
1,4	EXTRAER TUBERIA EXISTENTE DE CONCRETO.	ML	1771,61	Q 54,40	Q 96.375,58	
1,5	DEMOLICION DE POZOS DE VISITA A RECONSTRUIR	U	38,00	Q 272,00	Q 10.336,00	
1,6	EXTRACCION DE MATERIALES SOBRAINTES (FLETES)	U	1,00	Q 1.904,00	Q 1.904,00	
2	TUBERIA PRINCIPAL					
2,1	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6"	M3	166,29	Q 37,41	Q 6.221,38	
2,2	INSTALACION TUBERIA PVC 6"NOVAFORT NORMA F949	ML	130,66	Q 622,54	Q 81.341,80	
2,3	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	157,97	Q 131,85	Q 20.828,55	
2,4	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 8"	M3	177,64	Q 37,41	Q 6.646,05	
2,5	INSTALACION TUBERIA PVC 8"NOVAFORT NORMA F949	ML	130,52	Q 294,36	Q 38.418,08	
2,6	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	168,75	Q 131,85	Q 22.250,29	
2,7	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 12"	M3	4136,23	Q 37,41	Q 154.752,00	
2,8	INSTALACION TUBERIA PVC 12"NOVAFORT NORMA F949	ML	1599,01	Q 477,63	Q 763.730,63	
2,9	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	3929,42	Q 131,85	Q 518.093,86	

Continuación de la tabla IX.

3	TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL					
3,1	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4"	M3	309,60	Q	37,41	Q 11.583,31
3,2	INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034	ML	516,00	Q	307,37	Q 158.602,92
3,3	RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION	M3	305,55	Q	131,85	Q 40.286,42
4	POZOS DE VISITA					
4,1	POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.80 MTS	U	57,00	Q	10.770,99	Q 613.946,44
5	CANDELAS DOMICILIARES					
5,1	EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3	M3	55,90	Q	37,41	Q 2.091,43
5,2	CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3	U	86,00	Q	393,12	Q 33.808,32
5,3	RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES	M3	53,11	Q	131,85	Q 7.001,89
7	COLOCAR ADOQUINADO EXISTENTE					
7,1	COLOCAR ADOQUINADO EXISTENTE	M2	1062,97	Q	35,00	Q 37.203,81
8	LIMPIEZA FINAL					
8,1	LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA	ML	1599,01	Q	25,00	Q 39.975,34
TOTAL DEL RAMAL						Q2.692.703,10
VAN						Q2.692.703,10
VIENEN						Q2.692.703,10
RAMAL 2						
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	2665,14	Q	2,37	Q 6.304,23
1,2	QUITAR ADOQUIN EXISTENTE	M2	1599,08	Q	20,00	Q 31.981,68
1,3	EXTRAER TUBERIA EXISTENTE DE CONCRETO.	ML	2665,14	Q	54,40	Q 144.983,62
1,4	DEMOLICION DE POZOS DE VISITA A RECONSTRUIR	U	58,00	Q	272,00	Q 15.776,00
1,5	EXTRACCION DE MATERIALES SOBRTANTES (FLETES)	U	4,00	Q	1.904,00	Q 7.616,00
2	TUBERIA PRINCIPAL					
2,1	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 6"	M3	963,85	Q	37,41	Q 36.061,13
2,2	INSTALACION TUBERIA PVC 6"NOVAFORT NORMA F949	ML	315,42	Q	622,54	Q 196.360,30
2,3	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	915,65	Q	131,85	Q 120.728,99
2,4	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 8"	M3	1398,08	Q	37,41	Q 52.307,53
2,5	INSTALACION TUBERIA PVC 8"NOVAFORT NORMA F949	ML	475,31	Q	294,36	Q 139.911,10
2,6	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	1328,18	Q	131,85	Q 175.120,27
2,7	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL PVC 12"	M3	4743,82	Q	37,41	Q 177.484,39
2,8	INSTALACION TUBERIA PVC 12"NOVAFORT NORMA F949	ML	2798,40	Q	477,63	Q 1.336.587,54
2,9	RELLENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL	M3	4506,63	Q	131,85	Q 594.199,57
3	TUBERIA SECUNDARIA DE CANDELAS A PRINCIPAL					
3,1	EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB SECUNDARIA DE PVC 4"	M3	766,80	Q	37,41	Q 28.688,88
3,2	INSTALACION TUBERIA PVC 4" NORMA 3034	ML	1278,00	Q	307,37	Q 392.818,86
3,3	RELLENO DE ZANJAS C/COMPACTACION	M3	756,76	Q	131,85	Q 99.779,15
4	POZOS DE VISITA					
4,1	POZOS DE VISITA ALT. PROM. 1.80 MTS	U	65,00	Q	10.770,99	Q 700.114,36
5	CANDELAS DOMICILIARES					
5,1	EXCAVACIÓN P/CANDELA DIAM 1.1, PROF.= 1.3	M3	138,45	Q	37,41	Q 5.179,94
5,2	CANDELAS DOMICILIARES TC.DIAM 12" X1.3	U	213,00	Q	393,12	Q 83.734,56
5,3	RELLENO P/CANDELAS DOMICILIARES	M3	131,53	Q	131,85	Q 17.341,90
7	COLOCAR ADOQUINADO EXISTENTE					
7,1	COLOCAR ADOQUINADO EXISTENTE	M2	1599,08	Q	35,00	Q 55.967,94
8	LIMPIEZA FINAL					
8,1	LIMPIEZA Y PRUEBA DE TUBERIA	ML	2798,40	Q	25,00	Q 69.959,93
TOTAL DEL RAMAL						Q4.489.007,86
MONTO TOTAL DEL PROYECTO						Q7.181.710,96

EL SIGUIENTE PRESUPUESTE ASCIENDE A LA CANTIDAD DE
SIETE MILLONES CIENTO OCHENTA Y UN MIL SETECIENTOS DIEZ QUETZALES CON 96/100

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Integración costos unitarios

Programa:		FEBRERO DE 2013			
Proyecto: Drenaje Sanitario		EFS			
Ubicación: San Pedro Sacatepequez		EFS			
DESCRIPCION DE REGION	UNIDAD	CANTIDAD	Q. TOTALES		
ROTULO PROYECTO	Global	1.00	1677.73		
REGION	1.1				
Ecuemetro 1.00					
ROTULO DEL PROYECTO					
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Materiales para otivo	Global	1.00	750.00	750.00	
Materiales para Bases de otivo	Global	1.00	250.00	250.00	
TOTAL MATERIALES CON IVA				1000.00	
TOTAL MATERIALES SIN IVA				892.86	
COSTO TOTAL DE MATERIALES SIN IVA:					Q. 892.86
MANO DE OBRA					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
Fabricacion de rotulo	Global	1.00	250.00	0.00	250.00
Instalacion	Global	1.00	75.00	0.00	75.00
TOTAL DIRECTO					325.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					0.00
AYUDANTES % 0.00					0.00
PRESTACIONES					0.00
SUBTOTAL					Q. 1,655.29
IVA 12 %					Q. 198.75
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q. 325.00
COSTO POR UNIDAD:					Q. 1,855.04
Programa:		FEBRERO DE 2013			
Proyecto: Drenaje Sanitario		EFS			
Ubicación: San Pedro Sacatepequez		EFS			
DESCRIPCION DE REGION	UNIDAD	CANTIDAD	Q/U	Q. TOTALES	
REFLANTEO TOPOGRAFICO	Global	1.00	2385.44	2385.44	
REGION	1.2				
Ecuemetro 1.00					
REFLANTEO TOPOGRAFICO					
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Equipo de topografia	Global	1.00	450.00	450.00	
Troncos de madera	UNID.	125.00	1.50	187.50	
Clavos para lominas	lbr	6.13	6.01	36.79	
Transporte	Global	1.00	250.00	250.00	
TOTAL MATERIALES CON IVA				924.29	
TOTAL MATERIALES SIN IVA				825.26	
COSTO TOTAL DE MATERIALES SIN IVA:					Q. 825.26
MANO DE OBRA					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PREST.	Q. TOTAL
Topograbio	Global	1.00	350.00	0.00	350.00
codoneros	Global	2.00	100.00	0.00	200.00
TOTAL DIRECTO					550.00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					0.00
TOTAL INDIRECTOS 36%					0.00
SUBTOTAL					Q. 1,870.35
IVA 12 %					Q. 224.44
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q. 550.00
COSTO POR ML:					Q2.37

Continuación de la tabla X.

Estudiante: Manuel Juárez		Fecha: FEBRERO DE 2013	
PROYECTO: Drenaje Sanitario		Codigo Proyecto: EFS	
UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez		Q/U	
DESCRIPCIÓN DE RENGLON		CANTIDAD	Q. TOTALES
EXCAVACION ZANJA P/TUB.PRINCIPAL	M3	1.00	37.41
RENGLON		2.1	

EXCAVACIÓN ZANJA P/TUB PRINCIPAL		Cantidad m3 X ml		1.00		
MAQUINARIA Y EQUIPO						
CONCEPTO	RENDIMIENTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
reexcavadora	12/M3/HORA	M3	1.00	4.90	4.90	
TOTAL MAQUINARIA CON IVA					4.90	
TOTAL MAQUINARIA SIN IVA					4.38	4.38
COMBUSTIBLES						
CONCEPTO	RENDIMIENTO	GLNS/DISEL	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
reexcavadora	3.5 GLNS/HORA	GALONES	0.29	35.00	10.01	
TOTAL COMBUSTIBLES CON IVA					10.01	
TOTAL COMBUSTIBLES SIN IVA					8.94	8.94
COSTO TOTAL DE MAQUINARIA + COMBUSTIBLES SIN IVA POR M3:						Q 13.31

Estudiante: Manuel Juárez		Fecha: FEBRERO DE 2013	
PROYECTO: Drenaje Sanitario		Codigo Proyecto: EFS	
UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez		Q/U	

DESCRIPCIÓN DE RENGLON		CANTIDAD	Q/U	Q. TOTALES
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=12"	ml	1.00	477.63	477.63
RENGLON		2.5		

TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=12"		CANTIDAD		1.00		
MATERIALES						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.	
Tubo novafort norma F949 D=12"	ML	1.00	287.80	287.80		
Walpe	Lbs	0.70	14.79	10.35		
Cemento Solvente	Galon	0.08	508.71	42.39		
COSTO TOTAL DE MATERIALES						Q 340.55

MANO DE OBR A							RESUMEN GENERAL	
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL			
corfe terreno	M3	1.00	7.00	0.00	7.00	MAQUINARIA + COMB. SIN IVA	Q 13.31	
Sacado de tierra	M3	1.00	2.00	0.00	2.00	MANO DE OBR A	Q 11.25	
SUB-TOTAL MANO DE OBR A CALIFICADA						9.00	TOTAL DIRECTO	Q 24.56
PRESTACIONES						2.25	TOTAL INDIRECTOS 36%	Q 8.84
SUBTOTAL								Q 33.41
IVA 12%								Q 4.01
COSTO TOTAL DE MANO DE OBR A:						Q 11.25	COSTO TOTAL	Q 37.41
COSTO POR M3.								Q 37.41

MANO DE OBR A							RESUMEN GENERAL	
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL			
Trazo	ML	0.00	0.45	0.11	0.00	MATERIAL	Q 340.55	
Instalacion	U	1.00	6.71	1.43	7.14	MANO DE OBR A CALIFICADA	Q 8.52	
Excavacion	M3	0.00	9.33	2.33	0.00	IGCS PATRONAL	Q 0.94	
Bojado de tubo	U	1.00	1.10	0.28	1.38	PRESTACIONES	Q 1.19	
Relleno	M3	0.00	2.00	0.50	0.00	GASTOS INDIRECTOS	Q 126.43	
COSTO TOTAL DE MANO DE OBR A:						Q 8.52	COSTO TOTAL INVERSION:	Q 477.63
							COSTO POR ML:	Q 477.63

Continuación de la tabla X.

Estudiante: Manuel Juarez		Fecha: FEBRERO DE 2013				
PROYECTO: Drenaje Sanitario		Codigo Proyecto EFS				
UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez		Q/U				
DESCRIPCIÓN DE RENDICION		CANTIDAD	Q. TOTALES			
RELENO ZANJA PRINCIPAL		1.00	131.85			
RELENO ZANJA PRINCIPAL		2.3	131.85			
RELENO ZANJAS P/TUB. PRINCIPAL		1.00				
MAQUINARIA Y EQUIPO						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U			
Vibrador tipo balarina	M3	1.00	8.68			
TOTAL MAQUINARIA CON IVA			8.68			
TOTAL MATERIALES SIN IVA			7.75			
COMBUSTIBLES						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U			
Vibrador tipo balarina	GALONES	0.07	35.00			
TOTAL COMBUSTIBLES CON IVA			2.43			
TOTAL COMBUSTIBLES SIN IVA			2.17			
TOTAL COMBUSTIBLES SIN IVA			1.94			
MAQUINARIA Y EQUIPO						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U			
refleceavadora	M3	1.00	2.53			
TOTAL MAQUINARIA CON IVA			2.53			
TOTAL MATERIALES SIN IVA			2.25			
TOTAL MATERIALES SIN IVA			2.01			
COMBUSTIBLES						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U			
refleceavadora	GALONES	0.15	35.00			
TOTAL COMBUSTIBLES CON IVA			5.16			
TOTAL COMBUSTIBLES SIN IVA			4.60			
TOTAL COMBUSTIBLES SIN IVA			4.60			
COSTO TOTAL DE MAQUINARIA + COMBUSTIBLES SIN IVA:						
			Q. 16.30			
MATERIALES						
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U			
material reflecto de 0.35 mts para protección de resto relleno suelo natural	m3	0.35	90.00			
TOTAL MATERIALES CON IVA			31.50			
TOTAL MATERIALES SIN IVA			28.13			
COSTO TOTAL DE MAQUINARIA + COMBUSTIBLES + MATERIAL SIN IVA:						
			Q. 28.13			
RESUMEN GENERAL						
CONCEPTO		UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
compactacion		m3	1.00	17.36	0.00	17.36
Relleno		m3	1.00	12.50	0.00	12.50
SUBTOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA						29.84
AYUDANTES % 40.00						11.94
PRESTACIONES						10.45
TOTAL INDIRECTOS 36%						34.81
SUBTOTAL						131.49
IVA 12 %						15.78
COSTO TOTAL						147.27
COSTO POR M3.						147.27
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA:						52.26
COSTO TOTAL						147.27
COSTO POR M3.						147.27

Continuación de la tabla X.

Estudiante: Manuel Juarez		Fecha: FEBRERO DE 2013			
PROYECTO: Drenaje Sanitario		Codigo Proyecto EFS			
UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez					
DESCRIPCION DE RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	Q/U	Q. TOTALES	
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=10"	ml	1.00	361.14	361.14	
RENGLON	2.5				
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=10"		CANTIDAD		1.00	
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Tubo novafort norma F949 D=10"	ML	1.00	216.82	216.82	
Wolpe	Lbs	0.50	14.79	7.40	
Cemento solvente	Galon	0.06	508.71	31.79	
COSTO TOTAL DE MATERIALES					Q. 256.01
M A N O D E O B R A					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
Bojado de tubo	U	1.00	1.10	0.28	1.38
Instalacion	U	1.00	5.00	1.25	6.25
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA:					Q. 7.63
RESUMEN GENERAL					
RUBRO				Q. TOTAL	
MATERIAL				Q. 256.01	
MANO DE OBRA CALIFICADA				Q. 7.63	
IGGS PATRONAL				Q. 0.84	
PRESTACIONES				Q. 1.07	
GASTOS INDIRECTOS				Q. 95.60	
COSTO TOTAL INVERSION:				Q. 361.14	
COSTO POR ML:				Q. 361.14	

Estudiante: Manuel Juarez		Fecha: FEBRERO DE 2013			
PROYECTO: Drenaje Sanitario		Codigo Proyecto EFS			
UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez					
DESCRIPCION DE RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	Q/U	Q. TOTALES	
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=8"	ml	1.00	294.36	294.36	
RENGLON	2.5				
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=8"		CANTIDAD		1.00	
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Tubo novafort norma F949 D=8"	ML	1.00	159.99	159.99	
Wolpe	Lbs	0.40	14.79	5.92	
Cemento solvente	galon	0.05	508.71	25.44	
COSTO TOTAL DE MATERIALES					Q. 184.34
M A N O D E O B R A					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
Instalacion	U	1.00	3.15	0.79	3.94
Bojado de tubo	U	1.00	0.92	0.23	1.15
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					5.09
AYUDANTES % 40.00					2.04
PRESTACIONES					1.78
SUBTOTAL					Q. 262.82
IVA 12 %					Q. 31.54
COSTO TOTAL INVERSION:					Q. 294.36
COSTO POR ML:					Q. 294.36

Continuación de la tabla X.

Estudiantes: Manuel Juárez
 PROYECTO: Drenaje Sanitario
 UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez

FECHA:	FEBRERO DE 2013
CODIGO PROYECTO:	EPS
DESCRIPCION DE RENGLON	Q. TOTALES
TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=6" RENGLON	10603.30
UNIDAD	Q/U
CANTIDAD	70.69
3.2	

TUBERIA NOVAFORT NORMA F949 D=6"		CANTIDAD		1.00	
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Tubo novafort norma F949 D=6"	unidad	1.00	90.59	90.59	
Walpe	Lbs	0.03	13.45	0.45	
Lubricante	Lbs	0.05	25.00	1.25	
Sello de 8x4 PVC 3034	U	1.00	353.50	353.50	
TOTAL MATERIALES CON IVA				445.79	
TOTAL MATERIALES SIN IVA				398.03	
COSTO TOTAL DE MATERIALES SIN IVA					Q. 398.03

Estudiantes: Manuel Juárez
 PROYECTO: Drenaje Sanitario
 UBICACIÓN: San Pedro Sacatepequez

FECHA:	FEBRERO DE 2013
CODIGO PROYECTO:	EPS
DESCRIPCION DE RENGLON	Q. TOTALES
POZO DE VISITA Hprom=1.8 MTS RENGLON	10770.99
UNIDAD	Q/U
CANTIDAD	1.00
4.1	

INTEGRACION POZO DE LADRILLO		NUMERO DE POZOS		1	
M A T E R I A L					
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	Q/U	SUB-TOT Q.	TOT Q.
Ladrillo 23x1 1/2x5	U	1023.46	2.66	2522.54	
Cemento gris	Sc	19.57	70.60	1381.48	
Arena de rio	M.3	1.65	169.00	279.42	
Piedrin 1/2"	M.3	0.92	234.00	215.25	
Hierro # 2	Qq	0.06	410.60	24.17	
Hierro # 3	Qq	0.13	360.60	47.93	
Hierro # 4	Qq	0.15	360.60	52.89	
Hierro # 5	Qq	0.39	340.60	140.93	
Alambre de amarr	Lbs	3.65	6.01	21.90	
Madera	P.F.	52.13	1.50	78.30	
Clavo para madera	Lbs	2.09	6.01	12.52	
TOTAL MATERIALES CON IVA				5177.34	
TOTAL MATERIALES SIN IVA				4622.62	
COSTO TOTAL DE MATERIALES SIN IVA					Q. 4.622.62

RESUMEN GENERAL		M A N O D E O B R A		RESUMEN GENERAL	
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
Instalacion	U	1.00	5.30	0.00	5.30
Baldos de tubo	U	1.00	0.80	0.00	0.80
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA					6.10
AYUDANTES % 40.00					2.44
PRESTACIONES					2.14
TOTAL INDIRECTOS 35%					Q. 147.13
SUBTOTAL					Q. 555.84
IVA 12 %					Q. 66.70
COSTO TOTAL INVERSION:					Q. 622.54
COSTO POR ML:					Q. 622.54

RESUMEN GENERAL		M A N O D E O B R A		RESUMEN GENERAL	
CONCEPTO	UNID.	CANTID.	SALARIO	PRESTAC.	Q. TOTAL
Excavacion	M.3	0.00	0.00	0.00	0.00
Colocacion ladrillo	U	1023.46	0.80	0.20	1023.46
Alzado	M.2	9.39	3.50	0.88	41.07
Inst. hierro # 2	qg	0.06	169.24	45.31	12.46
Inst. hierro # 3	qg	0.13	146.46	36.62	24.33
Inst. hierro # 4	qg	0.15	106.80	27.20	19.95
Inst. hierro # 5	qg	0.39	89.60	22.40	43.77
SUBTOTAL					Q. 9.616.94
IVA 12 %					Q. 1154.03
COSTO TOTAL POR POZO:					Q. 10770.99
COSTO POR POZO:					Q. 2.448.67

3.16. Evaluación socioeconómica

Se subdivide en Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno.

3.16.1. VPN (Valor Presente Neto)

El VPN designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, se basan en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

Sobre la escala de tiempo ocurre en el punto cero o en cualquier otro punto desde el cual escogemos medir el tiempo.

3.16.2. TIR (Tasa Interna de Retorno)

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza.

4. DISEÑO ESCUELA DE PÁRVULOS DEL CANTÓN TONALÁ

4.1. Normas de diseño para edificios educativos

El diseño estructural, se realizó basado en el Código de Diseño de Hormigón Armado, ACI 318R-05. Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron los requerimientos de ambientes para edificios municipales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

4.1.1. Iluminación

La iluminación sea esta natural o artificial, debe ser abundante y uniformemente distribuida, debe evitarse la proyección de sombra y contraste muy marcado, estudiando la relación entre las fuentes de iluminación y las posiciones de los alumnos sobre todo en razón de que estas pueden variar o por el carácter flexible de las actividades.

Es recomendable el aprovechamiento óptimo de la luz natural, por esta razón se recomienda que el área de ventanas sea del 25% al 30% de la superficie del piso.

Para determinar el nivel de iluminación óptimo artificial, de los diferentes locales de un edificio escolar, se debe considerar la iluminación sobre el área de trabajo, la que da en luces recomendando lo siguiente:

Tabla XII. **Nivel de iluminación recomendable**

NIVEL	TIPO DE LOCAL	NIVEL MINIMO DE LUCES
Pre-primario	En general	100 – 200
Primario	Aulas	200 – 400
Primario	Sala de gimnasio	100 – 200

Fuente: elaboración propia.

4.1.1.1. Tipos de iluminación

El diseño de ventanas o aberturas para la iluminación debe proporcionar luz natural, pareja y uniforme sobre el plano de trabajo, en todos los puntos del aula.

La iluminación natural puede ser unilateral, bilateral, cenital y artificial.

4.1.1.2. Unilateral

El área de ventanas debe ser del 25% al 30% del área de piso y el muro del fondo (opuesto a la ventana) debe ser de color claro.

4.1.1.3. Bilateral

Las ventanas en el muro del fondo ayudan a mejorar las condiciones de iluminación, siempre y cuando den al exterior, también el área debe ser del 25% al 30% del área de piso.

4.1.1.4. Cenital

Requiere de un 15% a un 20% del área total del piso del local.

4.1.1.5. Artificial

La iluminación artificial responderá al cálculo lumitecnico, que permita alcanzar índices lumínicos adecuados al tipo de tarea a desarrollar.

La iluminación artificial puede usarse como apoyo a la iluminación natural, en este caso es suficiente asegurar un nivel mínimo general de 150 luces.

En el caso de requerir una iluminación nocturna, esta debe cumplir con los siguientes requisitos:

- La iluminación debe ser difusa para no molestar la vista
- Debe iluminar los puestos de trabajo en forma idéntica a la iluminación natural.

4.1.2. Criterios de ventilación

La dirección de los vientos en Guatemala es de norte-sur y viceversa, por lo que el área de ventilación debe estar orientada en este sentido para proveer una ventilación cruzada, el área recomendable de ventilación debe ser de 50% del área de ventana.

4.1.2.1. Áreas de abertura

En la ventilación natural se sobreentiende que tanto el área de entrada como de salida del aire, deben estar uniformemente distribuidas para garantizar una ventilación pareja en todo el ambiente. Si a todo lo expuesto anteriormente se le agregan factores como velocidad, sentido del y la diferencia de temperatura en el exterior, en las distintas épocas del año y/u hora del día, se

llega a la conclusión que el área de abertura para la ventilación natural debe ser gradual para garantizar una ventilación adecuada, en cualquier circunstancia.

4.1.3. Mobiliario y equipo

Se denomina al conjunto de elementos complementarios del edificio escolar, fijos y/o móviles, que permiten el seguimiento de las actividades educativas, proporcionando espacios, superficies y servicios óptimos para el desarrollo de hábitos, actitudes de los educandos; así como para el desarrollo de las tareas administrativas y de conservación de la escuela.

4.1.3.1. Área requerida por alumno

Según normas de diseño, se sugiere de 1,35 mts, cuadrados/alumno, en el área rural y 1,50 mts, cuadrados/alumno, en el área urbana.

4.1.3.2. Área de equipamiento

Las dimensiones del mobiliario para todos los ambientes de los establecimientos del nivel preprimario se clasifican en dos etapas, para cubrir el rango de edades entre 4 y 6 años.

Las dimensiones son las siguientes (medidas en metros.)

Tabla XIII. **Dimensiones del área de equipamiento**

MESAS	LARGO	ANCHO	ALTO
Escritorio director	1,50	0,90	0,70
Cátedra	1,20	0,60	0,70
Pupitre unipersonal No.1	0,50	0,40	0,55
Pupitre unipersonal No.2	0,50	0,40	0,60
Pupitre bipersonal No.1	0,90	0,40	0,55
Pupitre bipersonal No.2	1,05	0,40	0,60
SILLAS	LARGO	ANCHO	ALTO
Sillas No.1	0,35	0,40	0,35
Sillas No.2	0,40	0,40	0,40

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Tamaño del edificio

El establecimiento escolar, además de cubrir las proposiciones establecidas en relación al área construida y a la superficie total del terreno, debe cubrir los aspectos siguientes:

4.1.4.1. Capacidad

El tamaño del edificio escolar, en cuanto a capacidad, varía de acuerdo a las características de cada nivel educativo, a fin de mantener la disciplina de los educandos y los niveles de operación de la escuela.

4.1.5. Espacio educativo

Se denomina así al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integrada por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional de la

actividad creadora y de la sensibilidad estética, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en la experiencia pedagógica que ha demostrado que las aulas de dimensión cuadrada, son las que mejor se adaptan a la forma educativa de los alumnos, tanto por la flexibilidad en su distribución como en el amueblamiento, por lo que presenta cualidades aceptables en cuanto a capacidad visual y auditiva.

Las dimensiones teóricas más adecuadas, tomando siempre el criterio de 30 alumnos por aula, con $1,35 \text{ m}^2$ / alumno, en el área rural y $1,50 \text{ m}^2$ / alumno, en el área urbana, serán las siguientes:

$$\text{Escuelas rurales} = 1,35 \times 30 = 40 \text{ m}^2$$

$$\text{Escuelas urbanas} = 1,50 \times 30 = 45 \text{ m}^2$$

4.1.5.1. Capacidad

El número de alumnos recomendables para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, es deseable que este comprendido dentro de los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla XIV. **Capacidad óptima de alumnos por aula**

NIVELES	CAPACIDAD OPTIMA	CAPACIDAD MAXIMA
Pre-Primario	25	30
Primario	30	40

Fuente: elaboración propia.

4.2. Memoria descriptiva de la situación del proyecto

El proyecto se encuentra a una distancia de 250 Km. de la ciudad capital de Guatemala y 867 metros de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez. La realización de esta investigación está basada en el diagnóstico del área de trabajo en el cantón Tonalá, el cual permite observar las necesidades de la población donde se prioriza la necesidad de ampliar el actual establecimiento educativo de nivel preprimario y primario, pues este lugar no cuenta con la capacidad para albergar a la población estudiantil actual, existe una influencia de demanda que tiene la población por este proyecto para mejorar la calidad de vida.

Según estadísticas obtenidas por las maestras de la extensión departamental la población en el ámbito estudiantil preprimario del cantón Tonalá la cantidad de alumnos es 90 por año, teniendo presente que las normas indican que la capacidad máxima por aula es de 30 alumnos, donde este requisito se cumple para el propósito del diseño del primer nivel, y se diseña un segundo nivel para una visión futura en el crecimiento poblacional estudiantil.

Se elige un sistema estructural de marcos dúctiles unidos con nudos rígidos de concreto reforzados, tabiques de mampostería reforzada y losas planas de concreto reforzados. Las normas que se presentan a continuación son requisitos mínimos que se han de satisfacer tanto para el diseño como para las diferentes actividades y las edades de los alumnos, en relación de los niveles educativos que existen a nivel preprimario y primario. Entre las normas podemos mencionar la el Código del ACI, el código SEAOC.

4.2.1. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se hace del modo tradicional para edificios educativos, donde se ajustan a las necesidades existentes y al espacio disponible. Los cuáles serán en el primer nivel 2 aulas más módulo de baños, el segundo nivel será de 3 aulas.

4.2.2. Altura del edificio

Se elige un edificio de dos niveles por razón de crecimiento poblacional educativo en un futuro y por tener un espacio disponible. La altura será de 3,00 m de piso a cielo en todos los ambientes, se dejará con esas medidas para dar confort, tanto a los ambientes como a los espacios de circulación.

4.2.3. Tipos de materiales y recubrimientos

El valor soporte que se utiliza en este proyecto fue adquirido como parámetro de un informe de estudio de suelo.

Materiales:

$$F_y = 2\,810,00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$f'_c = 210,00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$E_c = 15\,100 f'_c \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$W_{\text{concreto}} = 2\,400,00 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$W_m = 250,00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$V_s = 9\,000,00 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Recubrimientos:

$$\text{Cimentación} = 0,075 \text{ m}$$

$$\text{Vigas} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Columnas} = 0,03 \text{ m}$$

$$\text{Losas} = 0,025 \text{ m}$$

4.2.4. Predimensionamiento estructural

Predimensionar la estructura, es dar medidas preliminares a los elementos que la componen, que serán utilizados para soportar las cargas aplicadas. Para el predimensionamiento estructural se utilizaron métodos analíticos cortos que se indican en el código ACI 318R-05, estos se describen a continuación.

Columnas: el método que se utiliza para predimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Cálculo de la carga aplicada a la columna, para elementos con estribos

$$P = 0,8 * (0,225 * f'c * Ag + Fy * As)$$

Donde A_g es el área total de la sección y A_s es el área de acero del elemento que oscila entre $0,01 A_g < A_s < 0,08 A_g$, según el código ACI 318-05 capítulo 10, sección 9,1.

El área tributaria de la columna más crítica es la siguiente:

$$P = A_t * c$$

Se propone una columna de 25 cms * 25 cms, $A = 625 \text{ cms}^2$

Vigas: para predimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte o altura de la viga, ésta depende de la luz que cubre la misma. La base de la viga queda a criterio del diseñador, se usa aquí el ancho de las columnas.

En este caso sólo se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud.

$$H_{viga} = l_{viga} * 0,08$$

Sin embargo, el código ACI 318R-05 en el capítulo 9 sección 9,53, especifica que la altura de la viga está dada por:

$$H_{viga} = \frac{L_{viga}}{18.5}$$

Por lo que se usará el promedio de ambos predimensionamientos, teniendo una viga de 0,20 m * 0,40 m.

Losas: se predimensiona el peralte de la losa. El método usa como variable las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyos que tiene. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados y aunque se tienen diferentes medidas, se toma el área crítica y el peralte resultante se aplica para todas las demás.

$$t = \text{perímetro} / 180 = 2 * (5,85 + 3,40) / 180 = 0,1027 \text{ m}$$

Se diseñará la losa con un espesor de 12cms.

4.2.5. Modelos matemáticos para marcos dúctiles unidos con nudos rígidos

Es el análisis estructural de un sistema de marcos de concreto reforzado con capacidad de soporte y resistencia a sismos; con una capacidad de vida útil de 30 a 50 años. Por la similitud de los marcos en geometría y de las cargas aplicadas, se analizan únicamente los críticos.

4.3. Análisis estructural

Análisis estructural es el proceso para determinar las respuestas de la estructura ante las acciones exteriores que puedan afectarla. Para el edificio de la escuela de párvulos, se hace el análisis estructural de la forma siguiente:

4.3.1. Cargas aplicadas a los marcos dúctiles

Es la separación de la estructura en sus elementos constitutivos y la determinación del efecto de las cargas aplicadas a la estructura en cada elemento. Cualquier estructura es un todo continuo, pero para fines de análisis se puede dividir en distintos miembros como pueden ser las vigas, columnas, zapatas, etc.

Una vez dividida la estructura en sus distintos miembros, la determinación del efecto de las cargas en cada miembro se lleva a cabo calculando las acciones internas producidas por esas cargas. Estos cálculos son la esencia del análisis estructural, pero hay algo muy importante y es que este análisis no tiene soluciones únicas.

Las estructuras están sometidas a cargas de diferente índole, para clasificarlas existen varios métodos, aquí se hace distinción de acuerdo a la dirección de su aplicación.

Carga muerta (CM)

Concreto = 2 400 Kg / m³

Acabados = 60 Kg / m²

Muros = 250 Kg / m²

Piso = 144 Kg / m²

Carga viva (CV)

Techo = 100 Kg / m²

Pasillos = 500 Kg / m²

Aulas = 300 Kg / m²

Sobre carga = 150 Kg / m²

4.3.2. Cargas horizontales en marcos dúctiles

Carga muerta segundo nivel

$$W_{\text{losa}} = (16,50 * 7,90 \text{ m}) * (0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 + 150 \text{ kg} / \text{m}^2) = 5\,7093,3 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,40 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 7,90 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 7 = 10\,617 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{viga}} = 0,40 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 16,50 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 3 = 9\,504 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{viga total}} = 20\,121,6 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{columna}} = (0,25 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 1,50 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 21 = 4\,725 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{acabados}} = (16,50 \text{ m} * 7,90 \text{ m} * 60 \text{ kg} / \text{m}^2) = 7\,821 \text{ Kg.}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 89\,760,90 \text{ Kg.}$$

Carga muerta primer nivel

$$W_{\text{losa}} = (16,50 \text{ m} * 7,90 \text{ m}) * (0,12 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 + 144 \text{ kg} / \text{m}^2 + 250 \text{ kg} / \text{m}^2) = 88\,898,70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{viga total}} = 20\,121,6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = (0,25 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * (4 + 1,50 \text{ m}) * 2\,400 \text{ kg} / \text{m}^3 * 21 = 17\,325 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{acabados}} = (16,50 \text{ m} * 7,90 \text{ m} * 60 \text{ kg} / \text{m}^2) = 7\,821 \text{ Kg.}$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 134\,166,3 \text{ Kg.}$$

Carga viva segundo nivel

$$CV = 16,50 \text{ m} * 7,90 \text{ m} * 100 \text{ kg} / \text{m}^2 = 13 \ 035 \text{ Kg.}$$

Carga viva primer nivel

$$CV = (300 \text{ kg} / \text{m}^2 * 6,50 \text{ m} * 16,50 \text{ m}) + (500 \text{ kg} / \text{m}^2 * 1,40 \text{ m} * 16,50 \text{ m}) \\ = 43725 \text{ Kg.}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0,25 CV = 89 \ 760,90 \text{ kg} + 0,25 * (13 \ 035 \text{ kg}) = 93 \ 019,65 \text{ kg}$$

Peso del primer nivel

$$W = CM + 0,25 CV = 134 \ 166,3 \text{ kg} + 0,25 * (43 \ 725 \text{ kg}) = 145 \ 097,55 \text{ kg}$$

Peso de la estructura

$$W_2 = \text{peso del segundo nivel} = 93 \ 019,65 \text{ Kg.}$$

$$W_1 = \text{peso del primer nivel} = 145 \ 097,55 \text{ Kg.}$$

$$W_T = \text{Peso total} = 238 \ 117,2 \text{ Kg}$$

4.3.3. Cargas verticales en marcos dúctiles

Se calculan las cargas verticales con base a las áreas tributarias que se establecen a continuación:

Tabla XV. **Cargas verticales en marcos dúctiles**

ANALISIS ESTRUCTURAL					
CARGAS VERTICALES EN MARCOS DUCTILES					
CONCRETO	2400	Kg/m3	TECHO	100	Kg/m2
ACABADOS	60	Kg/m2	PASILLOS	500	Kg/m2
MUROS	250	Kg/m2	AULAS	300	Kg/m2
PISO	144	Kg/m2	SOBRE CARGA	150	Kg/m2
LOSA	288	Kg/m2			
MUROS DIVISORIOS Y TABIQUES	250	Kg/m2			
PESO PROPIO DE LA VIGA	192	Kg/m2			
LOSA Y ACABADOS	348	Kg/m2			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Áreas tributarias**

AREA TRIBUTARIA			
A1	1.456	1.456	MT2
A2	0.49	0.49	MT2
A3	7.103	7.103	MT2
A4	1.932	1.932	MT2

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de cargas sobre el marco 2 en el sentido X.

Segundo nivel: no se incluye el peso de los muros y tabiques.

$$CM = \frac{348 * (1,932 + 1,456)}{2,78} + 192 + \frac{150 * (1,932 + 1,456)}{2,78} = 798,93 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{100 * (1,932 + 1,456)}{2,78} = 121,87 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 920,81 \text{ kg/mt}$$

Primer nivel: tomando en cuenta muros y tabiques.

$$CM = \frac{(250 + 144 + 348) * (1,932 + 1,456)}{2,78} + 192 = 1\,096,31 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{(500 * 1,456) + (300 * 1,932)}{2,78} = 470,37 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 1\,566,68 \text{ kg/mt}$$

Cálculo de cargas sobre el marco típico en el sentido Y.

Segundo nivel: no se incluyen muros ni tabiques.

Tramo 1 – 2

$$CM = \frac{348 * (7,103 + 7,103)}{6,50} + 384 + \frac{150 * (7,103 + 7,103)}{6,50} = 1\,472,38 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{100 * (7,103 + 7,103)}{6,50} = 218,55 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 1\,690,93 \text{ kg/mt}$$

Tramo 2 – 3

$$CM = \frac{348 * (0,49 + 0,49)}{1,40} + 384 + \frac{150 * (0,49 + 0,49)}{1,40} = 732,60 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{100 * (0,49 + 0,49)}{1,40} = 70,00 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 802,60 \text{ kg/mt}$$

Primer nivel

Tramo 1 – 2

$$CM = \frac{(144 + 348 + 250) * (7,103 + 7,103)}{6,50} + 384 = 2\ 005,65 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{300 * (7,103 + 7,103)}{6,50} = 655,65 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 2\ 661,30 \text{ kg/mt}$$

Tramo 2 – 3

$$CM = \frac{(144 + 250 + 348) * (0,49 + 0,49)}{1,40} + 384 = 903,40 \text{ kg/mt}$$

$$CV = \frac{500 * (0,49 + 0,49)}{1,40} = 350 \text{ kg/mt}$$

$$CU = CM + CV = 1\ 253,40 \text{ kg/mt}$$

4.3.4. Cálculo del corte basal

El corte basal es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z coeficiente que depende de la zona

I coeficiente de importancia de la obra después de que actúa el sismo y debe estar entre el rango de $1,10 < I < 1,50$, para que funcione correctamente.

C coeficiente que depende del periodo natural de vibración

S coeficiente que depende del tipo de suelo

K coeficiente dependiente del sistema estructural usado

W peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas. El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X–Y, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

En el sentido X de este caso:

Z = 1 por ser una zona sísmica

I = 1,30 para edificios de instituciones educativas

K = 0.67 para marco dúctiles

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0.12$$

Donde no puede ser mayor de 0,12 y de serlo se utiliza 0,12.

$$T = \frac{t_{losa} H_{edificio}}{\sqrt{B}}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

Entonces:

$$T = \frac{t_{losa} H_{edificio}}{\sqrt{B}} = \frac{0,12 * 7}{4,06} = 0,24 \text{ seg}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12 \quad C = \frac{1}{15\sqrt{0,24}} = 0,14 \quad \therefore \text{se utiliza } 0,12$$

En el sentido X

Se tomará un valor de S = 1,50. El valor de CS debe ser menor a 0,14, si el producto de ambos coeficientes excede este valor se debe tomar 0,14 el valor conjunto de CS.

$$CS = 0,12 * 1,50 = 0,18, \text{ se utiliza } 0,14$$

$$V = 1 * 1,30 * 0,67 * 0,14 * (93\ 019,65 + 145\ 097,55) \text{ kg} = 29\ 036,01 \text{ kg}$$

En el sentido Y el valor que podría variar es C por lo que se calcula:

$$T = \frac{t_{losa} H_{edificio}}{\sqrt{B}} \quad T = \frac{0,12 * 7}{\sqrt{7,90}} = 0,34 \text{ seg}$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12 \quad C = \frac{1}{15\sqrt{0,34}} = 0,11 \therefore \text{se utiliza } 0,11$$

$$CS = 0,12 * 1,50 = 0,18, \text{ se utiliza } 0,14$$

Debido a que estos valores no varían respecto al sentido X, el corte basal es el mismo para ambas direcciones.

4.3.5. Fuerza por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo a la fórmula dada a continuación:

Donde:

$$V = \text{corte basal} \quad Ft = \text{fuerza en la cúspide} \quad Fi = \text{fuerza por nivel}$$

La fuerza concentrada en la cúspide se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones dadas en el código SEAOC:

$$\text{Si } T < 0,25 \text{ segundos; } Ft = 0$$

$$\text{Si } T > 0,25 \text{ segundos; } Ft = 0,07 TV$$

Donde:

$$T = \text{período fundamental de la estructura}$$

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir, del corte basal V , puede ser distribuida en los niveles de la estructura, según la fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - Ft) * WH_i}{\sum W_i * H_i}$$

Donde:

W_i = peso de cada nivel H_i = altura de cada nivel

Para el peso de las columnas hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- El peso de las columnas del primer nivel debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.
- El peso de las columnas intermedias se debe tomar de la mitad de la columna del nivel inferior a la mitad de la columna de nivel superior.

Eje X, como $T_x < 0,25$, entonces $F_{tx} = 0$

Nivel 2

$$F_{nx2} = \frac{(29\,036,01 - 0) * 93\,019,65 * 7,80}{93\,019,65 * 7,8 + 145\,097,55 * 4,4} = 15\,445,34kg$$

Nivel 1

$$F_{nx1} = \frac{(29\,036,01 - 0) * 145\,097,55 * 4,40}{93\,019,65 * 7,8 + 145\,097,55 * 4,4} = 13\,590,67kg$$

Eje Y como $T_y > 0,25$, entonces $F_{ty} = 694,21\text{kg}$

Nivel 2

$$F_{ny2} = \frac{(29\,036,01 - 694,21) * 93\,019,65 * 7,80}{93\,019,65 * 7,8 + 145\,097,55 * 4,4} = 15\,076,06\text{kg}$$

Nivel 1

$$F_{nx1} = \frac{(29\,036,01 - 694,21) * 145\,097,55 * 4,40}{93\,019,65 * 7,8 + 145\,097,55 * 4,4} = 13\,265,73\text{kg}$$

4.3.6. Fuerzas por marco

Para el cálculo de las fuerzas por marco se utiliza el siguiente procedimiento:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM' = \frac{K * F_{ni}}{\sum K_i}$$

$$FM'' = \frac{e * F_{ni} * K_i * d_i}{\sum K_i * d_i^2}$$

$$CR = \frac{\sum K_i * d_i}{\sum K_i}$$

$$CM = \frac{L_{total}}{2}$$

$$emin = 0,05 * H_{edificio}$$

Donde:

ki = Rigidez del marco

CR = Centro de rigidez

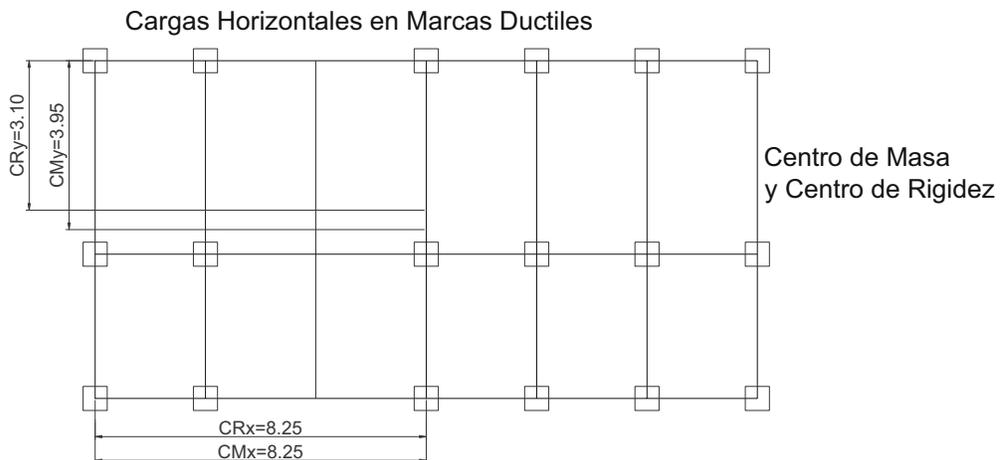
CM = centro de masa

di = distancia del centro de rigidez al marco considerado

e = excentricidad de la estructura

La siguiente figura muestra la ubicación de los centros de masa y centros de rigidez de los marcos dúctiles de los módulos:

Figura 6. **Centro de masa y centro de rigidez**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Calculo de la excentricidad (e)

$$e_x = 8,25 \text{ m} - 8,25 \text{ m} = 0$$

$$e_y = 3,95 \text{ m} - 3,1 \text{ m} = 0,85$$

Por lo tanto, para ambos ejes del módulo 1, se utilizará el valor de la excentricidad en e_y .

Por simetría de los marcos, la rigidez es la misma, y para simplificar los cálculos se usara una rigidez de $K=1$. De las excentricidades se toma la mayor entre la excentricidad calculada y la excentricidad mínima, con los valores obtenidos se procede a calcular las variables de la siguiente tabla.

Tabla XVII. **Fuerzas por marco, eje X**

EJE X

MARCO	Ki	di	ki*di	ki*di^2	FM'	FM''	FM nivel 2	FM'	FM''	FM nivel 1
1	1	4,8	4,8	23,04	5 148,45	834,41	5 982,86	9678,67	1 568,63	11 247,30
2	1	-1,7	-1,7	2,89	5 148,45	-295,52	4 852,93	9678,67	-555,56	9 123,11
3	1	-3,1	-3,1	9,61	5 148,45	-538,89	4 609,55	9678,67	-1 013,07	8 665,60
SUMA	3		SUMA	35,54						

Fuente: elaboración propia.

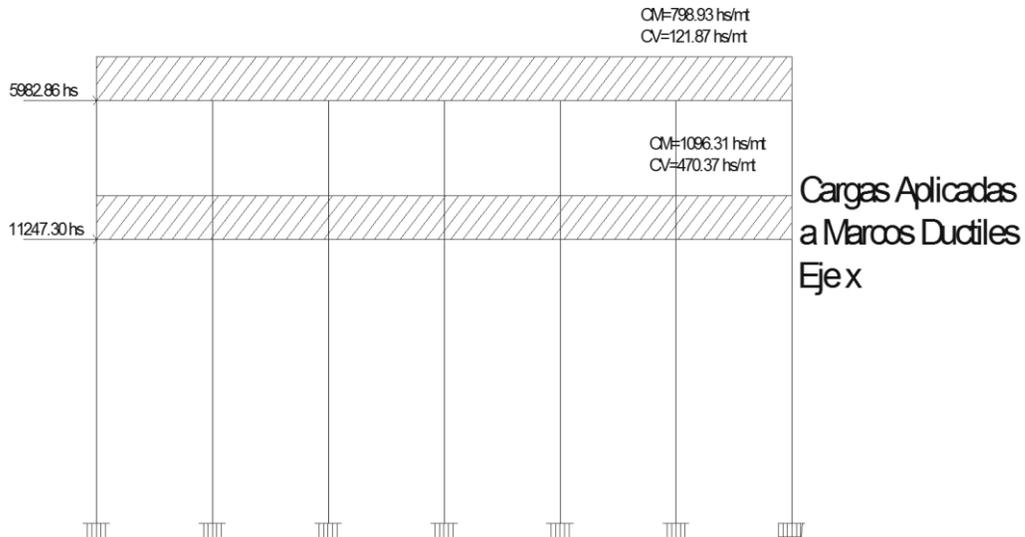
Tabla XVIII. Fuerzas por marco, eje Y

EJE Y

MARCO	Ki	di	ki*di	ki*di^2	FM'	FM''	FM nivel 2	FM'	FM''	FM nivel 1
1	1	8,25	8,25	68,0625	2 153,72	235,19	2 388,92	4048,83	442,15	4 490,98
2	1	5,5	5,5	30,25	2 153,72	156,80	2 310,52	4048,83	294,76	4 343,59
3	1	2,75	2,75	7,5625	2 153,72	78,40	2 232,12	4048,83	147,38	4 196,21
4	1	-0,03	-0,03	0,0009	2 153,72	-0,86	2 152,87	4048,83	-1,61	4 047,22
5	1	-2,75	-2,75	7,5625	2 153,72	-78,40	2 075,32	4048,83	-147,38	3 901,45
6	1	-5,48	-5,48	30,0304	2 153,72	-156,23	1 997,50	4048,83	-293,69	3 755,14
7	1	-8,25	-8,25	68,0625	2 153,72	-235,19	1 918,53	4048,83	-442,15	3 606,68
SUMA	7		SUMA	211,5313						

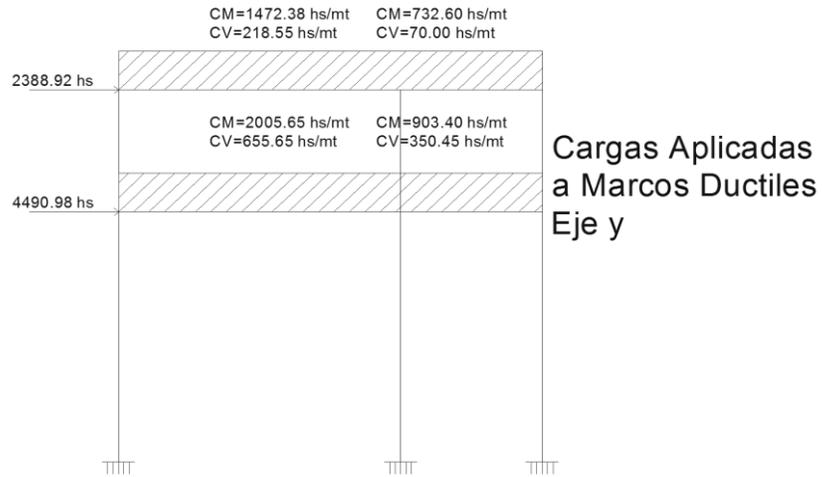
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Cargas aplicadas a marco dúctil eje X



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 8. **Cargas aplicadas a marco dúctil eje Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

4.3.7. Análisis de marcos dúctiles por el método de Kani y comprobación por el método de software ETABS ®

A continuación, se describe el método de Kani para el cálculo de momentos actuantes en la estructura y el software ETABS ® como comprobación de los resultados obtenidos con el método de Kani.

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

- Cálculo de momentos fijos (MFik), estos se calculan cuando existen cargas verticales.

- Cálculo de momentos de sujeción (M_s), estos se calculan cuando hay cargas verticales

$$M_s = \sum M_{Fik}$$

Determinación de fuerzas de sujeción (H), estas se calculan cuando se hace el análisis de las fuerzas horizontales al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$H = FM$ nivel h (fuerzas por marco del nivel n , del análisis sísmico)

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$Q_n = \sum H$$

- Cálculo de momentos de piso (M_n), estos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$$

$h_n =$ altura del piso n

- Cálculo de rigidez de los elementos (K_{ik}),

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}} \text{ i inercia del elemento}$$

- Cálculo de factor de giro o coeficiente de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}}$$

- Cálculo de factores de corrimiento (V_{ik}), estos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con la fuerza horizontal aplicada al marco dúctil unido con nudos rígidos.

$$\lambda_{ki} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum M'_{in} \right) \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum (M'_{in} + M'_{ni}) \right) \quad \text{Con ladeo}$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}),

$$M''_{ik} = V_{IK} * \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right) \quad \text{Ladeo por asimetria}$$

$$M''_{ik} = V_{IK} * \left(M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right) \quad \text{Ladeo por fuerzas h}$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad \text{Con ladeo}$$

- Cálculo de los momentos positivos en vigas (M_{ik} (+))

$$M_{ik+} = \frac{WL^2}{8} - \frac{M_{I-} + M_{K-}}{2}$$

M_i (-) = Momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

M_k (-) Momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho.

4.3.8. Análisis marco típico, en sentido Y e X

Método de Kani para carga muerta

Marco dúctil eje Y, módulo 1

- Cálculo de los momentos fijos (M_{Fik}):

$$M_{Fik} = \frac{\pm WL^2}{12}$$

Donde W es la carga uniformemente distribuida calculada en los incisos anteriores y L es la longitud del tramo.

Tabla XIX. **Cálculo de momentos fijos**

MFde =	-7 061,55 kg*m	MFed =	+7 061,55 kg*m
MFef =	-147,56 kg*m	MFfe =	+147,56 kg*m
MFgh =	-5 184,01 kg*m	MFhg =	+5 184,01 kg*m
MFhi =	-119,66 kg*m	MFih =	+119,66 kg*m

Fuente: elaboración propia.

- Para calcular la rigidez (K_{ik}) de los elementos se utilizará la fórmula:

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

$$I = \frac{B * H^3}{12}$$

Donde I es la inercia del elemento y L la longitud del tramo.

$$I_{viga} = \frac{20\text{cms} * 40\text{cms}^3}{12} = 106\,666,67\text{cm}^4$$

$$I_{columna} = \frac{25 * 25^3}{12} = \text{cm}^4$$

- Inercias relativas

$$I_{viga} = \frac{B * H^3}{12}$$

$$I_{columna} = \frac{B * H^3}{12} \text{cm}^4$$

- Rigidez

Tabla XX. **Cálculo de rigidez de los elementos**

KAD=KDA=KBE=KEB=KCF=K FC =	0,25
KDG=KGD=KEH=KHE=KFI=K IF =	0,33
KDE=KED=K GH=KHG =	0,50
KEF=KFE=KH I=KIH =	2,34

Fuente: elaboración propia.

- Los factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik}) se calculan con la fórmula:

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} = \mu_{dg} = -\frac{1}{2} * \frac{0,33}{0,25 + 0,33 + 0,50} = -0,15$$

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{0,25}{0,25 + 0,33 + 0,50} = -0,11$$

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{0,50}{0,25 + 0,33 + 0,50} = -0,23$$

Este procedimiento se debe realizar en todos los nudos del marco.

- Cálculo de los factores de corrimiento (λ_{ik}), éstos se calculan por cada nivel y cuando hay ladeo causado por la asimetría de la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco dúctil.

$$\lambda_{ki} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$$

Nivel 1

$$\lambda_{AD} = \lambda_{BE} = \lambda_{CF} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{AD}}{K_{AD} + K_{BE} + K_{CF}} \right)$$

$$\lambda_{AD} = \lambda_{BE} = \lambda_{CF} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0,25}{0,25 + 0,25 + 0,25} \right) = -0,50$$

Nivel 2

$$\lambda_{DG} = \lambda_{EH} = \lambda_{FI} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{K_{GD}}{K_{HE} + K_{GD} + K_{IF}} \right)$$

$$\lambda_{DG} = \lambda_{EH} = \lambda_{FI} = -\frac{3}{2} * \left(\frac{0,33}{0,33 + 0,33 + 0,33} \right) = -0,50$$

- Cálculo de los momentos de sujeción (M_s) para cada nudo:

$$M_s = \sum M_{Fik}$$

Nudo D = MDE = -7 061,55 kg*mt

Nudo E = MED+MEF = 6 913,99 kg*mt

Nudo F = MFE = 147,56 kg*mt

Nudo G = MGH = -5 184,01 kg*mt

Nudo H =MHG+MHI = 5 064,36 kg*mt

Nudo I =MIH = 119,66

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left(M_s + \sum (M'_{ni} + M''_{in}) \right)$$

El proceso consiste en iteraciones continuas para encontrar la influencia de giro, que se genera en cada uno de los elementos que conforman un nudo.

La primera iteración, en el nudo inicial, se multiplica el momento de sujeción del nudo por el coeficiente de reparto de cada elemento convergente a él; en los demás nudos, se suma el momento de sujeción más el producto

calculado en el nudo anterior para el o los elementos en común entre nudos, multiplicando el resultado por el coeficiente de reparto correspondiente. Se continúa el ciclo hasta volver al nudo inicial.

En la segunda iteración se suma el momento de sujeción más todos los momentos de la primera iteración, que vienen hacia el nudo en cuestión, y luego, nuevamente se multiplican por el coeficiente de reparto de cada elemento. El número de iteraciones dependerá de obtener una diferencia entre las influencias de giro entre la última y penúltima iteración con tendencia a cero.

A continuación se analizan dos nudos y se calcula la influencia de giro.

- Primera iteración

Nudo D

$$M'DG = \mu_{dg} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD)$$

$$M'DG = -0,15 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} * 0 * 0 * 0) = 1\ 082,27\text{kg} * \text{m}$$

$$M'DA = \mu_{da} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD)$$

$$M'DA = -0,11 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} * 0 * 0 * 0) = 811,70\text{kg} * \text{m}$$

$$M'DE = \mu_{de} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD)$$

$$M'DE = -0,23 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} * 0 * 0 * 0) = 1\ 636,80\text{kg} * \text{m}$$

Nudo G

$$M'GD = \mu_{gd} * (MSG + M'HG + M'DG)$$

$$M'GD = -0,20 * (-5\ 184\text{kg} * \text{m} + 1\ 082,27) = 816,31\text{kg} * \text{m}$$

$$M'GH = \mu_{gh} * (MSG + M'HG + M'DG)$$

$$M'GH = -0,30 * (-5\ 184\text{kg} * \text{m} + 1\ 082,27) = 1\ 234,56\text{kg} * \text{m}$$

- Influencias de desplazamiento

$$M''_{ik} = V_{IK} * \left(\sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

$$M'' AD = VAD * (MAD+MDA+MBE+MEB+MCF+MFC)$$

$$M'' AD = -0,50*(811,70-311,80+118,49) = -309,20$$

$$M'' AD = M'' BE = M'' CF$$

$$M'' DG = VDG * (MDG+MGD+MEH+MHE+MFI+MIF)$$

$$M'' DG = -0,50*(1\ 082,27+816,31-415,73) = -725,02$$

$$M'' DG = M'' BH = M'' FI$$

- Segunda iteración

Nudo D

$$M'DG = \mu_{dg} * (MSD+M'AD+M'ED+M'GD)$$

$$M'DG = -0,15 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} + 628,74 + 816,31 - 309,20 - 725,02) =$$

$$M'DG = 1\ 212,03\text{kg} * \text{m}$$

$$M'DA = \mu_{da} * (MSD+M'AD+M'ED+M'GD)$$

$$M'DA = -0,11 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} + 628,74 + 816,31 - 309,20 - 725,02) =$$

$$M'DA = 909,02\text{kg} * \text{m}$$

$$M'DE = \mu_{de} * (MSD+M'AD+M'ED+M'GD)$$

$$M'DE = -0,23 * (-7\ 061,55\text{kg} * \text{m} + 628,74 + 816,31 - 309,20 - 725,02) =$$

$$M'DE = 1\ 833,04\text{kg} * \text{m}$$

Nudo G

$$M'GD = \mu_{gd} * (MSG+M'HG+M'DG)$$

$$M'GD = -0,20 * (-5 184kg *m +466,62+1 212,03kg *m -725,02kg*m) =$$

$$M'GD = 1 027,64kg *m$$

$$M'GH = \mu gh * (MSG+M'HG+M'DG)$$

$$M'GH = -0,30 * (-5 184kg*m +466,62kg*m +1 212,03kg*m-725,02kg*m) M'GH =$$

$$1 554,17kg *m$$

- Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (Mik)

$$M_{IK} = MF_{IK} + 2M'_{IK} + M'_{KI} + M''_{IK}$$

Columnas

$$MDA=MFDA+2M'DA+M'AD+M''DA$$

$$MDA=0+2*917,07+0-377,85$$

$$MDA = 1 440,19 \text{ kg*mt}$$

$$MAD=MFAD+2M'AD+M'DA+M''AD$$

$$MAD=0+2*0+9 017,07-377,85$$

$$MAD =531,17 \text{ kg*mt}$$

Vigas

$$MDE=MFDE+2M'DE+M'ED+M''DE$$

$$MDE=-061,55+2*1 848,87-626,00$$

$$MDE = -4 021,47 \text{ kg*mt}$$

$$MED=MFED+2M'ED+M'DE+M''ED$$

$$MED=-061,55+2*-626,00+1 848,87$$

$$MED = 7 642,58\text{kg*mt}$$

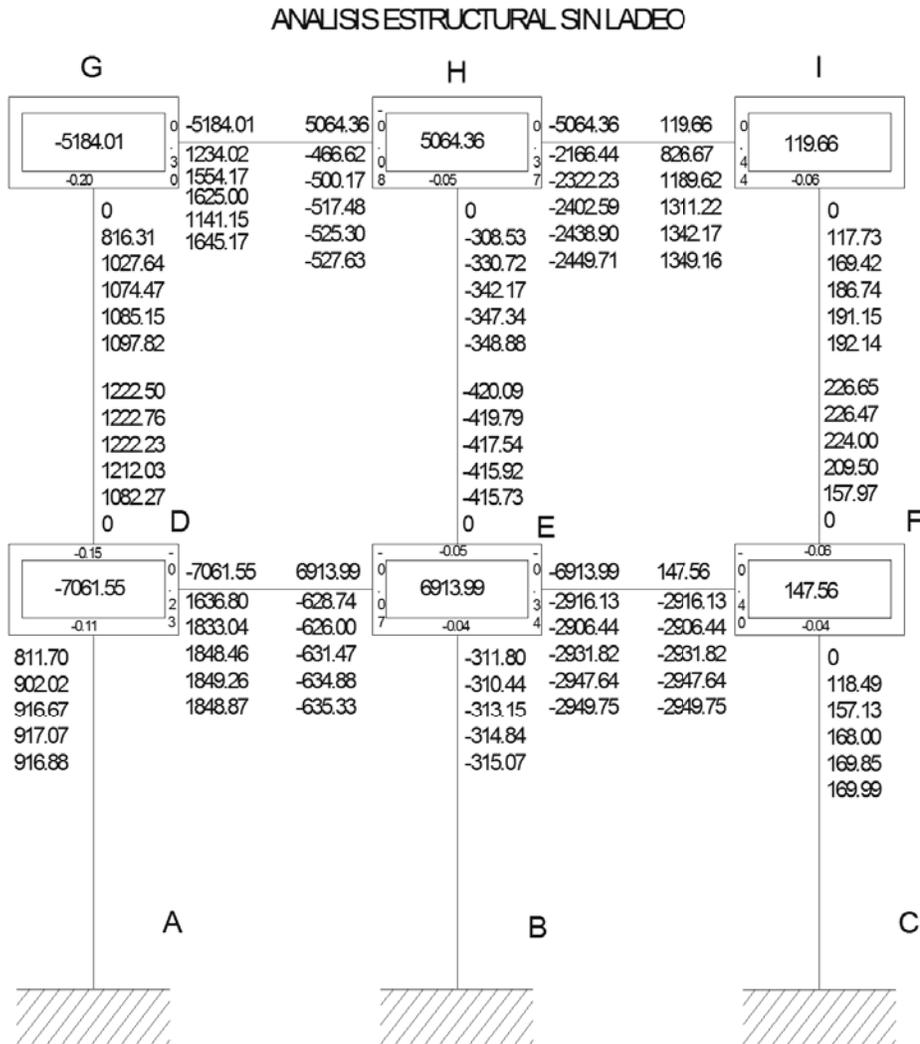
- Calculo de los momentos positivos en vigas (MIK+)

$$M_{ik+} = \frac{WL^2}{8} - \frac{M_{I-} + M_{K-}}{2}$$

$$M_{ik+} = \frac{2\,005,65 * 6,5^2}{8} - \frac{-4\,021,47 + 7\,642,58}{2}$$

$$M_{DE+} = 8\,781,77 \text{kg*m}$$

Figura 9. Análisis estructural sin ladeo, marco F



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Método de Kani para carga viva

Marco dúctil eje Y, módulo 1

El procedimiento de análisis para carga viva es igual que para carga muerta, por tal razón en este inciso no se detalla.

Método de Kani para carga sísmica

Marco dúctil eje Y, módulo 1

- Las rigideces, los factores de giro y los factores de corrimiento, son los mismos que se calcularon en análisis de la carga muerta.
- Cálculo de las fuerzas de sujeción (H), ésta es la fuerza por marco por nivel, y se toma del análisis sísmico anterior.

$H = F_M \text{ nivel}_n$

$F_{M \text{ nivel} 2} = 2\,388,92 \text{ kg}$

$F_{M \text{ nivel} 1} = 4\,490,98 \text{ kg}$

- Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n)

$$Q_n = \sum H$$

$Q_{\text{nivel} 1} = 2\,388,92 \text{ kg} + 4\,490,98 \text{ kg}$

$Q_{\text{nivel} 1} = 6\,879,89 \text{ kg}$

$Q_{\text{nivel} 2} = 2\,388,92 \text{ kg}$

- Cálculo de los momentos de piso (M_n)

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$$

Donde H_n es la altura del piso n

$$M_n = \frac{6879,89kg * 4m}{3}$$

$$M_{nivel1} = 9\ 173,19kg*mt$$

$$M_n = \frac{2388,92kg * 3m}{3}$$

$$M_{nivel2} = 2\ 388,92kg*mt$$

- Cálculo de iteraciones, influencia de desplazamiento (M''_{ik})

$$M''_{ik} = \lambda_{ik} * \left(M_{nivel\ n} + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right)$$

El proceso, consiste en iteraciones continuas para encontrar la influencia de desplazamiento que se genera en cada una de las columnas que conforman un nivel, el procedimiento se muestra a continuación.

- Primera iteración.

Nivel 1

$$M''_{AD} = \lambda_{AD} * (M_{nivel1} + \sum (M'_{AD} + M'_{DA} + M'_{BE} + M'_{EB} + M'_{CF} + M'_{FC}))$$

$$M''_{AD} = -0,50 * (9\ 173,19 + (0+0+0+0+0+0))$$

$$M''AD = -4\,586,60 \text{ kg*mt}$$

$$M''AD = M''BE = M''CF$$

Nivel 2

$$M''DG = \lambda_{DG} * (M_{nive1} + \sum (M'DG + M'GD + M'EH + M'HE + M'FI + M'IF))$$

$$M''DG = -0,50 * (2\,388,92 + (0+0+0+0+0+0))$$

$$M''DG = -1\,194,46 \text{ kg*mt}$$

$$M''DG = M''EH = M''FI$$

- Segunda iteración

Nivel 1

$$M''AD = \lambda_{AD} * (M_{nive1} + \sum (M'AD + M'DA + M'BE + M'EB + M'CF + M'FC))$$

$$M''AD = -0,50 * (9\,173,19 + (664,52 + 182,33 + 161,94))$$

$$M''AD = -5\,090,99 \text{ kg*mt}$$

$$M''AD = M''BE = M''CF$$

Nivel 2

$$M''DG = \lambda_{DG} * (M_{nive1} + \sum (M'DG + M'GD + M'EH + M'HE + M'FI + M'IF))$$

$$M''DG = -0,50 * (2\,388,92 + (886,02 + 46,45 + 61,38 + 243,11 + 215,92 + 38,97))$$

$$M''DG = -1\,940,38 \text{ kg*mt}$$

$$M''DG = M''EH = M''FI$$

- Cálculo de iteraciones, influencias de giro ($M''ik$)

$$M''ik = \mu_{ik} * (M_{nive} + \sum (M'ik + M'ki))$$

El proceso, al igual que el anterior para carga muerta, consiste en iteraciones continuas para encontrar la influencia de desplazamiento que se genera en cada uno de los elementos que conforman un nudo.

- Segunda iteración

Nudo D

$$M'DG = \mu_{dg} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD + M''AD + M''DG)$$

$$M'DG = -0,15 * (0 + 0 + 0 - 4 \cdot 586,60 - 1 \cdot 194,46)$$

$$M'DG = 886,02$$

$$M'DA = \mu_{da} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD + M''AD + M''DG)$$

$$M'DA = -0,11 * (0 + 0 + 0 - 4 \cdot 586,60 - 1 \cdot 194,46)$$

$$M'DA = 664,52$$

$$M'DE = \mu_{de} * (MSD + M'AD + M'ED + M'GD + M''AD + M''DG)$$

$$M'DE = -0,23 * (0 + 0 + 0 - 4 \cdot 586,60 - 1 \cdot 194,46)$$

$$M'DE = 1339,99$$

Nudo G

$$M'GD = \mu_{gd} * (MSG + M'HG + M'DG + M''DG)$$

$$M'GD = -0,20 * (886,02 - 1 \cdot 194,46)$$

$$M'GD = 61,38$$

$$M'GH = \mu_{gh} * (MSG + M'HG + M'DG + M''DG)$$

$$M'GH = -0,30 * (886,02 - 1 \cdot 194,46)$$

$$M'GH = 92,84$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra (Mik).

$$M_{IK} = MF_{IK} + 2M'_{IK} + M'_{KI} + M''_{IK}$$

Columnas

$$MDA = MFDA + 2M'DA + M'AD + M''DA$$

$$MDA = 0 + 2 \cdot 790,91 + 0 - 5 \cdot 171,25$$

$$MDA = -3 \cdot 589,44 \text{ kg} \cdot \text{mts}$$

$$AD = MFAD + 2M'AD + M'DA + M''AD$$

$$MAD = 0 + 2 \cdot 0 + 790,91 - 5 \cdot 171,25$$

$$MAD = -4 \cdot 380,35 \text{ kg} \cdot \text{mts}$$

Vigas

$$MDE = MFDE + 2M'DE + M'ED + M''DE$$

$$MDE = -7 \cdot 061,55 + 2 \cdot 1 \cdot 594,86 + 236,30$$

$$MDE = -3 \cdot 635,54 \text{ kg} \cdot \text{mts}$$

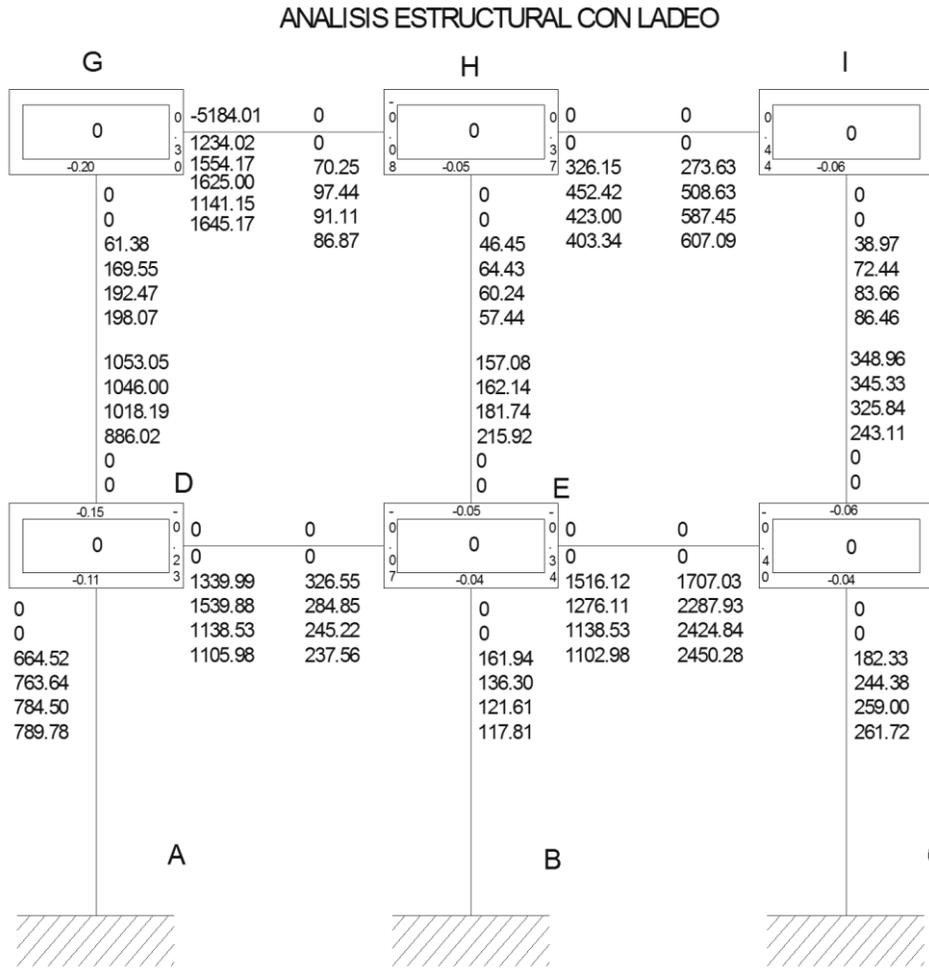
$$MED = MFED + 2M'ED + M'DE + M''ED$$

$$MDE = 7 \cdot 061,55 + 2 \cdot 236,30 + 1 \cdot 594,86$$

$$MED = 9 \cdot 129,00 \text{ kg} \cdot \text{mts}$$

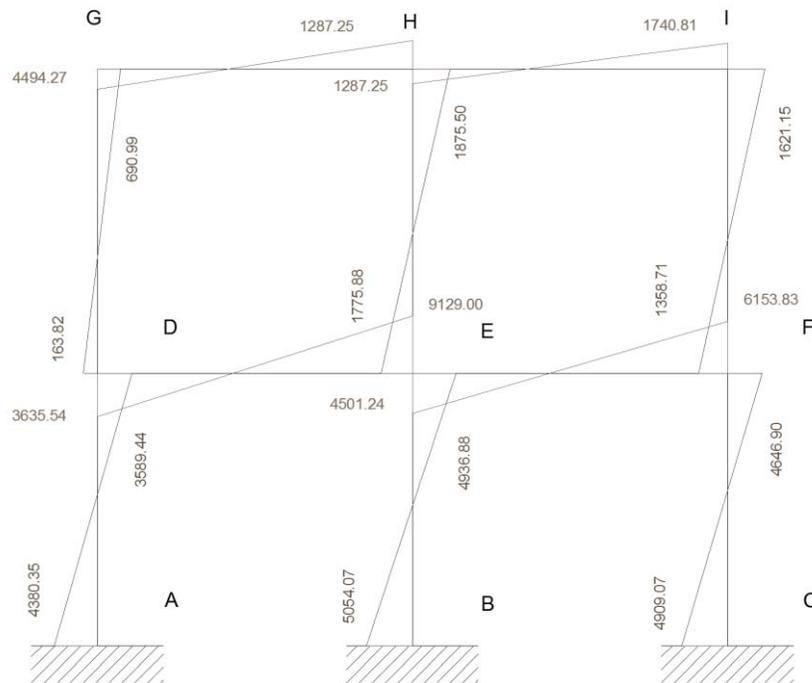
Los resultados del análisis estructural se presentan a continuación.

Figura 10. Análisis estructural con ladeo, marco F



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Figura 11. **Momentos del marco dúctil eje Y – fuerza sísmica**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Comprobación por medio del programa ETABS ®:

ETABS 9 es un programa integrado que permite la creación de modelos, modificación, ejecución de análisis, optimización del diseño y la revisión de los resultados dentro de un solo interfaz. ETABS 9 es un programa de análisis elástico lineal y de segundo orden de estructuras, por medio del método de elementos finitos, que incluye un postprocesador gráfico para la presentación de resultados.

El método de los elementos finitos es una de las más importantes técnicas de simulación y la más utilizada en las aplicaciones industriales. En el análisis estructural, el método puede ser entendido como una generalización de estructuras al análisis de sistemas continuos. El principio del método consiste en la reducción del problema con infinitos grados de libertad, en un problema finito en el que intervenga un número finito de variables asociadas a puntos característicos (nodos).

Las incógnitas del problema dejan de ser funciones matemáticas del problema cuando, pasan a ser los valores de dichas funciones en un número infinito de puntos. Se supone que el comportamiento mecánico de cada parte o elemento en los que se subdivide, queda definido por un número finito de parámetros (grados de libertad) asociados a los puntos, que en dicho momento se une al resto de los elementos de su entorno (nodos).

Para definir el comportamiento en el interior de cada elemento se supone que dentro del mismo, todo queda perfectamente definido a partir de lo que sucede en los nodos a través de una adecuada función de interpolación. El desarrollo del método como una herramienta de análisis fue iniciado esencialmente con el advenimiento de las computadoras electrónicas digitales.

Antes de efectuar el análisis estructural, el programa permite ingresar las diferentes combinaciones que establece el reglamento de construcciones de concreto reforzado para determinar la carga de diseño crítica.

Definido el modelo matemático y las combinaciones correspondientes a los marcos dúctiles eje B y eje 2, paralelos al eje X y eje Y respectivamente, se realizó el análisis estructural por medio del programa ETABS 9, como una comprobación de los resultados del método de Kani, los resultados de ambos

métodos variaron en un margen del 5% en los elementos medidos a ejes (vigas) y 7% en los elementos en los que el programa calcula los esfuerzos al rostro (columnas), se diseñó con los valores obtenidos del método numérico, como se mostró en las figuras de la 9 a la 13.

4.3.9. Envolverte de momentos

La envolverte de momentos es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, viva y sísmica. Para considerar la superposición de efectos, el código ACI 318R-05, capítulo 9, sección 9,2,1 y 9,2,2, propone las siguientes combinaciones:

$$MU = 1,4 MCM + 1,7 + 1,7 MCV$$

$$MU = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV + 1,87 MCS)$$

$$MU = 0,75 (1,4 MCM + 1,7 MCV - 1,87 MCS)$$

$$MU = 0,9 MCM + 1,3 MCS$$

$$MU = 0,9 MCM - 1,3 MCS$$

Donde M son los momentos finales encontrados del análisis anterior y las combinaciones de carga deben incluir tanto el valor total, como el valor cero de la carga viva para determinar la condición más crítica.

Envolverte de momentos, marco dúctil sentido Y.

Vigas

$$\text{MDE} = 1,4 * -4\ 021,27 + 1,7 * -1\ 274,75$$

$$\text{MDE} = -7\ 797,13 \text{ kg*mt}$$

$$\text{MDE} = 0,75 * (1,4 * -4\ 021,27 + 1,7 * -1\ 274,75 + 1,87 * -3\ 635,34)$$

$$\text{MDE} = -10\ 946,69 \text{ kg*mt}$$

$$\text{MDE} = 0,75 * (1,4 * -4\ 021,27 + 1,7 * -1\ 274,75 - 1,87 * -3\ 635,34)$$

$$\text{MDE} = -749,01$$

$$\text{MDE} = 0,9 * -4\ 021,27 + 1,3 * -3\ 635,34$$

$$\text{MDE} = -8\ 345,52$$

$$\text{MDE} = 0,9 * -4\ 021,27 - 1,3 * -3\ 635,34$$

$$\text{MDE} = 1\ 106,87$$

Se diseñará con el valor máximo de estas combinaciones, para este caso, el momento último de la viga DE es de 8 345,52 kg*m.

Columnas

$$\text{MDA} = 1,4 * 1\ 440,19 + 1,7 * 492,51$$

$$\text{MDA} = 2\ 853,54$$

$$\text{MDA} = 0,75 * (1,4 * 1\ 440,19 + 1,7 * 492,51 + 1,87 * -3\ 589,44)$$

$$\text{MDA} = -2\ 894,03$$

$$\text{MDA} = 0,75 * (1,4 * 1\ 440,19 + 1,7 * 492,51 - 1,87 * -3\ 589,44)$$

$$\text{MDA} = 7\ 174,35$$

$$\text{MDA} = 0,9 * 1\ 440,19 + 1,3 * -3\ 589,44$$

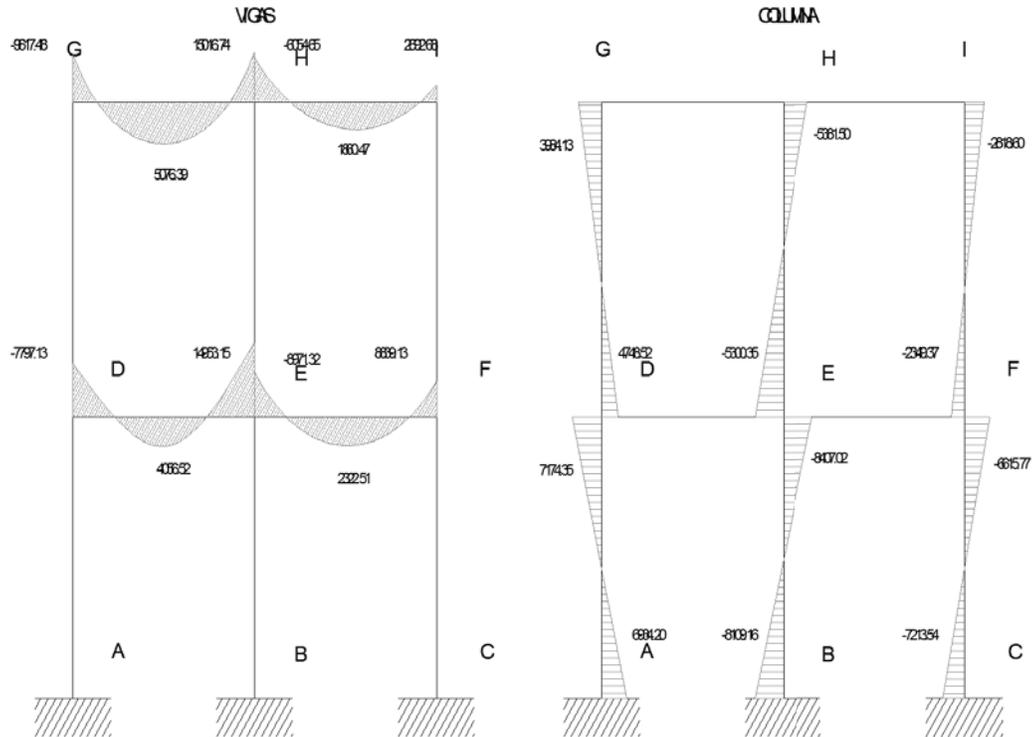
$$\text{MDA} = -3\ 370,10$$

$$\text{MDA} = 0,9 * 1\ 440,19 - 1,3 * -3\ 589,44$$

$$\text{MDA} = 5\ 962,45$$

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Figura 12. Diagrama de momentos últimos (kg*m) marco dúctil eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

4.3.10. Cálculo de corte

Para calcular los cortes en los marcos, se utilizan las siguientes fórmulas:

Marco dúctil eje Y

$$V_V = 0,75 * \left[\frac{1,4 * W_{CM} * L}{2} + \frac{1,7 * W_{CV}}{2} + \frac{1,87 * \sum MS}{L} \right]$$

$$V_{DE} = 0,75 * \left[\frac{1,4 * 2\,005,65 * 6,5}{2} + \frac{1,7 * 655,65}{2} + \frac{1,87 * -3\,635,54 + 9\,129,00}{6,5} \right]$$

$$VDE = 1\,0746,45$$

Corte en columnas

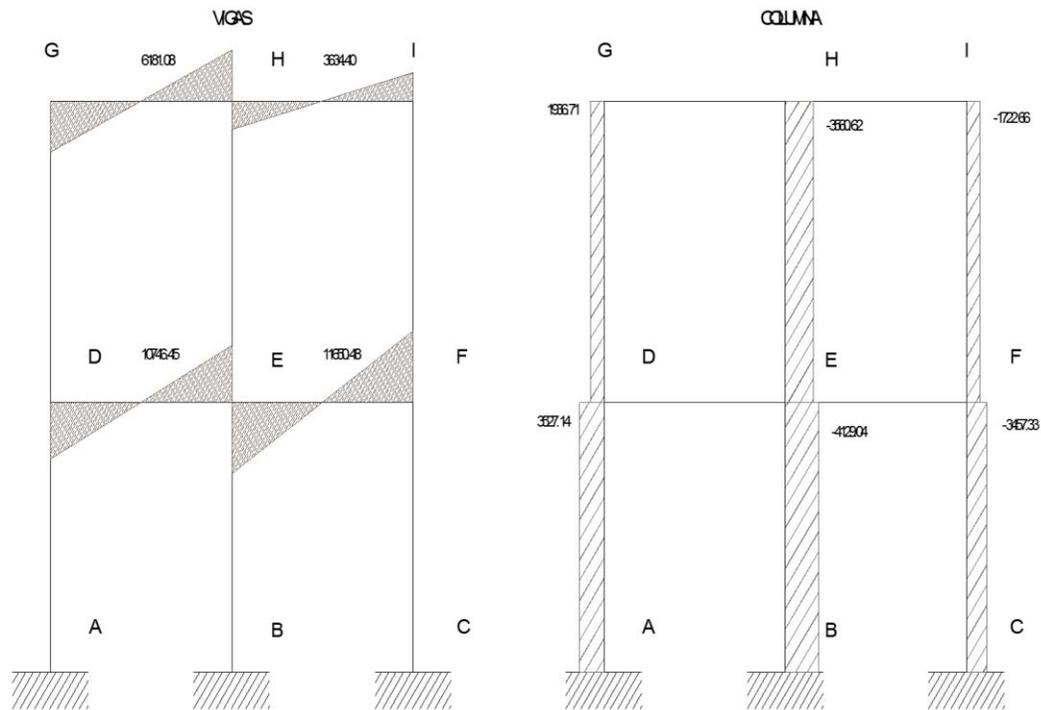
$$V_C = \frac{\sum M_{COL}}{L}$$

$$V_{AD} = \frac{7174,35 + 6934,20}{4}$$

$$MDA = 3\,527,14$$

Los resultados se muestran a continuación.

Figura 13. Diagrama de cortes (kg) marco dúctil eje Y



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

4.4. Diseño estructural

Se realizará con el fin de calcular la cantidad de concreto y refuerzo de los diferentes elementos que componen la estructura, de manera que sus resistencias sean adecuadas para soportar las fuerzas resultantes de ciertos estados de sobrecarga a los que estará sometida.

Para el diseño estructural, se usarán las siguientes especificaciones generales de los materiales a utilizar. Los recubrimientos descritos para los

distintos elementos son requeridos según se especifican en el código ACI 318R-05 en la sección 7.7

Tabla XXI. **Esfuerzos últimos de los materiales, recubrimiento de los elementos estructurales**

DIMENSIONAMIENTO				
MATERIALES:				
Fy =	2 810	KG/CM2	F'c=	210
Es =	2 100 000	KG/CM2	Ec =	219 000
Yconcreto	2 400	kg/m3	Ysuelo =	1 388
RECUBRIMIENTOS	ACI 318R-05 EN LA SECCION 7.7			
VIGAS	0,04	mts		
LOSAS	0,025	mts		
CLUMNAS	0,03	mts		
qd =	4 0000	kg/m3		

Fuente: elaboración propia.

4.4.1. Diseño de losa

Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas, aunque para losas continuas las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo para cubrir los esfuerzos negativos sobre los apoyos.

Del predimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa, de 12 centímetros (losa plana), para diseñarla se aplicará el Método III del código ACI 318R-05.

Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos se divide el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0,50 trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabajará en uno. En esta sección se detalla el procedimiento seguido para el diseño de las losas del edificio de aulas, aplicado a las losas del nivel 1, el procedimiento es el siguiente.

Para diseñarlas existen varios métodos en éste caso se utiliza el método 3 ACI. El espesor de las losas es $t = 0,12$ m.

Tabla XXII. **Cálculo de la carga última o carga de diseño**

m1=m2 =	0,43	pero como tiene cuatro apoyos se trabajara en dos sentidos
m3 = m4 =	0,50	armar en dos direcciones
$cm = t \cdot wc + wacabados + wmuros$		
Carga muerta		
Acabados=	60	kg/m ²
Peso de la losa=	288	kg/m ²
Carga muerta adicional=	20	kg/m ²
Piso y mezlón=	144	kg/m ²

Peso de muros=	250	kg/m ²	
Total carga muerta=	762	kg/m ²	
Carga viva			
Aulas=	300	kg/m ²	
Pasillos=	500	kg/m ²	
Total carga viva=	800	kg/m ²	
cmu =	1 066,8	kg/m ²	
cvu =	850	kg/m ²	pasillos
cvu =	510	kg/m ²	aulas
cut1-2 =	1 576,8	kg/m ²	aulas
cut7-8 =	1 916,8	kg/m ²	pasillos

Fuente: elaboración propia.

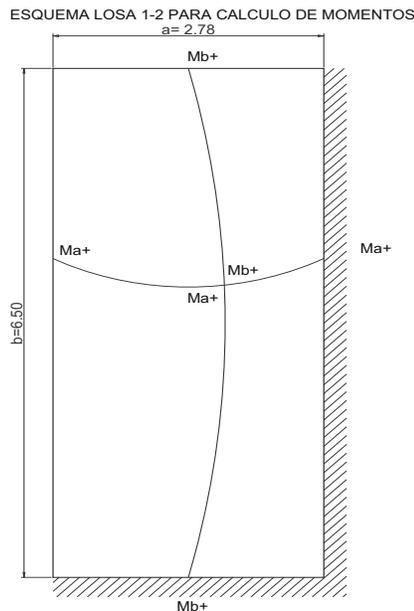
Tabla XXIII. Franja unitaria para el diseño de losas

se diseñara con base a una franja unitaria de 1 metro			
cmu =	1 066,8	kg/m ²	
cvu =	850	kg/m ²	pasillos
cvu =	510	kg/m ²	aulas
cut7-8 =	1 916,8	kg/m ²	pasillos
cut1-2 =	1 576,8	kg/m ²	aulas
losa 1-2		losa 7-8	
b =	6,5 mts	a =	1,4 mts
a =	2,78mts	b =	2,78 mts

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de los momentos actuantes Losa 1

Figura 14. Esquema de losa 1 para cálculo de momentos



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Momentos negativos:

Momentos positivos

$$M_{a-} = C_{a-} * CUT * a^2$$

$$M_{a+} = C_{a+} * CMU * a^2 + C_{a+} * CVU * a^2$$

$$M_{b-} = C_{b-} * CUT * b^2$$

$$M_{b+} = C_{b+} * CMU * b^2 + C_{b+} * CVU * b^2$$

M= momento actuante

C= coeficiente de tablas de ACI 318R-05 para momentos

CU= cargas últimas vivas, muertas y totales

a, b= Dimensión del lado corto y largo de la losa respectivamente.

Losa 1 (caso 4)

$$M (-) a = 0,094*(1\ 576,8)*(2,78^2)$$

$$M (-) a = 1\ 145,50\ \text{KG-M}$$

$$M (-) b = 0,006*(1\ 576,8)*(6,5^2)$$

$$M (-) b = 399,72\ \text{KG-M}$$

$$M (+) a = 0,077*1\ 066,8*2,78^2+0,059*510*2,78^2$$

$$M (+) a = 867,39\ \text{KG-M}$$

$$M (+) b = 0,005*1\ 066,8*(6,5^2)+0,004*510*(6,5^2)$$

$$M (+) b = 311,55\ \text{KG-M}$$

Bordes discontinuos

$$M (-) a = (1/3)*867,39$$

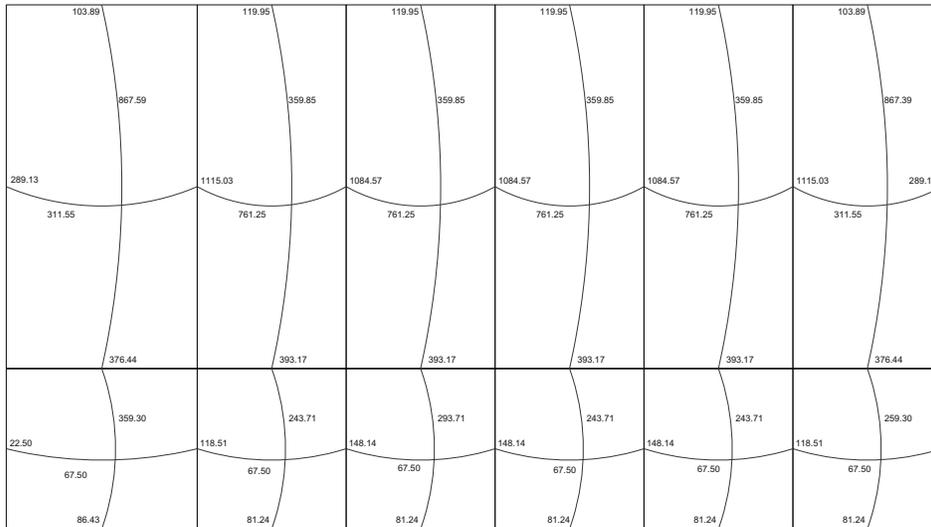
$$M (-) a = 289,13$$

$$M (-) b = (1/3)*311,55$$

$$M (-) b = 103,85$$

Con el procedimiento anterior, se calcularon los momentos en todas las losas de entrepiso, los resultados se muestran a continuación.

Figura 15. **Momentos (kg*m) en todas las losas de entrepiso**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Balance de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Estos momentos se pueden balancear de la siguiente manera.

$$\text{Si } 0.80 * M_{\text{MAYOR}} \leq M_{\text{MENOR}} \rightarrow M_b = \frac{M_{\text{MAYOR}} + M_{\text{MENOR}}}{2}$$

$$\text{Si } 0.80 * M_{\text{MAYOR}} > M_{\text{MENOR}} \rightarrow \text{Balance por rigidez}$$

El balance por rigidez está dado por

$$K1 = \frac{1}{L1}$$

$$K2 = \frac{1}{L2}$$

$$D1 = \frac{K1}{K1+K2}$$

$$D2 = \frac{K2}{K1+K2}$$

Tabla XXIV. **Balance por rigidez**

D1	D2
M1	M2
-	-
dM*D1	dM*D2
Mb	Mb

Fuente: elaboración propia.

Balance de momentos entre losa 1 y 7

Como $0,8 * M1 < M2$ se balancea por medio de la ecuación:

$$Mb = (Mayor + Mmenor)/2$$

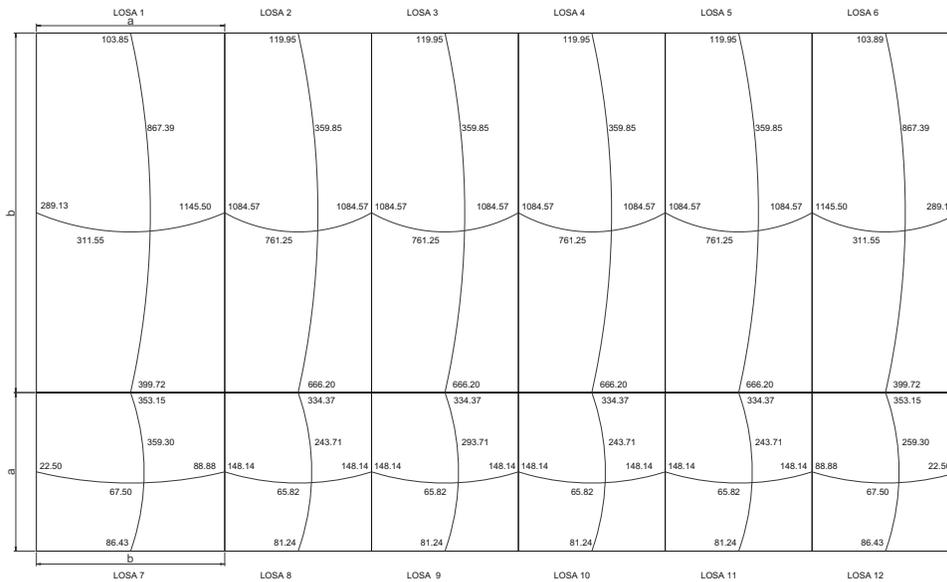
$$M1 = 399,72 \quad 0,8 * 399,72 = 319,78 < Mmenor$$

$$M2 = 353,15$$

$$Mb = \frac{399,72 + 353,15}{2} = 376,44$$

Los resultados se muestran a continuación:

Figura 16. Momentos balanceados (kg*m) en losa 1



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Tabla XXV. Diseño de acero de refuerzo para losa

DISEÑO DE ACERO DE REFUERZO	
CALCULO DE LIMITES PARA EL ACERO (LOSA 1)	
PERALTE EFECTIVO (d): SE PROPONE UN ARMADO CON VARILLA No. 3(DIAMETRO DE 0,9525cms)	
Y SE DISEÑARA CON UNA FRANJA UNITARIA DE b=100cms	
$d = t - rec - \phi/2$	
d =	9,02375

Fuente: elaboración propia.

$$AS_{min} = \frac{0,4 * 14,1 * b * d}{Fy}$$

$$A_{S_{min}} = \frac{0,4 * 14,1 * 100 * 9,023}{2810}$$

$$A_{S_{min}} = 1,81 \text{ CM}^2$$

Tabla XXVI. **Espaciamiento S para A_{Smin}**

Espaciamiento "s" para A _{Smin}			
área de varilla =		0,71	CM ²
1,81		100	CM
0,71		S	
S =		39,20	CMS

Fuente: elaboración propia.

Pero el espaciamiento de la armadura en las secciones no debe exceder de dos veces el espesor de la losa según el código ACI 318R-05 en el capítulo 13, sección 13,3,2.

$$S_{max} = 2 * t$$

Tabla XXVII. **Área de acero para el espaciamiento máximo**

S _{max} =	0,24	24	cms
Área de acero para el espaciamiento max			
A _{Smin}		100	
0,71		24	
A _{Smin} =	2,96	cms ²	

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del momento máximo que resiste el Asmin:

$$MAS_{min} = 0,90 * \left[AS_{min} * Fy * \left(d - \frac{AS_{min} * Fy}{1,7 * F'c * b} \right) \right]$$

$$MAS_{min} = 0,90 * \left[2,96 * 2\ 810 * \left(9,023 - \frac{2,96 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$MAS_{min} = 65\ 770,18\ \text{KG*CM}$$

$$MAS_{min} = 657,70\ \text{KG*MT}$$

Para los momentos menores al Masmin, se utilizará el Asmin y el Smax, para los mayores, se utilizarán bastones adicionales para cubrir el As que falta por resistir.

A continuación se calcula el As requerido para los momentos mayores al momento que resiste el área de acero mínimo.

$$AS_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mact * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \frac{0,85 * F'c}{Fy}$$

$$AS_{req} = \left[100 * 9,02 - \sqrt{(100 * 9,02)^2 - \frac{867,39 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$As_{req} = 3,94\ \text{cms}^2$$

El resto de áreas que faltan por resistir se calcularon de la misma manera, a continuación se presentan los resultados:

Tabla XXVIII. **Momentos que faltan por resistir en losa**

TIPO DE MOMENTO	MOMENTO KG*M	BASE cms	ESPESOR cms	PERALTE cms	Asreq cms2	No. DE VARILLA	Sreq cms
+	867,39	100	12	9,02	3,94	3	18
+	761,25	100	12	9,02	3,44	3	21
-	1115,03	100	12	9,02	5,11	3	14
-	1084,57	100	12	9,02	4,97	3	14

Fuente: elaboración propia.

Chequeo por corte

Todas las losas están sometidas a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por los materiales que la conforman. En este caso, por el tipo de losa que se utiliza, estos esfuerzos deben resistirse por el concreto, debido a ello, se debe chequear si el espesor de la losa es el adecuado. Para poder realizar el chequeo se procede de la siguiente manera.

$$V_{max} = \frac{CU * L}{2}$$

$$V_{max} = \frac{1\ 916,8 * 6,5}{2}$$

$$V_{max} = 6\ 229,6\ \text{kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente (V_{rc})

$$V_{rc} = 45 * \sqrt{F'c * t}$$

$$V_{rc} = 45 * \sqrt{210} \text{kg/cm}^2 * 12$$

$$V_{rc} = 7\,825,343443 \text{ kg}$$

Losa del nivel 2

La losa del nivel 2 fue analizada de la misma forma que la del nivel 1. El armado y detalles finales pueden observarse en la hoja de planta de losas y vigas del conjunto de planos mostrados en el apéndice.

4.4.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte, esta parte tratará el análisis y diseño de las vigas de la estructura, incluyendo la medición de las secciones transversales de concreto y la selección y ubicación del acero de refuerzo.

Los datos necesarios para su diseño son: los momentos últimos y cortes últimos actuantes que se calcularon en el análisis estructural. El procedimiento a seguir es el siguiente.

Los datos necesarios se presentan a continuación.

Tabla XXIX. **Diagrama de momentos y corte últimos en la viga**

DIAGRAMA DE MOMENTOS Y CORTE ULTIMOS EN LA VIGA			SENTIDO Y
SECCION =	0,40X0,20	PERALTE EFECTIVO(d)	0.36m
LONGITUD =	6.5m	TRAMO: D-E EJE Y	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Cálculo de los límites de acero

CALCULO DE LOS LIMITES DE ACERO		
$AS_{min} = \rho_{min} * b * d = \frac{14,1}{Fy} * b * d$		
$AS_{min} = \frac{14,1}{2\ 810} * 20 * 36$		
Asmin =	3,61	cm ²
$AS_{max} = \rho_{max} * b * d = \left[0,5 * \frac{0,85 * B1 * F'c * 6\ 090}{Fy * (Fy + 6\ 090)} \right] * b * d$		
$AS_{max} = \left[0,5 * \frac{0,85 * 0,85 * \frac{210kg}{cm^2} * 6\ 090}{2\ 810 * (2\ 810 + 6\ 090)} \right] * 20 * 36$		
Asmax =	13,30	cm ²

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del refuerzo longitudinal

Utilizando los momentos que se presentaron en la figura anterior, se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula siguiente:

$$AS_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mact * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \frac{0,85 * F'c}{Fy}$$

$$AS_{req} = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{14\ 95,15 * 20}{0,003825 * 210kg/cm^2}} \right] * \frac{0,85 * 210kg/cm^2}{2\ 810kg/cm^2}$$

$$AS_{req} = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{-749,01 * 20}{0,003825 * 210kg/cm^2}} \right] * \frac{0,85 * 210kg/cm^2}{2\ 810kg/cm^2}$$

Asreq – mayor =	21,46 CM2
Asreq – menor =	0,83 CM2
AsreqM+ =	2,81 CM2

Después de calcular el As requerido para cada momento actuante, se procede a distribuir las varillas de acero de forma que, el área de las secciones supla lo solicitado en los cálculos de Asreq; para ello, se hace tomando los siguientes requisitos sísmicos:

Refuerzo en cama inferior en apoyos: se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los siguientes valores:

Tabla XXXI. **Requisitos sísmicos, refuerzo en cama inferior**

REQUISITOS SÍSMICOS				
REFUERZO EN CAMA INFERIOR EN APOYOS				
	}	50% * AsreqM-mayor =	10,73	cms2
Asmin =		50% * AsreqM+ =	2,35	Cms2
		Asmin =	3,61	Cms2
		Ascorrido =	4No 6 =	11,4

Fuente: elaboración propia.

Refuerzo en cama superior al centro: se tomará el mayor de los siguientes valores:

Tabla XXXII. **Requisitos sísmicos, refuerzo en cama superior**

REFUERZO EN CAMA SUPERIOR AL CENTRO.			
VALORES:			
	}	33% * AsreqM-mayor =	7,08
Asmin:		Asmin =	3,61
		Ascorrido =	2No,6+1No5 =

Fuente: elaboración propia.

La diferencia entre el As requerido menos el As corrido, en ambas camas, se coloca como bastones adicionales al armado existente.

Refuerzo transversal (estribos).

También se le llama refuerzo en el alma, en general éste se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según lo requerido. Los objetivos de colocar acero transversal son: por armado, manteniendo el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir con esta función. El procedimiento para el diseño de estribos es el siguiente:

Tabla XXXIII. **Refuerzo transversal (estribos)**

REFUERZO TRANSVERSAL (ESTRIBOS)		
CALCULO DEL ESFUERZO DE CORTE QUE RESISTE EL CONCRETO (V_{cu})		
$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{F'_c} * b * d$	DONDE $\phi =$	0,85
COMPARAR CORTE RESISTENTE CON CORTE ULTIMO:		
SI $V_r > V_u$ LA VIGA NECESITA ESTRIBOS SOLO POR ARMADO		
SI $V_r < V_u$ SE DISEÑAN ESTRIBOS POR CORTE, POR MEDIO DE LAS EXPRESIONES		
$S_{max} = d/2$	USAR COMO MINIMO ACERO No3	

Fuente: elaboración propia.

$$V_s = V_u - V_r$$

$$\gamma_s = \frac{V_s}{bd}$$

$$S = \frac{2 * A_v * F_y}{\gamma_s * b}$$

Tramo D-E

$$V_r = \phi * 0,53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 36 * 20$$

$$V_r = 4\,700,42 \text{ kg}$$

$$V_u \text{ cortante actuante} = 15\,243,74 \text{ kg}$$

$$V_s = 15\,243,74\text{kg} - 4\,700,42\text{kg}$$

$$V_s = 10\,543,31\text{ kg}$$

$$\gamma_s = \frac{10\,543,31}{36 * 20}$$

$$\gamma_s = 14,64\text{ kg/cm}^2$$

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2\,810\text{kg/cm}^2}{14,64 * 20}$$

$$S = 13,62\text{ CM}$$

Se colocan No.3 @ 0,13 m en todo el tramo

Espaciamientos de estribos en área confinada

La longitud de confinamiento (L_{zc}) que ocuparán los estribos por diseño debe ser de $2*d$ a partir de la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, según el código ACI 318R-05 capítulo 21 sección 10, 4,2.

$L_{zc} = 2*36 = 72\text{ cms}$. El espaciamiento de estribos (S_{zc}) en esta zona será el menor de los siguientes valores:

Figura 17. **Espaciamiento de estribos (S_{zc})**

$$S_{zc} \left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{4} = \frac{36\text{cms}}{4} = 9\text{cms} \\ \frac{8 * \phi_{\text{varilla}} + \text{pequeña} = 8 * 1,5875\text{cms} = 12,7\text{cms}}{24 * \phi_{\text{var estribo}} = 24 * 0,9525 = 22,86\text{cms}} \\ 30\text{ cms} \end{array} \right.$$

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se usará un S_{zc} de 0,09mts. Este procedimiento se debe realizar de igual forma para todas las vigas de los módulos, a manera de no sobredimensionar alguna de ellas o que no se cubra el área de acero requerido por los momentos actuantes.

4.4.3. Columnas

El refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga axial, que es el valor de todas las cargas últimas verticales que soporta la columna y está determinada por áreas tributarias. Los momentos flexionantes son tomados del análisis estructural, y se toma para el diseño, el mayor de los dos momentos actuantes en los extremos de la columna.

Para este caso, se diseña la columna más crítica, es decir, la que está sometida a mayores esfuerzos. El diseño resultante es aplicado a todas las demás columnas de los módulos.

Tabla XXXIV. **Momentos y cortes aplicados a columna crítica**

DIMENSIONES:						
SECCION DE COLUMNA=	25	*	25	LONGITUD DE LA COLUMNA =	3	MTS
SECCION DE VIGA =	20	*	40	LONGITUD DE LA VIGA 1 =	6,4	MTS
ESPESOR DE LOSA =	0,12			LONGITUD DE LA VIGA 2 =	2,78	MTS
AREA TRIBUTARIA =	10,94					
Mx =	7063,64	Vx =	3 588,30			
My =	8407,02	Vy =	4 129,04			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Determinación de carga axial, en columna crítica**

DETERMINACION DE CARGA AXIAL	
NIVEL 2	
CU = 1.4*CM + 1.7*CV	
CM =	438
CV =	100
CT =	538
CU = 1.4*438+1.7*100	783,2
CU =	
NIVEL 1	
CM =	742
CV =	300
CT =	1042
CU= 1.4*742+1.7*300	1 548,8
CU =	
Cutotal = 738,2+1 548,8	2 332 kg/mt2
Cutotal =	

Fuente: elaboración propia.

- Calculo del factor de carga última

$$FCU = \frac{CUT}{CT} \quad FCU = \frac{1\,548,8}{1\,042} \quad Fcu = 1,49$$

- Calculo de la carga axial (PU)

$$PU = A_{LOSA} * CU_{TOTAL} + PP_{VIGAS} * FCU$$

$$PU = 10,94 * 1\,548,8 + ((0,20 * 0,40)^2 * (3,95 + 2,77) * 2\,400) * 1,49 + 10,45 \text{ ton}$$

$$PU = 29\,980.51 \text{ KG}$$

$$PU = 29,98 \text{ TON}$$

- Cálculo de esbeltez de la columna (E)

Una columna es esbelta cuando los diámetros de su sección transversal son pequeños en relación con su longitud. Por el valor de su esbeltez, las columnas se clasifican en cortas ($E < 21$), intermedias ($21 < E < 100$), y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas, no se construyen.

La esbeltez se calcula con el procedimiento siguiente:

Tabla XXXVI. **Calculo de esbeltez en columnas**

ESBELTEZ DE COLUMNAS :					
No. DE VIGA	LONGITUD	INERCIA	No. DE COL	LONGITUD	INERCIA
VIGA 1 EJE X	2.78	106 666,67	A	4	32 552,08
VIGA 2 EJE X	2.75	106 666,67	B	3	32 552,08
VIGA 3 EJE Y	1.4	106 666,67			
VIGA 4 EJE Y	6.5	106 666,67			

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de coeficientes que miden el grado de empotramiento en la rotación (φ)

Extremo superior de la columna

$$\varphi_A = \frac{\left[\frac{\sum E_M I}{L} \right]_{COLUMNAS}}{\left[\frac{\sum E_M I}{L} \right]_{VIGAS}}$$

Dónde:

m = 1 (porque todo el marco es del mismo material)

I= Inercias de cada elemento estructural

L= Longitud de cada elemento estructural

$$\varphi_x = \frac{\left[\frac{1 * 32\,552,08}{4} + \frac{1 * 32\,552,08}{3} \right]_{COLUMNAS}}{\left[\frac{1 * 106\,666,67}{2,78} + \frac{1 * 106\,666,67}{2,75} \right]_{VIGAS}}$$

$$\varphi_y = \frac{\left[\frac{1 * 32\,552,08}{4} + \frac{1 * 32\,552,08}{3} \right]_{COLUMNAS}}{\left[\frac{1 * 106\,666,67}{1,4} + \frac{1 * 106\,666,67}{6,5} \right]_{VIGAS}}$$

Tabla XXXVII. **Calculo del grado de empotramiento en la rotación (φ)**

EXTREMO SUPERIOR	$\varphi_{ax} =$	0,25
	$\varphi_{ay} =$	0,21
EXTREMO INFERIOR DE LA COLUMNA		
$\varphi_{bx} = \varphi_{by} = 0$		
PROMEDIO		
$\varphi_x =$		0,12
$\varphi_y =$		0,10

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo coeficiente K

$$K = \frac{(20 - \varphi) * \sqrt{1 + \varphi_p}}{20}$$

$$K_x = \frac{(20 - 0,12) * \sqrt{1 + 0,12}}{20}$$

$$K_y = \frac{(20 - 0,10) * \sqrt{1 + 0,10}}{20}$$

- Cálculo de la esbeltez de la columna (E)

$$E = \frac{K * L}{\sigma}$$

Donde:

$\sigma = 0,30 * \text{Lado menor de columna, para columnas rectangulares}$

$$E_x = \frac{1,04 * 4}{0,3 * 0,25}$$

$$E_y = \frac{1,05 * 3}{0,3 * 0,25}$$

Para ambos valores obtenidos de E, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por lo tanto, se deben magnificar los momentos actuantes.

- Magnificación de momentos

En este caso, se trabajará de acuerdo al método de magnificación de momentos del código ACI 318R-05 sección 10, capítulo 13, que se describe a continuación.

- Cálculo del factor de flujo plástico del concreto (BD)

$$BD = \frac{CMU}{CU} \quad BD = \frac{1,4 * 742}{1\ 548,8} \quad BD = 0,67$$

- Cálculo del EI total del material:

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2,5 * (1 + BD)}$$

Dónde:

Ec, es el módulo de elasticidad del concreto y está dado por:

$$EC = 15\ 100 * \sqrt{F'c}$$

Ig, es la inercia bruta del elemento y está dada por:

$$IG = \frac{B * H^3}{12}$$

$$EC = 15\ 100 * \sqrt{210kg/cm^2}$$

$$EC = 21\ 8819,79$$

$$IG = \frac{25 * 25^3}{12}$$

$$IG = 32\ 552,08$$

$$EI = \frac{218\ 819,79 * 32\ 552,08}{2,5 * (1 + 0,67)}$$

$$EI = 170\ 5389451\ \text{KG*CM}^2$$

$$EI = 170.54\ \text{TON*MT}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler (Pcr)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2}$$

$$P_{crx} = \frac{\pi^2 * 170,54}{(1,05 * 4)^2} \quad P_{cry} = \frac{\pi^2 * 170,54}{(1,04 * 3)^2}$$

$$P_{crx} = 94,74\ \text{ton} \quad P_{cry} = 171,20\ \text{ton}$$

- Cálculo del magnificador del momento (δ)

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi * P_{cr}}\right)} \quad \text{Donde } \phi = 0,70 \text{ para columnas con estribos}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \left(\frac{29,98}{0,7 * 94,74}\right)}$$

$$\delta_x = 1,83$$

$$\delta_y = 1,33$$

- Cálculo de los momentos de diseño (Md)

$$M_d = \delta * M_u$$

$$M_{dx} = 1,83 * 7\,063,64 = 12\,891,78 \text{ kg*mt}$$

$$M_{dy} = 1,33 * 8\,407,42 = 11\,211,82 \text{ kg*mt}$$

- Refuerzo longitudinal

Para calcular el acero de refuerzo, se utilizó el método de Bresler, debido a que las columnas están sometidas a cargas axiales y momentos biaxiales. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes. El procedimiento es el siguiente:

Cálculo de límites de acero: estos fueron calculados según el código ACI 318R-05, capítulo 10, sección 9.1.

$$0,01A_g \leq A_s \leq 0,08A_g$$

$$A_{smin} = 0,01 * 0,25 * 0,25 = 6,25 \text{ CM}^2$$

$$A_{smax} = 0,08 * 0,25 * 0,25 = 50 \text{ CM}^2$$

Se propone un armado de 4 varillas No. 8 más 4 varillas No. 6 ($A_s=20,27\text{cms}^2$). Para este método se utilizan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores a utilizar son:

- Valor de la gráfica (Y)

$$Y = \frac{H_{nucleo}}{H_{columna}} = \frac{B - 2 * rec}{H_{columna}} \quad Y = \frac{0,25 - 2 * 0,03}{0,25} = 0,8$$

- Valor de la curva (ρ_{tu})

$$\rho_{tu} = \frac{A_s * F_y}{A_g * 0,85 * F'_c} \quad \rho_{tu} = \frac{31,63 * 2810 \text{kg/cm}^2}{625 * 0,85 * 210 \text{kg/cm}^2} = 0,80$$

- Excentricidades (e)

$$E_x = M_{dx} / P_u = 12\,891,78 / 29\,980,51 \quad E_x = 0,43$$

$$E_y = M_{dy} / P_u = 11\,211,82 / 29\,980,51 \quad E_y = 0,37$$

- Valor de las diagonales (e/h)

$$e_x / h_x = 0,43 / 0,25 = 1,72$$

$$e_y / h_y = 0,37 / 0,25 = 1,50$$

Con los datos obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y en los diagramas de iteración, siendo estos:

$$K'_x = 0,40 \text{ y } K'_y = 0,39$$

- Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad e (P'_u)

$$P'_{ux} = K_x * F'_c * b * h$$

$$P'_{ux} = 0,40 * 210 * 25 * 25 = 52\,500 \text{ kg}$$

$$P'_{uy} = 51\,187,5 \text{ kg}$$

- Cálculo de la carga axial de resistencia ($P'o$)

$$P'o = 0.70 * (0,85 * 210kg/cm^2 * (625 - 31.63) + 31.63 * 2810)$$

$$P'o = 13\ 6357,79\ kg$$

- Cálculo de la carga de resistencia de la columna ($P'u$)

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}} = P'u = \frac{1}{\frac{1}{52\ 500} + \frac{1}{51\ 187,5} - \frac{1}{13\ 6357,79}} = P'u = 32\ 000,01$$

Como $P'u$ es mayor a Pu (carga axial), el armado propuesto si resiste las cargas aplicadas, si no fuera así, se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla con la condición.

- Refuerzo transversal

Se proveerá de refuerzo transversal por medio de estribos, para resistir los esfuerzos de corte y armado. Por otro lado, en zonas sísmicas como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento de estribos en los extremos de la misma. El resultado del confinamiento, es un aumento en el esfuerzo de ruptura del concreto y además permite una deformación unitaria mayor del elemento. El procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el concreto (VCU)

$$Vr = \emptyset * 0,53 * \sqrt{210kg/cm^2} * 36 * 20$$

$$Vr = 0,85 * 0,53 * \sqrt{\frac{210kg}{cm^2}} * 25 * 22 = Vr = 3\,590,60\,kg$$

Comparar Vr con Vu con los siguientes criterios:

Si $Vr > Vu$ se colocan estribos a $S = d / 2$

Si $Vr = Vu$ se diseñan los estribos por corte

Para ambas opciones debe considerarse que la varilla mínima permitida es la No. 3, en este caso $Vr > Vu$, se colocan estribos a $S = d / 2 = 22 / 2 = 11\,cm$.

$$S = d / 2 = 22 / 2 = 11\,cms$$

Refuerzo por confinamiento: Según el código ACI 318R-05 en la sección 21 capítulo 10,5,1, la longitud de confinamiento se toma entre el mayor de los siguientes valores:

$$L = \begin{cases} L/6 = 4m / 6 = 0,67 \approx 0.7 \\ LCOL = 0,25 \\ 0.50\,m \end{cases}$$

Se tomará la longitud de 0,70m para el confinamiento en las columnas del primer nivel y de 0,50m para las columnas del segundo nivel.

- Cálculo de la relación volumétrica (ρ_s) $\rho_s = 0,12 (f' c / Fy)$

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{Ag}{Ach} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * F'c}{Fy} \right)$$

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{25 * 25}{19 * 19} - 1 \right) * \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right) \rho_s = 0,021$$

- Cálculo del espaciamiento entre estribos en la zona confinada (Szc)

$$S_{zc} = \frac{2 * A_v}{\rho_s * L_{Ach}} \quad S_{zc} = \frac{2 * 0,71}{0,021 * 19} \quad S_{zc} = 3,58 \approx 4 \text{ cm}$$

El espaciamiento de estribos en las zonas confinadas de las columnas, será de 4,0 centímetros con varillas No. 3. La sección de la columna se presenta en la planta de cimentación y columnas, de los planos constructivos mostrada en el apéndice.

4.4.3.1. Cimientos

Las zapatas se diseñan para transmitir las cargas de la estructura hasta los estratos más sólidos del suelo, serán de forma cuadrada, pensando en un armado sencillo y económico.

Los antecedentes a tomar para el diseño de las zapatas son las fuerzas y los momentos del análisis estructural y los datos del valor soporte del suelo, los datos a utilizar para el diseño de la zapata tipo 1 son:

Tabla XXXVIII. Datos a utilizar en el diseño de la zapata

Mx =	7289.56	7.29	TO N	My =	8109.16	8.11	Ton-mt
Pu =	29980.5	29.98	TO N	Vs = VALOR SOPORTE DEL SUELO =		9	TON/M 2
PSUELO =	1.12	TON/M 3		PCONCRETO =	2.4	TON/M 3	
FCU =	1.49			F'c =	210	KG/CM2	
Fy =	2810	KG/CM 2					

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de cargas de trabajo

$$P't = \frac{Pu}{Fcu} \quad P't = \frac{29,98 \text{ ton}}{1,49} \quad P't = 20,17 \text{ ton}$$

$$Mtx = \frac{Mx}{Fcu} \quad Mtx = \frac{7,29\text{ton}}{1,49} \quad Mtx = 4,90 \text{ ton} - \text{mt}$$

$$Mty = \frac{My}{Fcu} \quad Mty = \frac{8,11\text{ton}}{1,49} \quad Mty = 5,46 \text{ ton} - \text{mt}$$

Cálculo del área de la zapata (Az)

$$Az = \frac{1,5 * P't}{Vs} \quad Az = \frac{1,5 * 20,17\text{ton}}{\frac{9\text{ton}}{\text{m}^2}} \quad Az = 3,36\text{m}^2$$

Revisión de presión sobre el suelo: la zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas a ella por medio de la superficie en contacto con éste, ejerce una presión cuyo valor se define por la fórmula:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$S = \frac{bh^2}{6}$$

Además se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs), para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{1,70 * 3,5^2}{6} = 3,47m^3$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{cimiento}$$

$$P = 20,17 + (0,25*0,25*4*2,4) + (5,95*1*1,12) + (5,95*0,40*2,40) = 33,15$$

$$q = \frac{33,15}{5,95} \pm \frac{4,90}{3,47} \pm \frac{5,46}{3,47}$$

$$q_{\text{máx}} = 8,56 \leq 9\text{Ton/m}^2 \text{ cumple, no excede el Vs}$$

$$q_{\text{mín}} = 2,59 > 0 \text{ Ton/m}^2 \text{ cumple, sólo compresiones}$$

Presión última: como se observa en los cálculos anteriores, la presión está distribuida en forma variable, pero para efectos de diseño estructural se toma una presión última usando el criterio:

$$q_u = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 8,56 * 1,40 = 12,72 \text{ Ton/m}^2$$

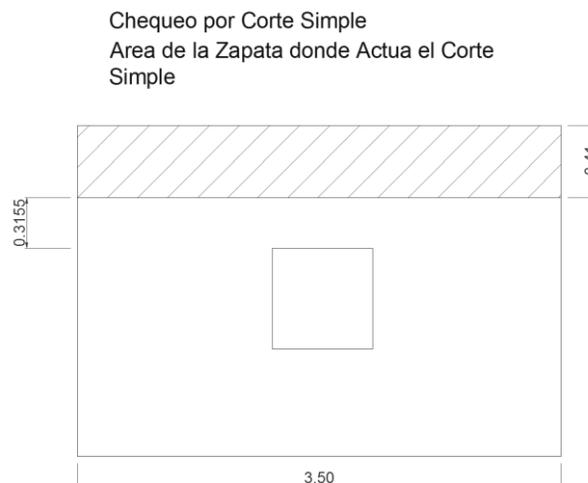
Espesor de zapata: dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor de 0,075 m, y que el peralte efectivo sea mayor de 0,15 m mas el

recubrimiento y el diámetro de la varilla a utilizar. Dicho espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Chequeo por corte simple: la falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi / 2 = 40 - 7,5 - 1,91 / 2 = 31,55 \text{ cm.}$$

Figura 18. **Área de zapata donde actúa el corte simple**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Calculo del cortante actuante

$$V_{act} = \text{área} * q_u = 2,5 * 0,41 = 8,68 \text{ Ton.}$$

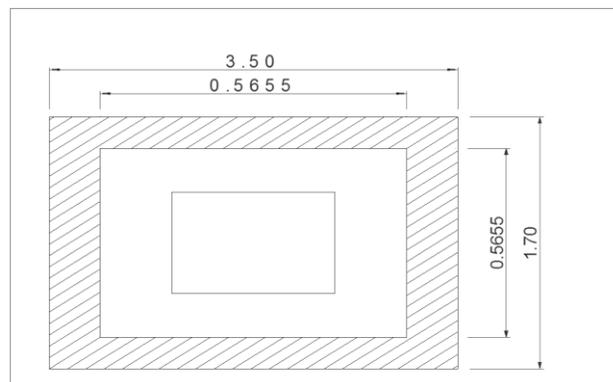
$$V_r = \frac{\phi * 0.53 * \sqrt{F'_c} * b * d}{1000} \quad V_r = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 1,70 * 31,55}{1000} \quad V_r = 35,01 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_r$ si cumple

Revisión de corte punzonante, la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna. La revisión que se realiza es:

Figura 19. **Área de zapata donde actúa el corte punzante**

Chequeo por Corte Punzante
 Área de la Zapata donde Actúa el Corte Punzante



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

$$b_o = \text{perímetro de adentro} = d + 25 = 31,55 + 25,00 = 56,55 \text{ cm}$$

$$b_o = 4 * 56,87 = 227,46 \text{ cm}$$

$$V_{act} = A * q_u = ((1,70 * 3,50) - 0,5655 * 0,5655) * 12,72 = 71,60 \text{ Ton.}$$

$$V_r = \frac{\phi * 1,06 * \sqrt{F'c} * b_o * d}{1\ 000}$$

$$V_r = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 227,46 * 31,55}{1\ 000}$$

$$V_r = 93,16 \text{ Ton.}$$

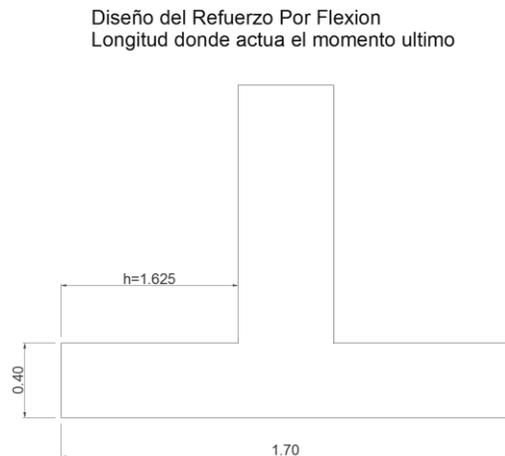
Vact < Vr si chequea

Diseño del refuerzo: el empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

Momento último: éste se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$M_u = \frac{qu * L^2}{2} = M_u = \frac{12,72 * 1,625^2}{2} = 16,79 \text{ ton} * \text{mt}$$

Figura 20. **Longitud H donde actúa el momento último**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero se define por la fórmula:

$$AS_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mact * b}{0.003825 * F'c}} \right] * \frac{0.85 * F'c}{Fy}$$

$$AS = 21,74 \text{ cm}^2$$

$$AS_{min} = \rho_{min} * b * d = \frac{14.1}{2810} * 2.5 * 31.55$$

$$AS_{min} = 26,91 \text{ cm}^2$$

Como $AS_{min} > AS_{req}$, entonces se utiliza AS_{min} .

Cálculo del espaciamiento entre varillas (S)

$$S = \frac{A_{varilla}}{AS} = \frac{3,87}{21,74} = 0,14$$

Por lo tanto, se colocarán varillas No. 7 @ 0,14m. Por ser esta la zapata más crítica, todas las demás tendrán el mismo armado.

Zapatas Combinadas:

Datos: las cargas y los momentos dados son últimos

Tabla XXXIX. **Momentos a evaluar en los cimientos**

CIMENTOS							
Mx =	7 289,56	7,290	TON	Mx2 =	7 289,56	7,29	TON
My =	8 109,16	8,109	TON	My2 =	7 213,54	7,21	TON
Pu1 =	29,98		TON	Pu2 =	9,04		TON
FCU =	1,49			FCU =	1,52		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Dimensiones de los elementos estructurales**

DIMENSIONES:							
SECCION DE COLUMNA=	25	*	25	LONGITUD DE LA COLUMNA =		3	MTS
SECCION DE VIGA =	20	*	40	LONGITUD DE LA COLUMNA =		4	MTS
ESPEJOR DE LOSA =	0,12			LONGITUD DE LA VIGA 1 =		6,4	MTS
				LONGITUD DE LA VIGA 2 =		2,78	MTS

Fuente: elaboración propia.

Para encontrar el área de la zapata se deben reducir las cargas últimas a cargas de trabajo. Reduciendo a cargas de trabajo.

$$P'1 = \frac{Pu}{Fcu} \quad P't = \frac{29,98 \text{ ton}}{1,49} \quad P'1 = 20,17 \text{ ton}$$

$$P'2 = \frac{Pu}{Fcu} \quad P't = \frac{9,04 \text{ ton}}{1,52} \quad P'2 = 5,94 \text{ ton}$$

Reduciendo a momentos de trabajo

$$M1x = \frac{Mx}{Fcu} \quad M1x = \frac{7,29 \text{ ton}}{1,49} \quad Mtx = 4,90 \text{ ton} - mt$$

$$M1y = \frac{My}{Fcu} \quad M1y = \frac{8,11 \text{ ton}}{1,49} \quad Mty = 5,46 \text{ ton} - mt$$

$$M2x = \frac{Mx}{Fcu} \quad M2x = \frac{7,29 \text{ ton}}{1,49} \quad Mtx = 4,90 \text{ ton} - mt$$

$$M2y = \frac{My}{Fcu} \quad M2y = \frac{7,21 \text{ ton}}{1,49} \quad Mty = 5,46 \text{ ton} - mt$$

La longitud del cimiento, se escoge de tal manera que el centro de carga coincida con el centro geométrico del cimiento. Se tiene que la formula $L=2*(m+n)$; donde: $n = 1,0$ metro como no existe restricciones en el terreno se puede asumir que $m=n=1,00$ m; por lo tanto se obtiene que:

$$L = 2 * (m + n) = 2 * (1 + 1) = 4,00 \text{ m} \quad \text{Si } Az = b * L \text{ y } L = 4,0 \text{ m}$$

$$b = \frac{\sum P'}{L * V_s} = \frac{R}{q * L} = \frac{20,17 + 5,94}{4 * 9} = 0,73mts$$

El área será de: 0,73 m x 4,00 m = 2,92 m², pero se utilizará b= 1,70m

$$Az = b * L = 1,70 \text{ m} \times 4,00 \text{ m} = 6,80 \text{ m}^2$$

Tabla XLI. **Cargas aplicadas a la zapata combinada**

CARGAS		
Pcolumn = secc.column*altura* γc =	0,6	TON
Psuelo = Az *desplante*γ =	7,616	TON
Pcim = Az * t * γc =	6,528	TON
Psuelo+Pcim =	14,144	TON
CARGAS EQUIVALENTES EN EL CENTROIDE GEOMÉTRICO		
$P_{cg} = P'_1 + P'_2 + 2 * P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$		
Pcg = 41.46 TON		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Sumatoria de momentos en el centro geométrico del cimiento**

HACIENDO $\sum M_{cg} = 0$			
M _{cgx} =	-10.0696306	10.07	T-M
M _{cgy} = M'y ₁ +M'y ₂ = 0	0.71		T-M

Fuente: elaboración propia.

Chequeando las presiones sobre el terreno

$$q = \frac{Pcg}{Az} \pm \frac{Mcgx}{Sx} \pm \frac{Mcy}{Sy} \quad S = \frac{bh^2}{6}$$

$$S_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{1,70 \cdot 4^2}{6} = 4,53 \quad S_y = \frac{bh^2}{6} = \frac{4 \cdot 1,70^2}{6} = 1,93$$

$$q_{\max} = 8,68770252 \quad q_{(+)} = 7,94825168$$

$$q_{\min} = 3,50576758 \quad q_{(-)} = 4,24521842$$

Tabla XLIII. **Presiones promedio, máximas y mínimas en las esquinas del cimiento**

qmax < Vs	indica que no existe presiones negativas o de tensión bajo el área de la zapata
qmin > 0	
PRESIONES PROMEDIO EN LAS ESQUINAS SON:	
q promedio (-+ y --) =	3,875493
q promedio (+- y ++)=	8,3179771

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Presiones sobre el suelo y cimiento**

PRESIONES DEL SUELO Y CIMIENTO		
qs = despl * ys =	1,12	TON/MT2
qcim = t * yc =	0,96	TON/MT2
qs+qcim =	2,08	TON/MT2

Fuente: elaboración propia.

Las presiones sobre el cimiento quedan de la siguiente manera:

$$3,87 \text{ Ton/m}^2 - 2,08 \text{ Ton/m}^2 = 1,80 \text{ Ton/m}^2$$

$$8,32 \text{ Ton/m}^2 - 2,08 \text{ Ton/m}^2 = 6,24 \text{ Ton/m}^2$$

Las presiones últimas de diseño serán: $q_{disu} = F_{cu} \cdot q$ y Las presiones últimas por metro lineal se obtienen de: $\omega = b \cdot q_{disu}$. Para $b =$ ancho cimiento $= 1,70 \text{ m}$.

$$q_{dise} = F_{cu} \cdot q$$

$$q = 2,73 \text{ ton / m}^2$$

$$q = 9,49 \text{ ton / m}^2$$

Se encuentra una expresión para cualquier distancia X , una presión dada por la relación de triángulos:

$$\frac{9,49 - 2,73}{4} = \frac{q_{dis} - 2,73}{x} \quad q_{disu} = 1,69x + 2,73$$

$$\text{Para } X = 1,3 \quad q_{dis} = 4.93 \text{ TON/M}^2$$

$$\text{Para } X = 2,7 \quad q_{dis} = 7.29 \text{ TON/M}^2$$

Tabla XLV. **Calculo de presiones para distancias (X)**

PARA	
q dis =	2.73
q dis =	4.93
q dis =	7.29
q dis =	9.49

TENEMOS		
$\omega =$	4.64	TON/M
$\omega =$	8.38	TON/M
$\omega =$	12.40	TON/M
$\omega =$	16.13	TON/M

Fuente: elaboración propia.

Se encuentra una expresión por relación de triángulos para cualquier distancia x, una expresión última por metro lineal, se obtiene:

$$\omega = 1,69X + 2,73 \text{ Ton/m si se encuentra } \omega \text{ para cuando } X_{cg} = 2,00 \text{ m.}$$

$$\text{Se tiene } \omega = 1,69*(2)+2,73 = 6,11 \text{ Ton/m}$$

- Diagrama de corte y momento

- Diagrama de corte

$$V_{ab} = \frac{(4,64 + 8,38) \text{ ton/m} * 1,30 \text{ m}}{2} = 8,46 \text{ Ton}$$

$$V_b = V_{ab} - 29,98 = -21,52 \text{ Ton}$$

$$V_{bc} = V_b + 7,29Y + \frac{2,73 * Y^2}{2} \quad V_{bc} = 0 \quad Y = ?$$

El valor de presión última por metro lineal cuando

$$V_{bc} = 0 \quad Y = 2,10 \text{ es de}$$

$$\omega = 1,69X + 2,73 \quad X = 1,30 + 2,10 = 3,40$$

$$\omega = 1,69*(3,40) + 2,73 = 8,48 \text{ Ton/mt}$$

$$V_{cd} = [(12,40+16,13)/2] * 1,70 = 18,54 \text{ Ton}$$

$$V_c = 9,04 - 18,54 = -9,50 \text{ Ton}$$

- Diagrama de momentos

$$M_{ab} = \left(\frac{1}{2}\right) * (1,30) * (8,46) = 5,50 \text{ Ton} - mt$$

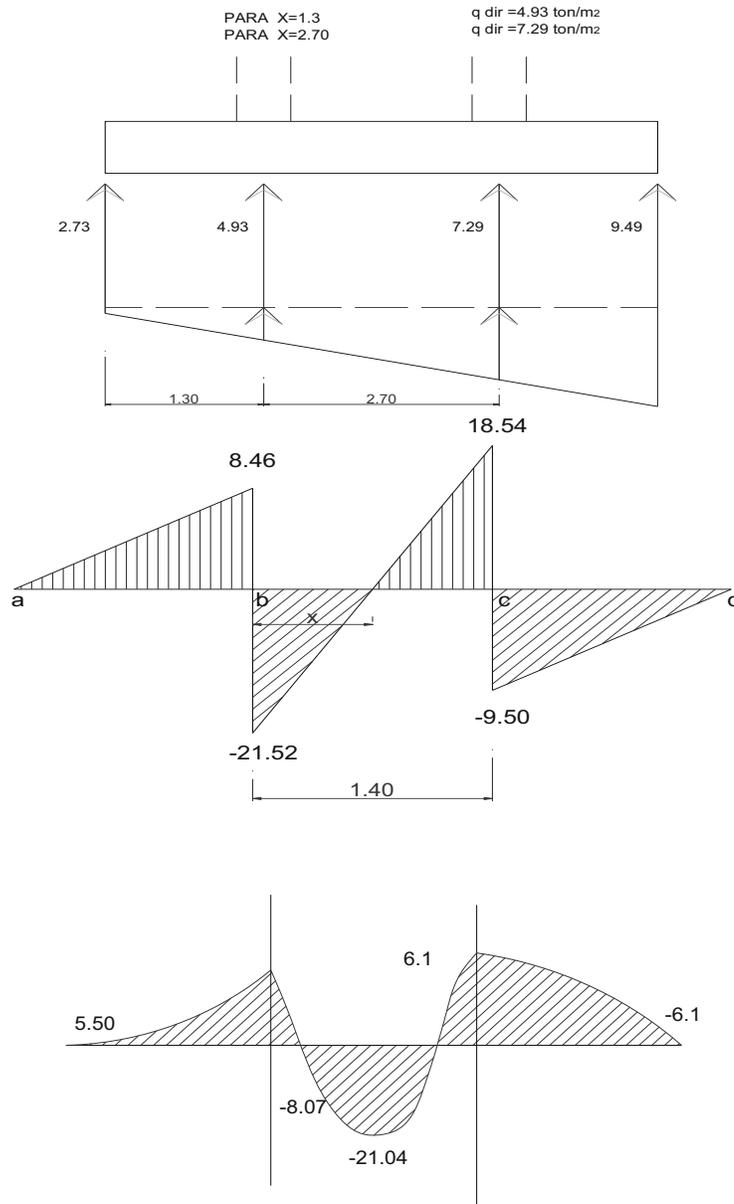
$$M_b = \left(\frac{1}{2}\right) * (0,75) * (-21,52) = -8,07 \text{ Ton} - mt$$

$$M_c = \left(\frac{1}{2}\right) * (0,65) * (18,54) = 6,1 \text{ Ton} - mt$$

$$M_d = \left(\frac{1}{2}\right) * (1,30) * (-9,50) = -6,1 \text{ Ton} - mt$$

$$Max = (5,5 - 7,09) + \left[\frac{(18,54 - 8,38) * 2,1^2}{2} \right] * \frac{1}{3} + \frac{(8,38) * 2,1^2}{2} + (-21,52 * 2,1) = -21,04$$

Figura 21. Diagrama de corte y momento zapata combinada



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

- Diseño estructural del cimiento
 - Chequeo por corte simple: según t asumida=0,45 m= 45 cm.

Donde:

$$d = [45 - 7,5 - 2,22/2] \text{ cm} = 36,39 \text{ cm.}$$

$$\text{Calculando V resistente} = VR = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 170 * 36,39 = 40,39 \text{ Ton } VR >$$

V

- Chequeo por corte punzonante: tomando como referencia el caso crítico, en la columna la cual tiene $Pu1 = 29,98 \text{ Ton}$

$$\text{Si } d = 36,39 \text{ cm } 30 + d = 25 + 36,39 = 61,39 \text{ cm}$$

$$VR = [0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * (61,39) * 36,39] / 1000 = 29,17 \text{ Ton}$$

El cálculo del corte punzonante actuante es:

$$V_{pz} = Pu1 - q_c * A_{pz} = 29,98 - 7,29 * (0,61) = 25,50$$

$$V_{pz} = 25,50 < V_r \quad \text{Si resiste el punzonamiento}$$

- Chequeo por flexión. Flexión sentido X-X

$$\text{Refuerzo mínimo} = AS_{min} = \rho_{min} * b * d = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

$$AS_{min} = \frac{14,1}{2810} * 170 * 36,39 = 31,04 \text{ cm}^2$$

El refuerzo mínimo en el ancho de 1,70 será:

$$A_s = 31,04 \text{ cm} * 1,70 = 52,77 \text{ cm}^2$$

El momento resistente con $A_s = 18,42 \text{ cm}^2$ es:

$$M_R = 0,9 * F_y * A_s * \left(d - \frac{A_s * F_y}{1,7 * F'_c * b} \right) =$$

$$M_r = 0,9 * 2810 * 31,04 * \left(36,39 - \frac{31,04 * 2810}{1,7 * 210 * 170} \right)$$

$$M_r = 27,43 > M_{max} 21,04$$

Colocar #7 @ 0,07 con A_s resiste los momentos a rostro de columna.

- Vigas transversales

Asumiendo un ancho de viga de $(c+1,5*d)$ se chequeará bajo la columna crítica y considerando que la viga será igual para las dos columnas

$$d_{y-y} = d_{x-x} - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2} \text{ si asumido } \phi \text{ de } \# 6$$

$$d_{y-y} = 36,39 - \frac{2,54}{2} - \frac{1,91}{2} = 34,16 \text{ c}$$

$$c + 1,5d = [25 + 1,5 * 34,16] \text{ cm} = 76,25 \text{ cm}$$

La viga transversal se diseñará con la presión uniforme, causada por la carga puntual de la columna.

$$q_d = \frac{PU_1}{b * (c + 1.5d)} = \frac{29,98}{1,7 * (0,7625)} = 23,13 \text{ T/m}^2$$

Chequeo por Corte Simple

$$V_{act} = q_d * b' * (c + 1.5d) = 25,65 * 0,0553 * 0,6874 = 0,98 \text{ Ton}$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{\frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} * 76 * \frac{34,16}{1000} = 17,01 \text{ n Ton}$$

$V_r > V_{act}$ si chequea por corte simple

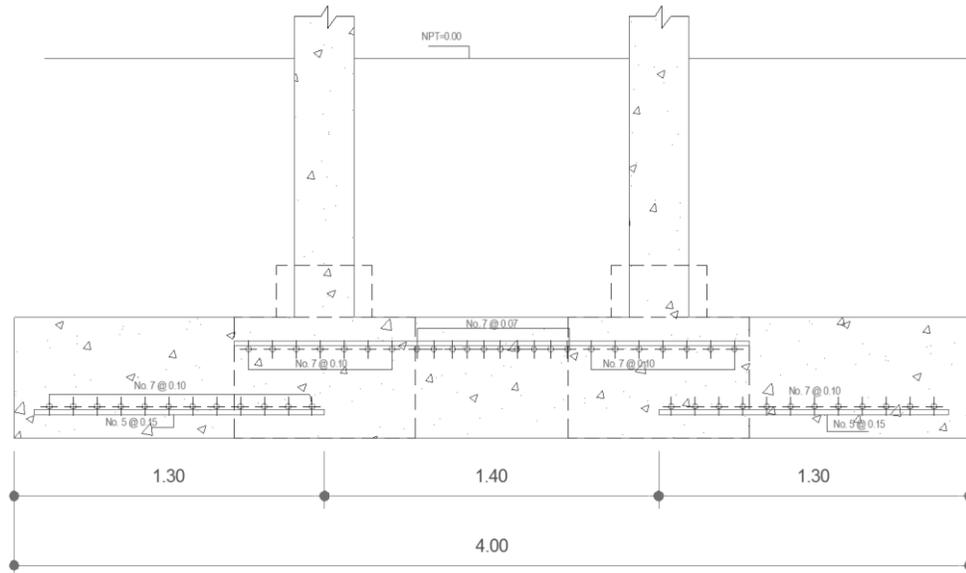
$$M_{act} = \frac{q_d * b'^2}{2} = \frac{23,13 * (0,4)^2}{2} = 1,85 \text{ Ton} - \text{mt}$$

$$\text{con } \left[\begin{array}{l} b = 76,25 \\ d = 34,16 \\ \frac{f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2}{f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2} \end{array} \right] \text{ se tiene } (A_{s_{min}} = 13,07 \text{ cm}^2)$$

Usar el $A_s = 13,07 \text{ cm}^2$

Colocar # 5 @ 0,15 m

Figura 22. Zapatas combinadas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

4.5. Diseño de gradas

Se diseñan las gradas para un futuro ya que la construcción se realizará por fases, donde ésta deberá ser cómoda y segura, dependiendo de la relación de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella.

$$c < 20 \text{ cm} \quad H > c \quad 2c + H < 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

$$c + H = 45 \text{ a } 48 \text{ cm}; \quad c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Donde:

c = contrahuella H = huella

- Cargas de diseño para una escalera:

$$CM = PP \text{ (escalera)} + PP \text{ (acabados); } PP \text{ (escalera)} = Wc = (t + c / 2)$$

- Número de escalones mínimo

$$h/c_{max} = 3.06 / 0,17 = 18 \text{ escalones}$$

Se tomaran 13 contrahuellas antes del descanso

Número de huellas = $13 - 1 = 12$ huellas.

- Chequeo

$$c = 17 \text{ cm} < 20 \text{ cm}; H = 30 \text{ cm}$$

$$2c + H = 2(17) + 30 = 64 < 64 \text{ cm}; \quad c + H = 17 + 30 = 47 \text{ cm}$$

$$c \times H = 17 * 30 = 510 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se tiene 13 contrahuellas de 17 cm y 12 huellas de 30 cm.

- Espesor de la losa

$$t = \text{perímetro} / 180 = (1,50 * 2 + 1,50 * 2 + 3,60 * 2 + 2,10 * 2) / 180 = 0,10 \text{ m}$$

- Integración de cargas

Peso propio de la escalera = $2,400 (0,10 + 0,18 / 2) = 436,00 \text{ Kg/m}^2$

Acabados = $100,00 \text{ Kg/m}^2$

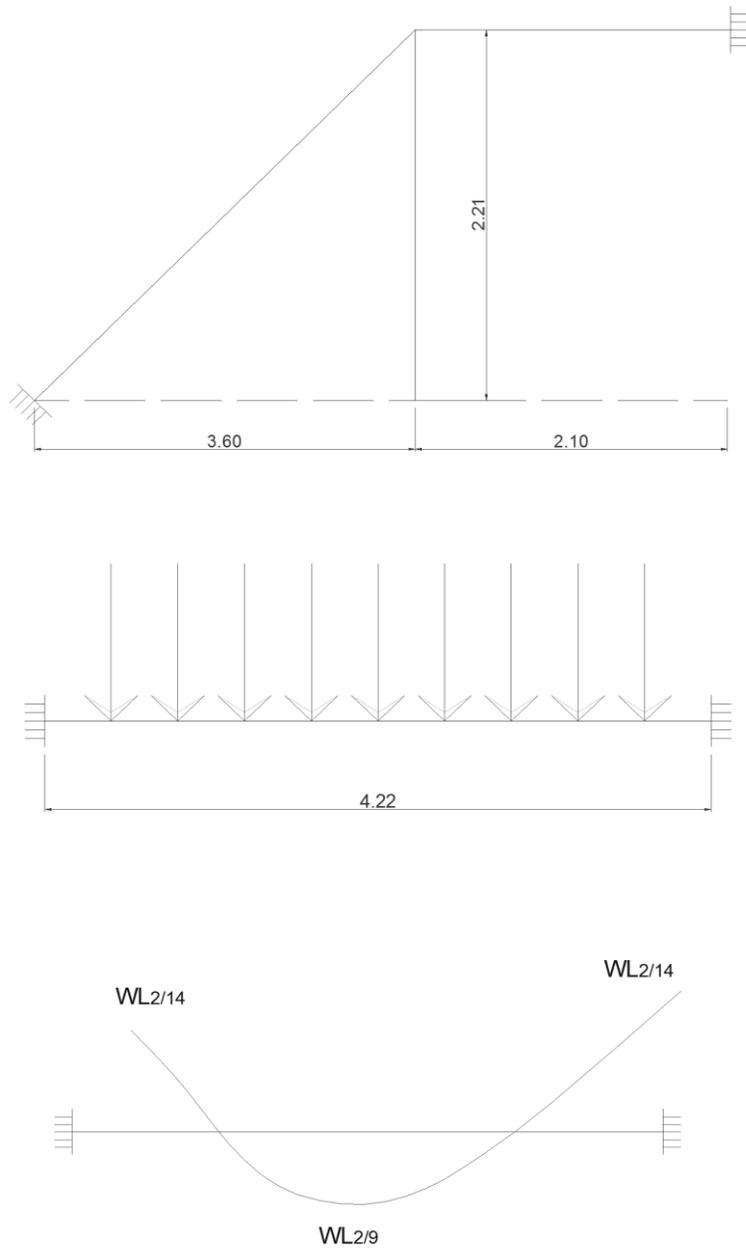
Total = $536,00 \text{ Kg/m}^2$

Carga viva = $500,00 \text{ Kg/m}^2$

$C_u = 1,4C_M + 1,7C_V = 1,40 (536,00) + 1,70 (500,00) = 1\ 600,40 \text{ Kg/m}^2$

Los resultados se muestran a continuación:

Figura 23. Distribución de carga y momento



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2010.

$$d = \sqrt{(3,60)^2 + (2,21)^2} = 4,22 \text{ m}$$

$$M_{(+)} = \frac{1\,600,40 + 4,22^2}{9} = 3\,171,08 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{1\,600,40 + 4,22^2}{14} = 2\,039,84 \text{ kg} - \text{m}$$

$$As_{max} = 0,50\rho * bd = 0,50 * 0,03695 * 100 * 7,5 = 13,86 \text{ cm}^2$$

$$AS_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mact * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \frac{0,85 * F'c}{Fy}$$

$$M (+) = As = 21,65 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 5 @ } 0,10 \text{ m}$$

$$M (-) = As = 12,36 \text{ cm}^2; \text{ varilla No. 4 @ } 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Acero por temperatura} = As = 0,002 * b * t = 0,002 (100)*(10) = 2,00 \text{ cm}^2$$

$$S_{m\acute{a}x} = 2 * t = 2 * 10 = 20 \text{ cm}; \text{ Varilla No. 3 @ } 0,20 \text{ m.}$$

4.6. Diseño de instalaciones eléctricas, hidráulicas, drenajes

Las instalaciones en los edificios pueden ser variables de acuerdo al uso que se les vaya a dar.

Para este proyecto se subdividen en agua potable, drenajes y electricidad (que se subdivide en fuerza eléctrica e iluminación). Y el servicio de internet se propone sea inalámbrico.

Agua potable: todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, con tubería PVC ϕ $\frac{3}{4}$ pulgada, y los abastos por medio de tubería PVC ϕ $\frac{1}{2}$ pulgada. Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

Drenajes: las instalaciones de aguas negras y aguas pluviales, se trabajaron en sistemas separativos. Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

Electricidad: el sistema de electricidad contará con un tablero de distribución de 12 flipones de los cuales 1 se utilizará para instalaciones de iluminación y 1 para las instalaciones de fuerza, dejando los flipones restantes para posibles ampliaciones.

La instalación eléctrica para iluminación cuenta con 2 circuitos en el primer nivel y 2 en el segundo nivel, cada circuito tiene un máximo de 15 unidades (lámparas 2 x 60 tipo industrial).

La instalación eléctrica de fuerza, cuenta con 1 circuitos en el primer nivel, 1 circuitos en el segundo nivel. Cada circuito de fuerza tiene como máximo 7 tomacorrientes dobles con placa metálica.

El circuito de fuerza está diseñado para aparatos de oficina, los cuales no deben exceder la capacidad del diseño. La implementación de otros aparatos o de aire acondicionado requiere de un diseño diferente.

Ver el resumen de cálculo en el apéndice.

4.7. Planos constructivos

Los planos para el edificio municipal comprenden: planta de fachada más cortes, planta amueblada, planta acotada, elevaciones y cortes, planta de acabados, planta cimentación y columnas, planta de losas y vigas, detalles estructurales, planta de instalaciones eléctricas, planta de instalaciones hidráulicas y planta de instalaciones sanitarias, los cuales se presentan en los anexos.

4.8. Presupuesto

Para la planificación de este proyecto, se elaboró el presupuesto incluyendo la demolición del edificio existente y la construcción de la nueva edificación, el procedimiento para desarrollarlos es el siguiente:

Renglones de trabajo: se separa cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por incisos ordenados, siguiendo la secuencia lógica de ejecución.

Cuantificación de renglones: se le asigna a cada renglón, una unidad de medida. Luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

Costo directo: se incluyen los precios de los materiales y de mano de obra calificada y no calificada, necesaria en cada unidad de ejecución.

Costo indirecto: es la suma de todos los gastos administrativos. Se valoriza como un porcentaje del costo directo, que se basa en la experiencia en obras similares e incluye imprevistos, supervisión, gastos administrativos e

impuestos. Este porcentaje debe estar en el rango de 25% y 45%, Para este proyecto se tomó el valor de 32%.

Precio unitario: es el precio por unidad de medida o unidad de pago, este se obtuvo a través de la integración de valores del costo directo e indirecto.

Costo total por renglón: se calcula como el producto entre la cantidad de trabajo por el precio unitario de cada renglón.

Costo total del proyecto: se define como la sumatoria de todos los costos totales por renglón. El presupuesto de construcción se presenta en la siguiente página.

Tabla XLVI. Presupuesto integrado

PRESUPUESTO INTEGRADO						
PROYECTO: Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles Cantón Tonalá						
DIRECCION: Cantón Tonalá, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos						
FECHA: Febrero de 2013						
No.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	Q/U	SUB-TOTAL	COSTO TOTAL
1	Trazo y Replanteo	195.00	m2	21.12	Q 4,118.40	
2	Excavacion Estructural	128.36	m3	50.82	Q 6,523.26	
3	Relleno Estructural	166.87	m3	42.37	Q 7,070.28	
4	Zapatas Tipo z 1 (1.70x3.50x0.45mts)	11.00	UNIDAD	10,574.06	Q 116,314.66	
5	Zapatas Tipo z 2(1.80x4.00x0.45 mts)	11.00	UNIDAD	22,756.93	Q 250,326.23	
6	Viga conectora de 0.20*0.45mts	90.70	ml	404.22	Q 36,662.75	
7	Solera de Amarre de 0.15*0.20 mts.	6.20	ml	116.44	Q 721.93	
8	Levantado de Muro. Block de 0.14*0.19*0.39mts de 35 kg/cm2	144.68	m2	182.98	Q 26,473.55	
9	Solera Intermedia de 0.15*0.10 mts.	67.00	ml	116.44	Q 7,801.48	
10	Viga tipo 1	86.90	ml	659.00	Q 57,267.10	
11	Voiga tipo 2	49.95	ml	621.85	Q 31,061.41	
12	Columna C-1 de 0.25*0.25 mts.	21.00	ml	1,217.36	Q 25,564.56	
13	Columna C-3 de 0.15*0.15 mts.	7.00	ml	174.77	Q 1,223.39	
14	Columna C-4 de 0.15*0.10 mts.	4.00	ml	63.29	Q 253.16	
15	Columna C-5 de 0.10*0.10 mts.	12.00	ml	38.15	Q 457.80	
16	Armado y Fundicion de Losa T=0.12Mts.	108.23	m2	495.50	Q 53,627.97	
17	Tallado en Columnas,soleras, viga y losa	296.48	m2	109.94	Q 32,595.01	
18	Repello + Cerrido en Columnas Vigas y Losa	296.48	m2	105.94	Q 31,409.09	
19	Blanqueado en columnas	161.45	m2	42.06	Q 6,790.59	
20	Piso de Ceramico	131.54	m2	221.67	Q 29,158.47	
21	Piso antideslizante	8.98	m2	228.27	Q 2,049.86	
22	insalacion de azulejo nacional blanco	29.90	m2	161.83	Q 4,838.72	
23	Instalacion de Drenaje Pluvial	1.00	Global	13,272.07	Q 13,272.07	
24	Instalacion de artefactos sanitarios	11.00	UNIDAD	815.76	Q 8,973.36	
25	Instalacion de Drenaje Sanitario	1.00	Global	15,058.56	Q 15,058.56	
26	Instalaciones Electricas	1.00	Global	23,760.01	Q 23,760.01	
27	Ventaneria Metalica+Vidrio de 4mm	12.33	m2	627.00	Q 7,730.91	
28	Puerta de Metal	4.00	UNIDAD	1,551.00	Q 6,204.00	
29	Puerta de Metal para baños	6.00	UNIDAD	1,023.00	Q 6,138.00	
30	Armado y Fundicion de gradas + Rampa T=0.12 Mts.	8.98	m2	7,769.83	Q 69,773.07	
PRECIO TOTAL PRIMER NIVEL						Q 883,219.65
SEGUNDO NIVEL						
No.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	Q/U	SUB-TOTAL	COSTO TOTAL
31	Levantado de Muro. Block de 0.14*0.19*0.39mts de 35 kg/cm2	179.53	ml	182.98	Q 32,850.40	
32	Solera Intermedia de 0.15*0.10 mts.	61.80	ml	116.44	Q 7,195.99	
33	Viga tipo 1	86.90	ml	659.00	Q 57,267.10	
34	Voiga tipo 2	49.95	ml	621.85	Q 31,061.41	
35	Columna C-2 de 0.25*0.25 mts.	118.80	ml	746.29	Q 88,659.25	
36	Columna C-3 de 0.15*0.15 mts.	32.40	ml	174.77	Q 5,662.55	
37	Armado y Fundicion de Losa T=0.12Mts.	108.23	m2	495.50	Q 53,627.97	
38	Tallado en Columnas,soleras, viga y losa	296.48	m2	109.94	Q 32,595.01	
39	Repello + Cerrido en Columnas Vigas y Losa	296.48	m2	105.94	Q 31,409.09	
40	Blanqueado en columnas	161.45	m2	42.06	Q 6,790.59	
41	Piso de Ceramico	131.54	m2	221.67	Q 29,158.47	
42	Ventaneria Metalica+Vidrio de 4mm	16.06	m2	627.00	Q 10,069.62	
43	Puerta de Metal	3.00	Global	1,551.00	Q 4,653.00	
PRECIO TOTAL SEGUNDO NIVEL						Q 391,000.45
MONTO TOTAL DE : MATERIALES + MANO DE OBRA CALIFICADA + INDIRECTOS						Q 1,274,220.10
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO						Q 1,274,220.10

QUINIENTOS CATORCE MIL DOCIENTOS SESENTA Y UN QUETZALES EXACTOS
UN MILLON DOSCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTE QUETZALES CON 10/100

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Costos unitarios

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
Concepto: Trazo y Replanteo.	UNIDAD DE MEDIDA			M2
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
HERRAMIENTA Y EQUIPO				
Herramienta	1	m2	Q 5.00	Q 5.00
Equipo topografico	1	m2	Q 5.00	Q 5.00
SUB-TOTAL :				Q 10.00
TOTAL HERRAMIENTA Y EQUIPO				Q 10.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Trazado y puenteado	1.00	GLOBAL	Q 6.00	Q 6.00
SUB-TOTAL :				Q 6.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 6.00
SUBTOTAL COSTO DE HERRAMIENTA MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q	16.00
INDIRECTOS	32%		Q	5.12
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q	21.12
PRECIO UNITARIO TOTAL M2			Q	21.12
PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Excavación Estructural	UNIDAD DE MEDIDA			M3
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
HERRAMIENTA				
herraamienta	1	global	8.50	8.50
SUB-TOTAL :				Q 8.50
TOTAL DE HERRAMIENTA				Q 8.50
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Corte de terreno.	1.00	M3	30.00	30.00
SUB-TOTAL :				Q 30.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 30.00
INTEGRACION DEL PRECIO UNITARIO TOTAL				
SUBTOTAL COSTO DE HERRAMIENTA + MANO DE OBRA			Q	38.50
INDIRECTOS	32%		Q	12.32
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q	50.82
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M3			Q	50.82

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Relleno estructural	UNIDAD DE MEDIDA			M3
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
HERRAMIENTA				
herramienta	1	global	8.50	8.50
compactadora	1	M3	3.60	3.60
SUB-TOTAL :				Q 12.10
TOTAL DE HERRAMIENTA				Q 12.10
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Corte de terreno.	1.00	M3	20.00	20.00
SUB-TOTAL :				Q 20.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 20.00
SUBTOTAL COSTO DE HERRAMIENTA + MANO DE OBRA			Q 32.10	
INDIRECTOS	32%		Q 10.27	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 42.37	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M3			Q 42.37	
PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Zapatas Tipo z 1 (1.70x3.50x0.45)	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: U			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 PSI	26.96	Sc	75.01	2022.27
Arena de rio	1.70	M.3	230.95	392.62
Piedrin 1/2"	2.55	M.3	302.52	771.43
Hierro # 7 grado 40	7.62	qq	420.90	3207.26
Alambre de amarre	36.35	Lbs	7.01	254.81
SUB-TOTAL :				Q 6,648.39
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 6,648.39
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Armado # 7	7.62	qq	43.08	328.27
Fundicion	2.84	M.3	364.08	1033.99
SUB-TOTAL :				Q 1,362.26
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 1,362.26
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA			Q 8,010.65	
INDIRECTOS	32%		Q 2,563.41	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 10,574.06	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR UNIDAD			Q 10,574.06	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:		Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez. San Marcos			
CONCEPTO: Zapatas Tipo z 2 (1.70x4.00x0.45)		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: U			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES					
Cemento gris UGC 4000 PSI	30.81	Sc	75.01	2311.06	
Arena de río	1.95	M.3	230.95	450.35	
Piedrin 1/2"	2.92	M.3	302.52	883.36	
Hierro # 7 grado 40	16.93	qq	420.90	7125.84	
Hierro # 5 grado 40	7.79	qq	420.90	3278.81	
Alambre de amarre	117.91	Lbs	7.01	826.55	
SUB-TOTAL :				Q 14,875.97	
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 14,875.97	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Armado # 7	16.93	qq	43.08	729.34	
Armado # 5	7.79	qq	58.43	455.17	
Fundicion	3.24	M.3	364.08	1179.62	
SUB-TOTAL :				Q 2,364.13	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 2,364.13	
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA			Q 17,240.10		
INDIRECTOS		32%	Q 5,516.83		
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 22,756.93		
PRECIO UNITARIO TOTAL POR UNIDAD			Q 22,756.93		

PROYECTO:		Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez. San Marcos			
CONCEPTO: Viga conectora de 0.20*0.40 mts. 4 No. 5 + est No3 @ 0.15		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES					
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.81	Sc	75.01	60.76	
Arena de río	0.05	M.3	230.95	11.55	
Piedrin 1/2"	0.08	M.3	302.52	24.20	
Hierro # 3 grado 40 transversal	0.14	qq	420.90	58.93	
Hierro # 5 grado 40 longitudinal	0.19	qq	420.90	79.97	
Alambre de amarre	1.40	Lbs	7.01	9.81	
Madera	1.39	P.t	0.76	1.06	
Clavo para madera	0.04	Lbs	7.01	0.28	
SUB-TOTAL :				Q 246.56	
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 246.56	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Armado # 2	0.14	qq	110.91	15.53	
Armado # 4	0.19	qq	71.76	13.63	
Formaleta	1.39	P.t	0.66	0.92	
Fundicion	0.08	M.3	364.08	29.13	
Desencofrado	1.39	P.t	0.33	0.46	
SUB-TOTAL :				Q 59.67	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 59.67	
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA			Q 306.23		
INDIRECTOS		32%	Q 97.99		
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 404.22		
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q 404.22		

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
Levantado de Muro. Block de 0.14*0.19*0.39mts de 35 kgms.	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: M2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Block 14x19x39 cm de 35 kg/cm2	13.25	U	Q 5.29	Q 70.09
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.16	Sc	Q 75.01	Q 12.00
Arena de rio	0.01	M.3	Q 230.95	Q 2.31
Cal (viva)	0.03	sacos	Q 25.27	Q 0.76
Madera para andamio	6.34	Pt	Q 0.76	Q 4.82
clavo	0.09	Lbs	Q 7.01	Q 0.63
SUB-TOTAL :				Q 90.61
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 90.61
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Preparacion de mezcla	0.01	M3	Q 132.95	Q 1.33
Colocacion block de 14 limpio	13.25	U	Q 3.05	Q 40.41
Amar andamio	6.34	MI	Q 0.66	Q 4.18
Quitar andamio	6.34	MI	Q 0.33	Q 2.09
SUB-TOTAL :				Q 48.01
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 48.01
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA				Q 138.62
INDIRECTOS			32%	Q 44.36
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 182.98
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 182.98

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Solera Intermedia de 0.15*0.20 mts.	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.30	Sc	Q 75.01	Q 22.50
Arena de rio	0.02	M.3	Q 230.95	Q 4.62
Piedrin 1/2"	0.03	M.3	Q 302.52	Q 9.08
Hierro # 2 grado 40 transversal	0.04	qq	Q 420.90	Q 16.84
Hierro # 3 grado 40 longitudinal	0.03	qq	Q 420.90	Q 12.63
Alambre de amarre	0.33	Lbs	Q 7.01	Q 2.31
Madera	1.39	P.t	Q 0.76	Q 1.06
Clavo para madera	0.04	Lbs	Q 7.01	Q 0.28
SUB-TOTAL :				Q 69.32
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 69.32
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Armado # 2	0.04	qq	Q 110.91	Q 4.44
Armado # 4	0.03	qq	Q 71.76	Q 2.15
Formaleta	1.39	P.t	Q 0.66	Q 0.92
Fundicion	0.03	M.3	Q 364.08	Q 10.92
Desencofrado	1.39	P.t	Q 0.33	Q 0.46
SUB-TOTAL :				Q 18.89
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 18.89
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA				Q 88.21
INDIRECTOS			32%	Q 28.23
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 116.44
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML				Q 116.44

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

CONCEPTO: Viga tipo 1	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: m ^l
------------------------------	--

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.81	Sc	Q 75.01	Q 60.76
Arena de rio	0.05	M.3	Q 230.95	Q 11.55
Piedrin 1/2"	0.08	M.3	Q 302.52	Q 24.20
Hierro # 3grado 40 transversal	0.09	qq	Q 420.90	Q 37.88
Hierro # 5 grado 40 longitudinal	0.06	qq	Q 420.90	Q 25.25
Hierro # 6 grado 40 longitudinal	0.49	qq	Q 420.90	Q 206.24
Alambre de amarre	3.05	Lbs	Q 7.01	Q 21.38
Madera	13.12	P.t	Q 1.52	Q 19.94
Clavo para madera	0.52	Lbs	Q 7.01	Q 3.65
SUB-TOTAL :				Q 410.85
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 410.85

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
Armado # 3	0.09	qq	Q 97.13	Q 8.74
Armado # 5	0.06	qq	Q 58.43	Q 3.51
Armado # 6	0.49	qq	Q 57.55	Q 28.20
Formaleta	13.12	P.t	Q 0.66	Q 8.66
Fundicion	0.08	M.3	Q 436.90	Q 34.95
Desencofrado	13.12	P.t	Q 0.33	Q 4.33
SUB-TOTAL :				Q 88.39
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 88.39
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA			Q	499.24
INDIRECTOS 32%			Q	159.76
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q	659.00
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q	659.00

INTEGRACION COSTO UNITARIO	
PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

REGLON No: 16	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: m ^l
CONCEPTO: Viga tipo 2	

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.81	Sc	Q 75.01	Q 60.76
Arena de rio	0.05	M.3	Q 230.95	Q 11.55
Piedrin 1/2"	0.08	M.3	Q 302.52	Q 24.20
Hierro # 3grado 40 transversal	0.14	qq	Q 420.90	Q 58.93
Hierro # 4grado 40 transversal	0.03	qq	Q 420.90	Q 12.63
Hierro # 5 grado 40 longitudinal	0.19	qq	Q 420.90	Q 79.97
Hierro # 6 grado 40 longitudinal	0.22	qq	Q 420.90	Q 92.60
Alambre de amarre	2.77	Lbs	Q 7.01	Q 19.42
Madera	13.12	P.t	Q 1.52	Q 19.94
Clavo para madera	0.52	Lbs	Q 7.01	Q 3.65
SUB-TOTAL :				Q 383.65
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 383.65

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
Armado # 3	0.14	qq	Q 97.13	Q 13.60
Armado # 4	0.03	qq	Q 71.76	Q 2.15
Armado # 5	0.19	qq	Q 58.43	Q 11.10
Armado # 6	0.22	qq	Q 57.55	Q 12.66
Formaleta	13.12	P.t	Q 0.66	Q 8.66
Fundicion	0.08	M.3	Q 436.90	Q 34.95
Desencofrado	13.12	P.t	Q 0.33	Q 4.33
SUB-TOTAL :				Q 87.45
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 87.45
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA			Q	471.10
INDIRECTOS 32%			Q	150.75
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q	621.85
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q	621.85

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Columna C-1 (0.25x0.25m)	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.63	Sc	75.01	47.26
Arena de río	0.04	M.3	230.95	9.24
Piedrin 1/2"	0.06	M.3	302.52	18.15
Hierro # 3 grado 40 transversal	0.38	qq	420.90	159.94
Hierro # 6 grado 40 longitudinal	0.26	qq	420.90	109.43
Hierro # 8 grado 40 longitudinal	0.99	qq	420.90	416.69
Alambre de amarre	2.71	Lbs	7.01	19.00
Madera	11.61	P.t	1.01	11.73
Clavo para madera	0.62	Lbs	7.01	4.35
SUB-TOTAL :				Q 795.79
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 795.79

MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Armado # 3	0.38	qq	97.13	36.91
Armado # 6	0.26	qq	57.55	14.96
Armado # 8	0.99	qq	41.67	41.25
Formaleta	11.61	P.t	0.66	7.66
Fundicion	0.06	M.3	364.08	21.84
Desencofrado	11.61	P.t	0.33	3.83
SUB-TOTAL :				Q 126.45
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 126.45
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 922.24	
INDIRECTOS			32% Q 295.12	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 1,217.36	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q 1,217.36	

INTEGRACION COSTO UNITARIO				
PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Columna C-2 de 0.25*0.25 mts.	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.63	Sc	Q 75.01	Q 47.26
Arena de río	0.04	M.3	Q 230.95	Q 9.24
Piedrin 1/2"	0.06	M.3	Q 302.52	Q 18.15
Hierro # 3 grado 40 transversal	0.16	qq	Q 420.90	Q 67.34
Hierro # 8 grado 40 longitudinal	0.76	qq	Q 420.90	Q 319.88
Alambre de amarre	3.90	Lbs	Q 7.01	Q 27.34
Madera	1.74	P.t	Q 0.76	Q 1.32
Clavo para madera	0.06	Lbs	Q 7.01	Q 0.42
SUB-TOTAL :				Q 490.95
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 490.95
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Armado # 3	0.16	qq	Q 97.13	Q 15.54
Armado # 8	0.76	qq	Q 41.67	Q 31.67
Formaleta	1.74	P.t	Q 0.66	Q 1.15
Fundicion	0.07	M.3	Q 364.08	Q 25.49
Desencofrado	1.74	P.t	Q 0.33	Q 0.57
SUB-TOTAL :				Q 74.42
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 74.42
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 565.37	
INDIRECTOS			32% Q 180.92	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 746.29	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q 746.29	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Columna C-3 0.15x0.15 mts		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CO. DIRI	
MATERIALES Y EQUIPO					
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.23	Sc	75.01		
Arena de río	0.01	M.3	230.95		
Piedrin 1/2"	0.02	M.3	302.52		
Hierro # 2grado 40 transversal	0.01	qq	420.90		
Hierro # 3 grado 40 longitudinal	0.07	qq	420.90		
Alambre de amarre	0.34	Lbs	7.01		
Madera	3.48	P.t	1.01		
Clavo para madera	0.18	Lbs	7.01		
SUB-TOTAL :				Q 1	
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CO. DIRI	
Armado # 2	0.01	qq	110.91		
Armado # 3	0.07	qq	97.13		
Formaleta	3.48	P.t	0.66		
Fundicion	0.15	M.3	364.08		
Desencofrado	3.48	P.t	0.33		
SUB-TOTAL :				Q 1	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:					
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 132.40		
INDIRECTOS	32%		Q 42.37		
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 174.77		
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q 174.77		

PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Columna C-4 de 0.15*0.10 mts.		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CO. DIRI	
MATERIALES Y EQUIPO					
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.15	Sc	75.01		
Arena de río	0.01	M.3	230.95		
Piedrin 1/2"	0.01	M.3	302.52		
Hierro # 2grado 40 transversal	0.01	qq	420.90		
Hierro # 3 grado 40 longitudinal	0.03	qq	420.90		
Alambre de amarre	0.17	Lbs	7.01		
Madera	1.04	P.t	0.76		
Clavo para madera	0.03	Lbs	7.01		
SUB-TOTAL :					
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CO. DIRI	
Armado # 2	0.01	qq	110.91		
Armado # 3	0.03	qq	97.13		
Formaleta	1.04	P.t	0.66		
Fundicion	0.02	M.3	364.08		
Desencofrado	1.04	P.t	0.33		
SUB-TOTAL :					
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:					
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 47.95		
INDIRECTOS	32%		Q 15.34		
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 63.29		
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML			Q 63.29		

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles		
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos		
CONCEPTO: Columna C-5 de 0.10*0.10 mts.		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: ML		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CC DIR
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.10	Sc	75.01	
Arena de río	0.01	M.3	230.95	
Piedrin 1/2"	0.01	M.3	302.52	
Hierro # 3 grado 40 longitudinal	0.02	qq	420.90	
Alambre de amarre	0.10	Lbs	7.01	
Madera	0.70	P.t	0.76	
Clavo para madera	0.02	Lbs	7.01	
SUB-TOTAL :				
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CC DIR
Armado # 3	0.02	qq	97.13	
Formaleta	0.70	P.t	0.66	
Fundicion	0.01	M.3	364.08	
Desencofrado	0.70	P.t	0.33	
SUB-TOTAL :				
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 28.90	
INDIRECTOS			32%	Q 9.25
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 38.15
PRECIO UNITARIO TOTAL POR ML				Q 38.15

PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles		
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos		
CONCEPTO: Armado y fundicion de losa de t=0.12 mts		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: M2		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CC DIR
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento gris UGC 4000 PSI	1.14	Sc	75.01	
Arena de río	0.08	M.3	230.95	
Piedrin 1/2"	0.11	M.3	302.52	
Hierro de 3/8" ambos sentidos grado 40	0.21	qq	420.90	
alambre de amarre	1.00	lbs	7.01	
Madera	33.42	P.t	0.76	
Clavo para madera	1.34	Lbs	7.01	
SUB-TOTAL :				Q :
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	CC DIR
Armado de hierro No.3	0.21	qq	97.13	
Formaleta	33.42	P.t	0.66	
Fundicion	0.13	M.3	418.69	
Desencofrado	33.42	P.t	0.33	
SUB-TOTAL :				Q :
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 375.38	
INDIRECTOS			32%	Q 120.12
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 495.50
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 495.50

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Repello + Cernido en Vigas, Columnas + losa	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Arena amarilla cernida en 1/4"	0.04	M.3	104.50	4.18
Arena blanca cernida 1/16"	0.02	M.3	121.00	2.42
Cal hidratada	0.27	Bls	25.90	6.99
Cemento gris UGC 4000 PSI	0.09	Sc	75.01	6.75
madera	6.84	Pt	1.01	6.91
SUB-TOTAL :				Q 27.25
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 27.25
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Preparar mezcla	0.03	M.3	7.50	0.23
Aplicar repello+cernido	1.00	M.2	28.01	28.01
Tallado	1.00	M.2	18.00	18.00
Amar andamio	6.84	M.L	0.66	4.51
Desamar andamio	6.84	M.L	0.33	2.26
SUB-TOTAL :				Q 53.01
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 53.01
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 80.26	
INDIRECTOS			32%	
			Q 25.68	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 105.94	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2			Q 105.94	

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Tallado en columnas, soleras, vigas, losa	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Arena amarilla cernida en 1/4"	0.06	M.3	104.50	6.27
Arena blanca cernida 1/16"	0.03	M.3	121.00	3.63
Cal hidratada	0.27	Bls	25.90	6.99
Cemento gris	0.09	Sc	75.01	6.75
madera	6.84	Pt	1.01	6.91
SUB-TOTAL :				Q 30.55
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 30.55
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Preparar mezcla	0.03	M.3	7.50	0.23
Aplicar repello+cernido	1.00	M.2	28.76	28.76
Tallado	1.00	M.2	18.00	18.00
Amar andamio	6.84	M.L	0.56	3.83
Desamar andamio	6.84	M.L	0.28	1.92
SUB-TOTAL :				Q 52.74
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 52.74
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 83.29	
INDIRECTOS			32%	
			Q 26.65	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 109.94	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2			Q 109.94	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Blanqueado en Columnas		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
Renglon No. 29					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES Y EQUIPO					
Arena de río 1/16"	0.005	M.3	230.95	1.15	
Cal Hidratada	0.742	Bls	25.90	19.22	
SUB-TOTAL :				Q 20.37	
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:			Q 20.37		
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Preparar mezcla alizado-cem.	0.03	M.3	13.00	0.39	
Aplicar alizado	1.00	M.2	10.00	10.00	
Prestaciones	1.00	GLOBAL	1.10	1.10	
SUB-TOTAL :				Q 11.49	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:			Q 11.49		
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				Q 31.86	
INDIRECTOS		32%		Q 10.20	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 42.06	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 42.06	
PROYECTO:		Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:		Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Piso de Ceramico		UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
Renglon No. 24					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
MATERIALES Y EQUIPO					
Cemento	0.32	sc	75.01	24.00	
Arena de Río	0.03	m3	302.52	9.08	
Piedrín	0.04	m3	230.95	9.24	
Piso Ceramico de 33x33	1.00	M.2	65.16	65.16	
Pegamix	0.08	Sac	45.00	3.60	
Sisa de color	0.08	Sac	40.00	3.20	
Accesorios (cruceetas.)	1.00	Global	3.00	3.00	
SUB-TOTAL :				Q 117.28	
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:			Q 117.28		
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO	
Fundicion	0.05	M2	200.00	10.00	
Colocación de piso	1.00	M2	40.00	40.00	
Estucado	1.00	M2	0.40	0.40	
Limpieza de piso	1.00	M2	0.25	0.25	
SUB-TOTAL :				Q 50.65	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:			Q 50.65		
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				Q 167.93	
INDIRECTOS		32%		Q 53.74	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 221.67	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 221.67	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

CONCEPTO: Piso de Ceramico Antideslizante	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
Renglon No. 24				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento	0.32	sc	75.01	24.00
Arena de Rio	0.03	m3	302.52	9.08
Piedrín	0.04	m3	230.95	9.24
Piso Ceramico de 33x33	1.00	M.2	70.16	70.16
Pegamix	0.08	Sac	45.00	3.60
Siso de calor	0.08	Sac	40.00	3.20
Accesorios (cruceetas,)	1.00	Global	3.00	3.00
SUB-TOTAL :				Q 122.28
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 122.28
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fundicion	0.05	M2	200.00	10.00
Colocación de piso	1.00	M2	40.00	40.00
Estucado	1.00	M2	0.40	0.40
Limpieza de piso	1.00	M2	0.25	0.25
SUB-TOTAL :				Q 50.65
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 50.65
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				Q 172.93
INDIRECTOS	32%			Q 55.34
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 228.27
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 228.27

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos

CONCEPTO: Azulejo Nacional	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:m2			
Renglon No. 31				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Azulejo	1.060	M.2	60.00	63.60
Cemento gris	0.152	Sc.	75.01	11.40
Arena de rio 1/16"	0.001	M.3	230.95	0.23
Porcelana	0.265	Lbs	3.37	0.89
Wipe	0.106	lbs	25.25	2.68
SUB-TOTAL :				Q 78.80
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 78.80
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Preparar mezcla zabieta	0.02	M.3	17.00	0.34
Instalacion de azulejo	1.06	M.2	35.00	37.10
Estuque	1.06	M.2	6.00	6.36
SUB-TOTAL :				Q 43.80
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 43.80
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				Q 122.60
INDIRECTOS	32%			Q 39.23
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 161.83
PRECIO UNITARIO TOTAL POR M2				Q 161.83

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
CONCEPTO: Instalacion de Artefactos Sanitarios	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:U
Renglon No. 24	

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
TASA SANITARIA ECONOMICA	2.00	UNIDADES	525.00	1050.00
LAVAMANOS	2.00	UNIDADES	370.00	740.00
Lavatrastos	1.00	UNIDADES	800.00	800.00
SUB-TOTAL :				Q 2,590.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 2,590.00

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
Instalacion	5.00	UNIDAD	100.00	500.00
SUB-TOTAL :				Q 500.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 500.00
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 3,090.00	
INDIRECTOS	32%		Q 988.80	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 4,078.80	
PRECIO UNITARIO TOTAL POR UNIDAD			Q 815.76	

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
CONCEPTO: Instalación de Drenaje Pluvial	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: Global

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
tubo pvc de 3"	100.00	ml	Q 30.83	Q 3,083.00
Accesorios para tubería de 3"	1.00	global	Q 2,000.00	Q 2,000.00
Cajas de union	11.00	U	Q 124.00	Q 1,364.00
SUB-TOTAL :				Q 6,447.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 6,447.00

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MANO DE OBRA				
HECHURA DE CAJAS	11.00	UNIDAD	100.00	1100.00
Instalacion drenaje Pluvial	1.00	Global	2507.60	2507.60
SUB-TOTAL :				Q 3,607.60
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 3,607.60
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 10,054.60	
INDIRECTOS	32%		Q 3,217.47	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 13,272.07	
PRECIO UNITARIO TOTAL GLOBAL			Q 13,272.07	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Instalación de Drenaje Sanitario	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: Global			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
tubo pvc de 3"	100.00	ml	Q 30.83	Q 3,083.00
Accesorios para tubería de 3"	1.00	global	Q 2,500.00	Q 2,500.00
Cajas	13.00	U	Q 150.00	Q 1,950.00
SUB-TOTAL :				Q 7,533.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 7,533.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
HECHURA DE CAJAS	13.00	UNIDAD	125.00	1625.00
Instalacion drenaje Pluvial	1.00	Global	2250.00	2250.00
SUB-TOTAL :				Q 3,875.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 3,875.00
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 11,408.00	
INDIRECTOS		32%	Q 3,650.56	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 15,058.56	
PRECIO UNITARIO TOTAL GLOBAL			Q 15,058.56	
INTEGRACION COSTO UNITARIO				
PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Instalaciones electricas	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: GLOBAL			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Materiales L/Flour ind.	1.00	GLOBAL	11000.00	11000.00
Accesorios electricos	1.00	GLOBAL	2000.00	2000.00
SUB-TOTAL :				Q 13,000.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 13,000.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Instalacion	1.00	GLOBAL	5000.00	5000.00
SUB-TOTAL :				Q 5,000.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 5,000.00
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 18,000.00	
INDIRECTOS		32%	Q 5,760.01	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Ventaneria Metalica con angulares de 1" x 1/8" + Tee 1" x 1/8" + angular 3/4" x 1/8" con vidrio claro de 4 mm.	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: m2			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Ventanas de Metal con angulas de 1" x 1/8" + Tee 1" x 1/8" + angular 3/4" x 1/8" con vidrio claro de 4 mm.	1.00	M2	250.00	250.00
SUB-TOTAL :				Q 250.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 250.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fabricacion de ventana	1.00	M2	150.00	150.00
Instalación	1.00	M2	75.00	75.00
SUB-TOTAL :				Q 225.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 225.00
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 475.00	
INDIRECTOS			32%	
			Q 152.00	
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO			Q 627.00	
PRECIO UNITARIO TOTAL M2			Q 627.00	

PROYECTO:	Construccion Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacatepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Puerta de Metal con tubos de 1-1/2"x1-1/2"x1/8", con laminas de acero de 1/16", con pasador (ver detalle en planos) + con dos manos de pintura anticorrosiva de dos tonos diferentes y dos pasadas de pintura de aceite color negro.	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: UNIDAD			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
marco con tubos de 1-1/2"x1-1/2"x1/8", con laminas de acero de 1/16", con pasador (ver detalle en planos + dos pintadas de pintura anticorrosiva de diferente tono + 2 pintadas de aceite	1.00	M2	800.00	
SUB-TOTAL :				Q 800.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 800.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fabricacion de puerta	1.00	U	300.00	
Instalación	1.00	U	75.00	
SUB-TOTAL :				Q 375.00
PRESTACIONES + INDIRECTOS			0%	
			Q 0.00	
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA			Q 1,175.00	
INDIRECTOS			32%	
			Q 376.00	

Continuación de la tabla XLVII.

PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Puerta de Metal para baño	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: UNIDAD			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
PUERTA METALICA PARA BAÑOS	1.00	U	600.00	600.00
SUB-TOTAL :				Q 600.00
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 600.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Fabricación de puerta	1.00	U	100.00	100.00
Instalación	1.00	U	75.00	75.00
SUB-TOTAL :				Q 175.00
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 175.00
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				Q 775.00
INDIRECTOS			32%	Q 248.00
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				Q 1,023.00
PRECIO POR UNIDAD				Q 1,023.00
INTEGRACION COSTO UNITARIO				
PROYECTO:	Construcción Escuela de Párvulos de dos Niveles			
LUGAR:	Cantón Tonalá San Pedro Sacalepéquez, San Marcos			
CONCEPTO: Modulo de Gradass	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN: UNIDAD			
Renglon No. 39				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
MATERIALES Y EQUIPO				
Cemento gris	14.50	Sc	Q 75.01	Q 1,087.65
Arena de río	0.92	M.3	Q 230.95	Q 212.47
Piedrín 1/2"	1.37	M.3	Q 302.52	Q 414.45
Hierro # 3	1.75	aa	Q 420.90	Q 736.58
Alambre de amarre	8.35	Lbs	Q 7.01	Q 58.53
Madera	42.76	P.t	Q 1.01	Q 43.19
Clavo para madera	1.28	Lbs	Q 7.01	Q 8.97
Pasamanos de Metal	6.00	ml	Q 450.00	Q 2,700.00
SUB-TOTAL :				Q 5,261.84
TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO:				Q 5,261.84
MANO DE OBRA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Armado # 3	1.75	aa	Q 85.99	Q 150.48
Colocacion de Pasamanos de metal	6.00	ml	Q 25.00	Q 150.00
Formaleta	42.76	P.t	Q 0.56	Q 23.95
Fundicion	1.44	M.3	Q 200.00	Q 288.00
Desenclafado	42.76	P.t	Q 0.28	Q 11.97
SUB-TOTAL :				Q 624.40
TOTAL DE LA MANO DE OBRA:				Q 624.40
SUBTOTAL COSTO DE MATERIALES , EQUIPO + MANO DE OBRA				5,886.24
INDIRECTOS			32%	1,883.60
TOTAL COSTO DIRECTO+INDIRECTO				7,769.83
PRECIO POR M2				7,769.83

Fuente: elaboración propia.

4.9. Cronograma de ejecución

Como resultado del diseño del edificio municipal, es necesario realizar un estimado en tiempo para la ejecución del proyecto, presentado por la secuencia lógica de construcción basado en los renglones de trabajo obtenidos anteriormente y el rendimiento de la mano de obra para la realización de las tareas.

4.10. Evaluación de impacto

Es el procedimiento técnicoadministrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Dentro de las actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Por lo tanto, la aplicación de criterios de construcción sostenible de las edificaciones se hace imprescindible para el respeto del medio ambiente y el desarrollo de las sociedades actuales y futuras.

En el consumo eléctrico, hay que señalar que la actividad de construcción como tal no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Sin embargo, la consecución y procesamiento de los materiales de construcción y la utilización diaria de edificios e infraestructuras constituye de manera indirecta una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético.

La energía directa e indirecta usada en las viviendas y edificios proviene principalmente de la generación por medio de hidroeléctricas y de la combustión de combustibles fósiles, que contribuyen de manera muy importante a la contaminación atmosférica, principalmente anhídrido carbónico, óxidos de azufre y de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles (COV), monóxido de carbono, óxido nitroso y partículas en suspensión.

Las emisiones directas de las edificaciones se centran sobre todo en la actividad de iluminación y operación, mientras que la producción de electricidad en las edificaciones es una de las grandes fuentes de contaminación indirecta. Asimismo, las obras públicas y la construcción de edificaciones se encuentran entre las causas de mayor contaminación acústica en las ciudades, junto con el transporte.

Además, el impacto de las actuales edificaciones, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, crea un ambiente físico hostil para el desarrollo cotidiano de las actividades de los ciudadanos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos, el mayor volumen no se genera en el período de construcción de las edificaciones, sino en su utilización diaria durante su vida útil.

Medidas de mitigación:

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área
- Repoblar con árboles nativos de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Utilizar rutas alternas al centro de la población
- Enterrar las bolsas (de cemento y cal) en vez de quemarlas
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de alcantarillado sanitario cuenta con una longitud de 4 436, 75 mts lineales. El proyecto beneficiará directamente a 2 562 personas actualmente y 5 249 a futuro a un costo directo de Q. 7 181 710, 96.
2. El proyecto del alcantarillado sanitario se diseñó con una tubería novafort norma F949, se escogió este tipo de tubería ya que es una tubería liviana que se puede manejar fácilmente en obra, su superficie lisa implica una menor pérdida de carga, posee una mayor capacidad hidráulica, alta resistencia a la abrasión, y permite realizar los trabajos de limpieza y mantenimiento de una forma más fácil
3. La escuela de párvulos posee un área de construcción de 390 mts², a un costo directo de Q. 1 274 220, 10 y un costo por metro cuadrado de Q 3 267, 23, que está dentro de los parámetros que actualmente se manejan.
4. La escuela de párvulos cuenta con cinco aulas más módulo de baños, podrá atender a un máximo de 150 alumnos. El método de análisis estructural es por medio de marcos dúctiles con nudos rígidos, se le dió importancia a lo que establece el reglamento ACI, esto con el fin de garantizar una infraestructura segura.
5. Se deben de implementar las medidas de mitigación adecuadas para la disminución de la contaminación y el impacto al ambiente.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, capacitar a los pobladores de la aldea San Francisco Soche, Piedra Grande y cantón El Mosquito sobre como brindar mantenimiento y operación al sistema de alcantarillado sanitario, para que posea funcionamiento adecuado y durabilidad.
2. Respetar la propuesta técnica basada en reglamentos y normativos, reconocidos internacionalmente.
3. En el proyecto de la escuela de párvulos debe ser exigible un estudio de suelos completo para proponer el mejor sistema de cimentación.
4. Realizar una supervisión estricta a la hora de elaborarse los proyectos, para avalar un buen funcionamiento. Renovar el presupuesto antes de las cotizaciones o contrataciones, ya que tanto los salarios como los materiales están sujetos a cambios.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Reglamento de las construcciones de concreto reforzado*: (ACI 318-05). México: Limusa, 1999. 525 p.
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1999. 640 p.
3. GUERRA QUIJADA, Julio David. *Diseño de drenaje sanitario, drenaje pluvial y pavimentación de la colonia vista azul-el ranchito, aldea cuchilla del Carmen, municipio de Santa Catarina Pínula, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 116 p.
4. GALICIA ORDOÑEZ, Caris Gabriela. *Diseño de ampliación de 1.45 km. de pavimento rígido en el sector 2 de la aldea fray Bartolomé de las casas (el cerinal) y escuela de párvulos de dos niveles del cantón Utzumazate del municipio de Barberena, Santa Rosa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 186 p.
5. GARCÍA BAUTISTA, Jorge Mario. *Diseño de la edificación de dos niveles para oficinas municipales y red de distribución de agua potable para la aldea San Luis pueblo nuevo, municipio de pastores, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 168 p.

6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillado*. Guatemala: INFOM, 2001. 50 p.
7. MELI, Roberto. *Diseño estructural*. 2a ed. México: Limusa, 2000. 597 p.
8. PAREDES RUIZ, Paola Anaitée. *Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 135 p.
9. SIC GARCÍA, Ángel Roberto. *Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 326 p.

CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Tabla B. Consumo de corriente eléctrica

CIRCUITO	TIPO	UNIDADES	ELEMENTO	CONSUMO UNITARIO (AMPERIOS)	CONSUMO TOTAL (AMPERIOS)	CALIBRE AWG	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (AMPERIOS)
A	Iluminación	10	Foco	0.36	3.60	12	15
B	Iluminación	10	Foco	0.36	3.60	12	15
C	Iluminación	10	Foco	0.36	3.60	12	15
D	Iluminación	10	Foco	0.36	3.60	12	15
E	Fuerza	7	Tomacorrientes	1.25	8.75	10	20
F	Fuerza	9	Tomacorrientes	1.25	11.25	10	20

Fuente: elaboración propia.

Al sumar la última columna, el total es 100 amperios, por lo que se colocarán dos interruptores termomagnéticos principales de 50 amperios. Ningún circuito supera los 20 amperios, lo que permite colocar en la red, flipones de 20 amperios.

Para determinar el calibre y el diámetro de la tubería, se utiliza la tabla c, ver anexo, en la cual se muestran los calibres y diámetros de la tubería en función de la corriente eléctrica.

CÁLCULO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Se procede a realizar el cálculo por medio del método de Hunter. Para este caso, se toman las unidades Hunter:

Lavamanos	2 UH
Inodoro	5 UH
Mingitorio	3 UH

Y con estos datos, se calcula el diámetro de la tubería por cada tramo, siendo el mismo acumulativo al continuar la tubería, iniciando desde el punto más lejano desde el tanque elevado.

Como ejemplo, se muestra el cálculo para lavamanos en los servicios sanitarios:

- Baño de hombres
 - 5 lavamanos 10UH

Corresponde según la tabla XXIII a un caudal de 0,57 l/s

Como $Q = A V$, entonces $A = Q / V$, y la velocidad máxima es 2,6 m/s

$A = 0,00022 \text{ m}^2$ y como $A = \pi \cdot D^2 / 4$ el diámetro D queda 0,016 pulg, con lo que se propone utilizar tubería de 3/4" debido a su conexión en el circuito y a las pérdidas localizadas.

De manera similar, se hizo el cálculo en cada uno de los subramales, y después se hizo el cálculo en ramales acarreado las pérdidas de los subramales. La tabla XLIX muestra el resumen de las tuberías a utilizar.

Tabla F. Resumen de tubería de agua potable

ARTEFACTO	UH	D
Lavamanos baño de hombres	10	3/4"
Inodoros baño de hombres	15	1"
Lavamanos baño de mujeres + Mingitorios	6	3/4"
Inodoros baño de mujeres	15	1"
Conducción	36	1 1/2"

Fuente: elaboración propia.

CÁLCULO DE TUBERÍA PARA SISTEMA SANITARIO

- Cálculo de las derivaciones simples

Utilizando la tabla G, ver anexo, se le asigna un número de unidades mueble (UM) y un diámetro de tubería a cada aparato sanitario. Dependiendo de la clase de instalación, se toma de la siguiente manera:

Con base en la tabla anterior y de acuerdo a las unidades mueble de la cantidad de artefactos en cada tramo de drenaje sanitario, se determinaron los diámetros a utilizar en la edificación.

CÁLCULO DE TUBERÍA PARA SISTEMA PLUVIAL

Se colocaron 5 bajadas de agua pluvial para drenar la losa de cubierta del edificio. El cálculo de su diámetro se hace por medio del método racional. Al ser un techo de concreto, se asume una relación entre escorrentía y cantidad de lluvia en el área C de 0,9, con un tiempo de concentración t de 5 minutos y una frecuencia de ocurrencia de 20 años, se calcula:

$$I = \frac{6889,1}{t + 39,5}$$

$$I = 6\,889,1 / (5+39,5) = 154,81 \text{ mm/hora}$$

El área de influencia máxima en las bajadas de agua pluvial es de 108,22 m². Se calcula:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = 0,9*154,81*0,011/360 = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s} = 4,25 \text{ l/s}$$

Se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{0,5}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería PVC, se estima un coeficiente de rugosidad n=0,01. Se estima una pendiente de 3%, queda:

$$D = (691\ 000 * 0,0042 * 0,01 / 0,03^{0,5})^{3/8} = 6,82 \text{ cm} = 2,68 \text{ pulg} \approx 3 \text{ pulg.}$$

Debe de utilizarse tubería de 3 pulg, razón por la cual las 5 bajadas de agua pluvial serán de ese diámetro y los canales en el piso serán de 4 pulg al inicio y de 6 pulg al reunir más de dos cajas reposaderas.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO Y DETERMINACIÓN DEL VALOR SOPORTE

El suelo encontrado en esta área es un limo orgánico color café oscuro. Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 1.80 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³ que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 32.13^\circ$

Carga última CU= 1.5 ton/m²

Descripción del suelo= Arena limosa color café oscuro

Densidad seca= 1.53 ton/m³

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi. La siguiente resolución es para un suelo limo-organico.

Datos: Base B= 1.00mts

Peso específico del suelo $\rho_{\text{suelo}} = 1.12 \text{ ton/m}^3$

Ángulo de fricción interna $\phi = 17.02^\circ = 0.2673 \text{ rad}$

Carga última CU= 0.00 ton/m²

Desplante (profundidad a la que se tomó la muestra) D= 1.80 mts

Factor de flujo de carga (Hq)

$$Hq = \frac{e^{\left(\frac{3\pi}{2} - \phi_{rad}\right) * \tan \phi}}{2 \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$Hq = \frac{e^{\left(\frac{3\pi}{2} - 0.2673\right) * \tan 17.02}}{2 \cos^2(45 + 17.02/2)} \quad Hq = 6 \text{ ton/m}^2$$

Factor de flujo de carga última Nc

$$Nc = \text{Cot}(\phi) * (Hq - 1)$$

$$Nc = \text{Cot}(17.02^\circ) * \left(\frac{6 \text{ ton}}{\text{m}^2} - 1\right) \quad Nc = 1.3 \text{ ton/m}^2$$

Factor de flujo del suelo N γ

$$N\gamma = 2 * (Hq + 1) * \text{Tan } \phi$$

$$N\gamma = 2 * \left(\frac{6 \text{ ton}}{\text{m}^2} + 1\right) * \text{Tan } 17.02^\circ \quad N\gamma = 4.2 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte último q $_o$

$$q_o = 0.4 \gamma_{\text{suelo}} * B * N\gamma + 1.3 * C_u * Nc + \gamma_{\text{suelo}} * D * Hq$$

$$q_o = 0.4 * 1.12 \text{ ton/m}^3 * 1.00 \text{ m} * 4.2 \text{ ton/m}^2 + 1.3 * 0.00 * 1.3 \text{ ton/m}^2 + 1.12 \text{ ton/m}^3 * 1.80 \text{ m} * 6 \text{ ton/m}^2$$

$$q_o = 30 \text{ ton/m}^2$$

Valor soporte neto último q_u

$$q_u = q_o - \gamma * D$$
$$q_u = 15\text{ton}/\text{m}^2 - 1.12\text{ton}/\text{m}^3 * 1.80\text{mts}$$
$$q_u = 27 \text{ ton}/\text{m}^2$$

El factor de seguridad FS es un número que puede estar comprendido entre 1.5 y 3, dependiendo del tipo de suelo, para este cálculo del valor soporte del suelo se utilizará el valor de 3.

Valor soporte de diseño q_d

$$q_d = q_u/FS$$
$$q_d = 27\text{ton}/\text{m}^2/3$$
$$q_d = 9 \text{ ton}/\text{m}^2$$

Por lo que el valor soporte de diseño a utilizar será de 9 ton/m²

ANEXOS

Tabla C. Calibre y tamaño de la tubería en función de la corriente eléctrica

Tamaño del tubo			1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	3.1/2"	4"	4.1/2"	5"	6"
Letras del tipo	calibre	Amperes													
TW, T, RUH	14	15	6	11	19	33	45	75	106						
RUW	12	20	5	9	15	26	35	58	83	128					
XHHW (14 a 8)	10	30	4	7	11	20	27	44	64	99	132				
RHW Y RHH	14		6	10	16	29	40	65	93	143	192				
Sin cubierta	12		4	8	13	24	32	53	76	117	157				
externa	10		4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
THW	8		1	4	6	11	15	25	36	56	75	96	121	152	
TW	6	55	1	2	4	7	10	16	23	36	43	62	78	97	141
T	4	70	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
THW	3	80	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
RUW (6 a 2)	2	95	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	73
RUW (6 a 2)	1	110		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
FEPH (6 a 2)	0	125		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
RHW y	00	145		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41
RHH sin cu. bierta	000	163		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
externa	0000	195			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
	250	215			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23
	300	240			1	1	1	2	3	5	7	9	11	14	20
	350	260			1	1	1	3	4	6	8	10	12	13	
	400	280			1	1	1	2	4	5	7	9	11	16	
	500	320			1	1	1	1	3	4	6	7	9	14	
	600	355				1	1	1	3	4	5	6	7	11	
	700	385				1	1	1	2	3	4	5	7	10	
	750	400				1	1	1	2	3	4	5	6	9	

Fuente: MILEAF, Harry. *Instalaciones eléctricas*. 2a. ed. México: Limusa. p. 76.

Tabla D. Diámetro de los subramales

Tipo de aparato sanitario	Diámetro del sub-ramal en pulgadas		
	Presiones hasta 10m	Presiones mayores de 10m	Diámetro mínimo
Lavatorio	1/2	1/2	1/2
Bidet	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	3/4	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Grifo de cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con Tanque	1/2	1/2	1/2
Inodoro con Válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Urinario con Tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con Válvula	1 - 1/2 - 2	1	1

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. p. 54.

Tabla E. Gasto probable de acuerdo a Unidades Hunter

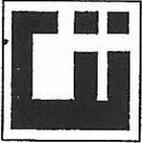
No. Unidades	Gasto probable de tanque	No. Unidades	Gasto probable de tanque
3	0.20	18	0.83
4	0.26	20	0.89
5	0.38	22	0.96
6	0.42	24	1.04
7	0.46	26	1.11
8	0.49	28	1.19
9	0.53	30	1.26
10	0.57	32	1.31
12	0.63	34	1.36
14	0.70	36	1.42
16	0.76	38	1.46

Fuente: VENTURA, M. Instalaciones sanitarias e *hidráulicas*. p. 26.

Tabla G. Cálculo del diámetro de las derivaciones simples para drenaje

Tipo de mueble o aparato	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (plg)
Lavamanos	1	1 ¼"
Inodoro con tanque	4	3"
Ducha	2	1 ¼"
Tina	3	1 ¼"
Lavadero de cocina	3	1 ¼"
Lavadero de ropa	3	1 ¼"
Drenaje de piso	3	3"

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011. p. 105.



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



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

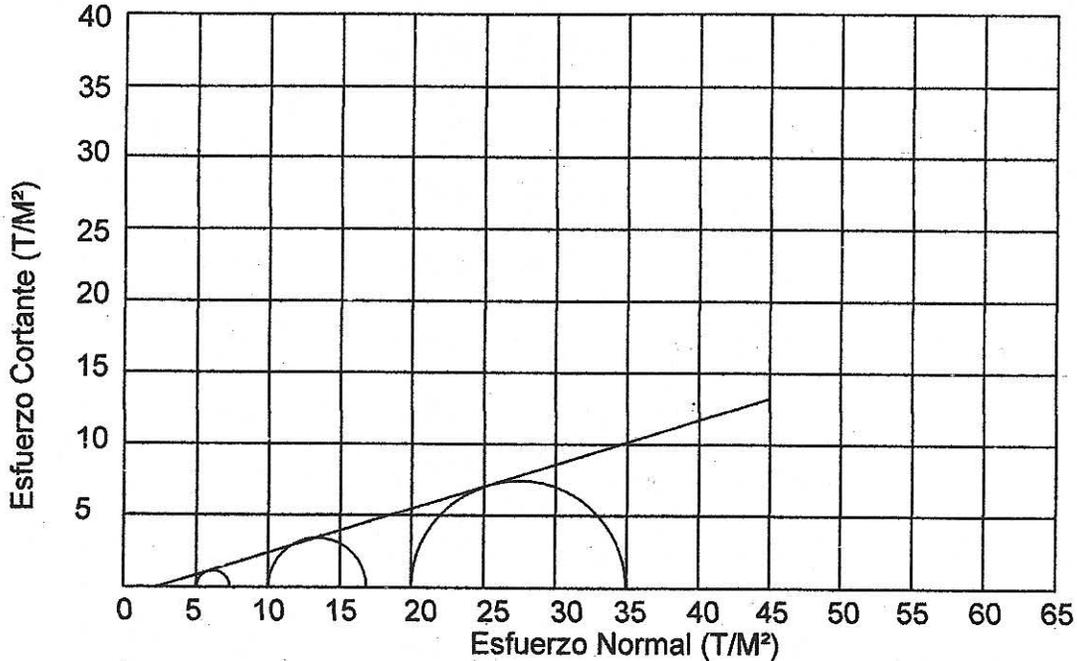
INFORME No. 0243 S.S. O.T.: 29,784

INTERESADO: Manuel Alejandro Juárez de León.

PROYECTO: EPS- Diseño de la escuela de Párvulos de dos niveles para el Cantón Tonalá, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

Fecha: 16 de julio de 2012.

pozo: 1 Profundidad: 1.80 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 17.02^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 0 \text{ ton/m}^2$
---	---

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo organico color café oscuro.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

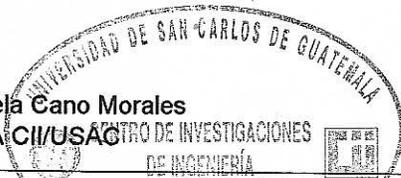
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	2.34	8.10	14.94
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	4.0	8.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.12	1.12	1.12
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.55	1.55	1.55
HUMEDAD (%H)	52.7	52.7	52.7

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

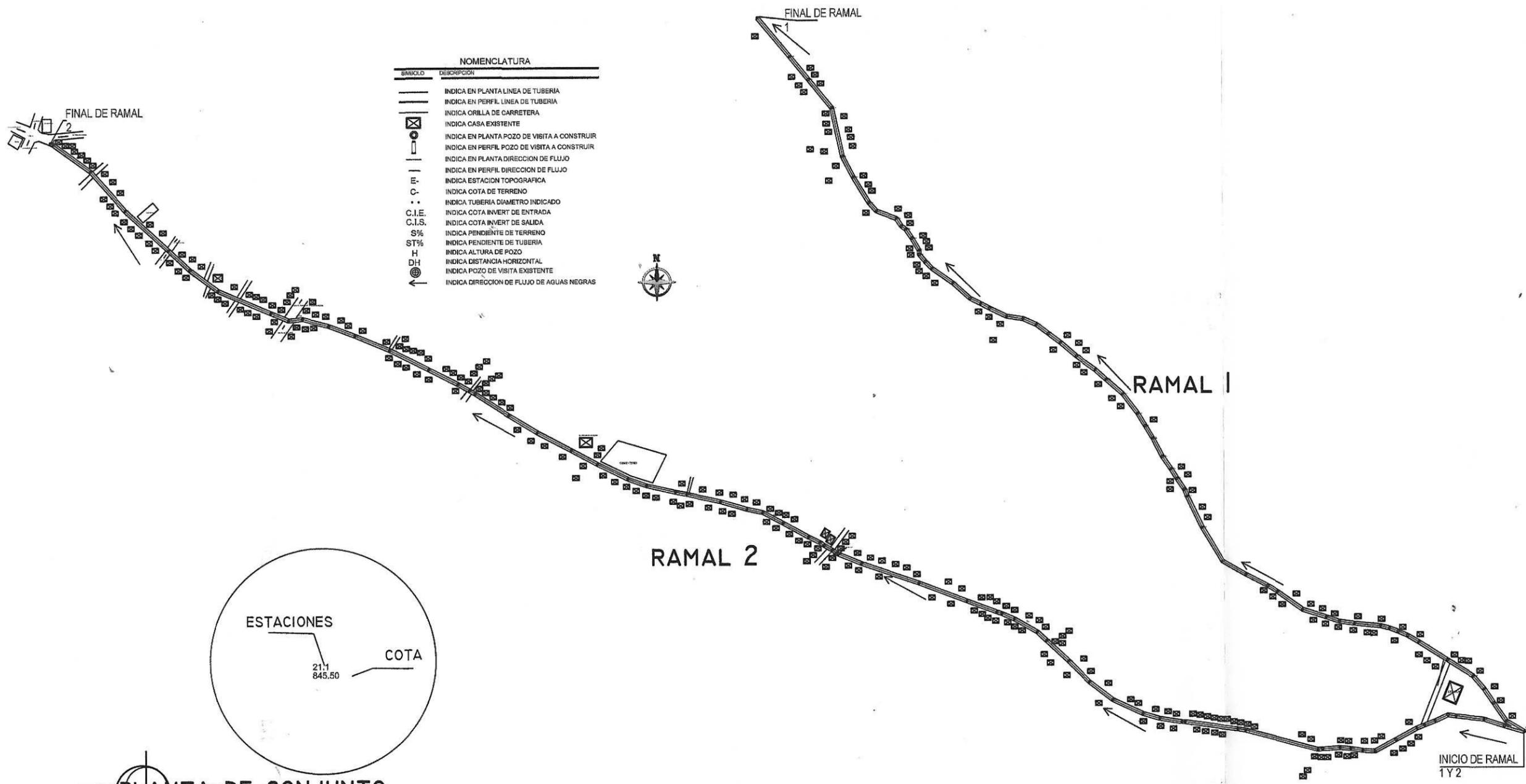


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9135, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
⊗	INDICA CASA EXISTENTE
⊗	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊗	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
—	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
—	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E-	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
C-	INDICA COTA DE TERRENO
•••	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊗	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
←	INDICA DIRECCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS



PLANTA DE CONJUNTO
Drenaje

Esc: 1/6250

[Handwritten signature]

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

Proyecto:

Contenido: **PLANTA DE CONJUNTO**

Calculo: Manuel Juarez
Diseño: Manuel Juarez

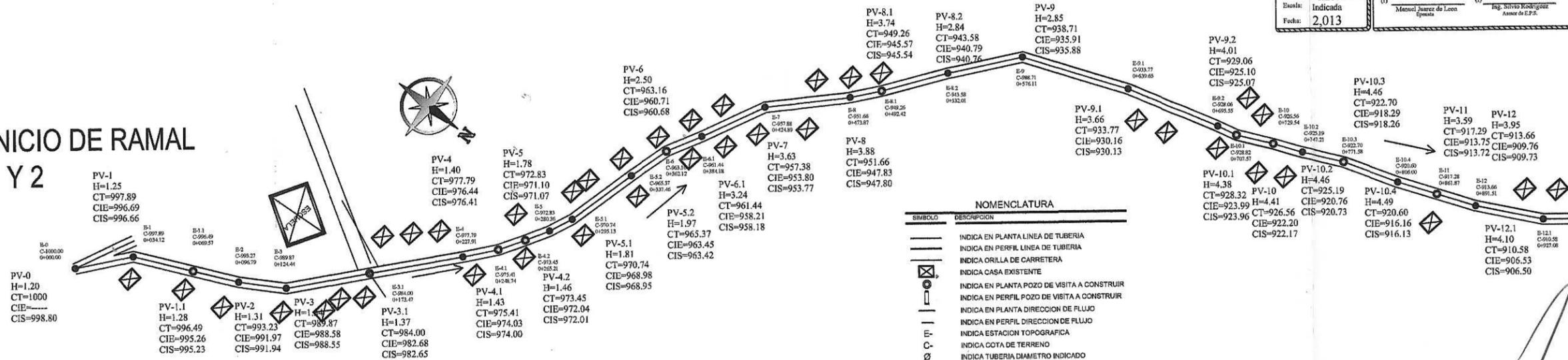
Municipalidad: San Pedro Sac.
Escala: Indicada
Fecha: 2,013

Ing. Silvio Rodríguez
Asesor de E.P.S.

Hoja No. **01/6**

Proyecto:	Calculo: Manuel Jarez	Dibujos: Manuel Jarez
Contenido: PLANTA + PERFIL RAMAL I		
Municipalidad: San Pedro Sac.	Hoja No. 2/6	
Estado: Indicada		
Fecha: 2,013		

INICIO DE RAMAL
 1 Y 2

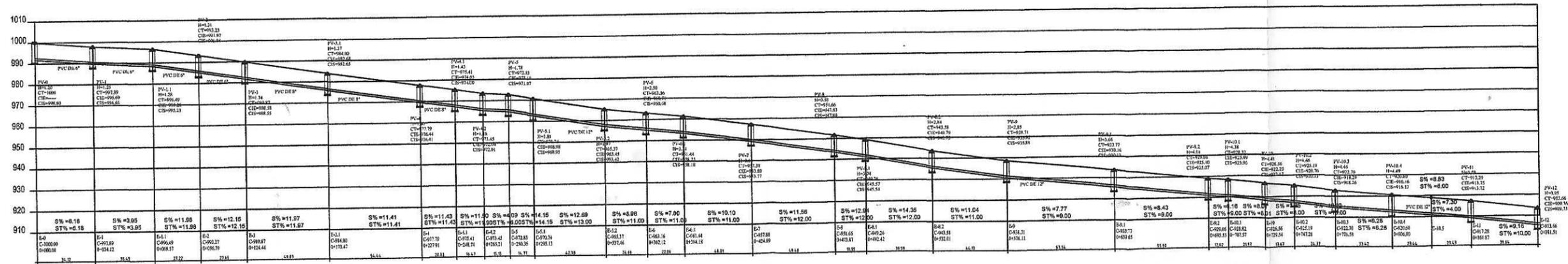


NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
—	INDICA CASA EXISTENTE
—	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
—	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
—	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
—	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
—	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
—	INDICA COTA DE TERRENO
—	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
—	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
—	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
—	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
—	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
—	INDICA ALTURA DE POZO
—	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
—	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
—	INDICA DIRECCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS

PLANTA
 Drenaje

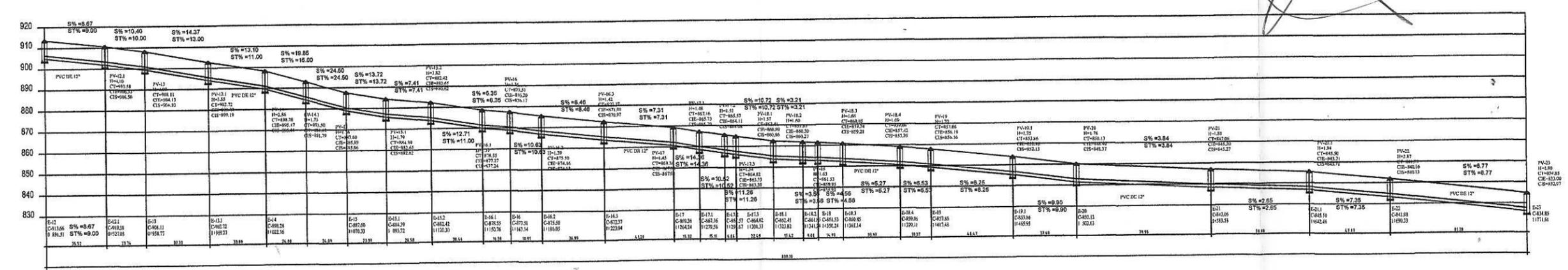
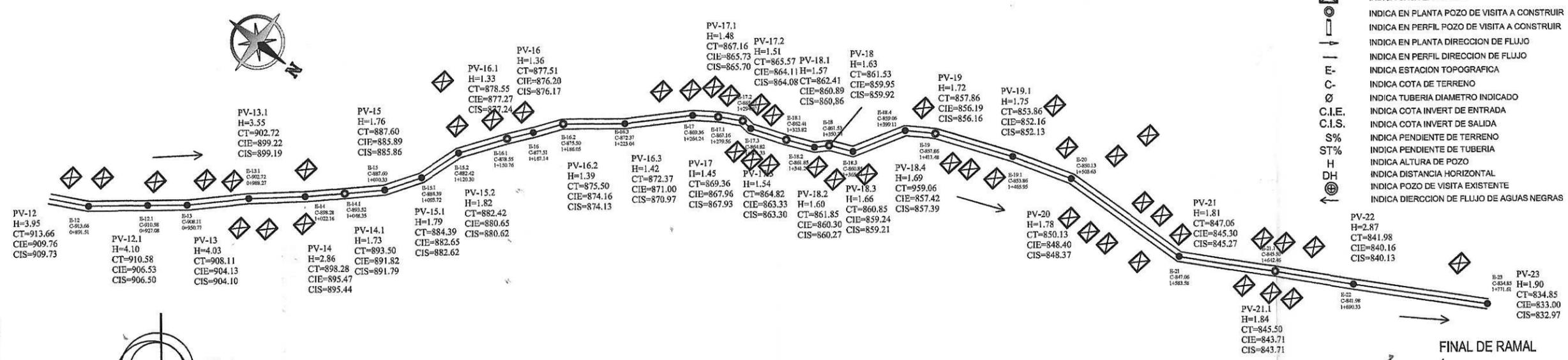
Esc: 1/2500



PERFIL RAMAL 1
 Drenaje

Esc.Hor: 1/2375
 Esc.Vert: 1/2125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
⊠	INDICA ORILLA DE CARRETERA
⊠	INDICA CASA EXISTENTE
⊠	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊠	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
→	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
→	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
○	INDICA COTA DE TERRENO
○	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊠	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
⊠	INDICA DIERCCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS



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

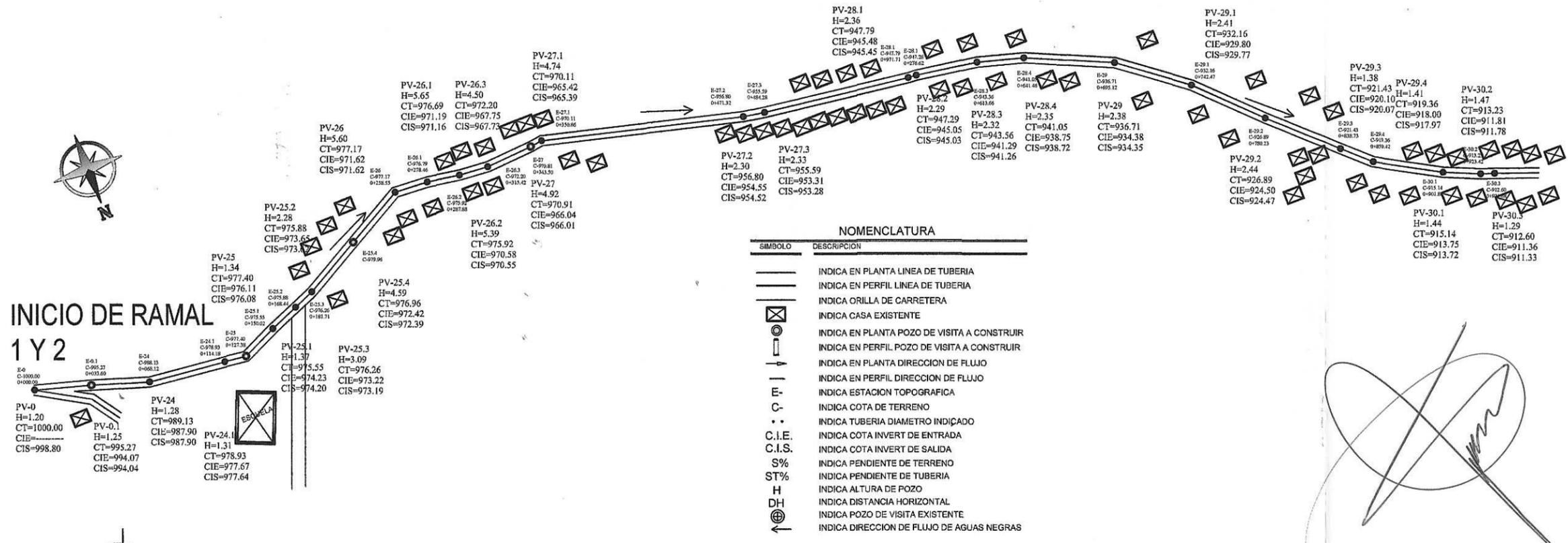
Proyecto:

Contenido: **PLANTA+PERFIL RAMAL 1**

Elaborado: Manuel Juarez
Calculo: Manuel Juarez
Diseño: Manuel Juarez

Municipalidad: San Pedro Sac
Escala: Indicada
Fecha: 2.013

Hoja No: 3/9

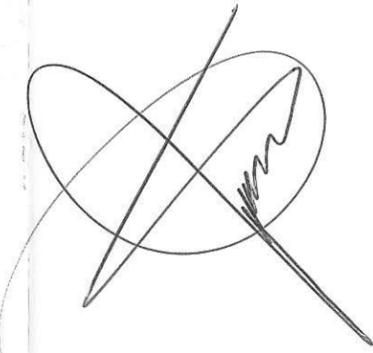


**INICIO DE RAMAL
1 Y 2**

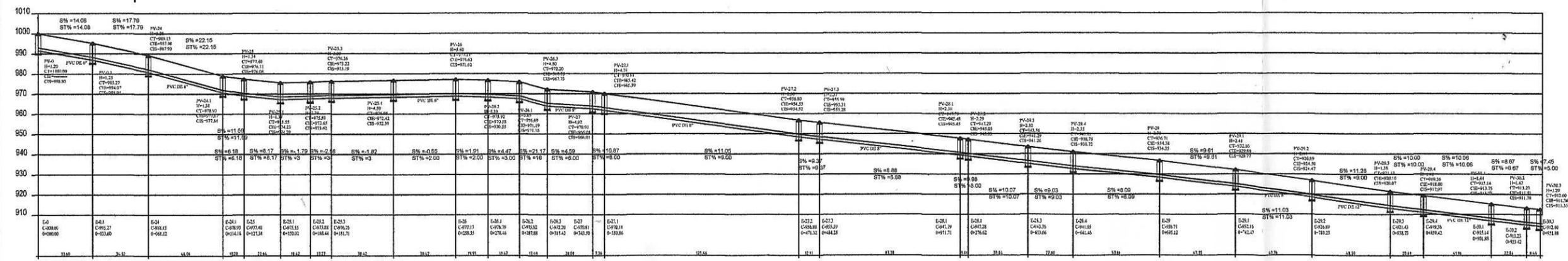
NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
⊗	INDICA CASA EXISTENTE
⊗	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊗	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
→	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
→	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E-	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
C-	INDICA COTA DE TERRENO
••	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊗	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
←	INDICA DIRECCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS

PLANTA
Drenaje



Esc: 1/2500



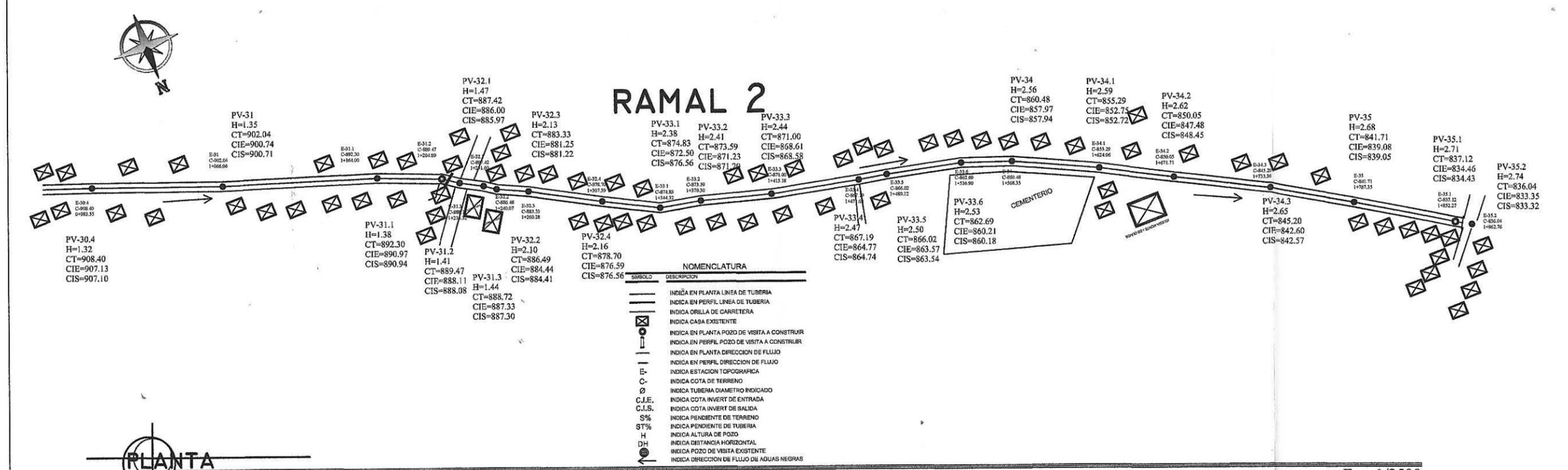
perfil ramal 2
Drenaje

Escala Horizontal: 1/2450
Escala Vertical: 1/2200

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

Proyecto:
Contenido: PLATA+PERFIL RAMAL 2

Calculo: Manuel Juarez
Diseño: Manuel Juarez
Municipalidad: San Pedro Sac.
Escala: Indicada
Fecha: 2013
Hoja No. 4/9



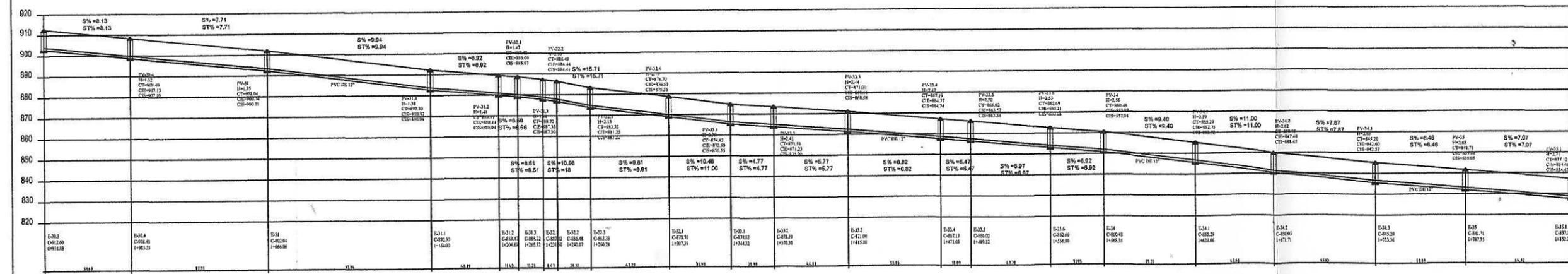
RAMAL 2

NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
⊗	INDICA CASA EXISTENTE
⊙	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊙	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
→	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
→	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
C	INDICA COTA DE TERRENO
∅	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊙	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
→	INDICA DIRECCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS

PLANTA
Drenaje

Esc: 1/2500



perfil ramal 2
Drenaje

Esc.Hor: 1/2375
Esc.Vert: 1/2125

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

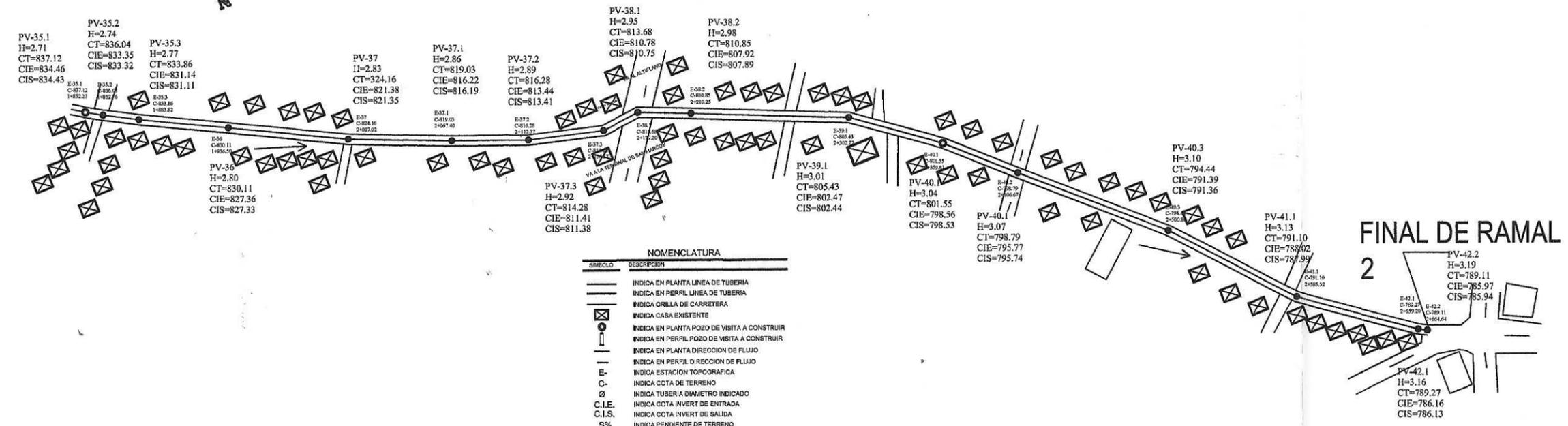
Proyecto:

Contenido: PLANTA+PERFIL RAMAL 2

Municipalidad: San Pedro Sac
Escala: Indicada
Fecha: 2013

Calculo: Manuel Juarez
Dibujos: Manuel Juarez

Hoja No. 5/9

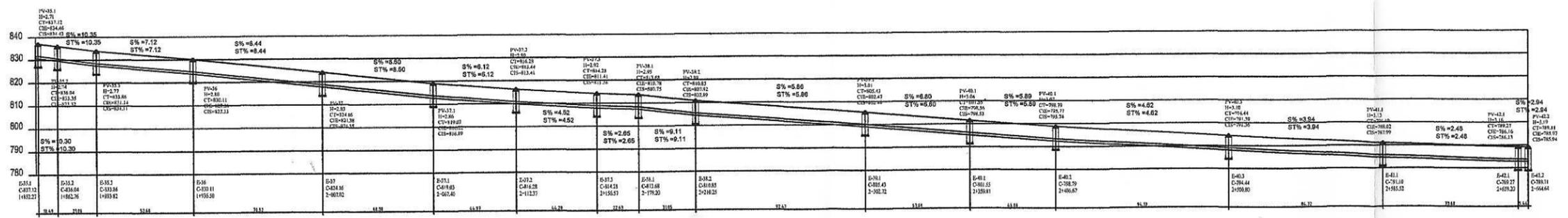


NOMENCLATURA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
⊗	INDICA CASA EXISTENTE
⊙	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊙	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
—	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
—	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
C	INDICA COTA DE TERRENO
∅	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊙	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE
←	INDICA DIRECCION DE FLUJO DE AGUAS NEGRAS

PLANTA
Drenaje

Esc: 1/1250



perfil ramal 2
Drenaje

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

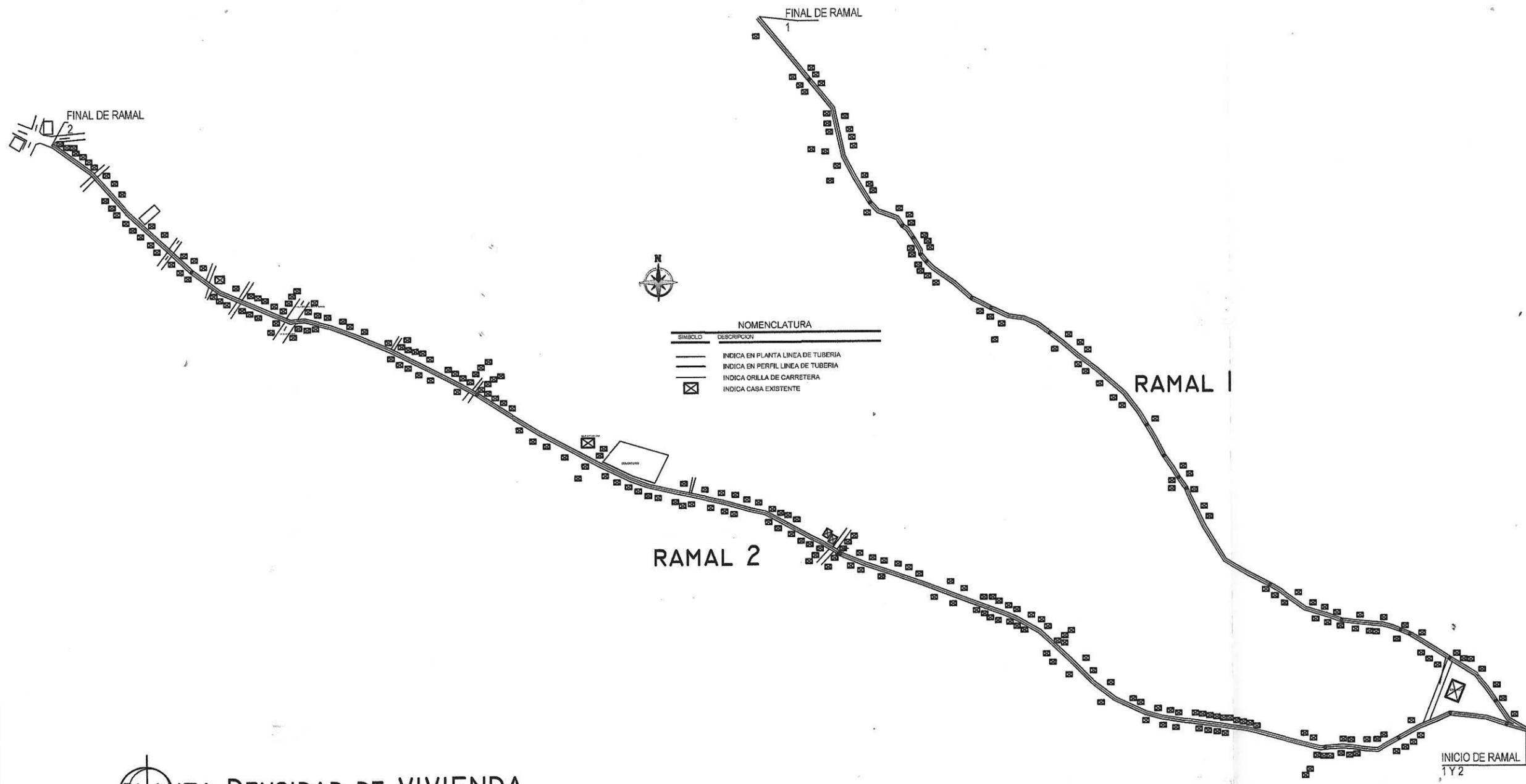
Proyecto:

Contenido: **PLANTA + PERFIL RAMAL 2**

Calculo: Manuel Suarez
Dibujos: Manuel Suarez

Municipalidad: San Pedro Sac
Fecha: 2013

Hoja No: **6/9**



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA
Drenaje

Esc: 1/6250

[Handwritten signature]

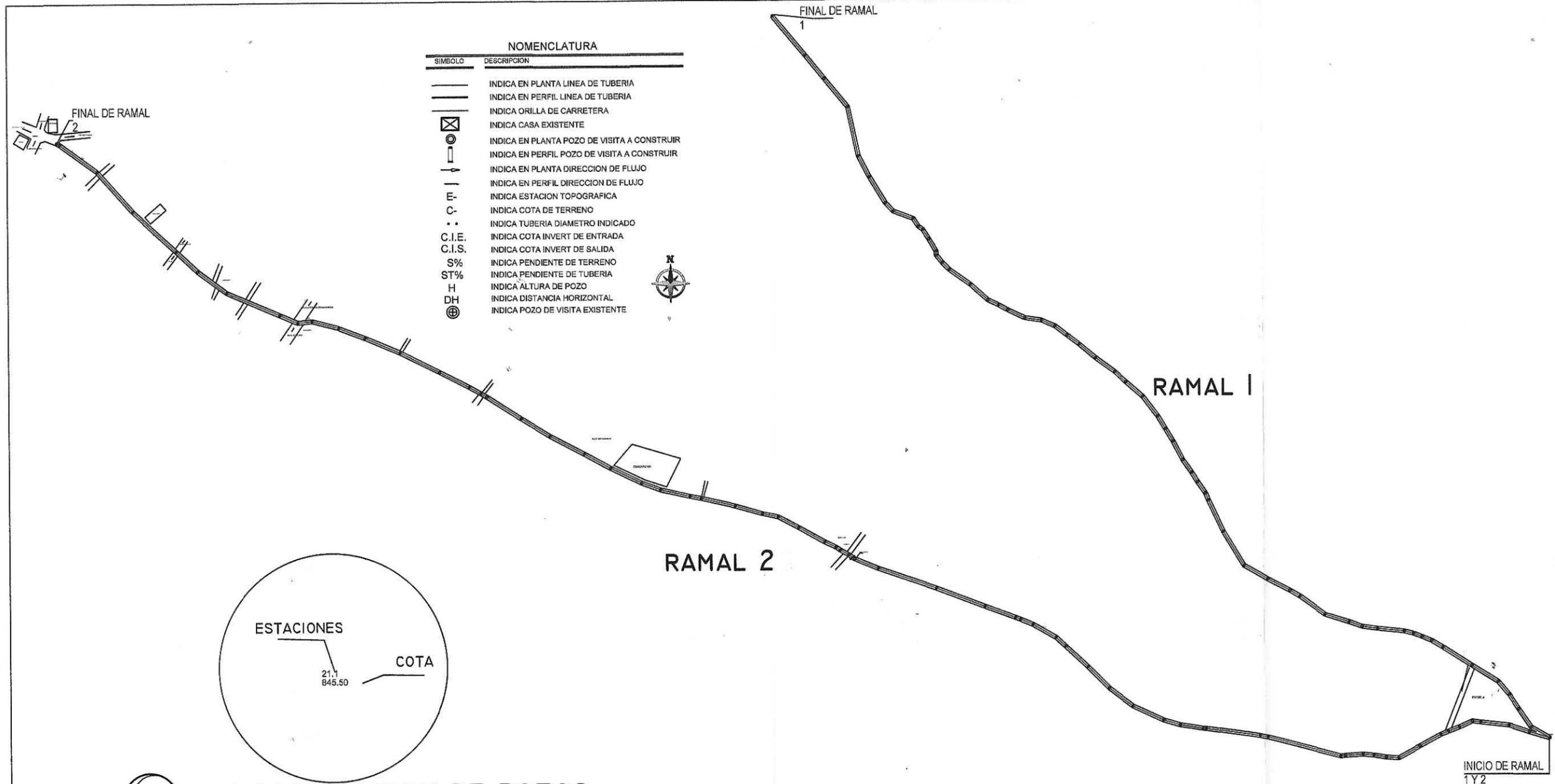
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto:

Contenido: **DETALLES**

Mancomunales: San Pedro San. Indicada
Escala: 2,013
Fecha: 2,013

Hoja No. 7/9



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	INDICA EN PLANTA LINEA DE TUBERIA
—	INDICA EN PERFIL LINEA DE TUBERIA
—	INDICA ORILLA DE CARRETERA
☒	INDICA CASA EXISTENTE
⊙	INDICA EN PLANTA POZO DE VISITA A CONSTRUIR
⊙	INDICA EN PERFIL POZO DE VISITA A CONSTRUIR
→	INDICA EN PLANTA DIRECCION DE FLUJO
→	INDICA EN PERFIL DIRECCION DE FLUJO
E-	INDICA ESTACION TOPOGRAFICA
C-	INDICA COTA DE TERRENO
•••	INDICA TUBERIA DIAMETRO INDICADO
C.I.E.	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
S%	INDICA PENDIENTE DE TERRENO
ST%	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
H	INDICA ALTURA DE POZO
DH	INDICA DISTANCIA HORIZONTAL
⊕	INDICA POZO DE VISITA EXISTENTE

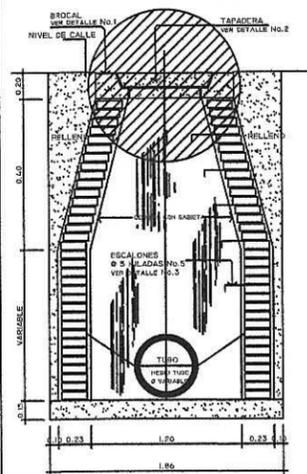


PLANTA LOCALIZACION DE POZOS
Drenaje

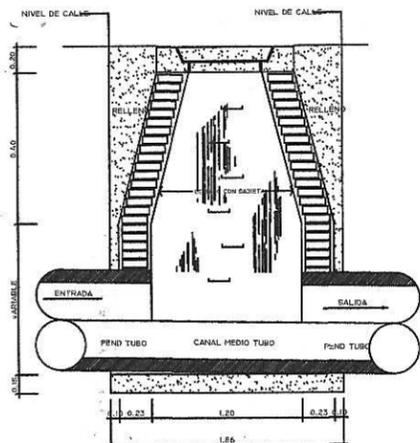
Esc: 1/6250

[Handwritten signature]

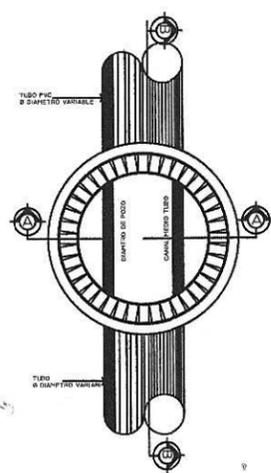
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto:	
Contenido: PLANTA DE LOCALIZACION DE POZOS	Calculo: Manuel Jarez Dibujo: Manuel Jarez
Municipalidad: San Pedro Sac. Escuela: Indicada Fecha: 2.013	Hoja No. 8/9



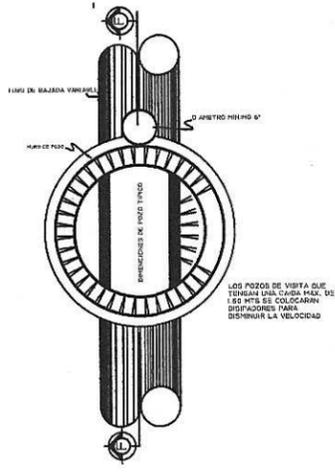
SECCION A-A
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/50



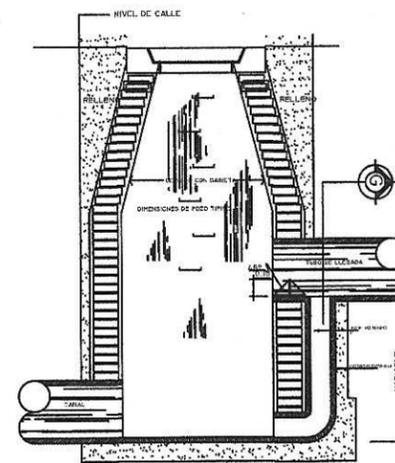
SECCION B-B
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/50



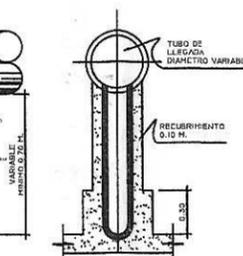
PLANTA
POZO DE VISITA TÍPICO
ESCALA 1/50



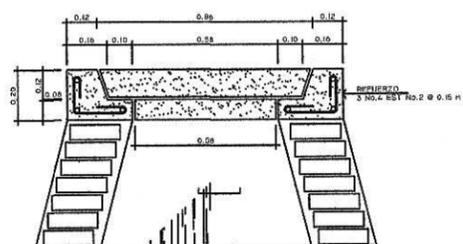
PLANTA
DET. POZO CON CAÍDA MAYOR DE 0.70 M.
ESCALA 1/50



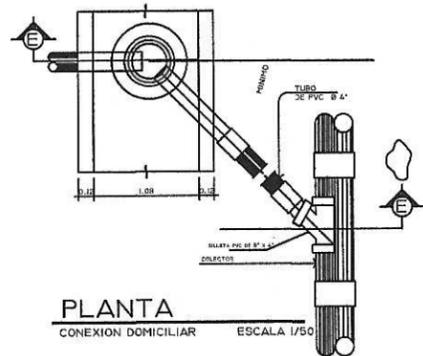
SECCION F-F
ESCALA 1/50



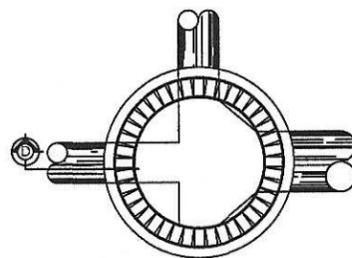
SECCION G-G
ESCALA 1/50



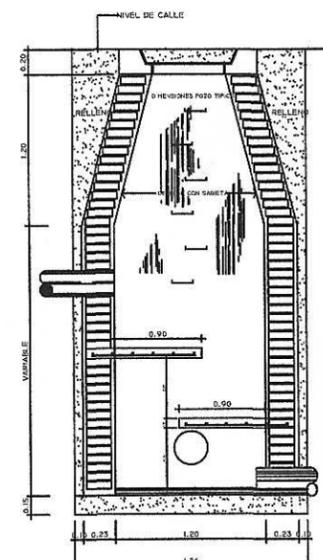
DETALLE No.1
ESCALA 1/50



PLANTA
CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/50



PLANTA
DET. POZO CON TRES ENTRADAS
ESCALA 1/50



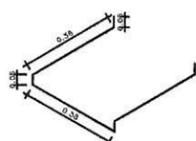
SECCION D-D
ESCALA 1/50

ESPECIFICACIONES:

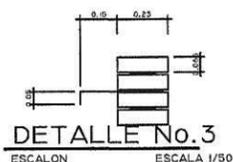
- ACERDO:
- 1.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 2.-EL CONCRETO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 3.-EL ACERDO DE AGUA/RESISTENTE DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 4.-EL ACERDO A UTILIZAR DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 5.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 6.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 7.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 8.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 9.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.
 - 10.-EL ACERDO DEBERA TENER UN ± 2.500 KG/CM² CONCRETO.

NOTAS:

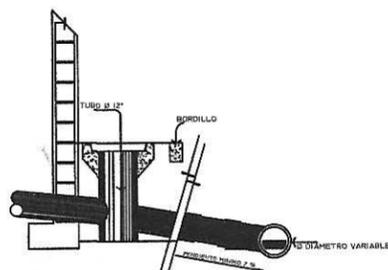
- 1.- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN SER DE ACERDO, SEGUN ESPECIFICACIONES APLICABLES DE SU INSTALACION.
- 2.- LA TUBERIA DEBERA ALCANZAR A CADA LADO DEL TUBO CON LADRILLO TAYOTO Y SABIETA, A UNA DISTANCIA NO MAYOR DE 2.00 METROS.



DETALLE No.3
ESCALON
ESCALA 1/50



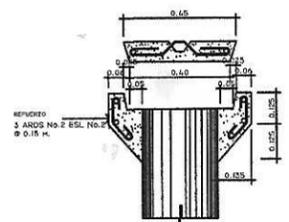
DETALLE No.3
ESCALON
ESCALA 1/50



SECCION E-E
CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1/50



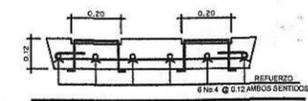
DETALLE
ARAMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/25



SECCION F-F
ESCALA 1/25



DETALLE No.2
ARAMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/25



SECCION C-C
ARAMADO DE TAPADERA
ESCALA 1/25

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

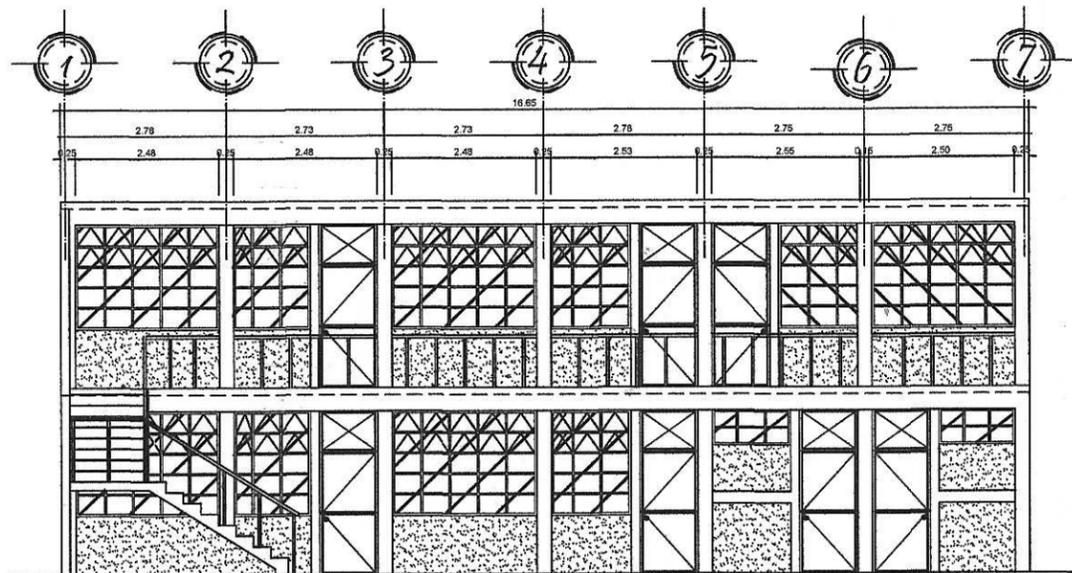
Proyecto:

Contenido: **DETALLES POZO DE VISITA**

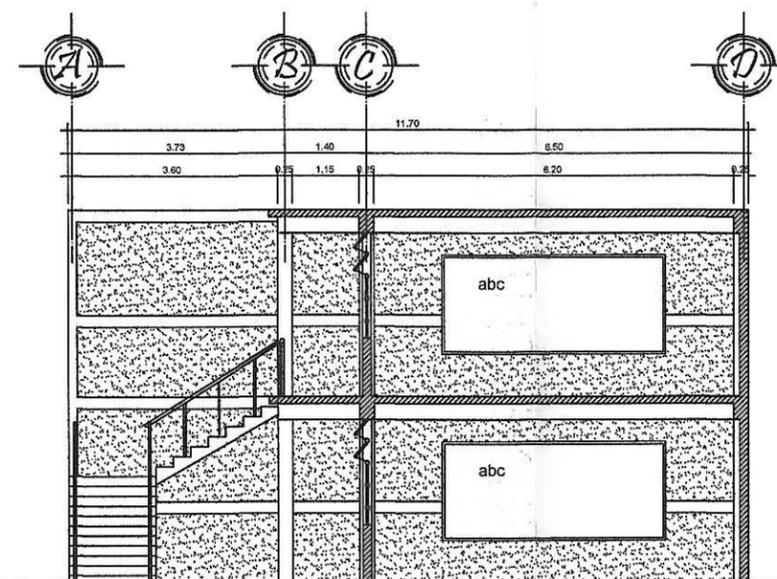
Municipalidad: San Pedro Sac
Escala: Indicada
Fecha: 2013

Manuel Juarez de Leon
Eg. Silvio Rodriguez
Asesor de E.P.S.

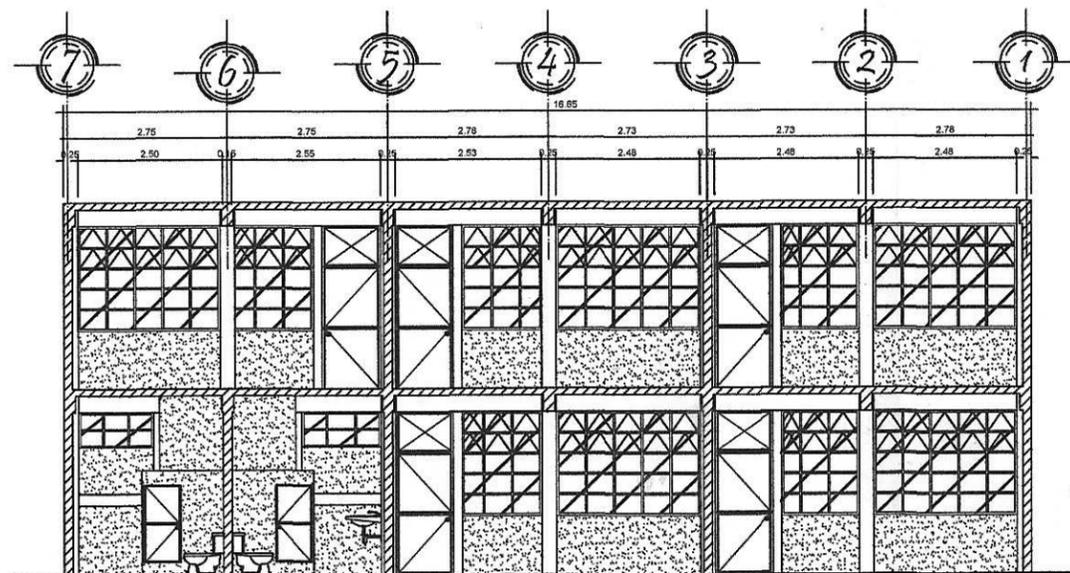
Hoja No. **9/9**



FACHADA AULAS
AULAS EDUCATIVAS Esc: 1/100



SECCION A-A
AULAS EDUCATIVAS Esc: 1/100



CORTE B-B
AULAS EDUCATIVAS Esc: 1/100

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

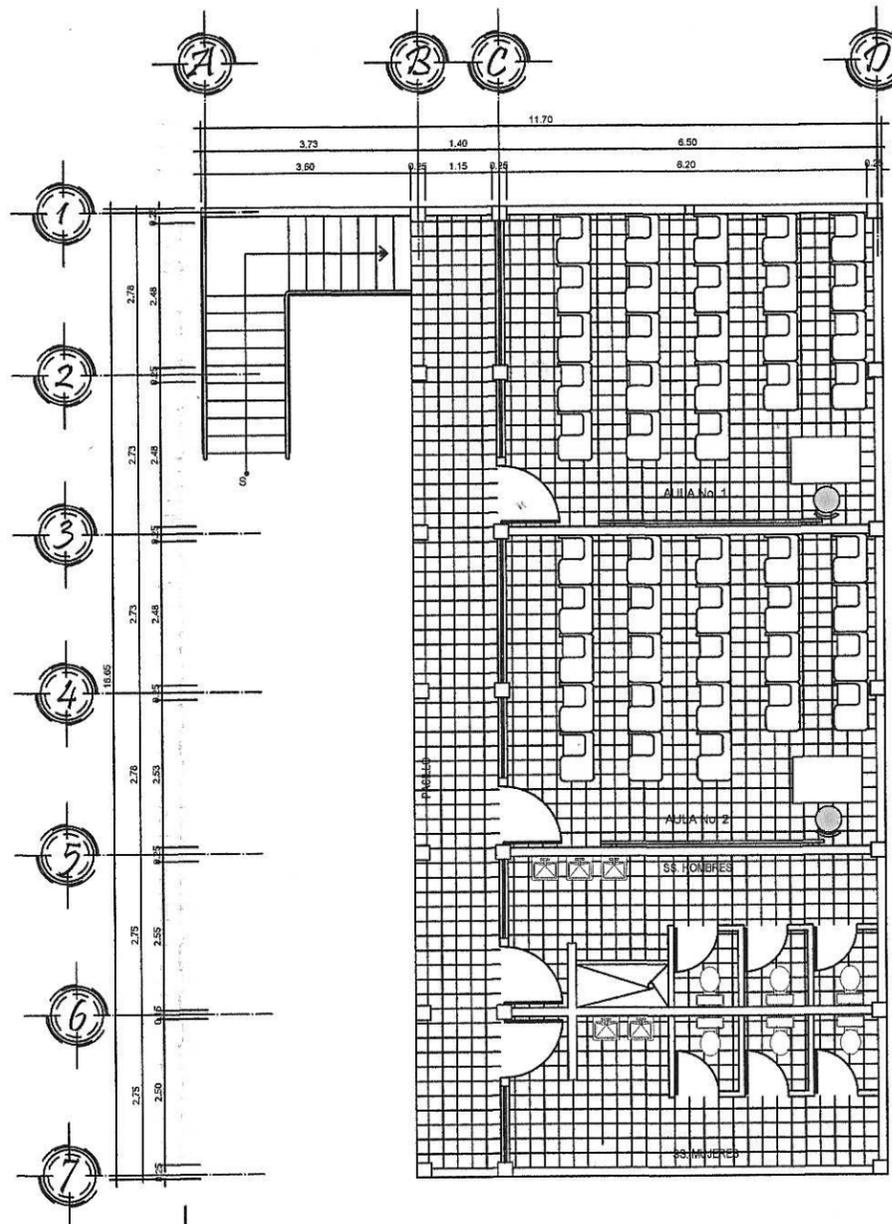
(Handwritten signature)

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

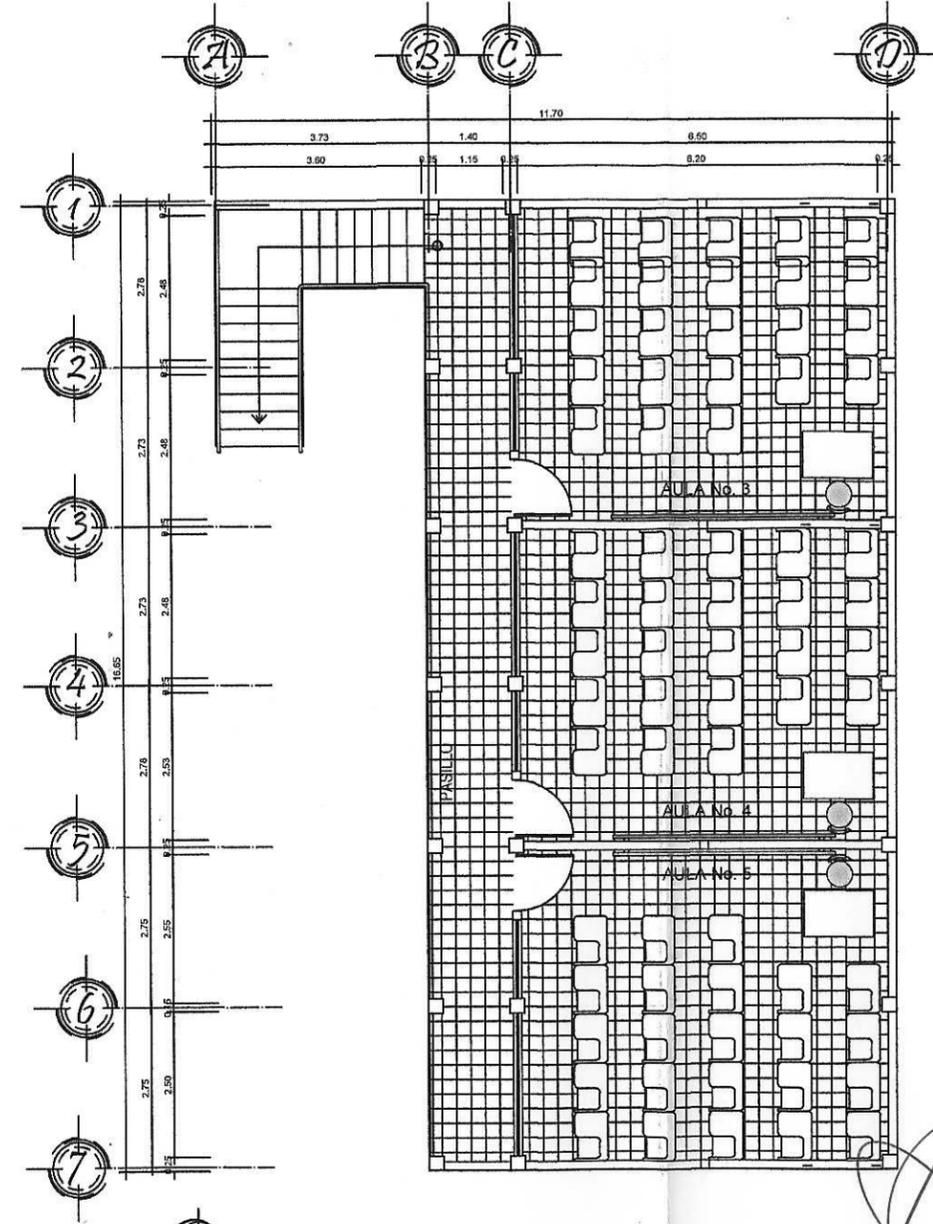
Proyecto:

Contenido: Planta de Fachada+Corte
Calculo: Manuel Juarez
Dibujos: Manuel Juarez

Municipalidad: San Pedro San...
Escala: Intendencia
Fecha: 2013
Hoja No. 1/14



PLANTA AMUEBLADA
AULAS EDUCATIVAS PRIMER NIVEL Esc: 1/100



PLANTA AMUEBLADA
AULAS EDUCATIVAS SEGUNDO NIVEL Esc: 1/100

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTE
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

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

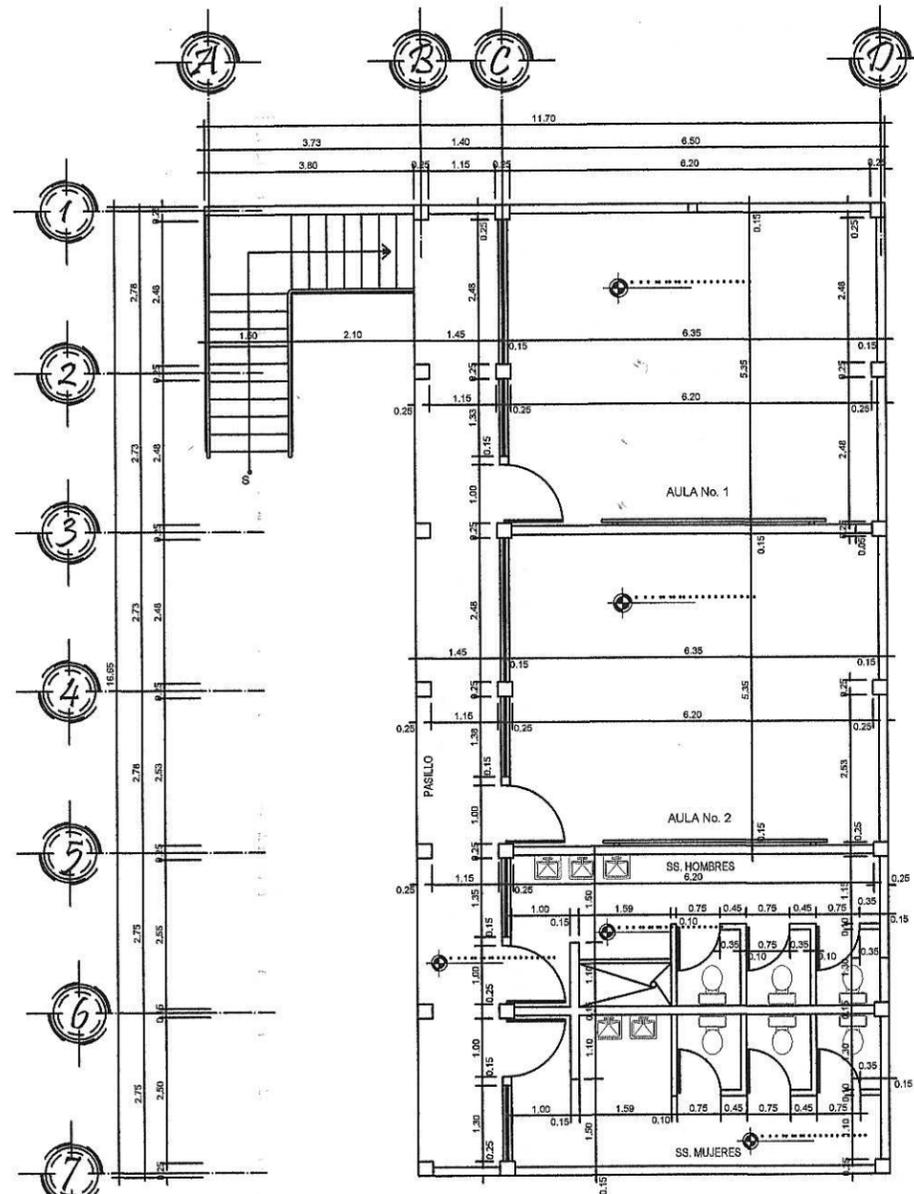
Proyecto:

Contenido: Planta Amueblada

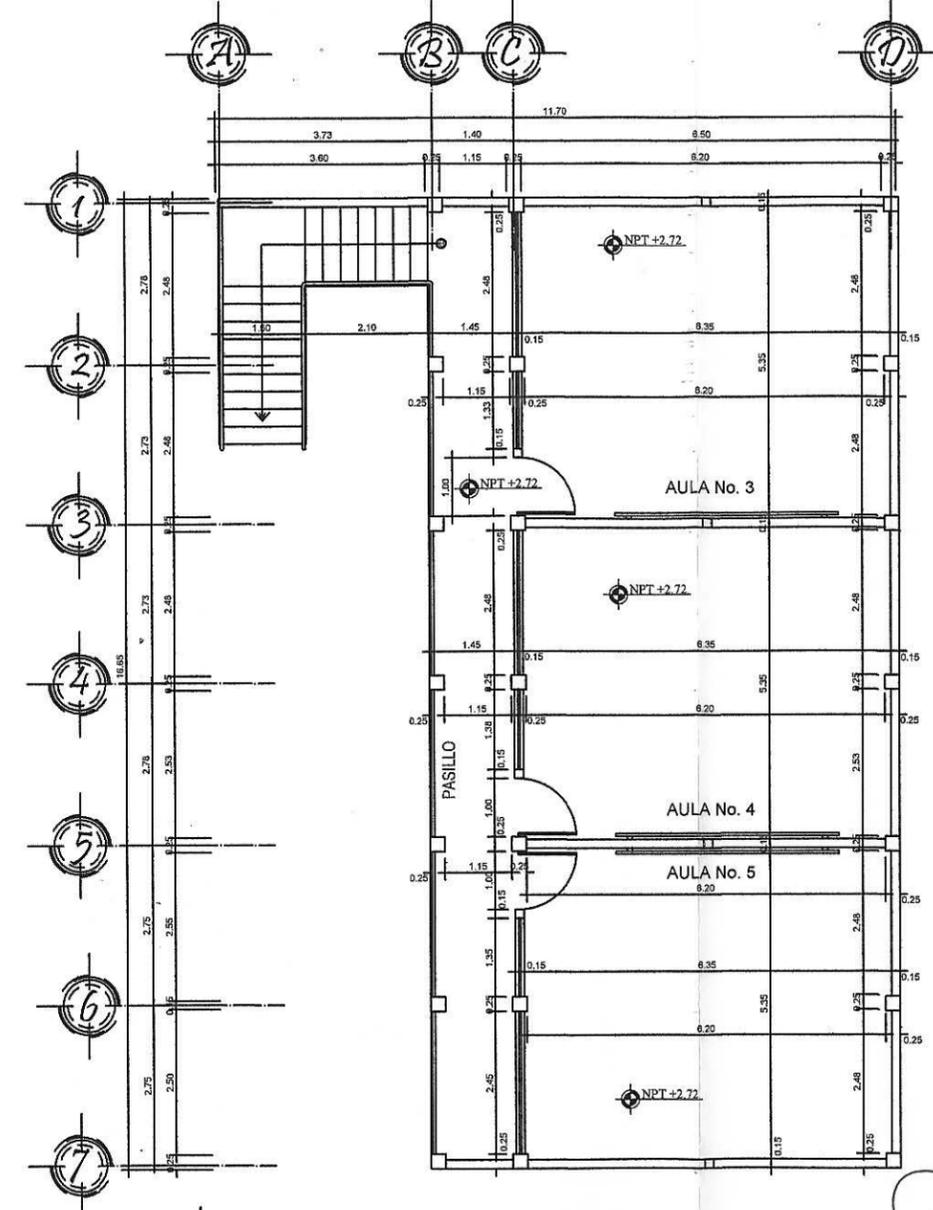
Municipalidad: San Pedro Sac. Escala: Indicada Fecha: 2,013

Calculo: Manuel Juarez Dibujo: Manuel Juarez

Hoja No. 2/14



PLANTA ACOTADA + NIVELES
AULAS EDUCATIVAS
PRIMER NIVEL
Esc: 1/100



PLANTA ACOTADA + NIVELES
AULAS EDUCATIVAS
SEGUNDO NIVEL
Esc: 1/100

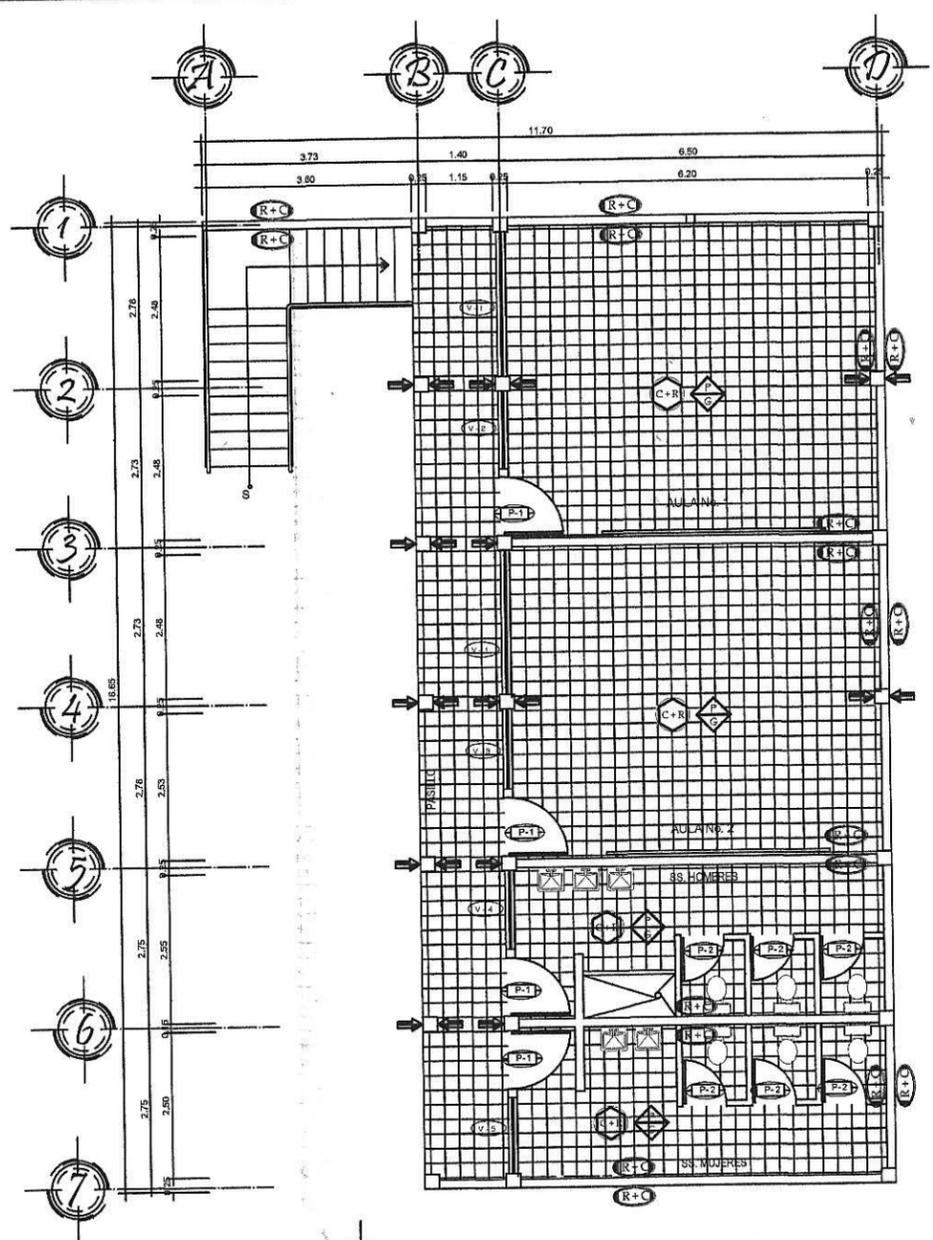
HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

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

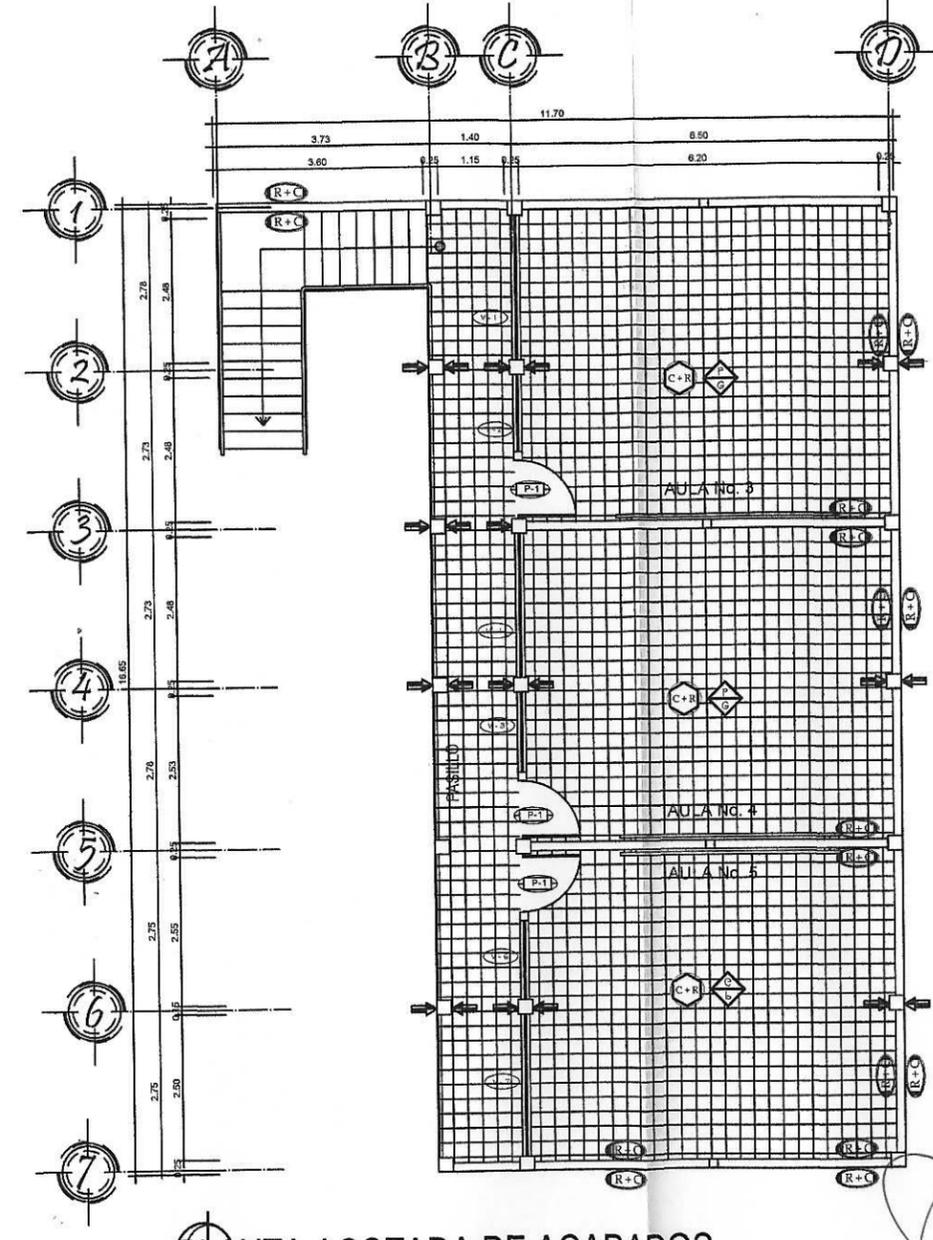
Proyecto:

Contenido: Planta Acotada+Niveles
Calculo: Manuel J. Jarama
Dibujos: Manuel J. Jarama

Municipalidad: San Pedro Sac.
Becado: Inducado
Fecha: 2,013
Ingeniero: Manuel J. Jarama
Autor de E.P.S.
Hoja No. 3/14



PLANTA ACOTADA DE ACABADOS Esc: 1/100
AULAS EDUCATIVAS **PRIMER NIVEL**



PLANTA ACOTADA DE ACABADOS Esc: 1/100
AULAS EDUCATIVAS **SEGUNDO NIVEL**

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMIENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMIENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

NOMENCLATURA	
	PIPO GRANTO
	REPELO + CERINDO EN PAREDES
	CIELO REPELO + CERINDO TRADICIONAL
	ALIGADO EN COLUMNAS PRINCIPALES
	TIPO DE VENTANA EN PLANTA
	TIPO DE PUERTA EN PLANTA

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

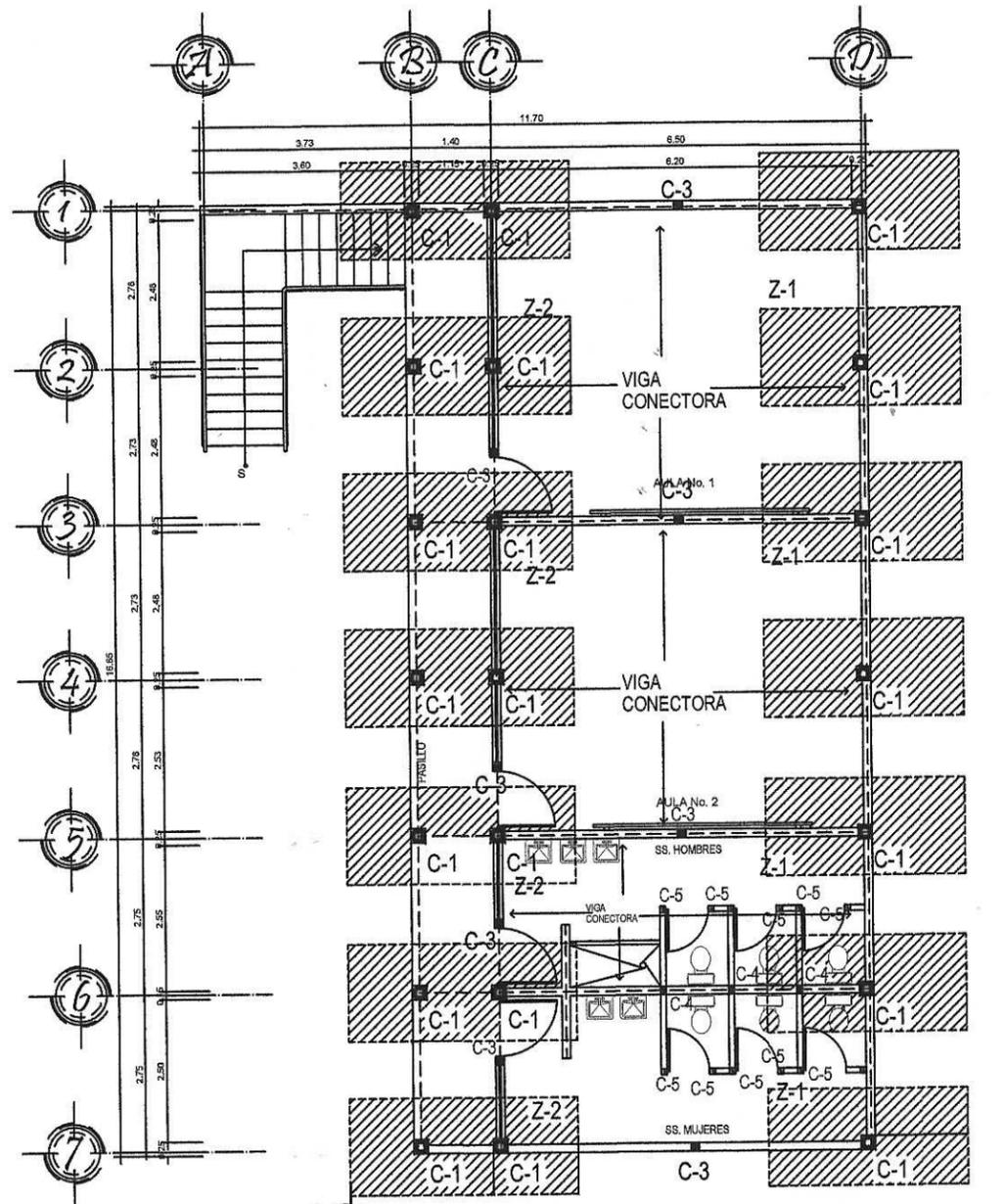
Proyecto:

Contenido: **Plano de Acabados**

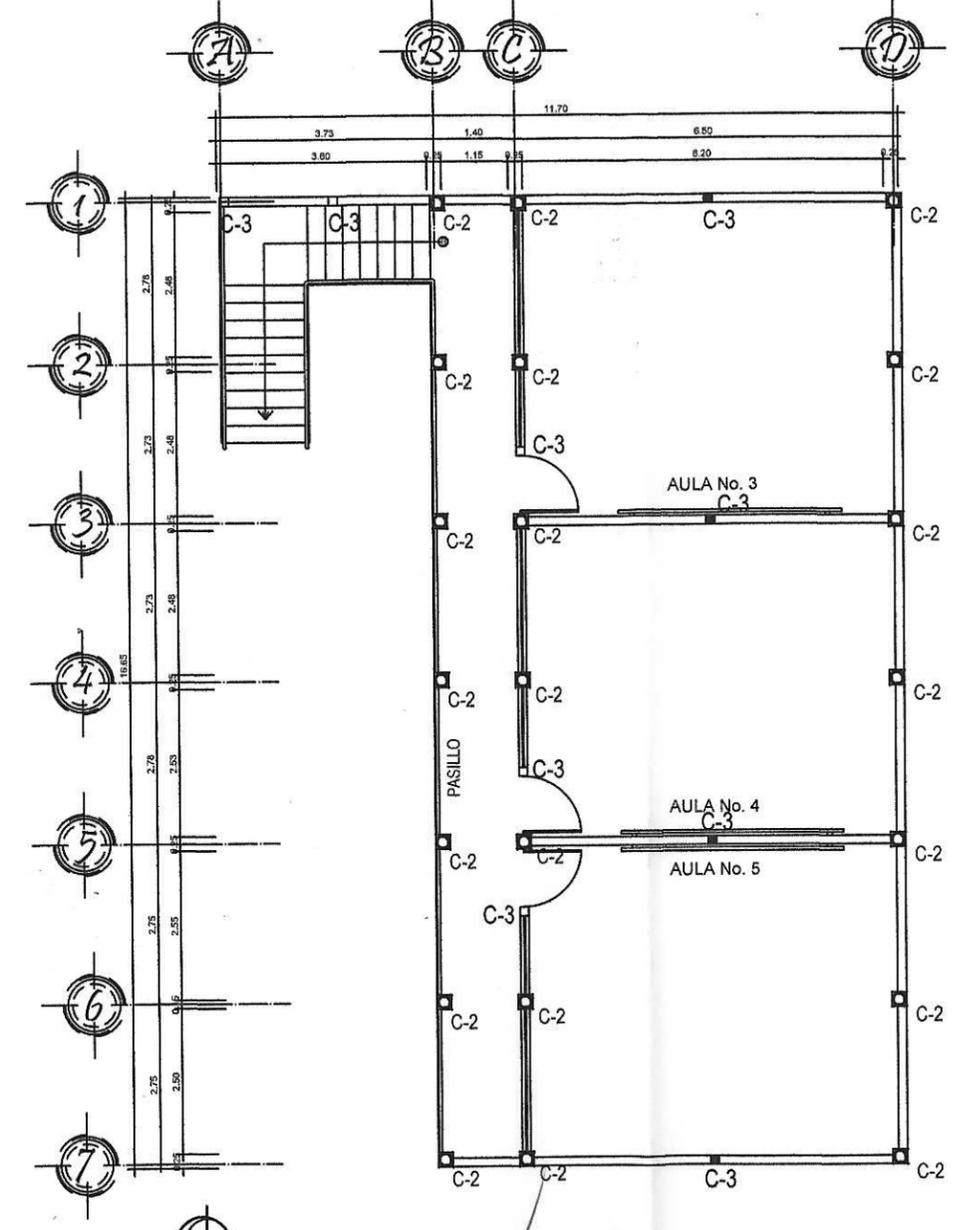
Municipalidad: San Pedro Sac
 Base: Indicada
 Fecha: 2.013

(1) Manuel Juarez de Leon
 (2) Ing. Silvio Rodriguez
 Asesor de E.P.S.

Hoja No. **4/14**



PLANTA ACOTADA DE CIMIENTOS
AULAS EDUCATIVAS PRIMER NIVEL Esc: 1/100



PLANTA ACOTADA DE CIMIENTOS
AULAS EDUCATIVAS SEGUNDO NIVEL Esc: 1/100

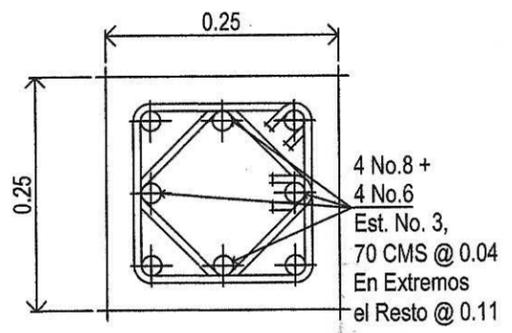
HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+GORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMIENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMIENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

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

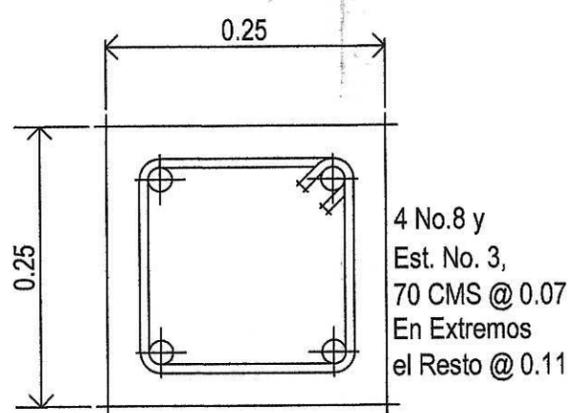
Proyecto:

Contenido: Plano de Cimientos
Calculo: Manuel Juarez
Dibajo: Manuel Juarez

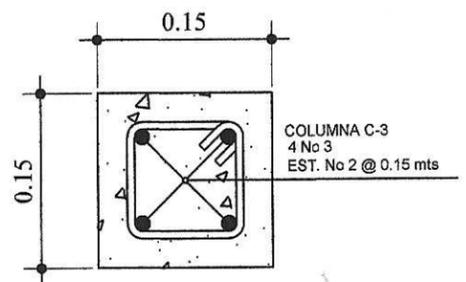
Municipalidad: San Pedro Sac.
Baculo: Inducada
Fecha: 2,013
Hoja No. 6/14



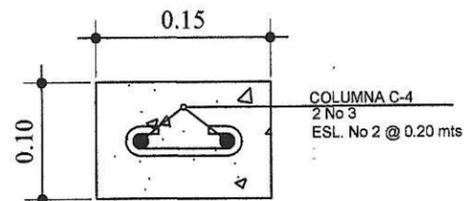
Col. C-1 Escala 1/5
COL CRITICA



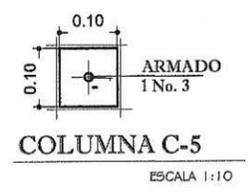
Col. C-2 Escala 1/5



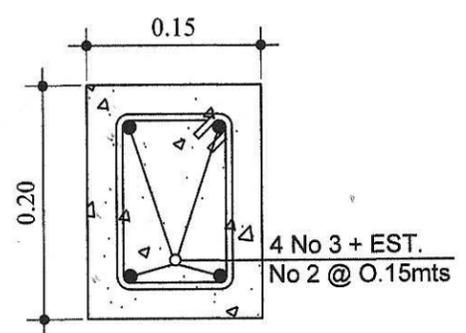
COLUMNA TIPO C-3 ESCALA: 1/5



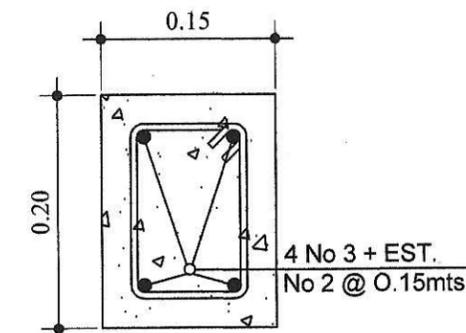
COLUMNA TIPO C-4 ESCALA: 1/5



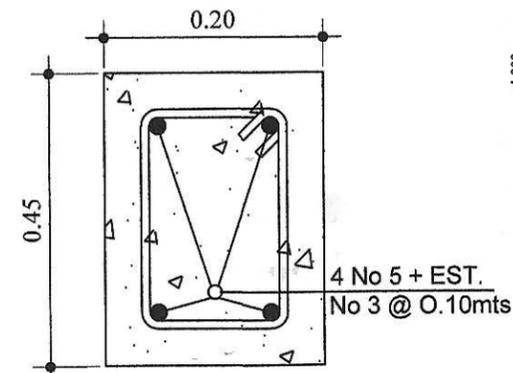
COLUMNA C-5 ESCALA 1:10



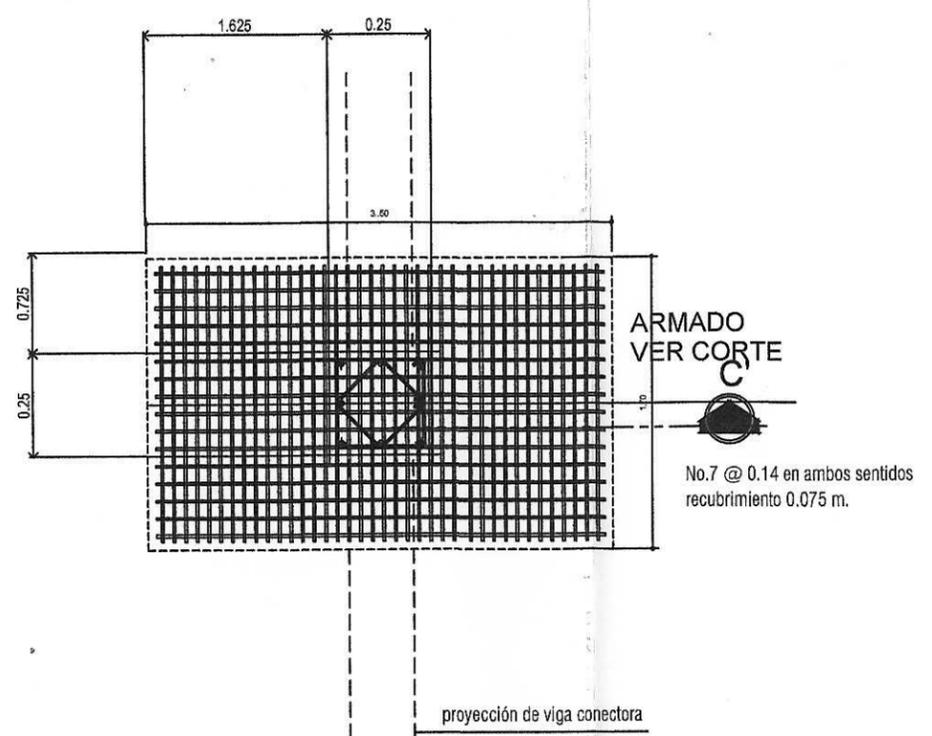
SOLERA INTERMEDIA ESCALA: 1/5



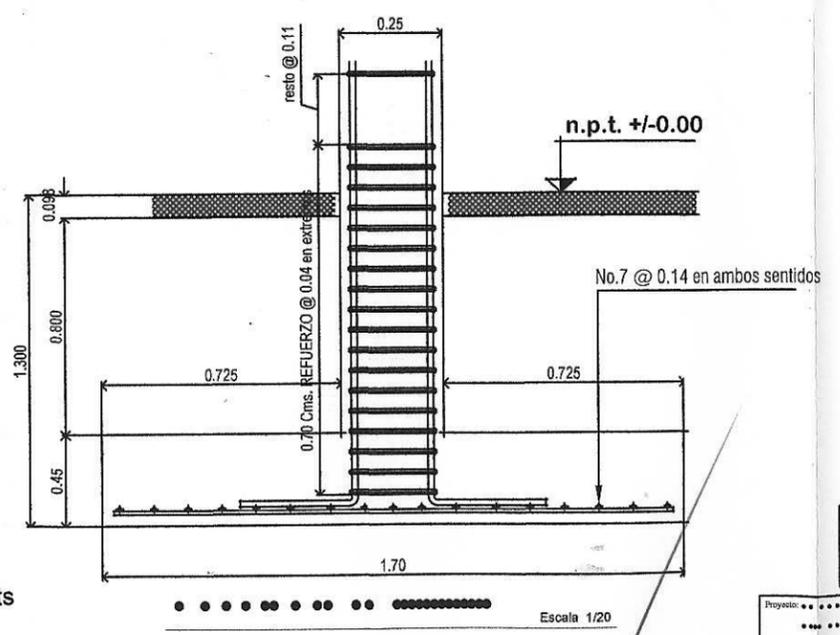
SOLERA HIDROFUGA Y DE AMARRE ESCALA: 1/5



VIGA CONECTORA DETALLE ESCALA: 1/5



Planta Zapata Z-1 Escala 1/20



LISTADO DE PLANOS	
HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

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

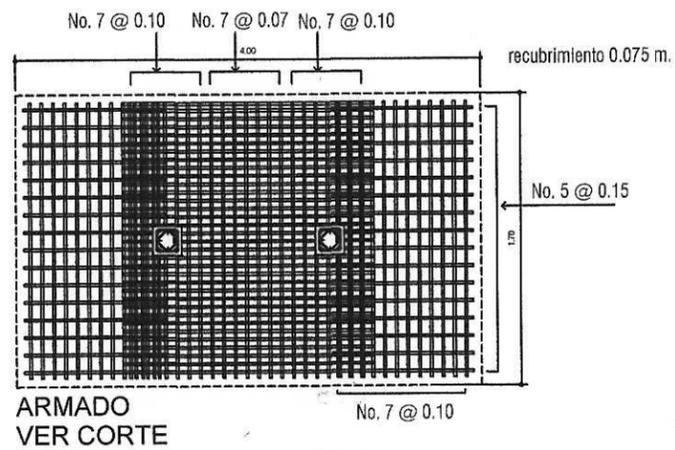
Proyecto:

Contenido: Plano de Detalles

Municipalidad: San Pedro Sac
Barr: Indicada
Fecha: 2.013

Calculo: Manuel J. Jarama
Dibujos: Manuel J. Jarama

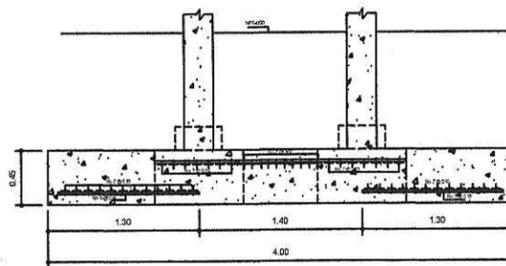
Hoja No. 7/14



ARMADO
VER CORTE

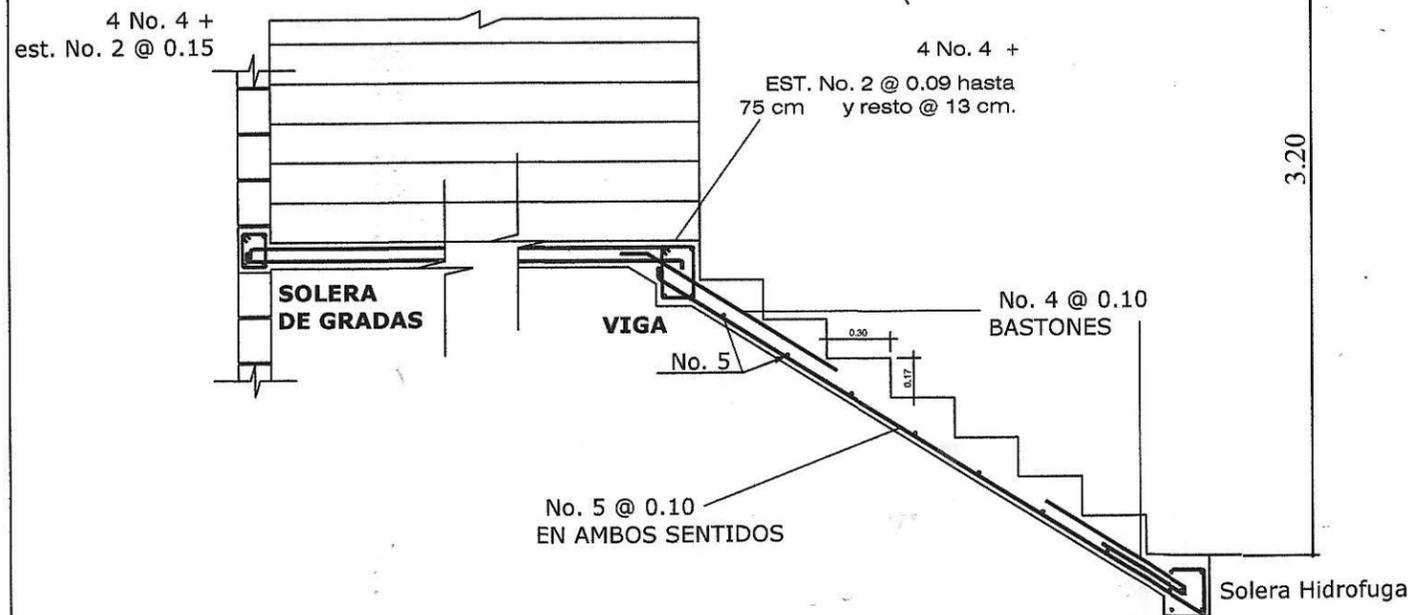
Planta Zapata Z-2

Escala 1/50



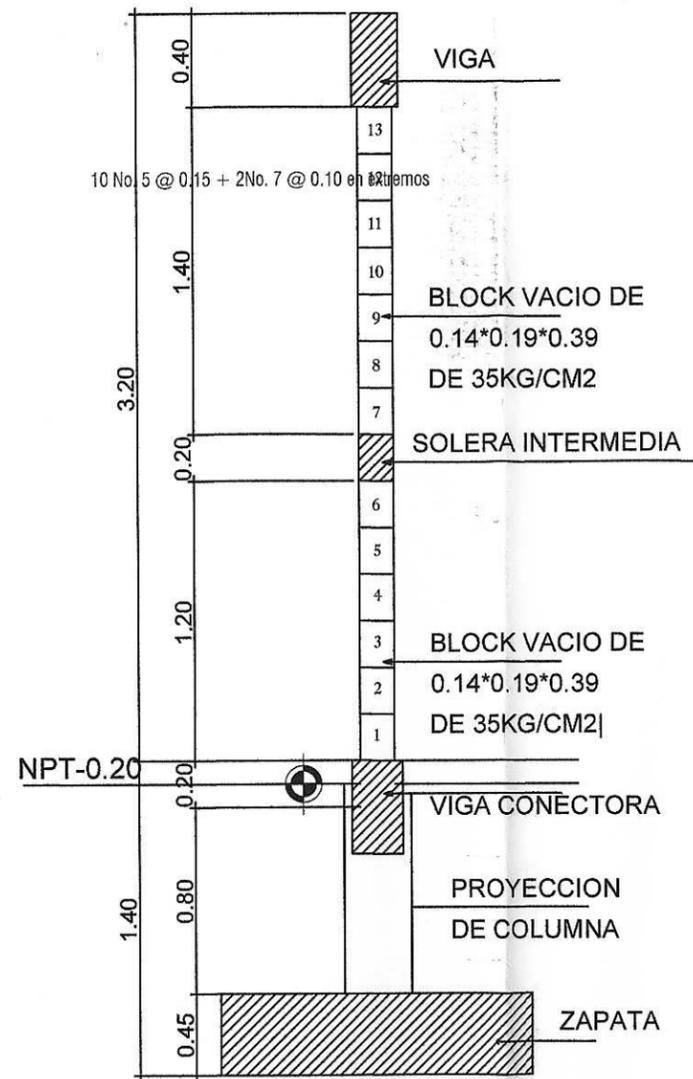
Corte Zapata Z-2

Escala 1/50



DETALLE DE GRADAS

Escala 1/25



CORTE TIPICO DE MURO

ESCALA 1:25

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

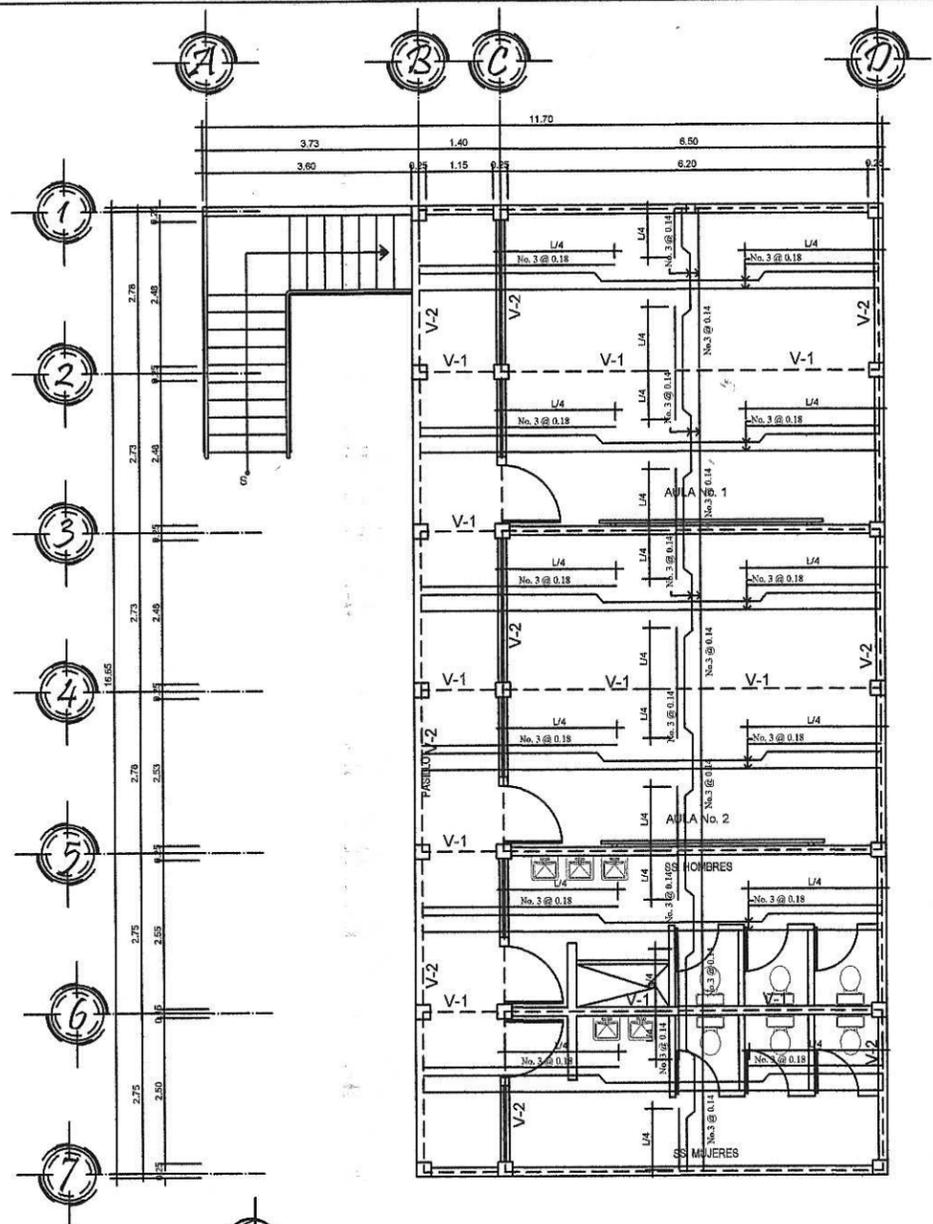
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto:

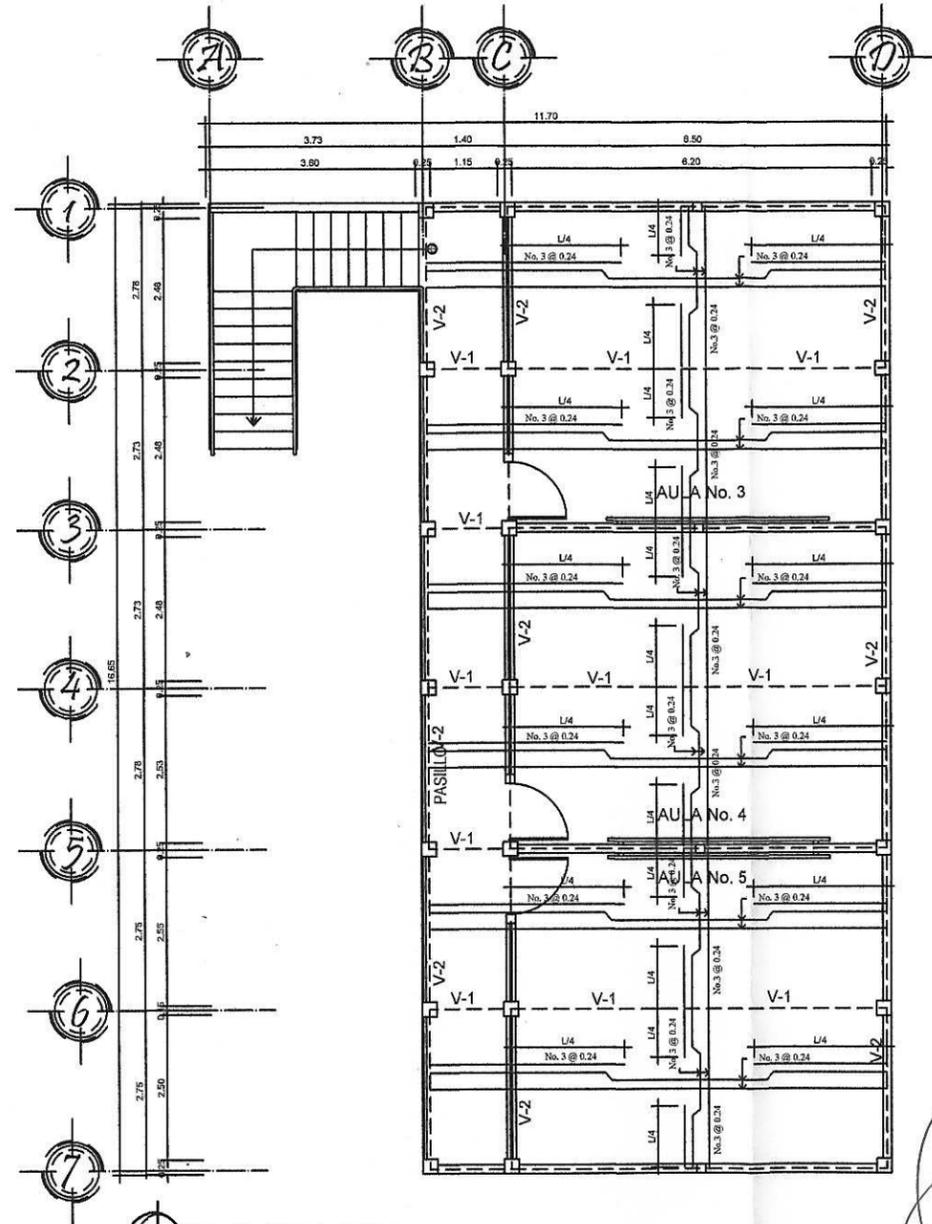
Contenido: Planta Detalles

Municipalidad: San Pedro Sac.
Escala: Indicado
Fecha: 2,013

Hoja No. 8/14



PLANTA DE LOSA
AULAS EDUCATIVAS
PRIMER NIVEL
Esc: 1/100



PLANTA DE LOSA
AULAS EDUCATIVAS
SEGUNDO NIVEL
Esc: 1/100

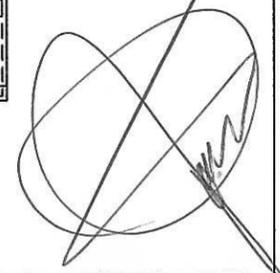
HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE AGABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

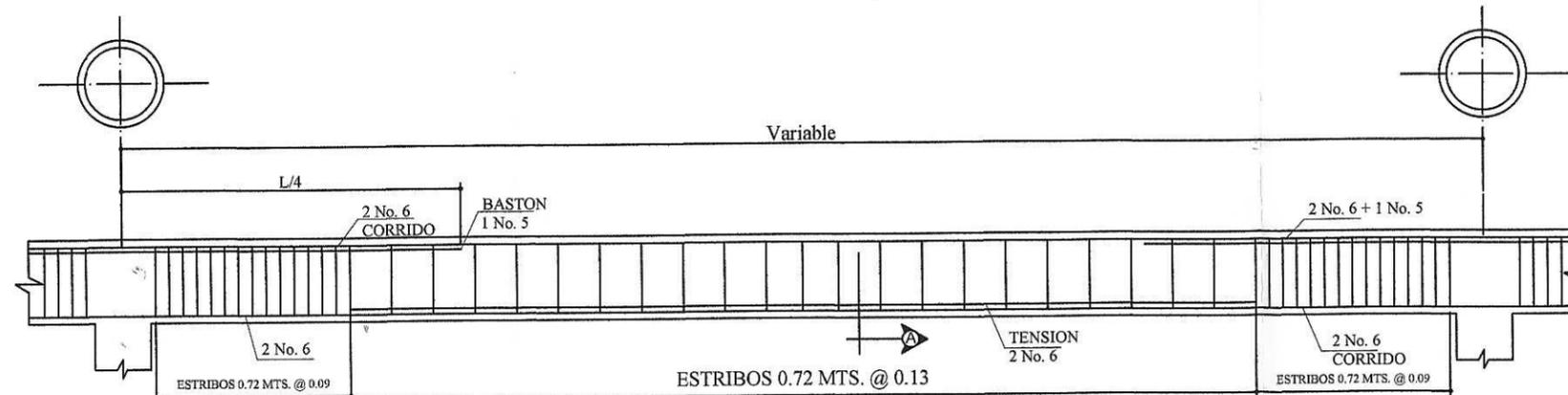
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto:

Contenido: Planta de Losa
Calculo: Manuel J. Jerez
Dibujos: Manuel J. Jerez

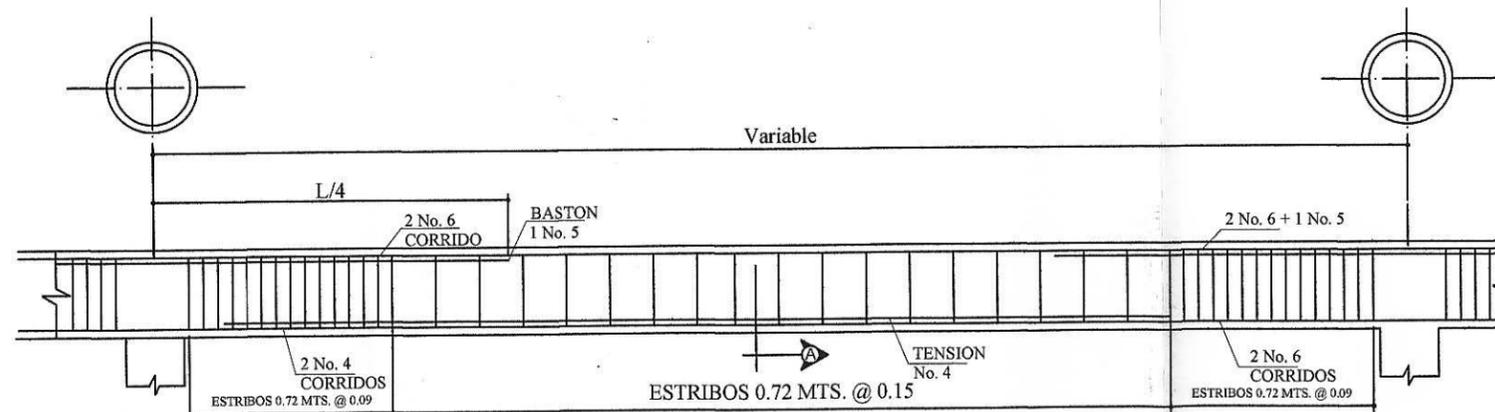
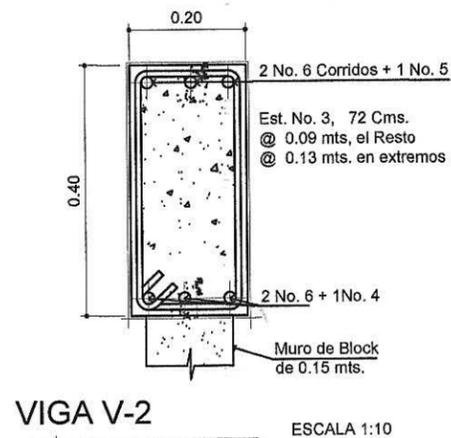
Municipalidad: San Pedro Sec.
Bosque: Indicada
Fecha: 2,013
Hoja No. 9/14
Ing. Silvio Rodriguez
Arquitecto E.P.S.





DETALLE DE VIGA 1

ESC: 1/20



DETALLE DE VIGA 2

ESC: 1/20

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMIENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMIENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

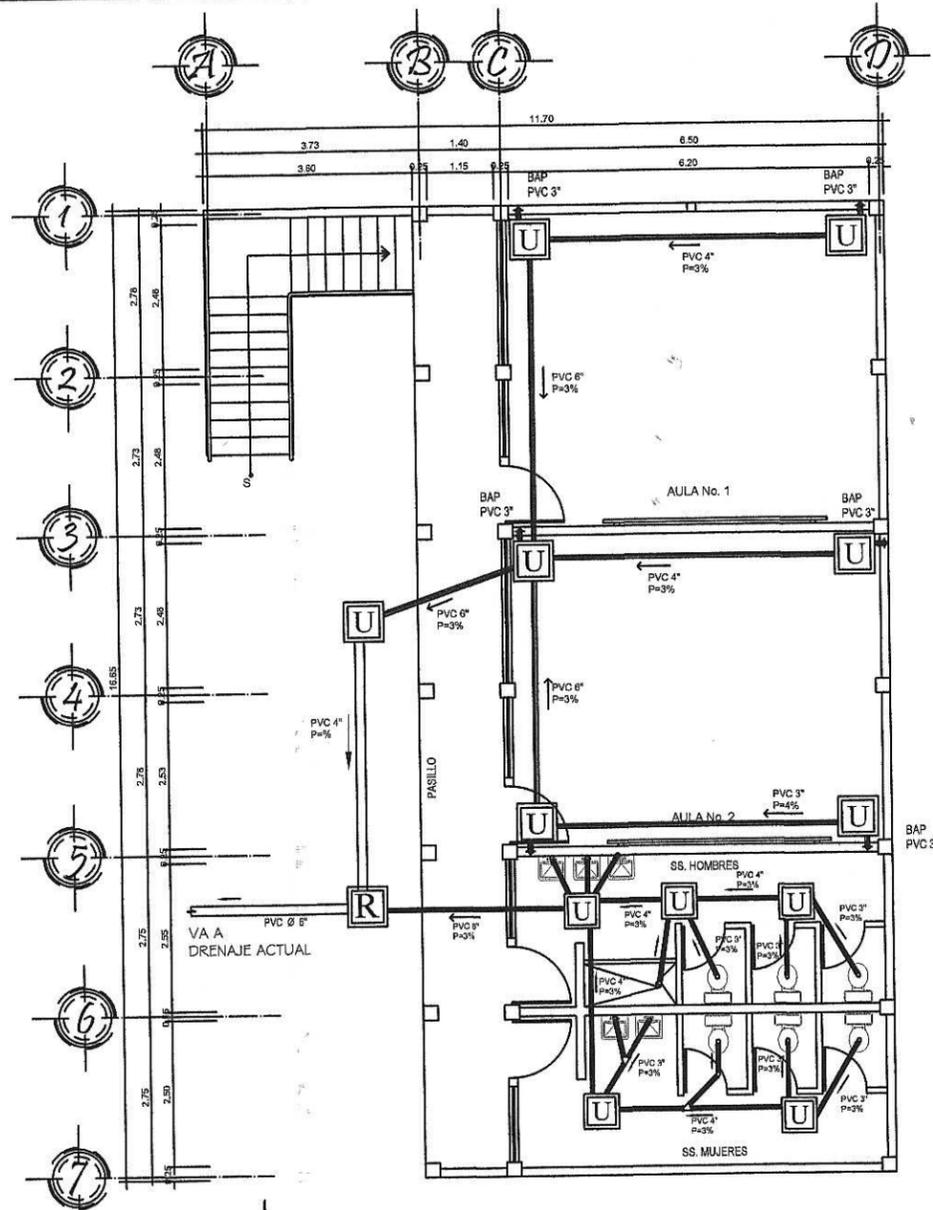
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto:

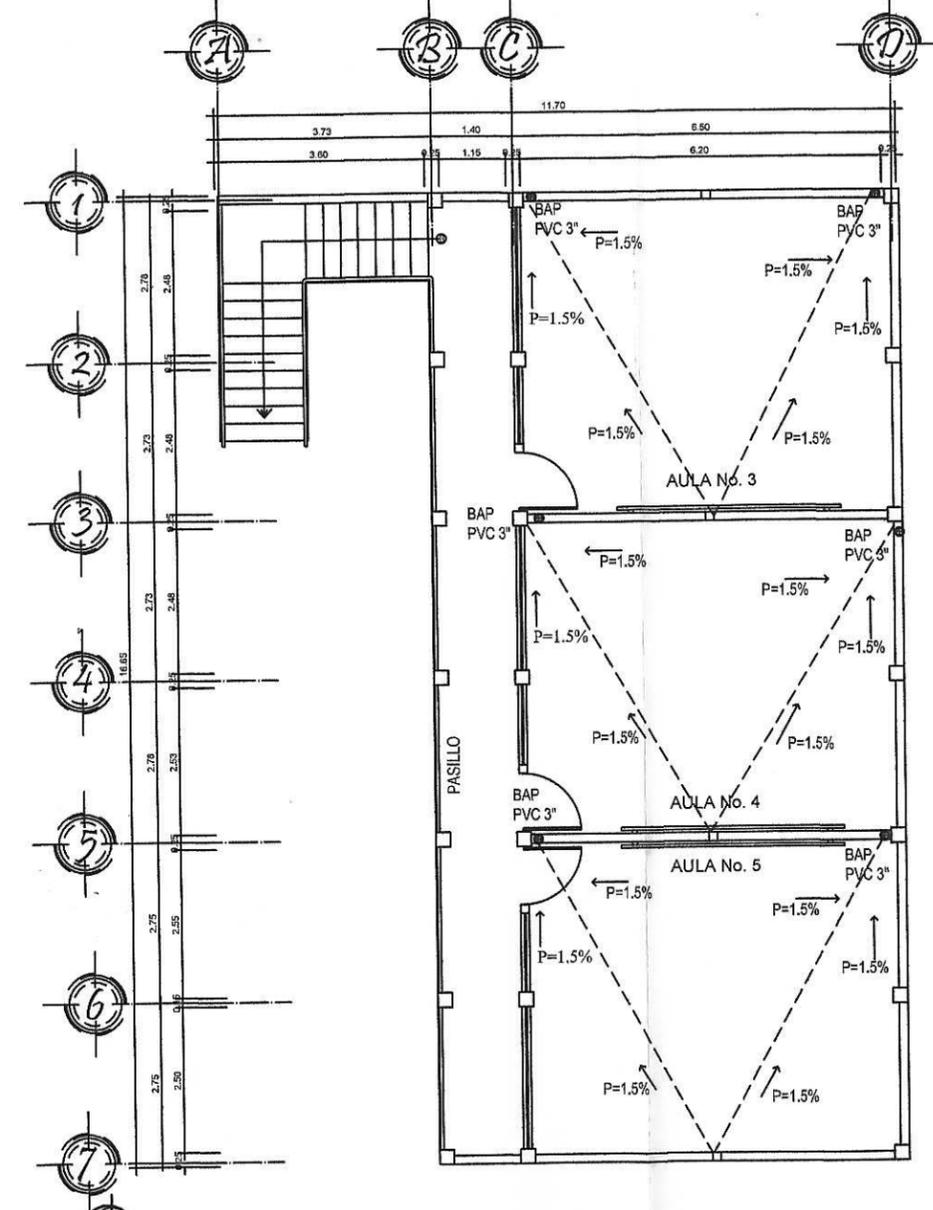
Contenido: Planta Detalles de Viga
Calculo: Manuel J. J. J.
Dibujos: Manuel J. J. J.

Municipalidad: San Pedro Sac.
Escala: Indicada
Fecha: 2.013

Hoja No. 10/14



PLANTA INSTALACION, DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES Esc: 1/100
 AULAS EDUCATIVAS PRIMER NIVEL



PLANTA INSTALACION, DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES Esc: 1/100
 AULAS EDUCATIVAS SEGUNDO NIVEL

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA-CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA-NIVELES
4/A	PLANO DE ACOTADOS
5/A	PLANTA DETALLES-SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMIENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMIENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

NOMENCLATURA DE DRENAJE	
	AGUAS NEGRAS
	FLUJO DE TUBERIA 3%
	YE PERFIL
	CAJA UNION
	CAJA DE REGISTRO SIMPLE
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	PENDIENTE DE FLUJO

[Handwritten signature]

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

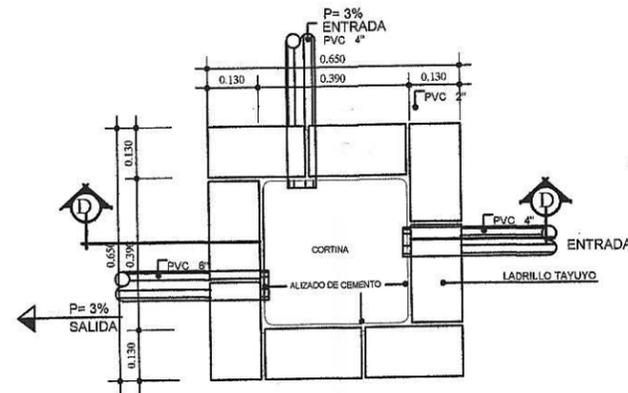
Proyecto:

Contenido: Planta de Instalacion de Drenaje y Aguas Pluviales

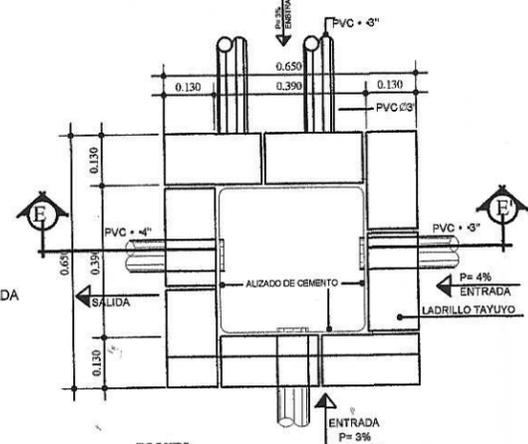
Municipalidad: San Pedro Sac. Escala: Inducida Fecha: 2013

(1) Manuel Suarez de Leon (2) Ing. Silvio Rodriguez Ayon de E.P.A.

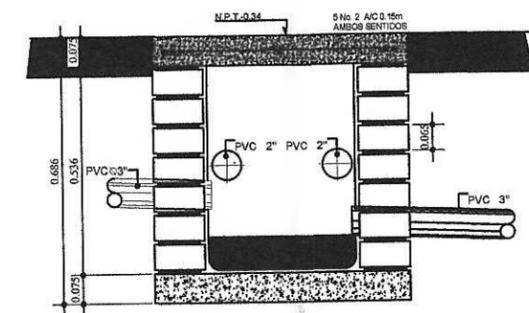
Hoja No. 11/14



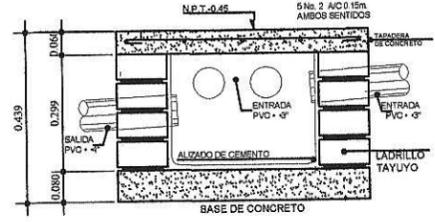
PLANTA
Caja Registro
escala 1/15



PLANTA
Caja Unión 1
escala 1/15



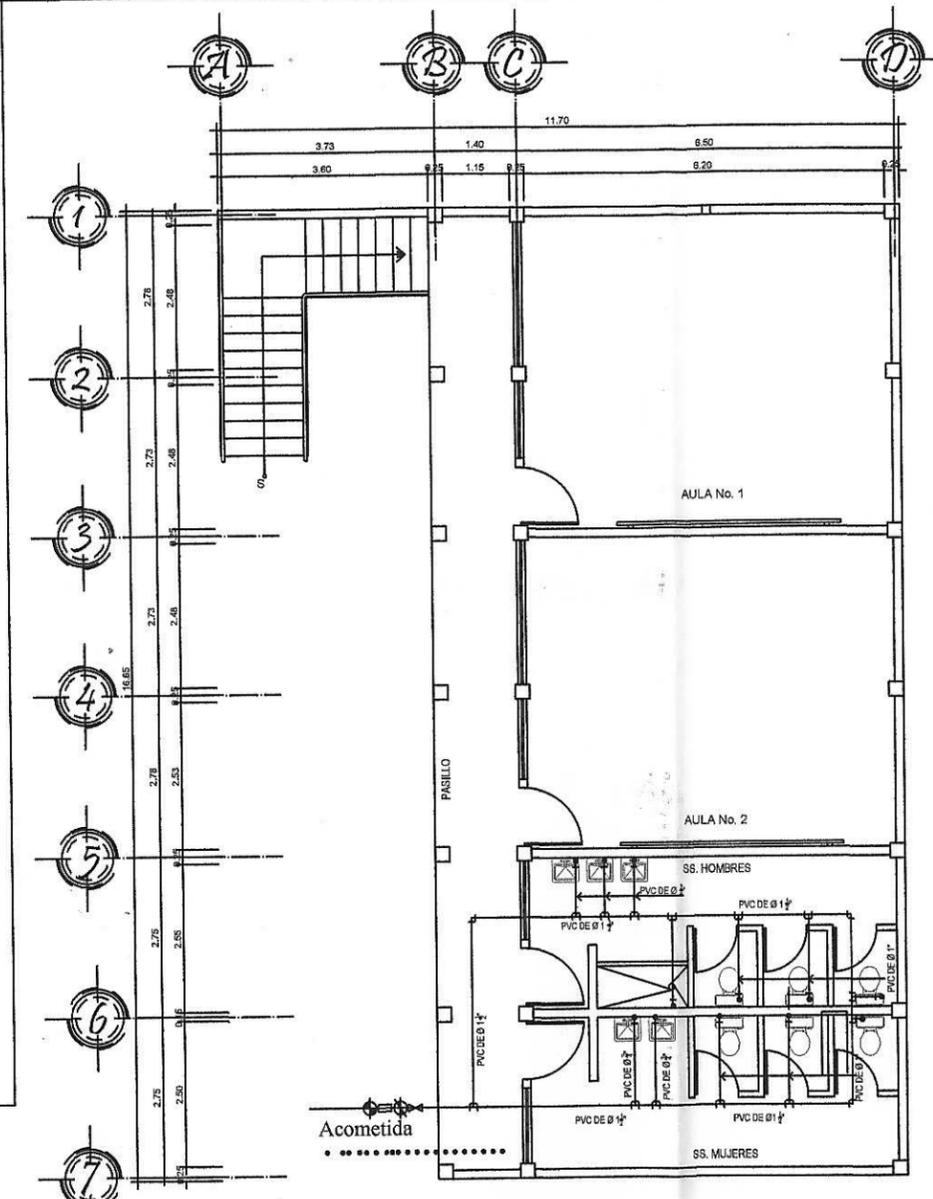
PLANTA
Caja Registro
escala 1/15



SECCIÓN E-E'
Caja Unión 1
escala 1/15



DETALLE DE CAJAS PARA INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
Esc: 1/100



PLANTA INSTALACION HIDRAULICA
AULAS EDUCATIVAS PRIMER NIVEL
Esc: 1/100

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTE
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

TODAS LAS TUBERIAS DE AGUA HACIA ARTEFACTOS DE BAÑO Y GRIFERIA TENDRA TUBERIA DE 1/2"

NOMENCLATURA	
INSTALACION HIDRAULICA	
	Llave de Paso
	Llave de Compuerta
	Llave de Cheque
	Tuberia PVC Indicado
	Contador para Agua
	Tee diametro Indicado
	Reductor pvc diametro de 3/4" a 1/2"

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

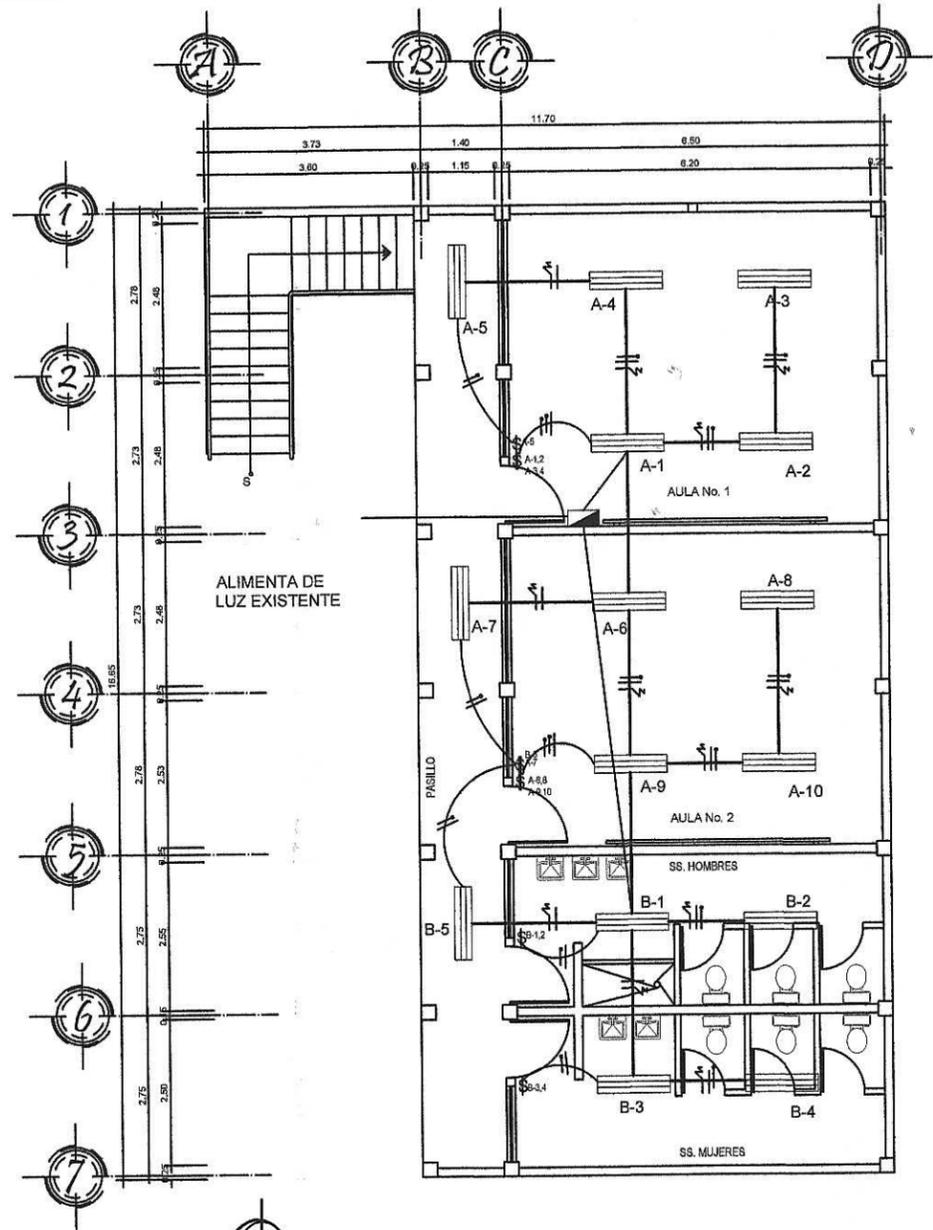
Proyecto:

Contenido: **Planta Instalacion Hidraulica**

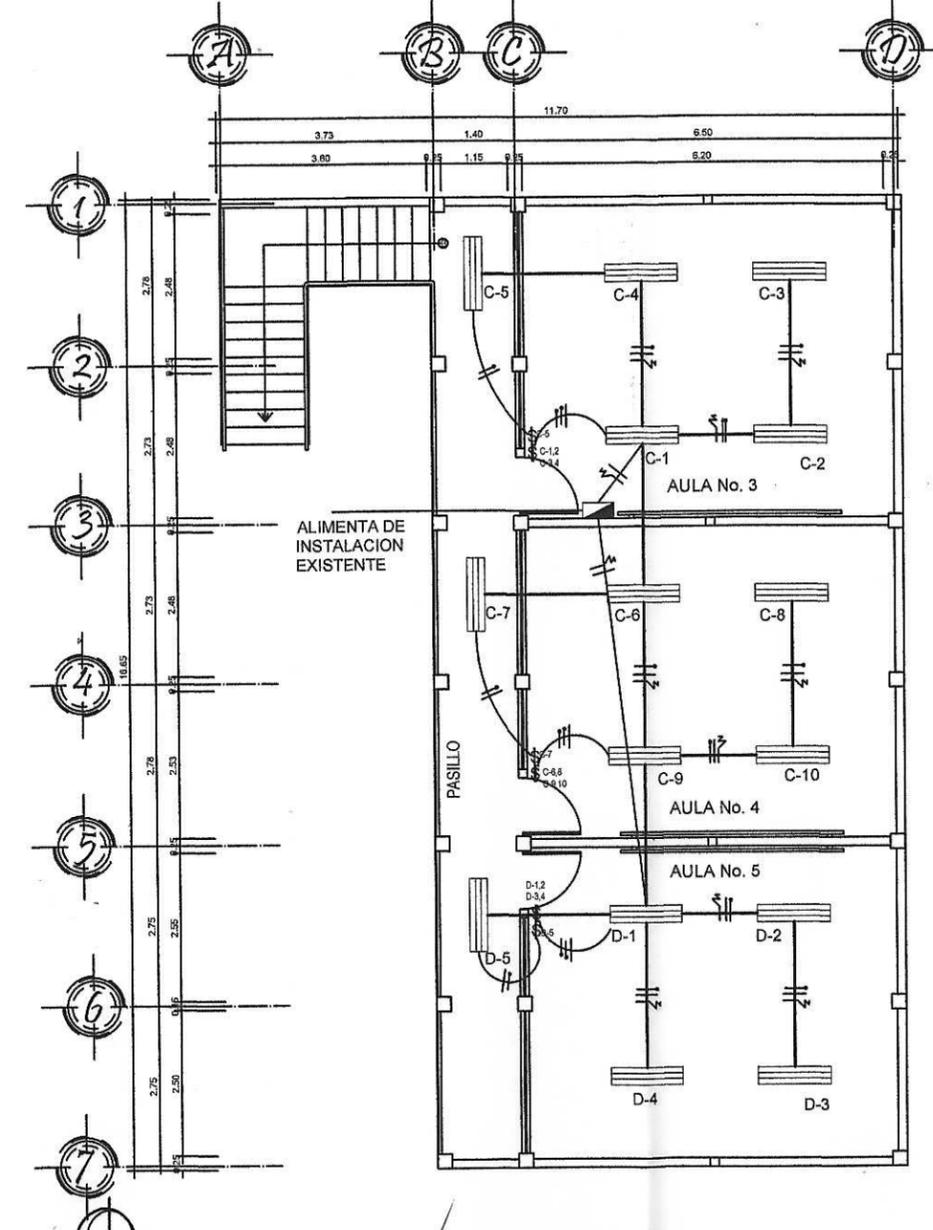
Municipalidad: San Pedro Sac.
Escala: Indicado
Fecha: 2.013

Calculo: Manuel Juarez
Diseño: Manuel Juarez

Hoja No. **12/14**



PLANTA DE ILUMINACION
AULAS EDUCATIVAS
PRIMER NIVEL
Esc: 1/100



PLANTA DE ILUMINACION
AULAS EDUCATIVAS
SEGUNDO NIVEL
Esc: 1/100

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION			
SIMBOLO	SIGNIFICADO	SIMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW		
	LÍNEA DE VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO	L-1	INDICA NUMERO DE UNIDADES
	DE RETORNO	\$	INTERRUPTOR SIMPLE
	POLIDUCTO Ø3/4"	\$	INTERRUPTOR DOBLE
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		LAMPARA FLOURESCENTE DE 2X60
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		

LISTADO DE PLANOS	
HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

[Handwritten signature]

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

Proyecto:

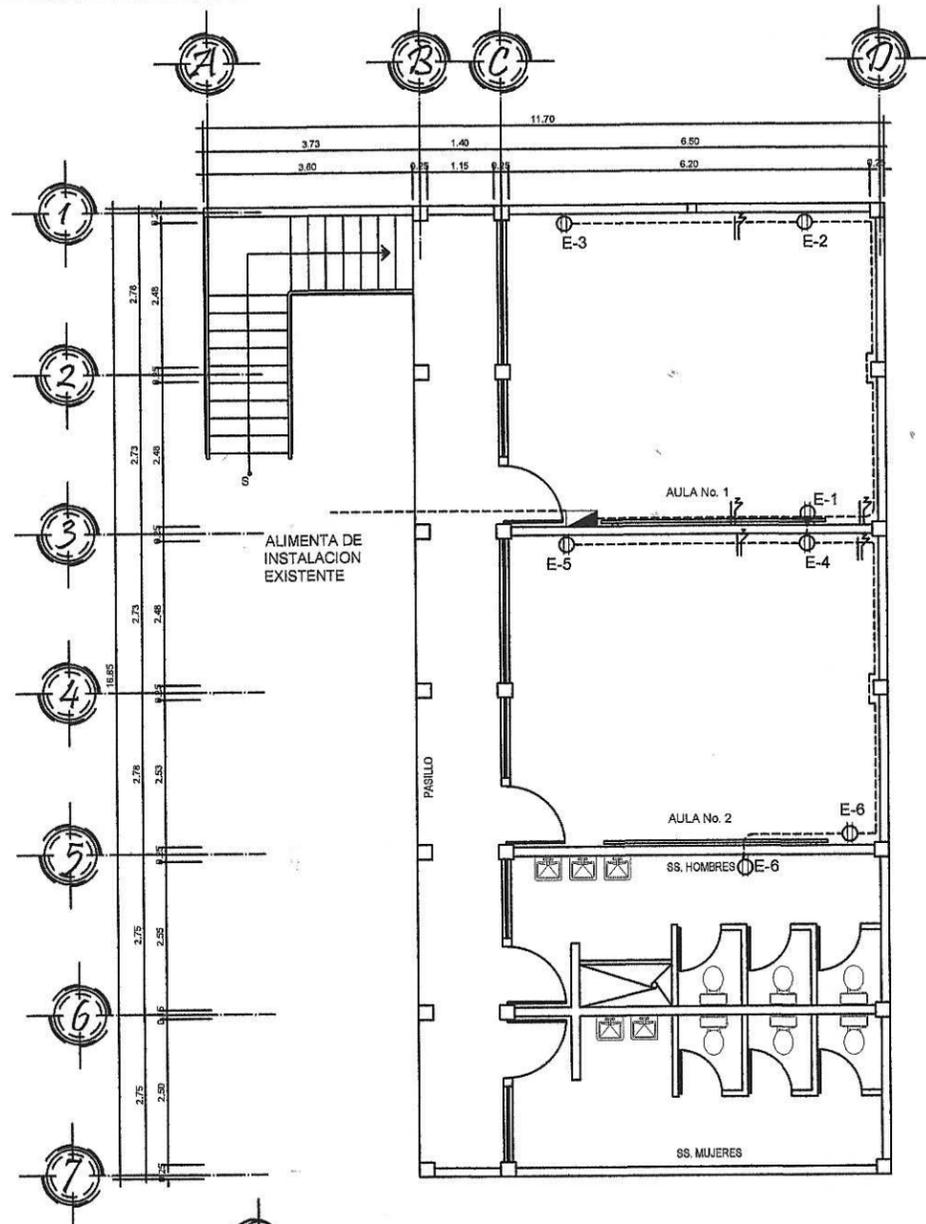
Contenido: **Planta de Iluminacion**

Municipalidad: San Pedro Sac.
Escriba: Indicaada
Fecha: 2,013

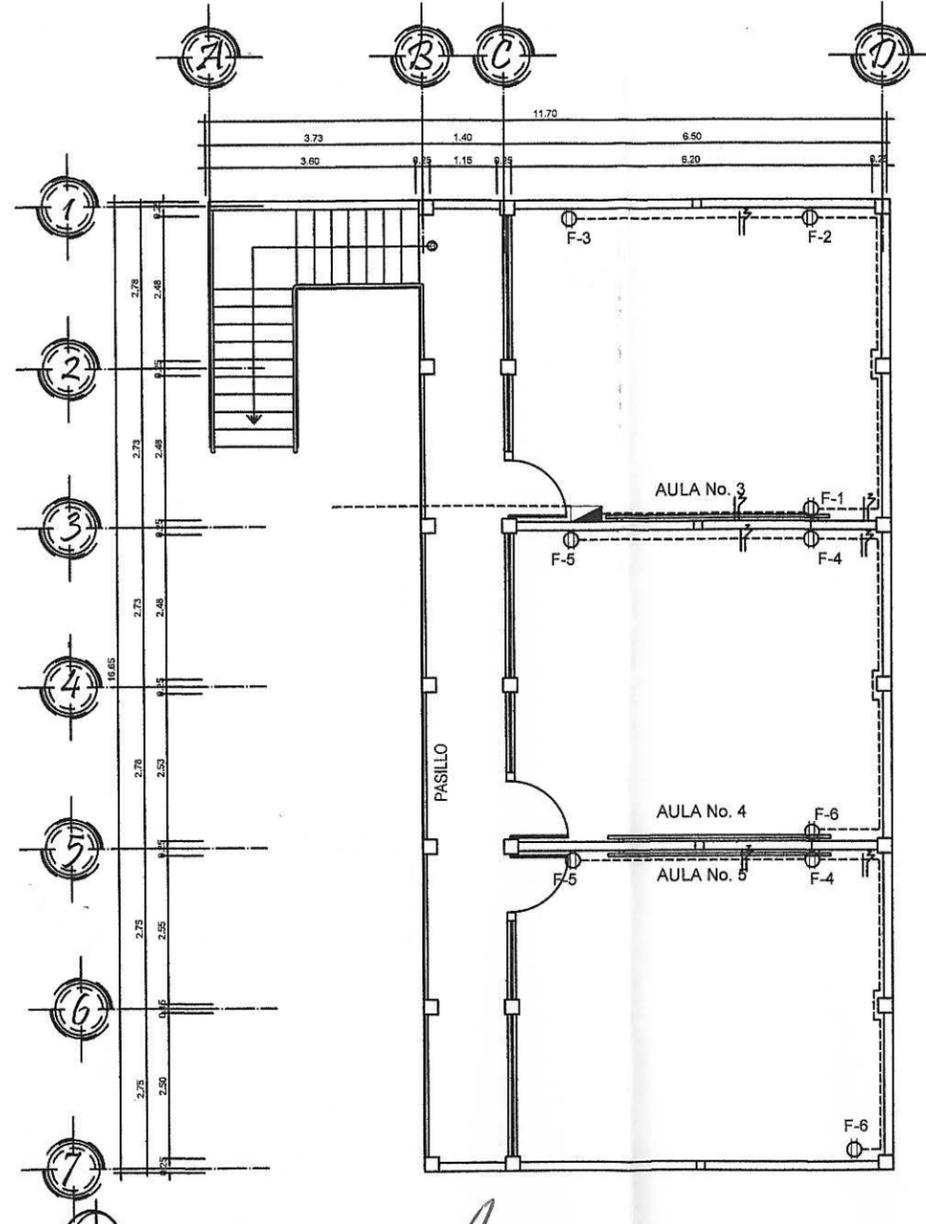
(1) Manuel Jaramel de Leon
Ingeniero

(2) Dlg. Silvio Rodriguez
Ingeniero de E.P.S.

Hoja No. **13/14**



PLANTA INSTALACION DE FUERZA
AULAS EDUCATIVAS PRIMER NIVEL Esc: 1/100



PLANTA INSTALACION DE FUERZA
AULAS EDUCATIVAS SEGUNDO NIVEL Esc: 1/100

HOJA No.	CONTENIDO
1/A	PLANTA DE FACHADA+CORTES
2/A	PLANTA AMUEBLADA
3/A	PLANTA ACOTADA+NIVELES
4/A	PLANO DE ACABADOS
5/A	PLANTA DETALLES+SECCIONES
6/A	PLANO DE CIMIENTOS
7/A	PLANO DE DETALLES DE CIMIENTOS
8/A	PLANO DE DETALLES DE GRADAS
9/A	PLANTA DE LOSA
10/A	PLANTA DETALLES DE VIGA
11/A	PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJE Y AGUAS PLUVIALES
12/A	PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA
13/A	PLANTA DE ILUMINACION
14/A	PLANTA DE FUERZA

SIMBOLOGIA DE FUERZA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED Y PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 110 V.
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	L-1 INDICA NUMERO DE UNIDADES

[Handwritten signature]

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

Proyecto:

Contenido: Planta Instalacion de Fuerza

Municipalidad: San Pedro Sac
Escala: Indicado
Fecha: 2,013

Calculo: Manuel Juarez
Dibujó: Manuel Juarez

(1) Manuel Juarez de Leon
Asesor de E.P.S.

Hoja No. 14/14