



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES
PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

Andrea Isabel Rivera Roldán

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

Guatemala, octubre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES
PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ANDREA ISABEL RIVERA ROLDÁN
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 3 de septiembre del 2013.


Andrea Isabel Rivera Roldán



Guatemala, 29 de agosto de 2014.
Ref.EPS.DOC.921.08.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Andrea Isabel Rivera Roldán** con carné No. **200914932**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.**

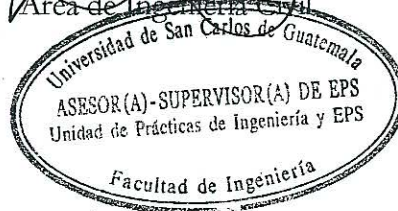
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/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



Guatemala,
29 de agosto de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **Andrea Isabel Rivera Roldán**, con Carnet No. 200914932, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Más de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
 17 de septiembre de 2014.

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Andrea Isabel Rivera Roldán, con Carnet No. 200914932, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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, 18 de septiembre de 2014
Ref.EPS.D.513.09.14

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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Andrea Isabel Rivera Roldán, carné 200914932**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/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. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación de la estudiante Andrea Isabel Rivera Roldán, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 544.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTÓN TOJCHINÁ Y EDIFICIO MUNICIPAL DE DOS NIVELES PARA SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, presentado por la estudiante universitaria **Andrea Isabel Rivera Roldán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 14 de octubre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el eje central de mi vida.
Mis padres	Enio Rivera y Eva Roldán, por ser mis más grandes fuentes de inspiración y soporte a lo largo de mi vida.
Mis hermanos	Emerson y Ligia Rivera, por ser mis compañeros de vida.
José Rodrigo Zamora	Por ser una de las personas más importantes de mi vida, mi segundo padre.
Mis abuelas	Zarbelia Zamora (q.e.p.d.) y Margarita Cardona, por ser la base de la familia.
Mis tíos	Myra Rivera, Carmita Rivera, Oscar Rodríguez, Rafael Rodríguez y Arnely Rivera, por estar siempre presentes en mi camino.
Mis primos	Por estar presentes en mi camino.
Roaldo Isaías Chávez	Por su cariño y apoyo incondicional.
Mis amigos y amigas	Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la máxima casa de estudios, lugar donde he adquirido todos los conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi principal formadora.
Mis padres	Por apoyarme y alentarme durante la carrera.
Mis amigos de la Facultad	Roaldo Chávez, Eduardo Osoy, Rodrigo Barreno y Octavio González, por su apoyo a lo largo de la carrera.
Mis amigas	Hillary Cervantes y Victoria Orrego, por su amistad incondicional.
Ing. Luis Alfaro	Por compartir sus conocimientos durante la carrera y por brindarme la asesoría al presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía	1
1.2. Características físicas.....	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	5
2.1. Diseño de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná.....	5
2.1.1. Descripción del proyecto	5
2.1.2. Levantamiento topográfico	5
2.1.3. Período de diseño.....	6
2.1.3.1. Cálculo de población futura	6
2.1.4. Generalidades de un sistema de alcantarillado sanitario	7
2.1.5. Consideraciones de diseño	8
2.1.6. Cálculo de caudales	8
2.1.6.1. Dotación de agua potable.....	8
2.1.6.2. Velocidad de flujo	9
2.1.6.3. Tirante o profundidad.....	9
2.1.6.4. Uso del agua.....	9

2.1.6.5.	Caudal domiciliar	10
2.1.6.5.1.	Factor de retorno.....	10
2.1.6.6.	Caudal de conexiones ilícitas	11
2.1.6.7.	Caudal de infiltración.....	12
2.1.6.8.	Caudal comercial.....	13
2.1.6.9.	Caudal industrial.....	13
2.1.6.10.	Factor de caudal medio	13
2.1.6.11.	Factor de Harmond	13
2.1.6.12.	Caudal de diseño	14
2.1.7.	Pendiente	14
2.1.8.	Cálculo de cotas Invert.....	15
2.1.9.	Diámetros de tubería	15
2.1.10.	Pozos de visita	15
2.1.11.	Especificaciones para pozos de visita	16
2.1.12.	Conexiones domiciliars.....	16
2.1.13.	Profundidad de tubería.....	17
2.1.13.1.	Normas y recomendaciones.....	17
2.1.14.	Propuesta de tratamiento	17
2.1.14.1.	Diseño de fosas sépticas.....	18
2.1.14.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	19
2.1.15.	Metodología de cálculo	20
2.1.15.1.	Diseño del sistema	20
2.1.16.	Elaboración de presupuesto.....	26
2.1.17.	Elaboración de planos.....	27
2.1.18.	Evaluación de impacto ambiental.....	27
2.1.19.	Evaluación socioeconómica	28
2.1.19.1.	Valor Presente Neto (VPN)	28
2.1.19.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	29

2.2.	Diseño de edificio municipal	30
2.2.1.	Descripción del proyecto	30
2.2.2.	Investigación preliminar	31
2.2.2.1.	Descripción del terreno a utilizar.....	31
2.2.2.2.	Análisis de suelo (ensayo triaxial).....	32
2.2.3.	Diseño arquitectónico	34
2.2.3.1.	Ubicación del edificio en el terreno disponible.....	35
2.2.3.2.	Distribución de los ambientes	35
2.2.3.3.	Altura del edificio	36
2.2.3.4.	Selección del sistema estructural a utilizar	36
2.2.4.	Análisis estructural.....	36
2.2.4.1.	Predimensionamiento estructural	36
2.2.4.2.	Modelos matemáticos de marcos rígidos.....	40
2.2.4.3.	Cargas aplicadas a marcos rígidos.....	41
2.2.4.3.1.	Cargas verticales aplicadas a los marcos rígidos	42
2.2.4.3.2.	Cargas horizontales aplicadas a los marcos rígidos	45
2.2.4.3.3.	Análisis de marcos aplicando un software.....	51
2.2.4.3.4.	Análisis y comparación con método numérico.....	53

	2.2.4.3.5.	Momentos últimos (envolvente de momentos)	66
	2.2.4.3.6.	Cortes últimos	68
2.2.5.		Diseño estructural	70
	2.2.5.1.	Losas.....	70
	2.2.5.2.	Vigas	81
	2.2.5.3.	Columnas	87
	2.2.5.4.	Cimientos	102
2.2.6.		Diseño de instalaciones.....	115
	2.2.6.1.	Diseño de instalaciones eléctricas	115
	2.2.6.2.	Diseño de instalaciones hidráulicas ...	118
	2.2.6.3.	Diseño de instalaciones sanitarias	121
2.2.7.		Planos constructivos	125
2.2.8.		Presupuesto	125
2.2.9.		Evaluación de impacto ambiental	128
CONCLUSIONES.....			129
RECOMENDACIONES			131
BIBLIOGRAFÍA.....			133
APÉNDICES.....			135
ANEXOS.....			137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de San Antonio Sacatepéquez	3
2.	Curvas de trazo continuo.	33
3.	Ubicación del edificio.....	35
4.	Áreas tributarias	37
5.	Modelo matemático eje 4 sentido X	40
6.	Modelo matemático eje 6 sentido X	40
7.	Modelo matemático eje B sentido Y	41
8.	Modelo matemático eje E sentido Y	41
9.	Ubicación de centro de masa y centro de rigidez.....	49
10.	Cargas aplicadas, marco 1 eje x	51
11.	Cargas aplicadas, marco A eje Y	51
12.	Momentos últimos marco 1 eje x ETABS	52
13.	Cortes últimos marco 1 eje x ETABS	52
14.	Isométrico de marcos de edificio municipal.....	53
15.	Momentos en vigas-carga muerta–marco 1 eje X.....	60
16.	Momentos en columnas–carga muerta marco 1 eje X	61
17.	Momentos en vigas–carga viva–marco 1 eje X.....	61
18.	Momentos en columnas – carga viva – marco 1 eje X.....	62
19.	Momentos en vigas –fuerza sísmica-marco 1 eje X.....	65
20.	Momentos en columnas–fuerza sísmica-marco 1 eje X.....	66
21.	Momentos últimos vigas (Kg-m)–marco 1 eje X.....	67
22.	Momentos últimos en columnas (Kg-m)–marco 1 eje X.....	68
23.	Cortes últimos en vigas (Kg)–marco 1 eje X	69

24.	Cortes últimos en columnas (Kg)–marco 1 eje X.....	69
25.	Diagrama de losas de primer nivel.....	71
26.	Diagrama de momentos en losas nivel 1	73
27.	Planta de momentos balanceados nivel 1	76
28.	Armado en viga tramo E-B marco 1 eje X.....	86
29.	Espaciamiento de estribos sin considerar confinamiento	87
30.	Armado de columnas	98
31.	Nudo sísmico	100
32.	Diagrama de cuerpo libre.....	100
33.	Armado interno de nudo	102
34.	Geometría de zapata	103
35.	Distancias	107
36.	Dimensiones de gradas	112
37.	Determinación de longitud L	113
38.	Determinación de momentos	113

TABLAS

I.	Profundidades mínimas	17
II.	Presupuesto.....	26
III.	Evaluación de impacto ambiental	27
IV.	Carga muerta.....	42
V.	Carga viva.....	43
VI.	Fuerzas por marco en cada nivel eje x	50
VII.	Datos para diseño.....	70
VIII.	Balance de momentos por rigidez.....	74
IX.	Balance de momentos por rigidez losas 3 y 4	75
X.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1 eje X.....	79
XI.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1 eje Y.....	80

XII.	Armado de viga	86
XIII.	Secciones de elementos	89
XIV.	Circuitos de iluminación para primer nivel.....	116
XV.	Circuitos de iluminación para segundo nivel	116
XVI.	Circuitos de fuerza para primer nivel.....	117
XVII.	Circuitos de fuerza para segundo nivel	117
XVIII.	Unidades de gasto Hunter por artefacto.....	118
XIX.	Gastos probables para el método de Hunter.....	120
XX.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones	122
XXI.	Diámetro de las derivaciones en colector.....	123
XXII.	Presupuesto	126
XXIII.	Evaluación de impacto ambiental.....	128

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura del elemento considerado
H_i	Altura del nivel considerado, medida desde la base del marco.
H_n	Altura del nivel de piso
Ag	Área bruta de la sección transversal de un elemento
As	Área de acero
As_{req.}	Área de acero requerida para cubrir un momento dado.
As_{máx.}	Área máxima de acero
As_{min.}	Área mínima de acero
b	Base de la sección transversal de un elemento
P_{cr}	Carga axial crítica a la que estará sometida la columna.
P_o	Carga axial máxima que puede resistir la columna cuando no existen excentricidades $e_x=0$, $e_y=0$.
P_u	Carga axial última
CM	Carga muerta
P'_y	Carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad, e_x , $e_y=0$.
P'_x	Carga normal máxima cuando se encuentra presente la excentricidad e_y , $e_x=0$.
P'_u	Carga normal máxima que actúa en las excentricidades e_x y e_y .

Cs	Carga sísmica
Cu	Carga última
CV	Carga viva
Z	Coeficiente numérico que depende de la zona sísmica.
I	Coeficiente numérico que depende del tipo de ocupación que se le dé al edificio.
C	Coeficiente que depende del período de oscilación sísmica.
ρ bal.	Cuantía balanceada de acero
ρ	Cuantía de acero
ρ máx.	Cuantía máxima de acero
ρ mín.	Cuantía mínima de acero
\emptyset	Diámetro
E	Esbeltez de un elemento
Vd	Esfuerzos cortantes de diseño
V ac.	Esfuerzos de corte que actúan en el elemento
V res.	Esfuerzos de corte que el concreto es capaz de resistir.
S	Espaciamiento medido centro a centro de unidades, tales como: refuerzo longitudinal, refuerzo transversal, etc.
t	Espesor de losa
e	Excentricidad
Fcu	Factor de carga última
Vik	Factor de corrimiento
Dik	Factor de distribución
Mik	Factor de giro
Fm	Fuerza por marco

F_n	Fuerza por nivel respecto al corte basal
Ψ_i	Grado de empotramiento o restricción de las columnas.
I	Inercia del elemento de análisis
M^{'ik}	Influencias de giro
Kg	Kilogramo
Li	Longitud de un elemento dado
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M_n	Momento de piso
M_s	Momento de sujeción
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
M_{As máx.}	Momento que resiste el área de acero máximo
M_{As mín.}	Momento que resiste el área de acero mínimo
M_{fik}	Momentos fijos
No.	Nomenclatura del acero estructural la cual mide el diámetro de la barra en múltiplos de 1/8".
d	Peralte efectivo
T	Período de oscilación sísmica
W	Peso del elemento en análisis
W_x	Peso en componente x
W_y	Peso en componente y
γ_s	Peso específico del suelo
γ_{conc.}	Peso promedio del concreto armado por unidad de volumen (kg/m ³).
q_{dis.}	Presión última de diseño

R	Radio de giro, se emplea para el cálculo de la esbeltez en las columnas.
Rec	Recubrimiento de estructura
D	Relación de rigideces de elementos en tabla de balance de momento por el método de rigidez.
γ	Relación entre el área transversal encerrada por el refuerzo longitudinal en las columnas y el área total de la sección transversal de la columna.
Pnc	Resistencia axial nominal de la sección transversal de la columna en condiciones óptimas, utilizada generalmente para predimensionar dicho elemento.
F'c	Resistencia mínima a compresión del concreto
Fy	Resistencia nominal a tensión del acero estructural
K	Rigidez de un elemento
$\sum Ri$	Sumatoria de rigideces de marco analizado
q_d	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute.
Área tributaria	Zona de acción de las cargas para el análisis estructural.
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.
Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción.
Carga viva	Cargas de ocupación en edificios. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes y pueden cambiar su ubicación.
Cimentación	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción, la cual transmitirá sobre el terreno en forma estable y segura.
Columna	Elemento estructural usado, principalmente, para resistir carga axial de compresión.

Confinamiento	Adecuada distribución de estribos en un elemento estructural de concreto armado de acuerdo a los lineamientos de códigos y especificaciones técnicas para un perfecto amarre perimetral de la estructura.
Corte basal	Fuerza de corte provocada por la acumulación de fuerzas aplicadas en la base de una edificación.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Estribo	Refuerzo transversal que absorbe los esfuerzos de corte en un elemento estructural.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
Longitud de desarrollo	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.
Módulo de elasticidad	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad del material.
Momento	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.

Muro	Elemento, generalmente vertical empleado para encerrar o separar espacios.
Viga	Miembro horizontal usado, principalmente, para soportar cargas.

RESUMEN

En el municipio de San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos se realizó una evaluación para determinar la prioridad de proyectos solicitados por las comunidades, lo que permitió determinar que las necesidades primordiales son de saneamiento e infraestructura.

La fase de investigación presenta la monografía y características físicas, tanto del cantón Tojchiná como del casco urbano del municipio.

La fase de servicio técnico profesional presenta las propuestas de solución a las necesidades priorizadas en la fase de investigación, las cuales se detallan a continuación.

Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná, en el que se aplica el uso de colectores de tubería PVC, pozos de visita, conexiones domiciliarias y se presentan propuestas de tratamiento, proyecto que beneficiaría a más de 130 viviendas.

Diseño de edificio municipal de dos niveles, para el cual se diseñó una estructura a base de marcos dúctiles con nudos rígidos y losa de concreto reforzado y muros tabiques de block pómez.

Para ambos proyectos se presenta presupuesto, planificación y cronograma de ejecución.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná y edificio municipal de dos niveles, para el municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la problemática de las comunidades en las que se concentrarán los proyectos, en lo que a obra civil se refiere, para verificar la viabilidad y aceptación de los proyectos propuestos por sus habitantes.
2. Comunicar y orientar a la población de las comunidades la situación del saneamiento en la comunidad, cómo afecta a la salud y al ambiente el manejo incorrecto de desechos sólidos y la mejor manera de tratarlos.
3. Comunicar la situación actual del edificio municipal más antiguo y el riesgo que se corre por las características estructurales del edificio.

INTRODUCCIÓN

La ejecución del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene como fin primordial aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y brindar apoyo a las comunidades más necesitadas en el territorio nacional. Es por eso que el EPS se centra en el municipio de San Antonio Sacatepéquez, el cual se encuentra ubicado en el departamento de San Marcos, territorio que fue severamente afectado por el sismo del 7 de noviembre del 2012.

San Antonio Sacatepéquez se compone de 22 comunidades, entre ellas 12 aldeas, 7 caseríos y 3 cantones; de donde se desprende el cantón Tojchiná ubicado al sur del casco urbano del municipio; el saneamiento de esta comunidad se lleva a cabo por medio de letrinas, dicho sistema de saneamiento adquiere importante relevancia puesto que se encuentra ubicado en la cercanía de una de las fuentes de abastecimiento de agua potable del casco urbano.

Es por eso que se prioriza el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, el cual está conformado por colector principal de PVC con más de 2 kilómetros de longitud y pozos de visita construidos de ladrillo tayuyo, además de 133 conexiones domiciliarias, para una población futura que beneficiaría a más de 800 habitantes para un período de diseño de 20 años.

En el casco urbano del municipio se encuentran ubicados en la actualidad dos edificios de oficinas municipales, el primero construido durante el período 2004-2008 de mampostería de block y el segundo de mampostería de adobe, no existe información sobre el periodo exacto en el que se construyó, debido a

la antigüedad del mismo, conociendo únicamente que su construcción se ejecutó a principios del siglo XX.

La vulnerabilidad del edificio antiguo es evidente, por lo que fue elegido como proyecto prioritario, debido a que la municipalidad es una entidad que apoya a las 22 comunidades del municipio.

Para el diseño del edificio municipal se toman en cuenta normas y criterios generales, tanto arquitectónicos como estructurales. En el análisis estructural se toman en cuenta todas las cargas verticales y horizontales actuantes en la estructura, para que se definan las características de elementos que componen la estructura, tales como: vigas, columnas, losas y cimentación.

De ambos proyectos se elabora el presupuesto para determinar el costo de los mismos, la planificación y se presentan los cronogramas de ejecución.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

- Reseña histórica

El municipio de San Antonio Sacatepéquez se inicia como tal a través de la fundación del cantón San Antonio Chiquito en 1543. Ubicando posteriormente la cabecera municipal en la Ciénaga de los Rivera, lugar donde se encuentra actualmente.

Los fundadores fueron 19 familias con un número de 30 habitantes en total, siendo sus principales apellidos López, Cardona y Estrada.

- Población

Según datos del INE, la población del cantón Tojchiná cuenta con una población de 513 habitantes, mientras el casco urbano cuenta con 1 910 de los cuales las mujeres representan el 52 por ciento y los hombres 48 por ciento con una tasa de crecimiento del 2.5 por ciento anual.

- Actividades socioeconómicas

Antiguamente un 90 por ciento de la población se dedicaba a la agricultura y el 10 por ciento restante a otra clase de actividades. Durante los últimos tiempos se ha incrementado la población, lo que ha traído como consecuencia

la emigración hacia otras partes de la república e inclusive a otros países como los Estados Unidos de Norte América.

1.2. Características físicas

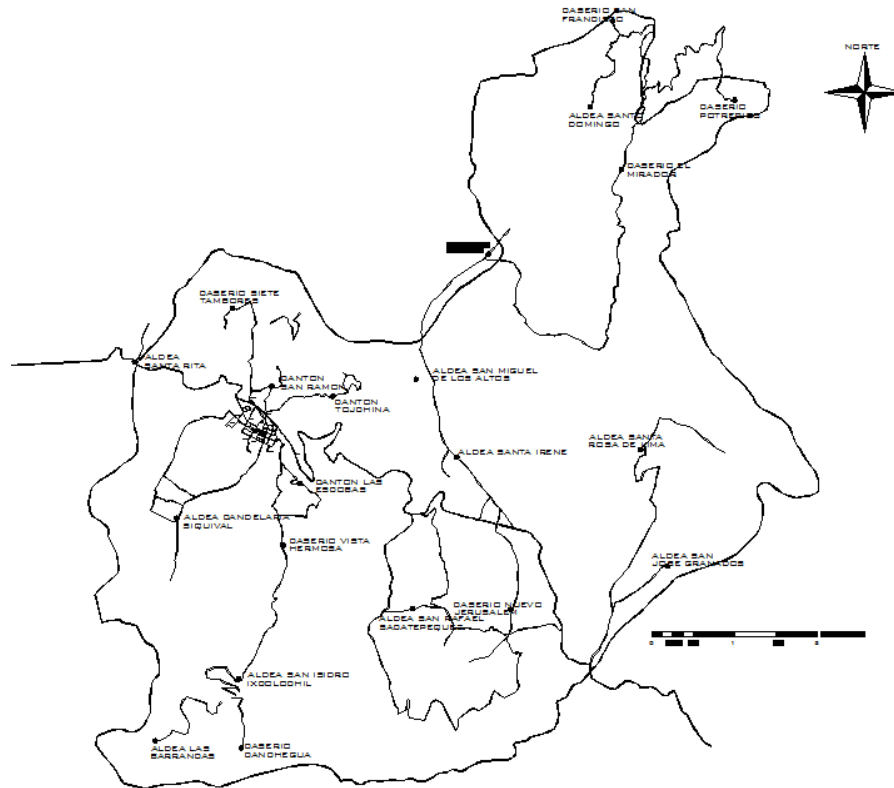
- Topografía

El cantón Tojchiná colinda al norte con aldea Santa Teresa del municipio de San Pedro Sacatepéquez; al sur con la cabecera municipal de San Antonio Sacatepéquez; al este con el cantón Las Escobas y aldea San Miguel de los Altos, del municipio de San Antonio Sacatepéquez; al oeste con el cantón San Ramón del municipio de San Antonio Sacatepéquez.

La cabecera municipal de San Antonio colinda al norte con el cantón San Ramón del municipio de San Antonio Sacatepéquez; al sur con la aldea Candelaria Siquival del municipio de San Antonio Sacatepéquez; al este con el cantón Las Escobas del municipio de San Antonio Sacatepéquez; al oeste con aldea Santa Rita del municipio de San Antonio Sacatepéquez.

El municipio se encuentra ubicado a 2 339 metros sobre el nivel del mar, el cantón Tojchiná posee una latitud de 14° 57' 51,84" N y longitud de 91° 43' 28,61" O y el casco urbano se ubica con latitud 14° 57' 39,68" N y longitud de 91° 43' 55,66".

Figura 1. Mapa del municipio de San Antonio Sacatepéquez



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, San Antonio Sacatepéquez.

- Condiciones climáticas

El clima es frío, de tierras húmedas en la mayoría de sus comunidades, la temperatura máxima es de 24 °C y la mínima es de 15 °C calculando una temperatura promedio de 20 °C durante todo el año.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná

Se describe el proceso de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario del cantón Tojchiná.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de más de 2,5 kilómetros de sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná del municipio de San Antonio Sacatepéquez, el cual está conformado por colector principal de PVC, según Norma ASTM 3034, con más de 2,6 kilómetros de longitud, y pozos de visita contruidos de ladrillo tayuyo; más de 120 conexiones domiciliars, para una población futura que beneficiaría a más de 800 habitantes, para un período de diseño de 20 años.

2.1.2. Levantamiento topográfico

- Planimetría

Se aplicó el método de conservación del azimut, se logró un levantamiento de más 2.6 kilómetros con un total de 45 estaciones utilizando el siguiente equipo:

- Teodolito
- Estadal

- Plomada
- Cinta métrica

- Altimetría

Se aplicó el método del punto medio, teniendo una diferencia de más de 120 metros entre el punto más alto y más bajo del levantamiento, utilizando el siguiente equipo:

- Nivel de precisión
- Cinta métrica
- Estadal
- Clavos
- Martillo
- Pintura

2.1.3. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este, es necesario rehabilitarlo. Se proyectó para un adecuado funcionamiento durante un período de 20 años, a partir de la fecha de su construcción.

2.1.3.1. Cálculo de población futura

Para la estimación de la población futura, se utilizó el método del incremento geométrico, siendo su fórmula la siguiente:

$$Pf = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual = 513

r = tasa de crecimiento = 2,5

n = periodo de diseño = 20 años

$$Pf = 513 \times (1 + 0,025)^{20} = 840 \text{ habitantes}$$

2.1.4. Generalidades de un sistema de alcantarillado sanitario

Los sistemas de alcantarillado sanitario funcionan por gravedad, formados por conductos circulares con el fin primordial de conducir las excretas y aguas residuales de una red hacia un punto donde se le brindará tratamiento primario, con el fin de ser evacuadas para brindar saneamiento de una forma que la población no tenga contacto con las mismas y evitar problemas de salud en la comunidad.

La red de alcantarillado se considera un servicio básico, sin embargo, la cobertura de estas redes en comunidades como el cantón Tojchiná se omite en relación con la cobertura de las redes de agua potable. Esto genera importantes problemas sanitarios.

Durante mucho tiempo, la preocupación de las autoridades municipales o departamentales estaba más ocupada en construir redes de agua potable, dejando para un futuro indefinido la construcción de las redes de alcantarillado.

Actualmente, la existencia de redes de alcantarillado es un requisito para aprobar la construcción de nuevas urbanizaciones en la mayoría de las comunidades.

2.1.5. Consideraciones de diseño

Las aguas residuales de la comunidad de Tojchiná son producidas por el consumo doméstico. Los desechos líquidos provenientes de la vivienda como lavado de ropa y de higiene personal, son los principales aportadores de las aguas residuales, dado que la actividad principal de la comunidad es la agricultura.

El sistema tendrá una longitud de 2 600 metros, dividida en tres ramales y un tramo central con el mismo punto de desfogue. Se utilizará tubería PVC Norma 3034, con diámetros de 6" y 8". El tratamiento que se le dará a las aguas residuales será por medio de fosas sépticas y pozos de absorción.

2.1.6. Cálculo de caudales

Para efectuar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se deben tomar en cuenta la variación y tipos de caudales proporcionados por la población, realizando estudios y determinando el tipo de descargas que existen dentro de las viviendas que serán tomadas en cuenta para el diseño de la red.

2.1.6.1. Dotación de agua potable

La dotación asignada al cantón Tojchiná es de 120 lts/habitante/día, según información proporcionada por la Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez y por el alcalde auxiliar del cantón Tojchiná.

2.1.6.2. Velocidad de flujo

Está determinada por el diámetro de la tubería, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilice. La velocidad del flujo se puede determinar por la ecuación de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

$$v = \left[\frac{1}{n} \right] \times 0,03425 \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning, 0,010 para tubos PVC

La velocidad debe estar comprendida entre: $0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}$

2.1.6.3. Tirante o profundidad

Es la altura que alcanzan las aguas residuales dentro de la tubería, esta deberá ser mayor al 10 por ciento del diámetro de la tubería y menor al 75 por ciento de la misma, estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como su funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

2.1.6.4. Uso del agua

La utilización del agua depende de muchos factores como: el clima, el nivel de vida o condiciones socioeconómicas de las personas, tipo de población,

de la eventualidad con que disponen de la misma, la presión en la red de agua potable, el costo y la calidad del servicio, entre otros.

Su utilización es vital dentro de la vivienda y se ha podido estimar que se descarga un 70 por ciento a 90 por ciento de la disponible para el hogar, lo cual constituye el caudal domiciliar.

2.1.6.5. Caudal domiciliar

Es el caudal producido por el agua procedente de las actividades domésticas cotidianas como limpieza, la cual es desechada y conducida a la red de alcantarillado sanitario. Dicho caudal está relacionado con la dotación y suministro de agua potable, una parte no llega a la red de alcantarillado y es por eso que se utiliza el factor de retorno. Aplicando lo anterior de la siguiente forma:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población Futura} \times \text{Factor de retorno}}{86\ 400}$$
$$Q_{\text{dom}} = \frac{100 \text{ lts/hab/día} \times 808 \text{ hab} \times 0,85}{86\ 400 \text{ s/día}} = 0,79 \text{ lts/seg}$$

2.1.6.5.1. Factor de retorno

Factor utilizado para determinar el porcentaje de agua potable que es devuelto al drenaje después de haber prestado un servicio. Este factor se encuentra entre los parámetros de 70 a 85 por ciento de la dotación. Para efectos de este diseño se utilizó un factor de retorno igual a 85 por ciento.

$$Fr = 0,85$$

2.1.6.6. Caudal de conexiones ilícitas

Caudal producido por el agua de lluvia que se introduce en el sistema de alcantarillado sanitario, esto es ocasionado por que las viviendas no cuentan con un sistema apropiado para la evacuación de aguas pluviales. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0,5 a 2,5 por ciento.

$$Q_{ci} = \frac{C \times i \times A}{360} \%Viviendas$$

Donde:

Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia en mm/hr

A = área en hectáreas 2,66

El coeficiente de escorrentía está en función del tipo de superficie por donde corre el agua pluvial, para techos se utiliza un factor de 0,70 a 0,90, para patios de 0,10 a 0,30. Para este diseño se utilizará un factor de 0,80 para techos y 0,10 para patios. Las dimensiones aproximadas de cada lote son de 10x20 metros, teniendo un 50 por ciento de patio y un 50 por ciento de construcción.

$$C = \frac{(\text{area de techos} \times 0,80) + (\text{area de patios} \times 0,10)}{\text{Area total}}$$

$$C=0,45$$

Intensidad de lluvia viene dada por:

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

Donde a y b son constantes propias de la región y t es el tiempo de concentración y n es parámetro de ajuste.

Según un informe de intensidades de lluvia de INSIVUMEH se utilizó las variables aplicadas para el departamento de Sololá en la estación Santiago Atitlán, ya que es una de las estaciones más cercanas y cuenta con un clima bastante parecido al clima del departamento de San Marcos.

$$i = \frac{1\ 190}{(10 + 5)^{0,72}} = 283 \text{ mm/hr}$$

Entonces:

$$Q_{ei} = \frac{0,45 \times 283 \times 2,66}{360} \times 0,02 = 0,019 \text{ lts/seg}$$

2.1.6.7. Caudal de infiltración

Es el caudal producido por las aguas que se infiltran a través de las uniones de la tubería y toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en las tuberías y la calidad de la mano de obra y supervisión con que se cuenta en la construcción. Para este caso es 0, ya que las tuberías son de PVC.

2.1.6.8. Caudal comercial

En cantón Tojchiná no existen comercios, por lo tanto, para efectos del diseño de dicho sistema de alcantarillado sanitario el valor del caudal comercial es 0.

2.1.6.9. Caudal industrial

En cantón Tojchiná no existen áreas industriales por lo tanto para efectos del diseño de dicho sistema de alcantarillado sanitario el valor del caudal comercial es 0.

2.1.6.10. Factor de caudal medio

Factor que regula la aportación del caudal en la tubería. Es la suma de los caudales doméstico, infiltración, por conexión ilícita, comercial e industrial. Debe estar entre un rango de 0,002 a 0,005. Si da un valor menor, se toma 0,002 y si fuera mayor se toma 0,005. Este factor se calcula de la siguiente forma:

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{población}} = \frac{0,809 \text{ lts/seg}}{808 \text{ hab}} = 0,001$$

Se toma 0,002 ya que no está dentro del rango.

2.1.6.11. Factor de Harmond

Es llamado también factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra a la población a servir en un tramo determinado. Este factor

actúa sobre todo en las horas de mayor utilización del drenaje. Es adimensional y está dado por la siguiente expresión:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{p}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{p}{1\,000}}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{840}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{840}{1\,000}}} = 3,85$$

2.1.6.12. Caudal de diseño

Caudal compuesto por el conjunto de aguas negras que transportara el alcantarillado sanitario en los diferentes puntos donde fluya, dado por la siguiente expresión:

$$Q_{\text{diseño}} = \text{Pob.} \times f_{\text{qm}} \times FH$$

$$Q_{\text{diseño}} = 808\text{hab} \times 0,002 \times 3,85 = 6,22 \text{ lts/seg}$$

2.1.7. Pendiente

La pendiente deberá ser de preferencia la pendiente del terreno, para evitar los sobre costos por excavación, sin embargo, debe de cumplirse con las relaciones hidráulicas y parámetros de velocidad.

En el diseño se utilizarán secciones circulares de tubo PVC funcionando como canales abiertos. El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la ecuación de Manning.

2.1.8. Cálculo de cotas Invert

Las cotas Invert son la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería y se calculan con base en la pendiente del terreno, la diferencia de cota Invert de entrada y de salida será, por lo menos de 0,03 m, se calcula de la siguiente manera:

Cota Invert inicial = cota del terreno inicial – altura del pozo de visita

Cota Invert final = cota invert inicial - (pendiente tubería * longitud del tramo)

2.1.9. Diámetros de tubería

Las especificaciones técnicas, generalmente empleadas, indican que el diámetro mínimo de tubería por utilizar en el diseño de alcantarillado sanitario aplicando tubería PVC es de 6” para un colector principal.

Los diámetros se calculan y se deben cumplir con diversos parámetros para cumplir con aspectos técnicos requeridos de flujo, limpieza y evitar obstrucción, la variación de los diámetros dependerá del chequeo de velocidad y altura de tirante en la tubería.

2.1.10. Pozos de visita

Son elementos que forman parte de un sistema de alcantarillado. Usualmente son de ladrillo tayuyo colocado de punta; fundidos en obra y sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de alcantarillado, así como para efectuar operaciones de mantenimiento y limpieza.

2.1.11. Especificaciones para pozos de visita

Los pozos de visita están colocados:

- Al inicio de cada ramal
- Intersección de tuberías
- Cuando exista cambio de diámetro de tuberías
- En distancias no mayores a 100 metros
- En distancias menores o iguales a 30 metros en curvas
- En cambio de pendiente (alivio)

2.1.12. Conexiones domiciliarias

Son conexiones encargadas de la descarga las aguas provenientes de las viviendas hacia el colector principal. Constan de las siguientes partes:

- Candela

Es un elemento colocado para la inspección y limpieza, regularmente se emplea un tubo de concreto colocado verticalmente, con un diámetro mínimo de 12 pulgadas, el mismo deberá estar impermeabilizado por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones y mantenimiento.

- Tubería secundaria

Es la tubería utilizada para efectuar la conexión entre la caja o candela y el colector principal, tiene un diámetro mínimo de 4" en tubería PVC y una pendiente mínima de 2 por ciento y una máxima de 6 por ciento.

2.1.13. Profundidad de tubería

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería, con respecto a la superficie del terreno será de 1,00 m, a continuación se presenta el listado de profundidades mínimas de tubería dependiendo de los diámetros de la misma y del tipo de tráfico de la región.

Tabla I. Profundidades mínimas

Profundidad mínima de tubería para evitar rupturas (m)												
Ø	8	10	12	16	18	21	24	30	36	42	48	60
Tránsito normal	1,22	1,28	1,38	1,41	1,50	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tránsito pesado	1,42	1,48	1,58	1,51	1,70	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1.*

2.1.13.1. Normas y recomendaciones

El proyecto consiste en una red de alcantarillado sanitario por gravedad, según normas de diseño del INFOM, la población a servir es de 840 habitantes.

2.1.14. Propuesta de tratamiento

El tratamiento de aguas residuales es un factor bastante importante para mitigar los efectos que causan las mismas en el entorno natural, los proyectos de alcantarillado sanitario no deben afectar el ambiente ni modificarlo, ya que estos proyectos buscan brindar sanidad a la comunidad por medio de la correcta evacuación de las aguas residuales para un correcto retorno a los sistemas hídricos.

2.1.14.1. Diseño de fosas sépticas

Son contenedores herméticos cerrados en donde se acumulan las aguas residuales y donde se les aplica un tratamiento primario, ocurriendo así la separación de los sólidos del agua, acumula las aguas residuales en el tanque por lo menos 24 horas y esto permite que los sólidos se asienten en la parte inferior del tanque, una parte de los sólidos acumulados se descompone y el resto se acumula como lodos en el fondo del tanque, por lo que las fosas sépticas deben recibir mantenimiento periódicamente.

- Funciones de la fosa séptica

Eliminación de sólidos: el taponamiento del subsuelo con el efluente del tanque varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos que contenga el líquido. Al verter las aguas negras de un edificio a un tanque séptico, se reduce su velocidad de escurrimiento, y los sólidos más grandes se sedimentan en el fondo o se elevan a la superficie. El tanque retiene los sólidos y descarga el efluente clarificado.

Tratamiento biológico: los sólidos y líquidos del tanque quedan sujetos a descomposición por procesos bacterianos naturales. Las bacterias existentes son de las variedades denominadas anaerobias, que prosperan en ausencia de oxígeno libre; esta descomposición o tratamiento de las aguas negras bajo condiciones anaerobias es un proceso séptico, y del mismo toma su nombre el tanque.

Almacenamiento de natas y lodos o cienos: los lodos o cienos son el resultado de la acumulación de los sólidos en el fondo del tanque, mientras que la nata es la porción parcialmente sumergida de los sólidos flotantes

aglomerados, que se forman en la superficie del fluido en el tanque. Los lodos, y en menor proporción las natas, se digieren y se compactan en menores volúmenes; sin embargo, no importa cuán eficiente sea el proceso, queda un residuo de materiales sólidos inertes, al que se debe proporcionar espacio suficiente de almacenamiento en los intervalos entre las limpiezas, pues, de otra forma, se arrastraría del tanque y obstruirían el sistema de infiltración.

2.1.14.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de pozos con diámetro y profundidad variable, en estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de un metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

El campo de absorción permite el tratamiento final y la distribución de las aguas negras. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso. Para Tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica. La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature.

El agua debe correr por el suelo el cual no deberá estar saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los

desperdicios y los nutrientes del efluente. El césped que cubre el sistema de campo de absorción también usa los nutrientes y el agua para crecer.

2.1.15. Metodología de cálculo

El proyecto del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos, se diseña por gravedad y se realiza conforme los pasos anteriormente descritos.

2.1.15.1. Diseño del sistema

Se realizará, a manera de ejemplo, la operatoria de un tramo del sistema de alcantarillado. El tramo a desarrollar es del PV-9 al PV-10.

Datos:

Período de diseño:	20 años
Población actual acumulada:	90 habitantes
Cota de terreno PV-9	952,589
Cota de terreno PV-10	945,519
Distancia horizontal	26,60 metros
Número de viviendas acumulada:	15 viviendas
Número de casas local:	2 viviendas
Tasa de crecimiento anual:	2,5 por ciento
Dotación de agua potable:	120 lt/hab/día
Factor de retorno:	0,85
Coeficiente de Manning:	0,010
Densidad de población:	6 habitantes/vivienda
Diámetro de tubería:	6"

CIE a PV9: 951,199

- Pendiente del terreno

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{CTE + CTS}{Dh} * 100$$

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{952,589 - 945,519}{26,6} * 100 = 26,57\%$$

- Población de diseño

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

$$P_f = 90 * (1 + 0,025)^{20} = 145 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto:

$$\text{Viviendas de diseño} = 145/6 = 24 \text{ viviendas}$$

- Factor de caudal medio

$$fqm = \frac{Q_{dom} + Q_{CI} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind}}{P}$$

$$fqm \text{ actual} = \frac{0,106}{90} = 0,002$$

$$fqm \text{ de diseño} = \frac{0,106}{145} = 0,002$$

- Factor de Harmond

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

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{90/1\ 000}}{4 + \sqrt{90/1\ 000}} = 4,256$$

$$FH_{diseño} = \frac{18 + \sqrt{145/1\ 000}}{4 + \sqrt{145/1\ 000}} = 4,196$$

- Caudal de diseño o caudal máximo

$$Q_{Dis} = P * f_{qm} * FH$$

$$Q_{Dis\ actual} = 90 * 0,002 * 4,246 = 0,766\ l/s$$

$$Q_{Dis\ futuro} = 145 * 0,002 * 4,196 = 1,217\ l/s$$

- Velocidad de flujo a sección llena

$$V = 0,03429/n * \emptyset^{2/3} * (S/100)^{1/2}$$

$$V = 0,03429 / 0,010 * 6^{2/3} * \left(26,57 / 100 \right)^{1/2} = 5,307 \text{ m/seg}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \text{Velocidad} * \text{Area transversal}$$

$$Q = 5,307 * \left(\pi / 4 * \emptyset \right)^2 * 1\,000 = 96,799 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$q/Q \text{ actual} = 0,766 / 96,799 = 0,008$$

$$q/Q \text{ diseño} = 1,217 / 96,799 = 0,013$$

Luego de dividir los caudales de diseño entre el caudal a sección llena, este dato se busca en la tabla de elementos hidráulicos para obtener las relaciones hidráulicas.

$$v/V \text{ actual} = 0,308$$

$$v/V \text{ diseño} = 0,345$$

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,109$$

$$d/D \text{ diseño} = 0,121$$

- Velocidad de diseño

$$v = V * v/V$$

$$v \text{ actual} = 5,307 * 0,308 = 1,63 \text{ m/s}$$

$$v \text{ futuro} = 5,307 * 0,345 = 1,83 \text{ m/s}$$

- Chequeo final

$$d/D = 0,109$$

$$0,10 < d/D < 0,75$$

$$v \text{ actual} = 1,63 \text{ m/s}$$

$$0,60 < v < 3,00$$

$$d/D = 0,121$$

$$0,10 < d/D < 0,75$$

$$v \text{ futuro} = 1,83 \text{ m/s}$$

$$0,60 < v < 3,00$$

- Cotas Invert

$$\emptyset A = \emptyset B$$

Por lo tanto:

$$CIS = 951,199 - 0,03 = 951,169$$

$$CIE = CIS - Dh(S\%tub/100)$$

$$CIE = 951,169 - 26,60 \left(\frac{26,57}{100} \right) = 944,109$$

- Altura de pozos de visita

$$Hpv = CT - CIS$$

$$Hpv = 952,589 - 951,169 = 1,42$$

- Profundidad de tubería, ancho de zanja y volumen de excavación

Ancho de zanja: 0,60 m

Profundidad de tubería: 1,42m

Por lo tanto:

$$V = 22,66 \text{ m}^3$$

2.1.16. Elaboración de presupuesto

Es el costo estimado del proyecto, basado en la elaboración de precios unitarios por renglón.

Tabla II. Presupuesto

PRESUPUESTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN TOJCHINÁ					
No.	Renglones de trabajo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total por renglón
1	Trabajos preliminares				
1.1	Trazo y replanteo topográfico	Km	2,65	961,95	2 549,17
1.2	Bodega	Global	1	2 607,34	2 607,34
2	Excavación y relleno de zanja + capa base				
2.1	Excavación	m3	2 486,04	55,46	137 875,56
2.2	Relleno	m3	2 411,45	124,63	300 539,01
2.3	Capa base	m3	303,4	304,65	92 430,81
3	Instalación y suministro de tubería				
3.1	Instalación y suministro de tubería 6"	m	2 140,06	210,75	451 017,65
3.2	Instalación y suministro de tubería 8"	m	522,29	329,95	172 329,59
4	Pozos de Visita				
4.1	Pozos de visita	unidad	40	7 486,27	299 450,80
5	Acometida Domiciliar				
5.1	Candela y conexión domiciliar	unidad	121	1 055,69	127 738,49
	Total del proyecto				1 586 538,41

Fuente: elaboración propia.

2.1.17. Elaboración de planos

Se presenta un juego de seis planos donde se encuentran:

- Planta general
- Planta perfil tramo 1, 2, 3 y central.
- Detalles de pozos.

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación presenta las alteraciones que se pueden sufrir durante la construcción del sistema de alcantarillado sanitario.

Tabla III. Evaluación de impacto ambiental

Alteraciones	Medidas de mitigación
Presencia de polvo y partículas en suspensión.	Humedecer constantemente las fuentes de emanación.
Contaminación auditiva por la producción de ruidos propios de las actividades de construcción.	Realizar trabajos en horarios que no afecten el descanso de los habitantes cercanos.
Movimientos de tierra, cortes y rellenos realizados	Manejo adecuado de volúmenes de tierra extraído y correcta compactación en relleno.
Inconvenientes para la circulación vehicular y peatonal de la población.	Señalización del área de trabajo y previsión de uso de otras vías para movilización de la población.

Fuente: elaboración propia.

2.1.19. Evaluación socioeconómica

En la evaluación socioeconómica se determina el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

2.1.19.1. Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

$$\text{VPN} < 0; \text{VPN} = 0; \text{VPN} > 0$$

Este es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdidas.

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$ nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

$$VPN = Ingresos - Egresos$$

$$VPN = 0 - 1\,586\,538,41 = -1\,586\,538,41$$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.19.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

El proyecto no generará ingresos a la municipalidad por ser un proyecto de beneficio social, debido a que no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo, por lo cual no hay TIR.

2.2. Diseño de edificio municipal

Se describe el proceso de diseño del edificio municipal de dos niveles para el municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del edificio municipal para el municipio de San Antonio Sacatepéquez, lugar que albergará a más de 15 dependencias municipales, las cuales constan de aproximadamente 150 trabajadores al servicio de las 22 comunidades del municipio.

El diseño del edificio contempla dos niveles con un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos.

Distribuyendo los ambientes de la siguiente manera:

En el primer nivel están las siguientes oficinas: de Servicios Públicos, de Ambiente y Mantenimiento, Comedor Municipal, RENAP, Ministerio de Ayuda Social, de Agua, Juzgado de Paz, clínicas de odontología y medicina general y Policía Nacional Civil.

En el segundo nivel están las siguientes oficinas: Alcaldía, Secretaría Municipal, de Juntas, Dirección de Asuntos Financieros, de la Mujer, de Reconstrucción de la Juventud y Cobros Municipales.

2.2.2. Investigación preliminar

La Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez se encuentra fragmentada en dos edificios y otras oficinas que se encuentran dispersas en casas particulares en la población. Dichas oficinas tienen la responsabilidad de administrar recursos y servicios de 22 comunidades.

El primer edificio municipal está construido de mampostería de block y losa armada, de dos niveles que contiene las oficinas siguientes: Secretaría, Alcaldía, de la Mujer, de la Juventud y de Asuntos Financieros.

El segundo edificio data de principios del siglo XX, puesto que no existe información concreta sobre dicho este, más que relatos de los habitantes debido a su antigüedad, dicho edificio está construido de mampostería de adobe y techo de teja de barro cocido.

Además, contiene las oficinas de: Planificación, Servicios Públicos, de Agua, la Policía Nacional Civil, el área de personal de mantenimiento de los edificios y del parque central, de EPS y bodegas municipales.

2.2.2.1. Descripción del terreno a utilizar

El terreno está ubicado en el casco urbano del municipio, consta de un área de 1 037 metros cuadrados, actualmente, en dicho terreno existe una edificación que data de inicios del siglo XX de mampostería de adobe.

2.2.2.2. Análisis de suelo (ensayo triaxial)

El tipo de análisis para conocer el valor soporte del suelo fue el ensayo de compresión triaxial no consolidado y no drenado.

Resultados del ensayo:

- Descripción del suelo: arena limosa consolidada, color café grisáceo
- Ángulo de fricción interna $\varphi = 29,42^\circ$
- Cohesión = 1,42 ton/m²
- Densidad seca = 1,78 ton/m³
- Densidad húmeda = 2,01 ton/m³
- Desplante = 2,00 m (profundidad a la que se tomó la muestra)

Aplicando las fórmulas del Dr. Karl Terzaghi para cimentaciones cuadradas, las siguientes:

Para zapatas cuadradas y corte en general:

$$q_d = 1,3 * c * N_c + \gamma * Z * N_q + 0,4\gamma * B * N_w$$

Para zapatas cuadradas y corte local o punzonante:

$$q_d = 1,3 * c' * N'_c + \gamma * Z * N'_q + 0,4\gamma * B * N'_w$$

Donde:

q_d = valor de esfuerzo límite

c' = coeficiente de cohesión del suelo

$N'c$ = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

γ = peso específico del suelo

$N'q$ = factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

Z = desplante de cimentación = 2,00 m

B_{zapata} = base de zapata = 1,50 m

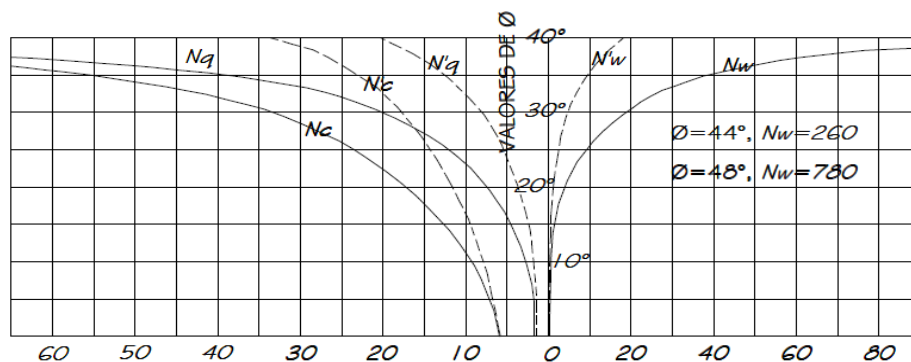
$N'w$ = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

F_s = factor de seguridad

Siendo N_c , N_q y N_w coeficientes sin dimensión, que dependen únicamente del ángulo de fricción interna del suelo, se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, sobre carga y peso del suelo respectivamente.

Los valores de N_c , N_q y N_w para falla por corte general, se obtienen empleando las curvas de trazo continuo, y los valores de $N'c$, $N'q$ y $N'w$ empleando las curvas punteadas.

Figura 2. **Curvas de trazo continuo**



Fuente: NAVARRO GODINEZ, Hendry Alex. *Diseño de edificio escolar y red de alcantarillado sanitario, aldea Xetac, municipio de Cunén, Quiché.* p. 18.

De la gráfica:

$N'_c = 16$, $N'_q = 7$, $N'_w = 4$, entonces:

$$q_d = 1,3 * 1,42 * 16 + 1,83 * 2 * 7 + 0,4(1,83) * 1,50 * 4$$

$$q_d = 59,54 \text{ Ton/m}^2$$

Terzaghi recomienda para q_d , un factor de seguridad no menor de tres.

$$F_s = 3$$

El valor soporte del suelo queda determinado por medio de la expresión matemática formulada por Terzaghi:

$$V_s = \frac{q_d}{3}$$

$$V_s = \frac{59,54}{3} = 19,84 \text{ Ton/m}^2$$

Siendo este valor el que se adopta, para efectos de diseño de los cimientos.

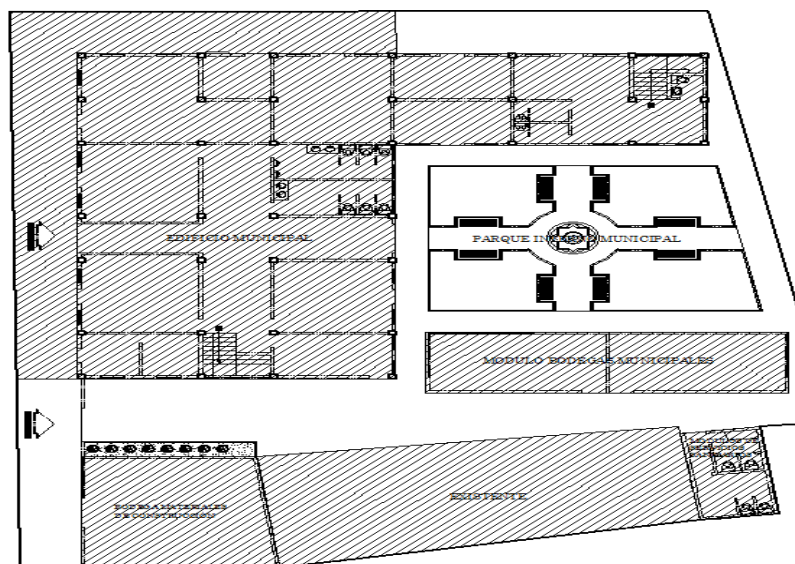
2.2.3. Diseño arquitectónico

Consiste en la correcta distribución de los ambientes en el terreno disponible.

2.2.3.1. Ubicación del edificio en el terreno disponible

El edificio municipal abarca un 55 por ciento del terreno disponible, el resto será utilizado para contar con áreas verdes y de recreación.

Figura 3. Ubicación del edificio



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.3.2. Distribución de los ambientes

El edificio municipal está destinado para el uso de oficinas municipales, el primer nivel cuenta con 10 oficinas de 15 a 25 metros cuadrados, servicios sanitarios y comedor municipal, el segundo nivel cuenta con 11 ambientes destinados para uso de oficina desde 15 a 25 metros cuadrados, pasillo y servicios sanitarios.

2.2.3.3. Altura del edificio

Se definió una altura de 3,00 metros de piso a cielo, para cada nivel, de dimensiones indicadas en planificación, siendo la mayor de 25 metros.

2.2.3.4. Selección del sistema estructural a utilizar

El sistema a utilizar consiste en un sistema de marcos dúctiles con nudos rígidos de concreto reforzado (hormigón armado) y tabiques de mampostería de block de pómez.

2.2.4. Análisis estructural

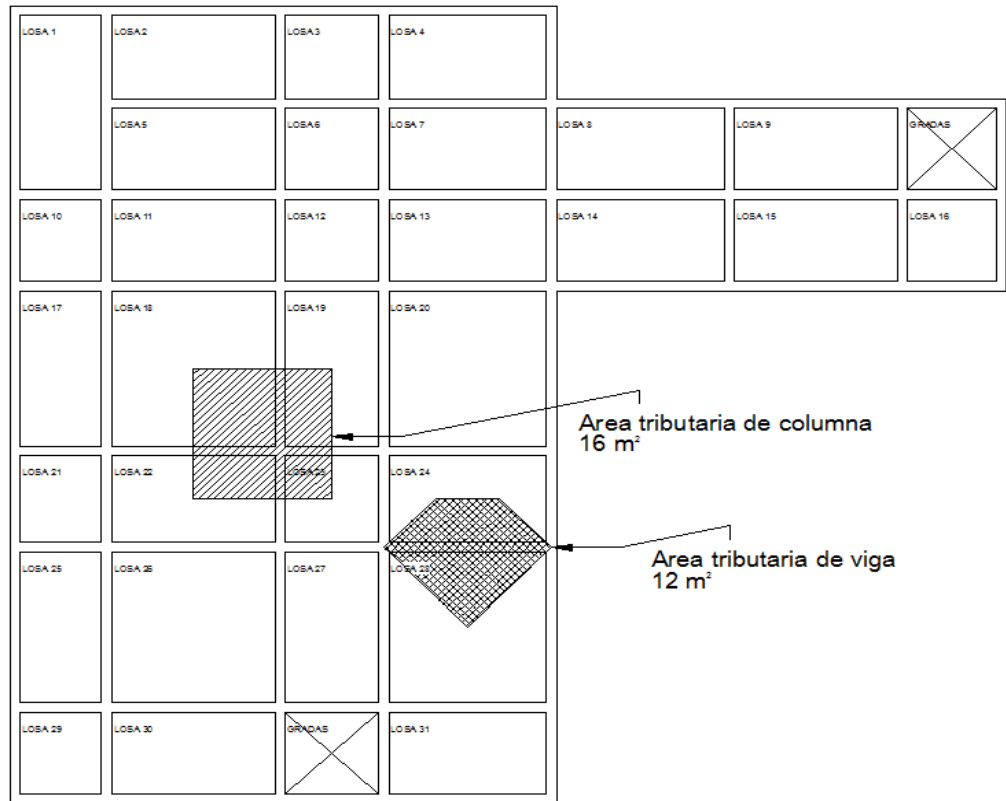
Por medio del análisis estructural, se busca determinar las fuerzas que actúan en la estructura propuesta y las consecuencias de las mismas. Dicho análisis es aplicado para determinar los momentos actuantes en los marcos y así poder tomar las consideraciones de diseño necesarias.

Para el edificio municipal de San Antonio Sacatepéquez, se realizó análisis estructural, por medio del software ETABS, cuyos resultados fueron comparados con un método numérico, en este caso el método de Kani.

2.2.4.1. Predimensionamiento estructural

El predimensionamiento de los elementos estructurales consiste básicamente en aplicar a los mismos las dimensiones basadas en criterios propuestos por ACI 318S-08, los cuales se detallan a continuación:

Figura 4. Áreas tributarias



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Columnas

El método que se utiliza para predimensionar columnas, calcula la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica, o sea la que soporta mayor carga. La sección resultante se aplica a todas las demás, según ACI 318S-08 cap. 10.

$$P = 0,8\phi[0,85 f'c(A_g - A_s) + F_y A_s]$$

Donde:

P = carga mayor que soporta la columna (área tributaria*peso específico del concreto).

$$P = 16\text{m}^2 * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P = 38\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

ACI 318S-08 10.9.1, el área de acero longitudinal para elementos sometidos a compresión no debe ser menor que 0,01Ag ni mayor que 0,08 Ag.

$$1\%A_g \leq A_s \leq 8\%A_g$$

Con $A_s = 1\%A_g$, $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ y $f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$

$$38\,400 = 0,8 \times 0,65 [0,85 \times 210(A_g - 0,01A_g) + 2\,810 \times 0,01A_g]$$

$$A_g = 360,54 \text{ cm}^2$$

Sección de columna de $40 \times 40 \text{ cm} = 1\,600\text{cm}^2$ por ser un área intensamente sísmica.

- Vigas

Para predimensionar sección de vigas se propone el criterio de 8 centímetros por cada metro de luz libre de la viga, la base de la viga se

considera más pequeña (30 cms) que la sección de la columna para no tener problemas con los nudos en viga-columna.

$$h = 0,08 * \text{luz libre de la viga}$$

$$h = 0,08 * 6m = 0,40 m$$

Por criterio se adopta 0,45cm.

- Losas

Para losas es necesario saber si esta necesitará refuerzo en una sola dirección o en las dos, esto se determina por medio de su relación de lados:

$m = (\text{lado menor} / \text{lado mayor}) < 0,5$; refuerzo en una dirección

$m = (\text{lado menor} / \text{lado mayor}) \geq 0,5$; refuerzo en dos direcciones

$m = 3,00 / 5,00$

$m = 0,60$, por lo tanto necesita refuerzo en dos direcciones.

Para losas armadas en dos direcciones ACI 318S-08 tabla 9.5 (b) se recomienda un espesor (t) de la siguiente forma:

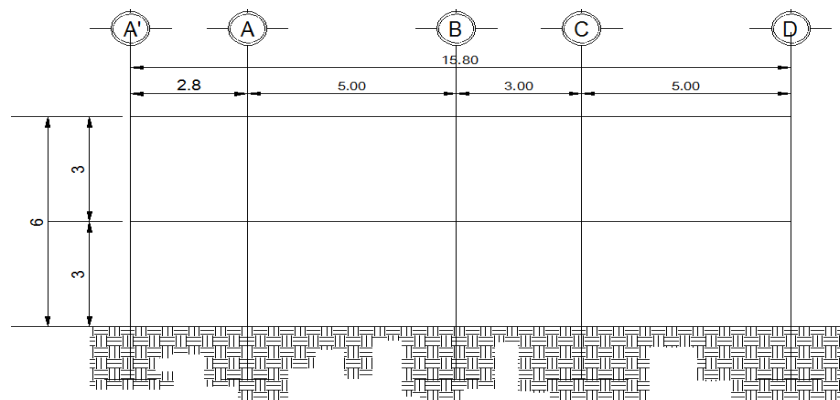
$$t = \text{perímetro} / 180 = t = (4*5) / 180$$

$t = 0,113 m$; se usará un peralte de 0,15 m para evitar vibraciones el diafragmas.

2.2.4.2. Modelos matemáticos de marcos rígidos

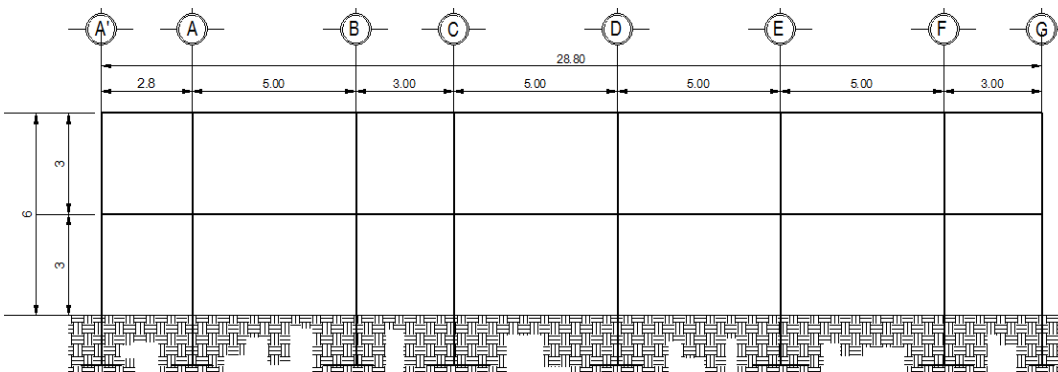
El modelo matemático es gráfico y representa la forma del marco y carga que soporta el marco dúctil. Estos sirven para hacer el análisis estructural. Los modelos matemáticos empleados en el diseño del edificio municipal se muestran en las figuras 5, 6, 7 y 8.

Figura 5. **Modelo matemático eje 4 sentido X**



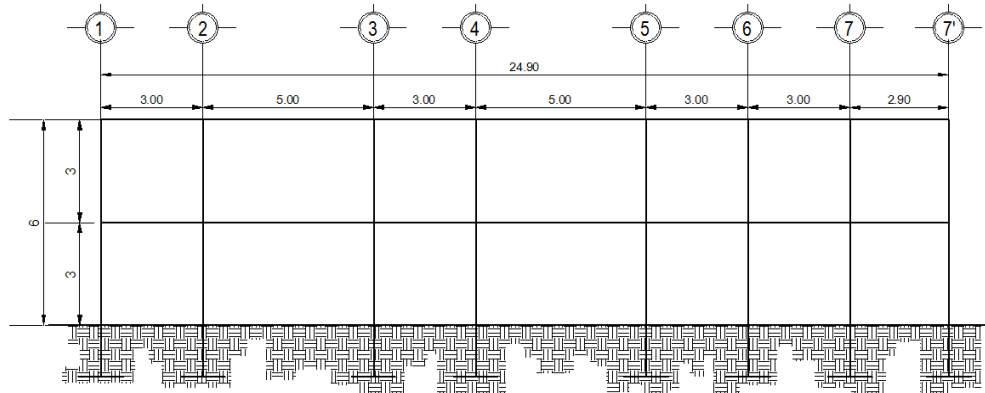
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 6. **Modelo matemático eje 6 sentido X**



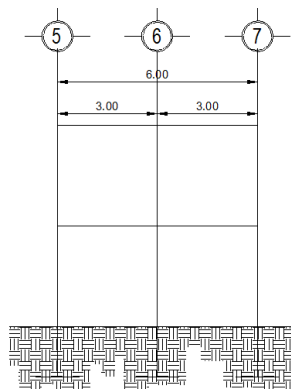
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 7. **Modelo matemático eje B sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 8. **Modelo matemático eje E sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.4.3. **Cargas aplicadas a marcos rígidos**

Las cargas soportadas por la estructura son producidas por ella misma, por los muebles u objetos e incluso por la circulación y permanencia de las personas ocupantes de dicha estructura. Las cargas de acuerdo al tipo y dirección se dividen en verticales y horizontales.

2.2.4.3.1. Cargas verticales aplicadas a los marcos rígidos

Son cargas estáticas, también llamadas cargas de gravedad, se dividen en carga viva y carga muerta.

La carga muerta es aquella que se mantiene constante en magnitud y fija en posición durante la vida de la estructura.

La carga viva es la que se produce por fuerzas ocasionales, consiste principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Estas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes y pueden cambiar de ubicación.

Su magnitud y distribución son inciertas en un momento dado y sus máximas intensidades a lo largo de la vida de la estructura no se conocen con precisión.

Tabla IV. Carga muerta

Carga Muerta	
Peso del concreto	$2,400 \text{ kg/m}^3$
Peso de acabados	80 kg/m^2
Peso de muros	200 kg/m^2

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Carga viva**

Carga viva	
Oficinas	245 kg/m^2
Pasillos y balcones	400 kg/m^2
Techo	100 kg/m^2

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores se realiza la integración de cargas, que consiste en calcular la distribución de las mismas sobre los diferentes marcos del edificio.

- Nivel 2

Carga muerta= peso de losas+ peso de vigas+ peso de acabados

$$\text{Peso de losas} = \left(264 \frac{kg}{m^2} \times 12m^2 \right) \div 5m = 633,60 \frac{kg}{m}$$

$$\text{Peso de vigas} = 0,30m \times 0,45m \times 2\ 400 \frac{kg}{m^3} = 324 \frac{kg}{m}$$

$$\text{Peso de acabados} = \left(80 \frac{kg}{m^2} \times 12m^2 \right) \div 5m = 192 \frac{kg}{m}$$

$$\text{Carga muerta} = 1\ 150 \frac{kg}{m}$$

Carga viva=techo 100 kg/m^2

$$\text{Carga viva} = \left(100 \text{ kg/m}^2 \times 12 \text{ m}^2 \right) \div 5 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 240 \text{ kg/m}$$

- Nivel 1

Carga muerta= peso de losas+ peso de vigas+ peso de acabados+ peso de muros

$$\text{Peso de losas} = \left(264 \text{ kg/m}^2 \times 12 \text{ m}^2 \right) \div 5 \text{ m} = 633,60 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de vigas} = 0,30 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 324 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de acabados} = \left(80 \text{ kg/m}^2 \times 12 \text{ m}^2 \right) \div 5 \text{ m} = 192 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de muros} = \left(200 \text{ kg/m}^2 \times 12 \text{ m}^2 \right) \div 5 \text{ m} = 480 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga muerta} = 1\,630 \text{ kg/m}$$

Carga viva=oficinas 245 kg/m^2

Carga viva=pasillo o balcones 400 kg/m^2

2.2.4.3.2. Cargas horizontales aplicadas a los marcos rígidos

Las cargas horizontales son aquellas que actúan de forma perpendicular a la línea de acción de la gravedad, estas pueden ser producidas por viento, sismo o impacto y son cargas puramente dinámicas.

Debido a que Guatemala es considerada una zona sísmica y, siendo ésta la fuerza horizontal más crítica, solo se realiza el análisis de este tipo para fuerzas horizontales, para tal caso se utiliza el método de la Asociación de Ingenieros Estructurales de California SEAOC; que permite calcular la fuerza de corte en la base de una estructura, de la siguiente forma:

- Corte basal (V)

Este es la fuerza sísmica que el suelo produce a una estructura en la base de la misma, el corte basal está dado por la siguiente ecuación:

$$V = Z * I * C * K * S * W$$

Donde:

Z = coeficiente que depende de la zona (Z= 1) el municipio de San Antonio Sacatepéquez, pertenece al departamento de San Marcos, el cual se encuentra en una zona intensamente sísmica.

I = coeficiente de importancia de la edificación (I = 1,4) esencial

C= coeficiente que depende del periodo natural de vibración (C = 0,12)

$C = 1/(15 \times \sqrt{T})$ donde $C \leq 0,12$

$$T_x = \frac{0,0906 \times H}{\sqrt{B}} = \frac{0,0906 \times 6}{\sqrt{25}} = 0,10 \quad C_x = 0,21$$

$$T_y = \frac{0,0906 \times H}{\sqrt{B}} = \frac{0,0906 \times 6}{\sqrt{26}} = 0,11 \quad C_y = 0,20$$

Se utiliza C_x y $C_y = 0,12$

K = coeficiente que depende del sistema estructural a usar ($K = 0,67$ para marcos dúctiles)

S = coeficiente que depende del tipo de suelo ($S = 1,15$) y si $C \times S > 0,14$, usar $C \times S = 0,14$)

$$C_x \times s = 0,12 \times 1,15 = 0,13$$

$$C_y \times s = 0,12 \times 1,15 = 0,13$$

W = peso propio de la estructura más 25 % de las cargas vivas

$$W = 100 \% \text{ CM} + 25 \% \text{ CV}$$

- W nivel 2

$$W_{\text{losas}} = 0,15\text{m} \times 430\text{m}^2 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 154\,800 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30\text{m} \times 0,45\text{m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 301\text{m} = 97\,524 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 0,40\text{m} \times 0,40\text{m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 124\text{m} = 47\,616 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 430\text{m}^2 = 86\,000 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total nivel 2}} = 385\,940 \text{ kg} + 0,25 (430\text{m}^2 \times 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) = 396\,690 \text{ kg}$$

- W nivel 1

$$W_{\text{losas}} = 0,15\text{m} \times 430\text{m}^2 \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 154\,800 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30\text{m} \times 0,45\text{m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 301\text{m} = 97\,524 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 0,40\text{m} \times 0,40\text{m} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 124\text{m} = 47\,616 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 430\text{m}^2 = 86\,000 \text{ kg}$$

$$W_{\text{total nivel 1}} = 385\,940 \text{ kg} + 0,25(356\text{m}^2 \times 245 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 74\text{m}^2 \times 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) = 415\,145 \text{ kg}$$

W total de la estructura = 811 835 kg

$$V_x = V_y = 1 \times 1,4 \times 0,12 \times 0,67 \times 1,15 \times 811\,835 = 105\,087,16 \text{ kg}$$

$$V_x = V_y = 105,08 \text{ ton}$$

- Fuerzas por nivel (F_{ni})

$$F_{ni} = \frac{(V - F_t) \times W_i \times H_i}{\sum W_i H_i}$$

Donde:

F_{ni} = fuerza del nivel

V = corte basal

Ft = fuerza de techo o cúspide, si T < 0,25; Ft = 0, de lo contrario

$$Ft = 0,07 \cdot V \cdot T$$

W = peso propio de la estructura + 25% de cargas vivas

Hi = altura del nivel considerado

Wi = peso propio del nivel + 25% de cargas vivas

$$F_1 = \frac{(105\ 087,16 - 0) \times 415\ 145 \times 3}{(415\ 145 \times 3) + (396\ 690 \times 6)} = 36\ 098,88\ \text{kg}$$

$$F_2 = \frac{(105\ 087,16 - 0) \times 396\ 690 \times 6}{(415\ 145 \times 3) + (396\ 690 \times 6)} = 68\ 988,27\ \text{kg}$$

- Distribución de fuerzas en los marcos

Se aplican las siguientes fórmulas:

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

Donde:

$$FM' = \frac{R \times F_{ni}}{\sum R_i}$$

$$FM'' = \frac{e \times F_{ni}}{\frac{\sum (R_i \times d_i)^2}{R_i \times d_i}}$$

$$e = C_m - C_r$$

$$C_r = \frac{\sum R_i \times d_i}{\sum R_i}$$

Donde:

$e_{\text{mínimo}} = 0,05 \times \text{altura total del edificio}$

R_i = rigidez del marco

D_i = distancia del centro de rigidez al marco considerado

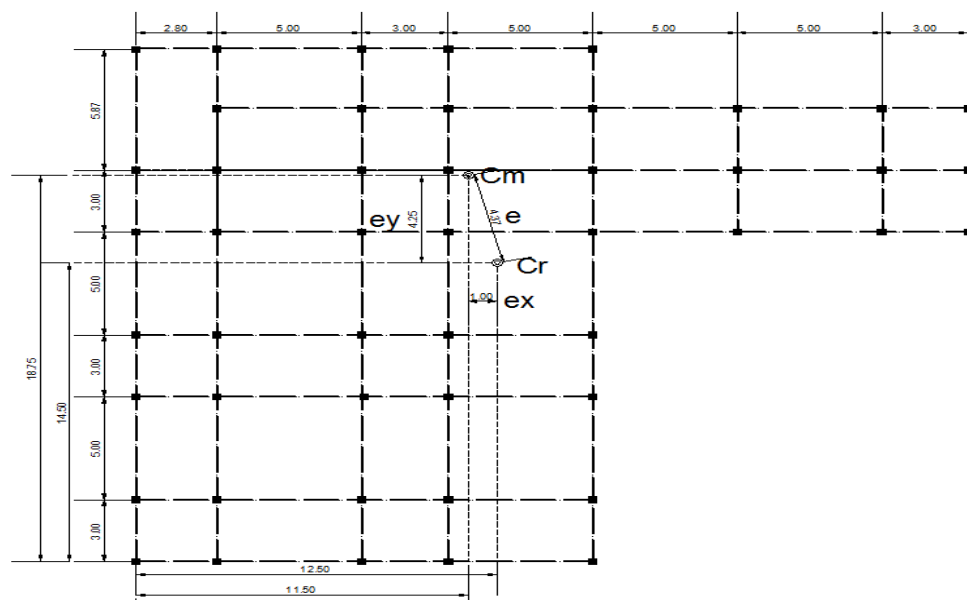
e = excentricidad

C_m = centro de masa

C_r = centro de rigidez

La figura 9 representa la distribución de marcos con los que se calcularon los valores de R_i , D_i , C_m , C_r , y e .

Figura 9. **Ubicación de centro de masa y centro de rigidez**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Fuerzas por marco

$$e=4,37 \quad e_x=1 \quad e_y=4,25$$

$$e_{\min}=0,05 \times 6,00=0,30\text{m}$$

Se toma la excentricidad mayor según el eje analizado.

Tabla VI. Fuerzas por marco en cada nivel eje x

M	r _i	d _i	r _i x d _i	(r _i x d _i) ²	FM'	FM''	FMniv1	FM'	FM''	FMniv2
1	0,55	14,50	7,97	63,6	3 513,96	1 305,06	4 818,02	6 715,64	2 494,15	9 209,09
2	0,55	11,50	6,32	40,00	3 513,96	1 034,88	4 548,84	6 715,64	1 972,79	8 693,43
3	0,55	6,50	3,57	12,78	3 513,96	584,57	4 098,53	6 715,64	1 117,20	7 832,84
4	0,55	3,50	1,92	3,70	3 513,96	314,39	3 828,35	6 715,64	600,84	7 316,48
5	1	-1,10	-1,10	1,21	6 389,02	-180,12	6 208,29	12 212,26	-344,23	11 868,03
6	1	-4,50	-4,50	20,25	6 389,02	-736,86	5 652,16	12 212,26	-1 408,23	10 804,03
7	0,9	-7,50	-6,75	45,56	5 750,00	-1 105,29	4 644,71	10 989,23	-2 112,35	7 985,88
7'	0,55	-10,50	-5,77	33,35	3 513,96	-1 719,34	1 794,62	6 715,64	-1 805,67	4 909,47
	Σ5,65			Σ220,45						

Fuente: elaboración propia.

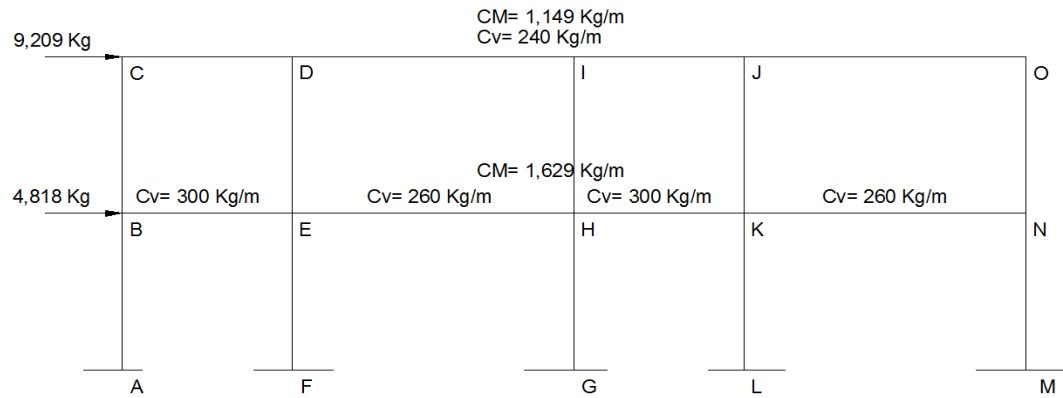
$$FM' = \frac{1 \times 36\,098,88}{5,65} = 3\,513,96\text{kg}$$

$$FM'' = \frac{1 \times 36\,098,88}{\frac{220,45}{7,97}} = 1\,305,06\text{kg}$$

$$FM_{\text{niv1}} = 3\,513,96 + 1\,305,06 = 4\,818,02 \text{ kg}$$

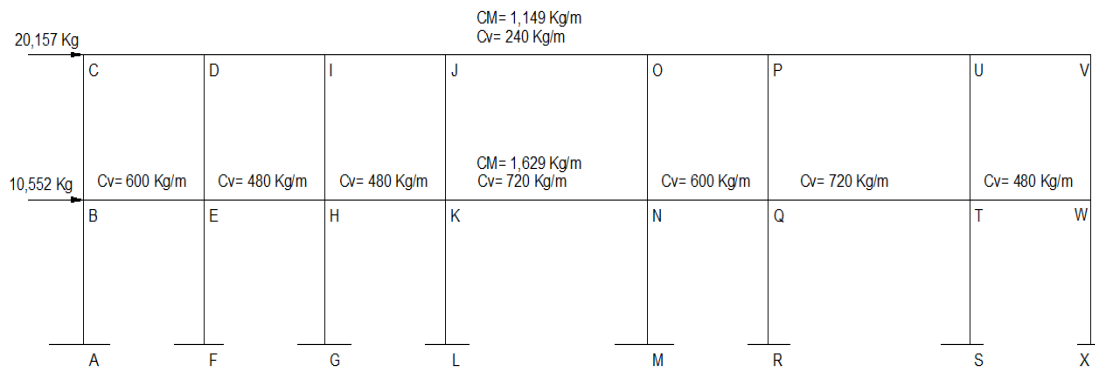
Ver en tabla VI FM nivel 1.

Figura 10. Cargas aplicadas, marco 1 eje x



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 11. Cargas aplicadas, marco A eje Y

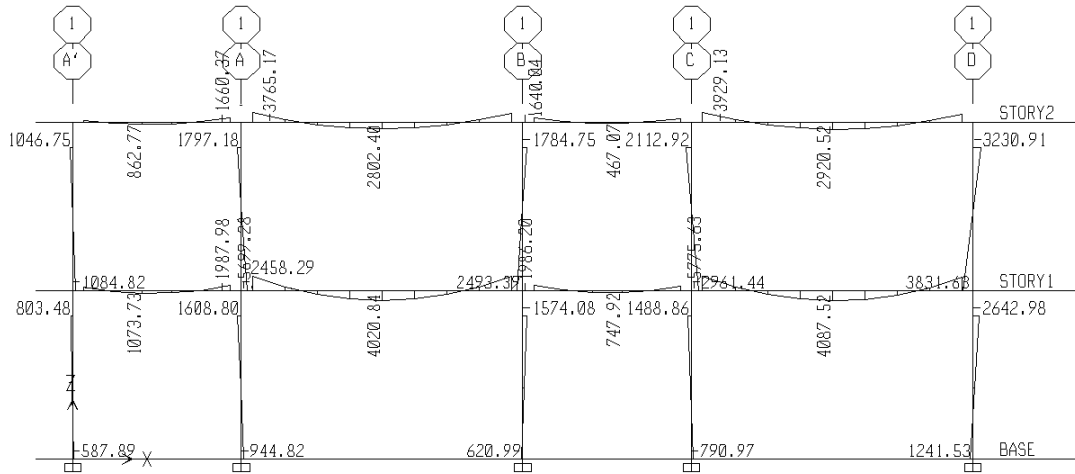


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.4.3.3. Análisis de marcos aplicando un software

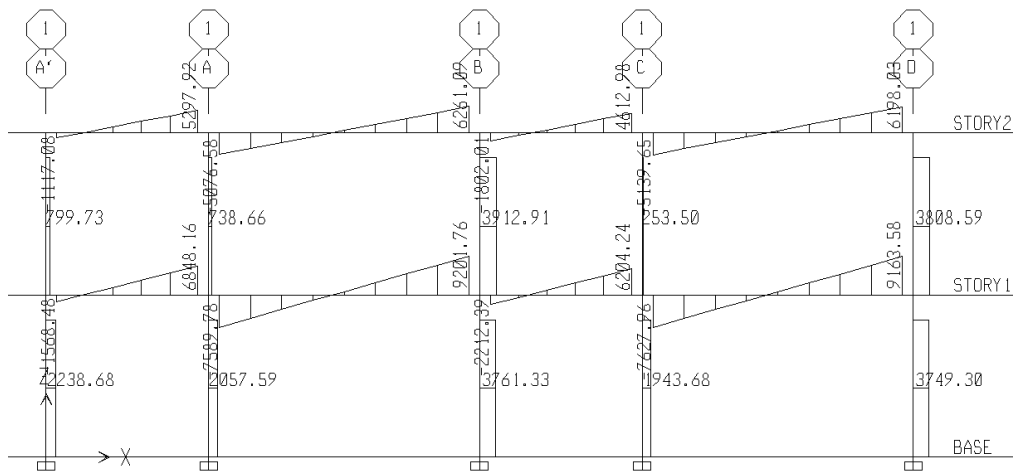
Los resultados obtenidos del análisis en ETABS se muestran en los siguientes diagramas:

Figura 12. Momentos últimos marco 1 eje x ETABS



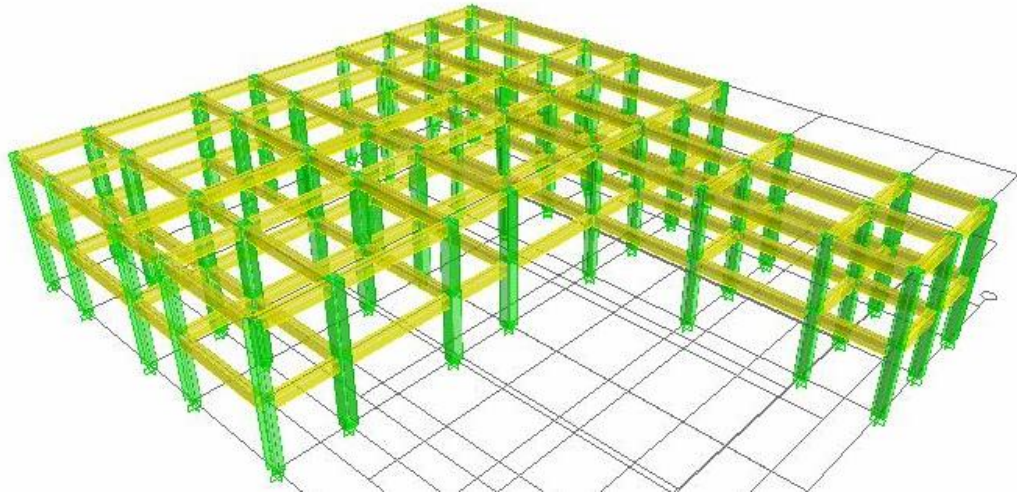
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 2013.

Figura 13. Cortes últimos marco 1 eje x ETABS



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 2013.

Figura 14. **Isométrico de marcos de edificio municipal**



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 2013.

2.2.4.3.4. Análisis y comparación con método numérico

El método numérico a utilizar será el método de Kani, el cual proporciona resultados y datos conservadores dicho método es iterativo, permite analizar las principales cargas (cargas vivas, muertas y de sismo) por separado o si se desea se pueden calcular de una forma integrada.

El método estructural del Dr. G. Kani es muy eficiente porque simplifica el análisis estructural aparte de lo simplificado del método hay que agregar su exactitud, ya que se verifica por aproximaciones sucesivas.

- Análisis

- Momentos fijos (MF_{ik}) se calculan cuando existen cargas verticales.

$$MF_{ik} = \pm \frac{WL^2}{12}$$

- Rigideces de los elementos (K_{ik})

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

Donde:

I= inercia del elemento

L= longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left[\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$$

- Momentos de sujeción (M_s), se calculan cuando existen cargas verticales.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- Factores de Corrimiento (Ü_{ik}), se calculan cuando existe ladeo causado por la asimetría de la estructura o se calculan cuando se hace el análisis de fuerzas horizontales aplicadas a los marcos.

$$\ddot{U} = -\frac{3}{2} \left[\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$$

- Fuerzas de sujeción (H), se calculan cuando se realiza el análisis con fuerzas horizontales aplicadas al marco.

$$H = FM_{\text{nivel } n}$$

(Fuerza por marco del nivel n, tomada del análisis sísmico)

- Fuerza cortante en el piso (Q_n), se calcula cuando se realiza el análisis con fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M_n), se calculan cuando se realiza el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas a los marcos.

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

Donde:

H_n = altura del piso n analizado.

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

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(Ms + \sum M_{ni}) \quad \text{Sin ladeo}$$

$$M'_{ik} = \mu_{ik}(Ms + \sum (M_{ni} + M''_{ni})) \quad \text{Con ladeo}$$

- Cálculo de iteración, influencia de desplazamiento (M''_{ik}) se calcula cuando existe ladeo.

$$M''_{ik} = \mu_{ik} \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \quad \text{Ladeo por asimetría}$$

$$M''_{ik} = \mu_{ik}(M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{Ladeo por fuerza horizontal}$$

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

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

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

- Momentos positivos en vigas ($M_{ik(+)}$)

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i(-)}| + |M_{k(-)}|}{2}$$

- Método de Kani para carga muerta (marco 1 eje x)

- Momentos Fijos (MF_{ik})

$$MF_{BE} = -1\,221 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{EB} = 1\,221 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{CD} = -862 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{DC} = 862 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{EH} = -3\,394 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{HE} = 3\,394 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{DI} = -2\,393 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{ID} = 2\,393 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{HK} = -1\,221 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{KH} = 1\,221 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{IJ} = -862 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{JI} = 862 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{KN} = -3\,394 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{NK} = 3\,394 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{JO} = -2\,393 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{OJ} = 2\,393 \text{ Kg-m}$$

- Rigidez de los elementos $K_{ik} = I/L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

$$I_{\text{viga}} = \frac{30 \times 45^3}{12} = 160\,000 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{40 \times 45^3}{12} = 213\,333 \text{ cm}^4$$

- Inercias relativas

$$I_{\text{viga}} = \frac{I_{\text{viga}}}{I_{\text{columna}}} = \frac{160\,000}{213\,333} = 0,75$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{I_{\text{columna}}}{I_{\text{columna}}} = \frac{213\,333}{213\,333} = 1$$

- Rigidez

$$K_{AB}=K_{BA}=K_{BC}=K_{CB}=K_{DE}=K_{ED}=K_{EF}=K_{FE}=K_{IH}=K_{HI}=K_{JK}=K_{KJ}=K_{KL}=K_{LK}=K_{MN}=K_{NM} \\ =K_{NO}=K_{ON}=1/3=0,33$$

$$K_{BE}=K_{EB}=K_{CD}=K_{DC}=K_{IJ}=K_{JI}=K_{HK}=K_{KH}=0,75/3=0,25$$

$$K_{EH}=K_{HE}=K_{DI}=K_{ID}=K_{JO}=K_{OJ}=K_{KN}=K_{NK}=0,75/5=0,15$$

- Factor de giro o coeficiente de reparto $\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left[\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right]$

Nudo B=

$$\mu_{BA} = \mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,33}{0,33 + 0,33 + 0,25} \right] = -0,18$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left[\frac{0,25}{0,33 + 0,33 + 0,25} \right] = -0,14$$

- Momentos de sujeción $M_s = \sum MF_{ik}$

Nudo B= $MF_{BE} = -1\ 221$ Kg-m

Nudo C= $MF_{CD} = -862$ Kg-m

Nudo D= $MF_{DC} + MF_{DI} = 862 + (-2\ 393) = -1\ 532$ Kg-m

Nudo E= $MF_{EB} + MF_{EH} = 1\ 221 + (-3\ 394) = -2\ 172$ Kg-m

Nudo H= $MF_{HE} + MF_{HK} = 3\ 394 + (-1\ 221) = 2\ 172$ Kg-m

Nudo I= $MF_{ID} + MF_{IJ} = 2\ 393 + (-862) = 1\ 532$ Kg-m

Nudo J= $MF_{JI} + MF_{JO} = 862 + (-2\ 393) = -1\ 532$ Kg-m

Nudo K= $MF_{KH} + MF_{KN} = 1\ 221 + (-3\ 394) = -2\ 172$ Kg-m

Nudo N= $MF_{NK} = 3\ 394$ Kg-m

Nudo O= $MF_{OJ} = 2\ 393$ Kg-m

- Influencia de giro (M'_{ik}), primera iteración.

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

Nudo B=

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BA} = -0,18(-1\ 221 + (0 + 0 + 0)) = 202$$
 Kg-m

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BC} = -0,18(-1\ 221 + (0 + 0 + 0)) = 202$$
 Kg-m

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BE} = -0,14(-1\ 221 + (0 + 0 + 0)) = 157$$
 Kg-m

Nudo C=

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{DC}))$$

$$M'_{CB} = -0,28(-861 + (202 + 0)) = 185 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD} (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{DC}))$$

$$M'_{CD} = -0,22(-861 + (202 + 0)) = 145 \text{ Kg-m}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}), segunda iteración.

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_S + \sum (M_{ni} + M''_{ni}))$$

Nudo B=

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BA} = -0,18(-1 \ 221 + (0 + 185 + 235)) = 144 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BA} = -0,18(-1 \ 221 + (0 + 185 + 235)) = 144 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (M_{SB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB}))$$

$$M'_{BE} = -0,14(-1 \ 221 + (0 + 185 + 235)) = 112 \text{ Kg-m}$$

Nudo C=

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{DC}))$$

$$M'_{CB} = -0,28(-861 + (144 + 285)) = 185 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD} (M_{SC} + (M'_{BC} + M'_{DC}))$$

$$M'_{CD} = -0,22(-861 + (144 + 285)) = 95 \text{ Kg-m}$$

- Momentos finales en cada extremo de cada viga (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2 M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{AB} = MF_{AB} + 2 M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB}$$

$$M_{AB} = 0 + 2 * 0 + 144 + 0 = 144 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2 M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$$

$$M_{BA} = 0 + 2 * 144 + 0 + 0 = 288 \text{ Kg-m}$$

Vigas:

$$M_{BE} = MF_{BE} + 2 M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE}$$

$$M_{BE} = -1221 + 2 * 112 + 228 + 0 = -769 \text{ Kg-m}$$

$$M_{EB} = MF_{EB} + 2 M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{EB}$$

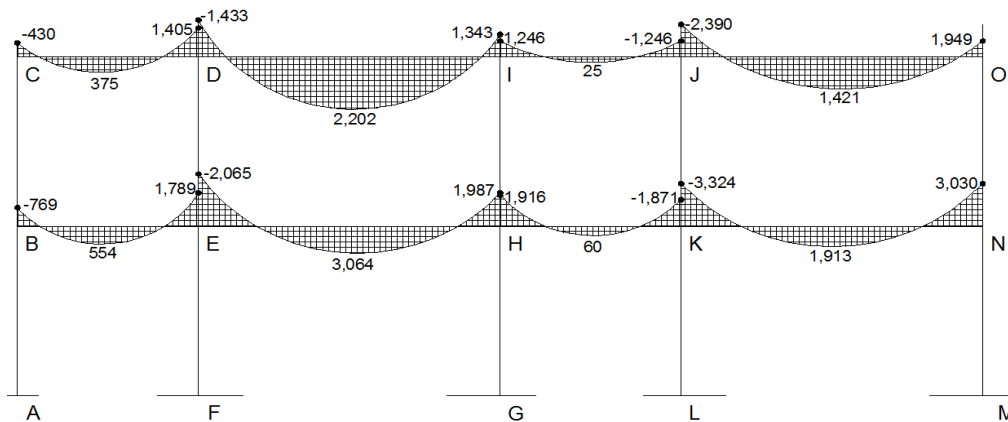
$$M_{EB} = 1\ 221 + 2 * 228 + 112 + 0 = 1\ 789 \text{ Kg-m}$$

- Momentos positivos en vigas ($M_{ik(+)}$)

$$M_{ik(+)} = \frac{WL^2}{8} - \frac{|M_{i(-)}| + |M_{k(-)}|}{2}$$

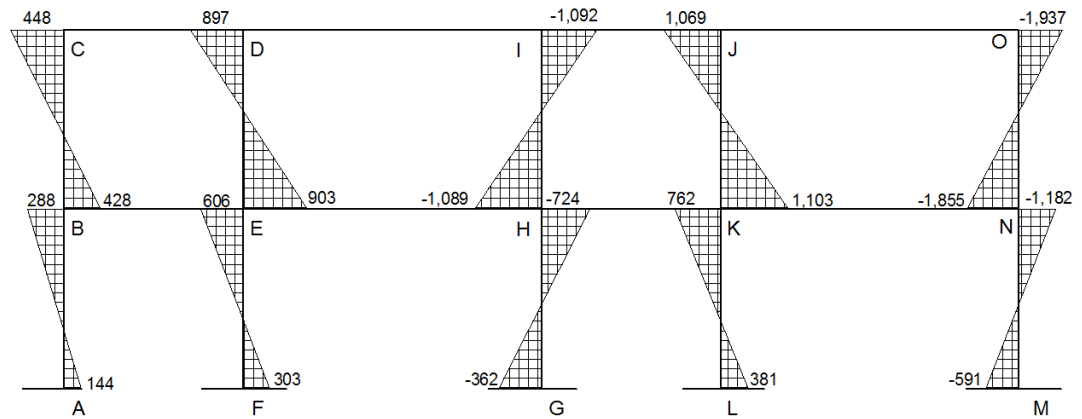
$$M_{EB(+)} = \frac{1\ 629 * 3^2}{8} - \frac{|-769| + |1\ 789|}{2} = 554 \text{ Kg-m}$$

Figura 15. Momentos en vigas- carga muerta – marco 1 eje X



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 16. **Momentos en columnas–carga muerta–marco 1 eje X**

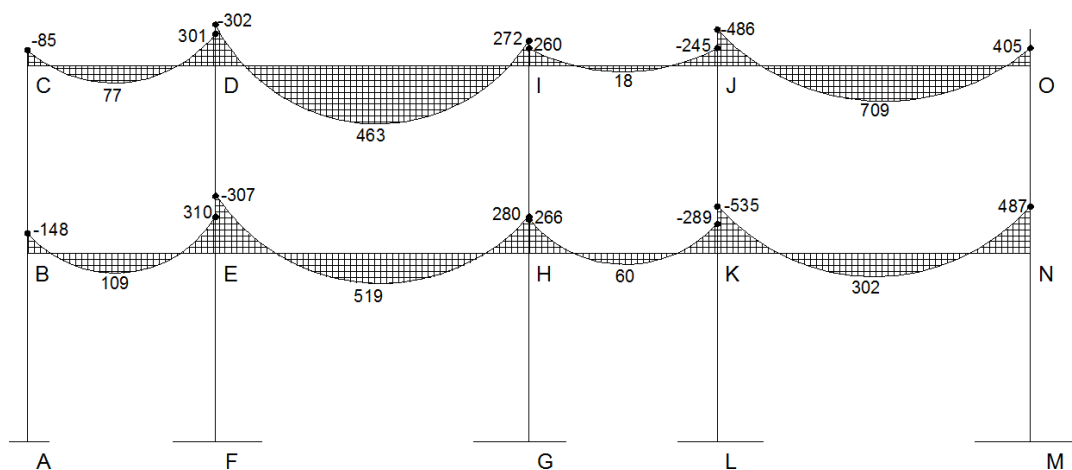


Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Método de Kani para carga viva

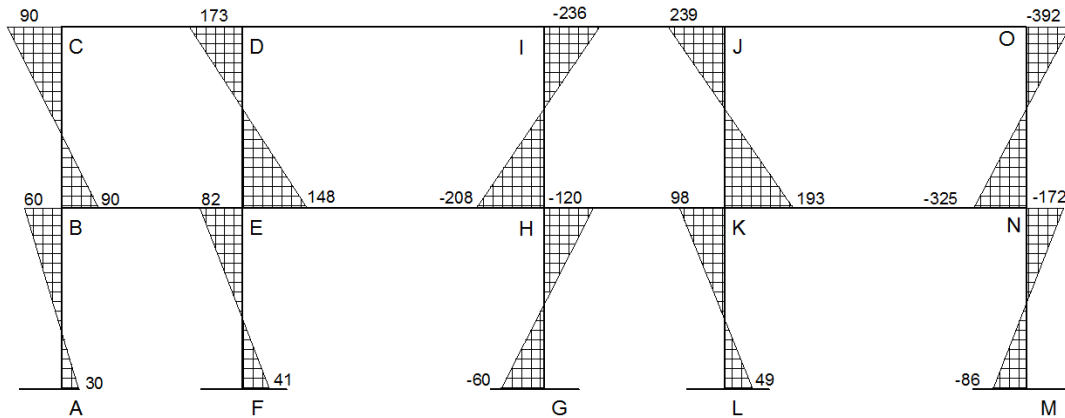
Para el cálculo de los momentos producidos por carga viva se utilizó el mismo procedimiento anteriormente descrito, ver resultado en figura 17 y 18.

Figura 17. **Momentos en vigas–carga viva–marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 18. Momentos en columnas–carga viva–marco 1 eje X



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Método de Kani para carga sísmica

- Factores de corrimiento \ddot{U}

Nivel 1:

$$\ddot{U}_{AB} = \ddot{U}_{FE} = \ddot{U}_{GH} = \ddot{U}_{LK} = \ddot{U}_{MN} = \ddot{U}_{BC} = \ddot{U}_{ED} = \ddot{U}_{HI} = \ddot{U}_{KJ} = \ddot{U}_{NO}$$

$$\ddot{U}_{AB} = -\frac{3}{2} \left[\frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{FE} + K_{GH} + K_{LK} + K_{MN}} \right]$$

$$\ddot{U}_{AB} = -\frac{3}{2} \left[\frac{0,33}{0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33 + 0,33} \right] = -0,3$$

- Fuerzas de sujeción $H = FM_{\text{nivel } n}$

$$FM_{\text{nivel } 2} = 9\,210 \text{ kg}$$

$$FM_{\text{nivel } 1} = 4\,818 \text{ kg}$$

- Fuerza cortante en el piso $Q_n = \sum H$

$$Q_{\text{nivel } 2} = 9\,210 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{nivel } 1} = 9\,210 \text{ kg} + 4\,818 \text{ kg} = 14\,028 \text{ kg}$$

- Momentos de piso $M_n = \frac{Q_n \times H_n}{3}$

$$M_{\text{nivel } 2} = \frac{9\,209 \times 3}{3} = 9\,209 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{\text{nivel } 1} = \frac{14\,028 \times 3}{3} = 14\,028 \text{ Kg} - \text{m}$$

Los valores de rigideces, factores de giro y corrimiento son los calculados en el análisis de carga muerta.

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) primera iteración

$$M''_{ik} = \mu_{ik}(M_n + \sum(M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{BC} = \mu_{BC}(M_{\text{nivel } 2} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{ED} + M'_{DE}))$$

$$M''_{BC} = -0,3 (9\,209 + (0 + 0 + 0 + 0)) = -2\,763 \text{ Kg} - \text{m}$$

Nivel 1

$$M''_{BC} = \mu_{AB}(M_{\text{nivel } 1} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF}))$$

$$M''_{BC} = -0,3 (14\,028 + (0 + 0 + 0 + 0)) = -4\,208 \text{ Kg} - \text{m}$$

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) segunda iteración

$$M''_{ik} = \mu_{ik}(M_n + \sum(M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{BC} = \mu_{BC}(M_{\text{nivel 2}} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{ED} + M'_{DE}))$$

$$M''_{BC} = -0,3 (9\,209 + (423 + 1\,254 + 890 + 560)) = -3\,700 \text{ Kg-m}$$

Nivel 1

$$M''_{BC} = \mu_{AB}(M_{\text{nivel 1}} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF}))$$

$$M''_{BC} = -0,3 (14\,028 + (0 + 1\,254 + 0 + 870)) = -4\,716 \text{ Kg-m}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}), segunda iteración.

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

Nudo B=

$$M'_{BA} = \mu_{BA} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC}))$$

$$M'_{BA} = -0,18(0 + (0 + 423 + 652 - 3\,700 - 4\,845)) = 1\,344 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BC} = \mu_{BC} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC}))$$

$$M'_{BC} = -0,18(0 + (0 + 423 + 652 - 3\,700 - 4\,845)) = 1\,344 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{BE} = \mu_{BE} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC}))$$

$$M'_{BE} = -0,14(0 + (0 + 423 + 652 - 3\,700 - 4\,845)) = 1\,045 \text{ Kg-m}$$

Nudo C=

$$M'_{CB} = \mu_{CB} (M_{sC} + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{CB}))$$

$$M'_{CB} = -0,28(0 + (1\,344 + 413 - 3\,700)) = 544 \text{ Kg-m}$$

$$M'_{CD} = \mu_{CD} (M_{sC} + (M'_{BC} + M'_{DC}))$$

$$M'_{CD} = -0,22(0 + (1\,344 + 413 - 3\,700)) = 428 \text{ Kg-m}$$

- Momentos finales en cada extremo de cada viga (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2 M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{AB}=MF_{AB}+2 M'_{AB}+M'_{BA}+M''_{AB}$$

$$M_{AB}=0+2 *0+1 344+(-4 845)=-3 501 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BA}=MF_{BA}+2 M'_{BA}+M'_{AB}+M''_{BA}$$

$$M_{BA}=0+2 *1 344+0+(-4 845)=288 \text{ Kg-m}$$

Vigas:

$$M_{BE}=MF_{BE}+2 M'_{BE}+M'_{EB}+M''_{BE}$$

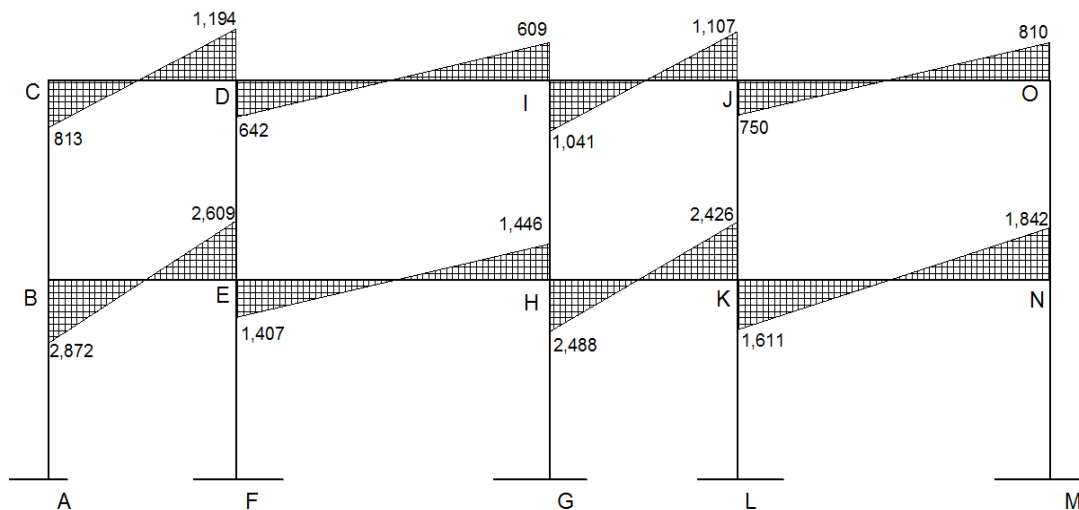
$$M_{BE}=0+2 *1 045+782+0=2 782\text{Kg-m}$$

$$M_{EB}=MF_{EB}+2 M'_{EB}+M'_{BE}+M''_{EB}$$

$$M_{EB}= 0+2 *782+1 045+0= 2 609 \text{ Kg-m}$$

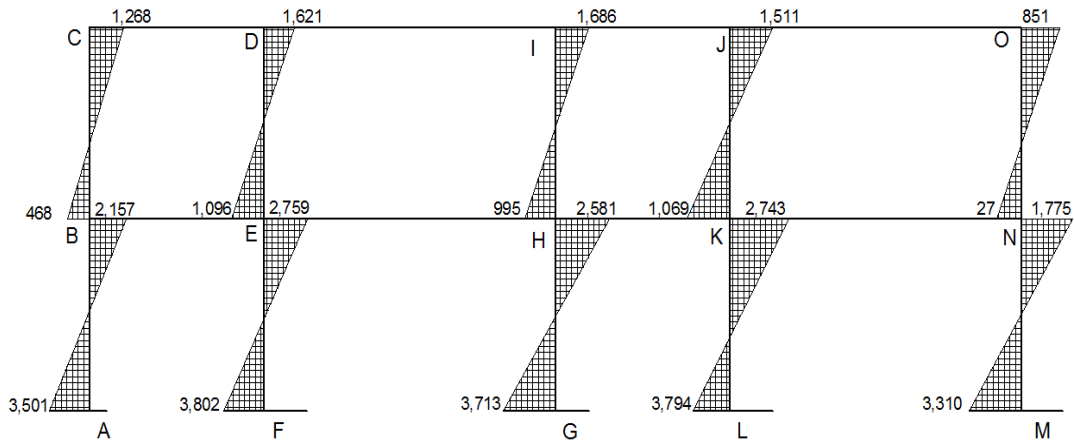
Los resultados de este análisis se indican en las figuras 19 y 20.

Figura 19. **Momentos en vigas-uerza sísmica-marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 20. **Momentos en columnas –fuerza sísmica- marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.4.3.5. Momentos últimos (envolvente de momentos)

Se entiende como envolvente de momentos la representación del resultado del análisis de carga muerta, viva y de sismo, para el efecto se aplican las combinaciones indicadas por el capítulo 9 ACI 318-08s.

$$M=1,2M_{cm}+1,6M_{cv}$$

$$M=1,2M_{cm}+1,0M_{cs}+1,0M_{cv}$$

$$M=0,9M_{cm}+1,0M_{cs}$$

- Envolvente de momentos, marco 1 eje x

Vigas:

$$M_{be}=1,2(-769)+1,6(-148)=-1\ 160\ \text{Kg-m}$$

$$M_{be}=1,2(-769)+2\ 872+(-148)=1\ 801\ \text{Kg-m}$$

$$M_{be}=0,9(-769)+2\ 872=2\ 179\ \text{Kg-m}$$

$$M_{eb}=1,2(789)+1,6(310)=1\ 142\ \text{Kg-m}$$

$$M_{eb}=1,2(789)+2\ 609+(310)=3\ 865\ \text{Kg-m}$$

$$M_{eb}=0,9(789)+2\ 609=3\ 319\ \text{Kg-m}$$

Columnas:

$$M_{cb}=1,2(448)+1,6(90)=681\ \text{Kg-m}$$

$$M_{cb}=1,2(448)+1\ 268+(90)=1\ 895\ \text{Kg-m}$$

$$M_{cb}=0,9(448)+1\ 268=1\ 671\ \text{Kg-m}$$

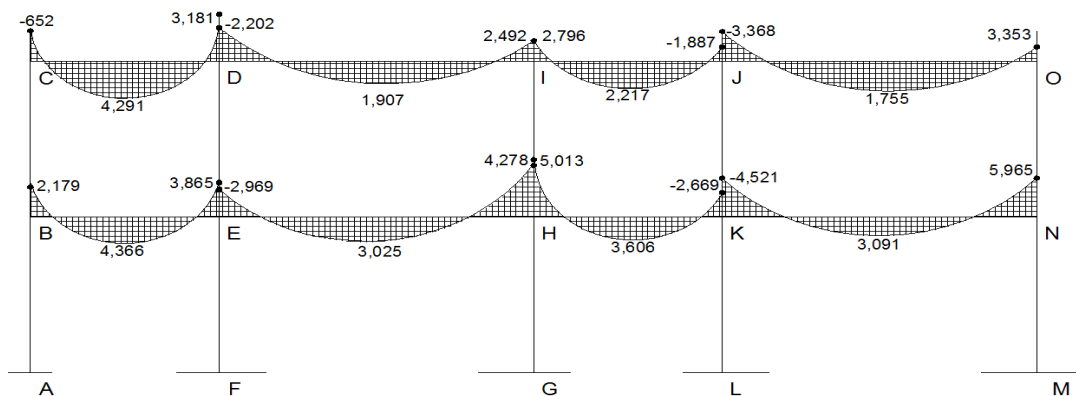
$$M_{bc}=1,2(428)+1,6(90)=657\ \text{Kg-m}$$

$$M_{bc}=1,2(428)+468+(90)=1\ 071\ \text{Kg-m}$$

$$M_{bc}=0,9(428)+468=853\ \text{Kg-m}$$

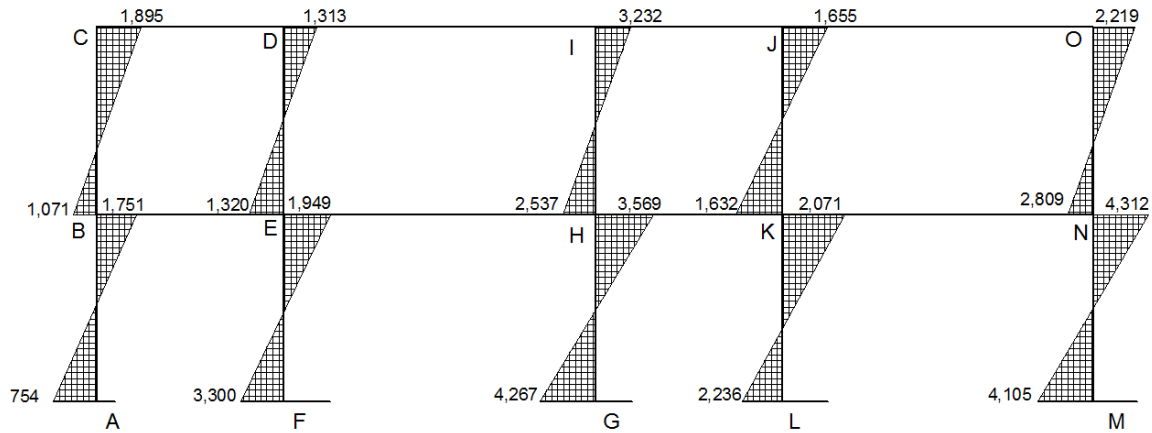
Del resultado de las combinaciones anteriores se toman los valores mayores para representar la envolvente de momentos.

Figura 21. **Momentos últimos vigas (Kg-m) – marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 22. **Momentos últimos en columnas (Kg-m)–marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.4.3.6. Cortes últimos

Los cortes en marcos son calculados de la siguiente manera:

Corte en vigas:

$$V_v = 0,75 \left[\frac{1,4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1,7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1,87(\sum M_s)}{L} \right]$$

Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

- Cortes marco 1 eje x

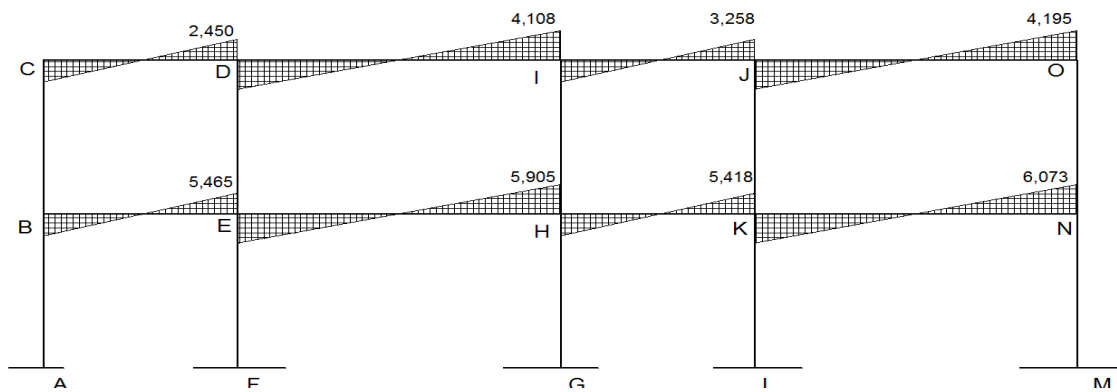
Vigas:

$$V_{BE} = 0,75 \left[\frac{1,4(1\,629 * 3)}{2} + \frac{1,7(300 * 3)}{2} + \frac{1,87(2\,872 + 2\,609)}{3} \right] = 5\,465 \text{ kg}$$

Columnas:

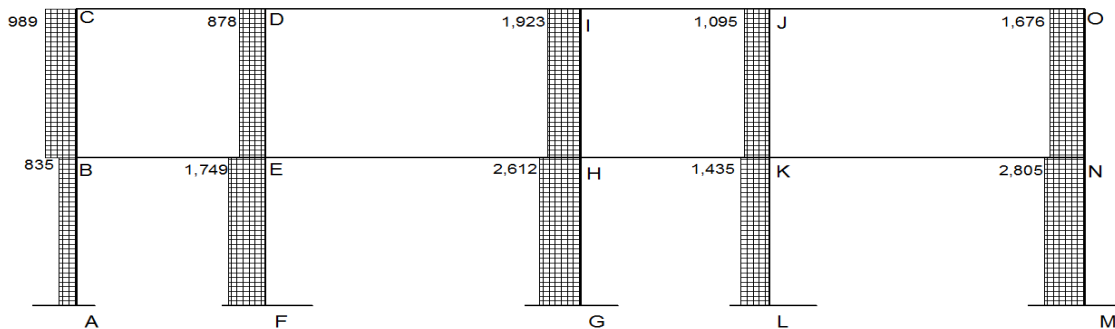
$$V_{AB} = \frac{1\,751 + 754}{3} = 835 \text{ kg}$$

Figura 23. **Cortes últimos en vigas (Kg)–marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Figura 24. **Cortes últimos en columnas (Kg)–marco 1 eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.5. Diseño estructural

Se describe el proceso de diseño de cada uno de los elementos estructurales que componen el edificio municipal, tales como:

- Losas
- Vigas
- Columnas
- Nudo sísmico
- zapatas
- Módulo de gradas

2.2.5.1. Losas

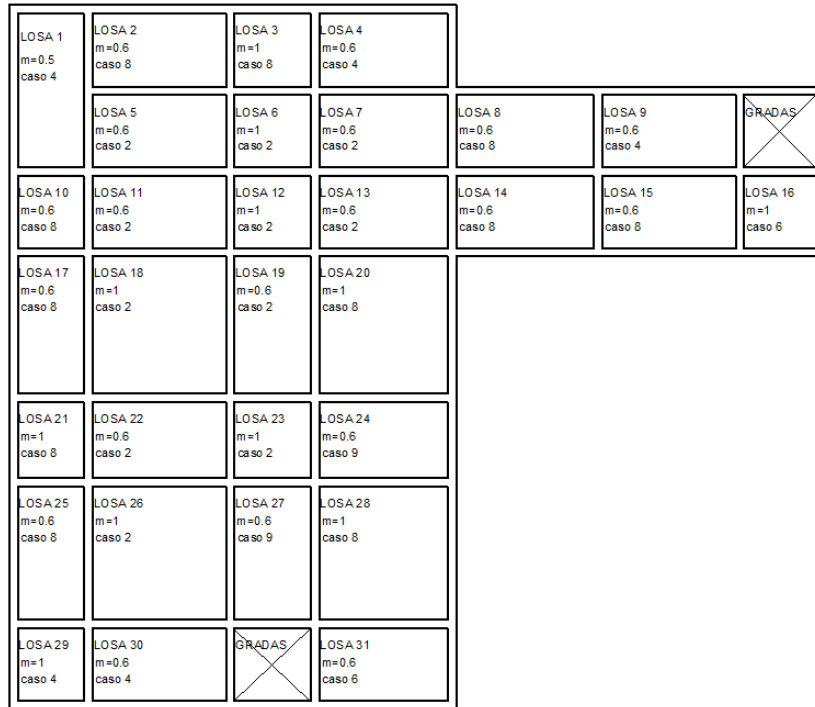
Son elementos estructurales como diafragmas que son utilizados de cubiertas de techo, en este caso se habla de losas planas de $t=0,15$ m, para su diseño existen diversos métodos, aplicaremos el método 3 del ACI 318S-08.

Tabla VII. Datos para diseño

Espesor de losa "t"	0,15 m
Peso específico del concreto	$2\,400 \text{ kg/m}^3$
Módulo $F'c$	210 kg/cm^2
Módulo Fy	$2\,810 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Diagrama de losas de primer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Cálculo de la carga última o carga de diseño

Losa 1

$$C_u = 1,2((2\ 400 \times 0,15) + 90) + 1,6(400) = 1\ 180 \text{ kg/m}^2$$

- Fórmulas para cálculo de momentos

$$M_{A-} = C \times C U_u \times A^2$$

$$M_{B-} = C \times C U_u \times B^2$$

$$M_{A+} = C \times C M U_u \times A^2 + C \times C V U_u \times A^2$$

$$M_{B+} = C \times C M U_u \times B^2 + C \times C V U_u \times B^2$$

Donde:

C=coeficiente de tablas de ACI

A=dimensión del lado corto considerado en la losa

B=dimensión del lado largo considerado en la losa

- Relación m

$$m = \frac{A}{B} = \frac{3}{6} = 0,05$$

Las losas actúan en dos sentidos debido a que todas las relaciones m son mayores o iguales que 0.5.

- Cargas últimas

$$CVU = 1,6(400) = 640 \text{ kg/m}^2$$

$$CMU = 1,2((2\ 400 \times 0,15) + 90) = 540 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando las fórmulas anteriores se calculan los momentos respectivos.

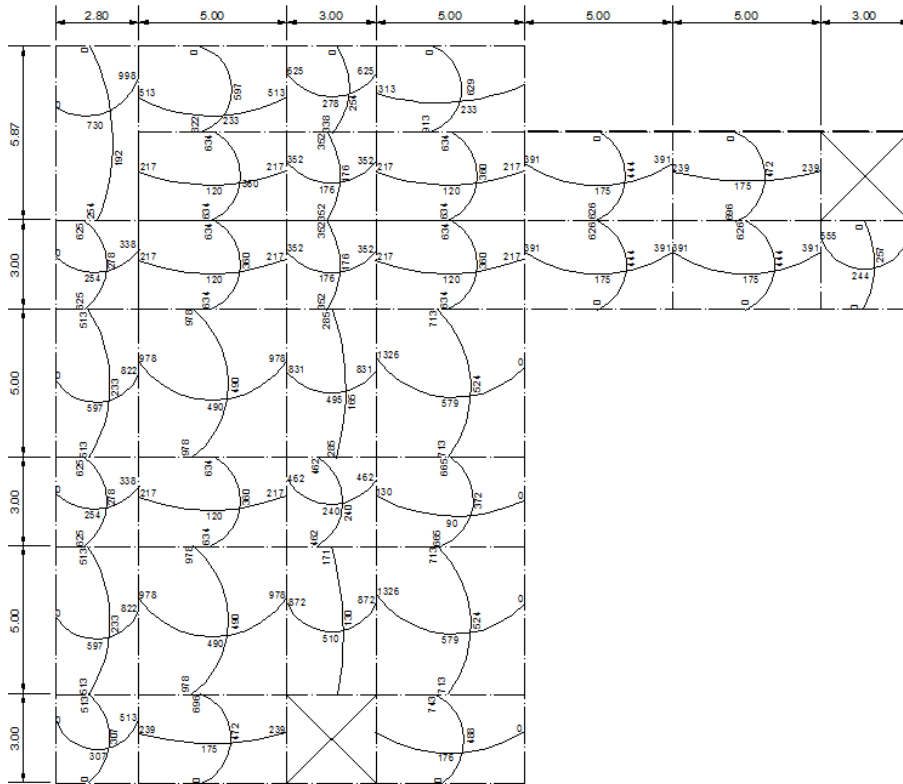
$$M_{A-} = 0,094 \times 1\ 180 \times 3^2 = 998,28 \text{ Kg} - m$$

$$M_{B-} = 0,006 \times 1\ 180 \times 6^2 = 254,88 \text{ Kg} - m$$

$$M_{A+} = 0,059 \times 540 \times 3^2 + 0,077 \times 640 \times 3^2 = 730,26 \text{ Kg} - m$$

$$M_{B+} = 0,004 \times 540 \times 6^2 + 0,005 \times 640 \times 6^2 = 192,96 \text{ Kg} - m$$

Figura 26. Diagrama de momentos en losas nivel 1



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

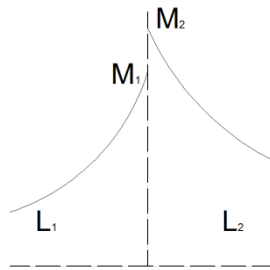
- Balance de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y momentos diferentes, se deben balancear estos momentos antes de proceder a calcular refuerzos, este proceso se hace de acuerdo a los siguientes lineamientos:

$$\text{Si } 0,80(\text{Momento mayor}) \leq \text{Momento menor}$$

$$M_b = \frac{M_{\text{Mayor}} + M_{\text{Menor}}}{2}$$

Si 0,80 (momento mayor) > momento menor, se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera.



$$K_1 = \frac{1}{L_1} \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

L_1 y L_2 son las longitudes de las losas consideradas

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Tabla VIII. **Balance de momentos por rigidez**

D_1	D_2
M_1	M_2
$+D_1*(M_2-M_1)$	$-D_2*(M_2-M_1)$
$+D_1*(M_2-M_1)+M_1$	$-D_2*(M_2-M_1)+M_2$

Fuente: elaboración propia.

- Balance de momentos entre losas 2 y 3

$$M_2=625 \text{ kg-m} \quad M_1=513 \text{ kg-m}$$

$$0,80(625)= 500 < 483 \text{ kg-m}$$

Entonces:

$$M_b = \frac{625 + 513}{2} = 569 \text{ kg-m}$$

- Balance de momentos entre losas 3 y 4.

$$M_2=625 \text{ kg-m} \quad M_1=313 \text{ kg-m}$$

$$0,80 (589)=500 > 313 \text{ kg-m}$$

Entonces se realiza balance por rigidez:

$$K_1 = \frac{1}{3} = 0,33$$

$$K_2 = \frac{1}{5} = 0,20$$

$$D_1 = \frac{0,33}{0,33 + 0,20} = 0,62$$

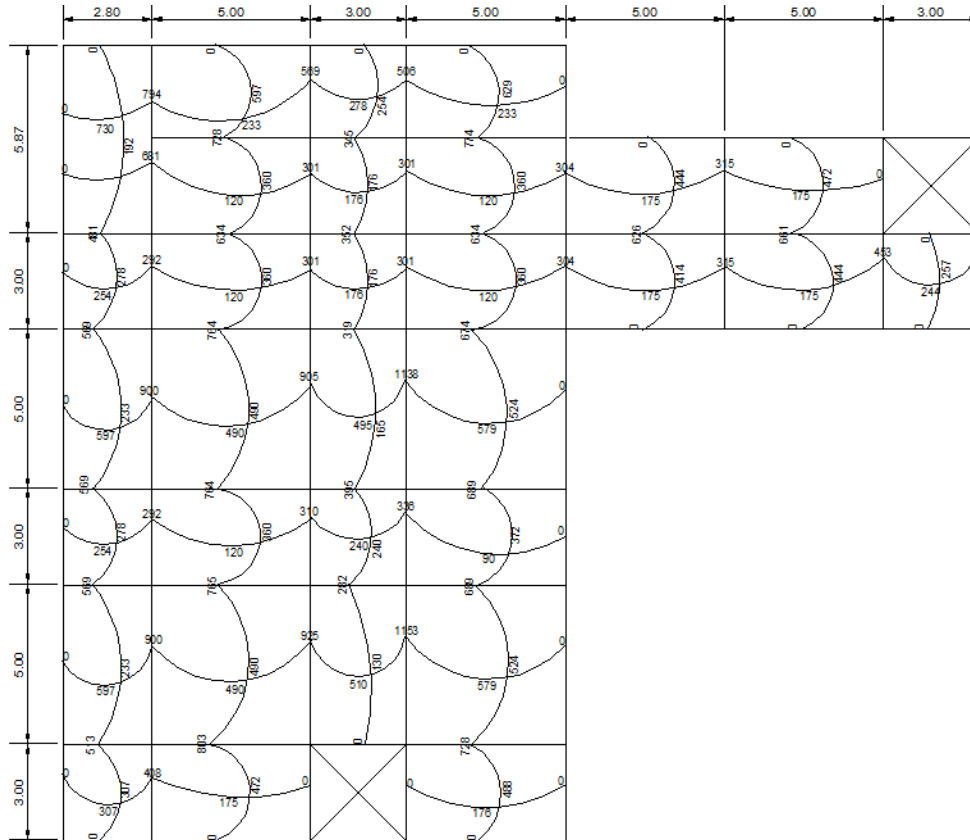
$$D_2 = \frac{0,20}{0,33 + 0,20} = 0,38$$

Tabla IX. **Balance de momentos por rigidez losas 3 y 4**

0,62	0,38
313	625
+0,62*(625-313)=193	-0,38*(625-313)=-119
313+182=506	625-119=506

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Planta de momentos balanceados nivel 1**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Diseño de acero de refuerzo

Se utiliza el ancho unitario de 1,00m aplicando el siguiente procedimiento:

Límites para acero en losas:

Peralte efectivo "d"

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 15 - 2,54 - \frac{0,9525}{2} = 11,98$$

$$A_{s_{\min}} = 0,4 \times 14,1 \times \frac{bd}{f_y}$$

Donde b es el ancho unitario (100 cm)

$$A_{s_{\min}} = 0,4 \times 14,1 \times \frac{100 \times 11,98}{2 \ 810} = 2,40 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento S para $A_{s_{\min}}$ proponiendo varillas No. 3
($A_s=0,71\text{cm}^2$)

$$2,40 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ _____ } S$$

Por lo tanto:

$$S=30 \text{ cm}$$

Momento que resiste $A_{s_{\min}} = 2,40 \text{ cm}^2$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 \left[A_{s_{\min}} \times f_y \left(d - \frac{A_{s_{\min}} \times f_y}{1,7 \times f'_c \times b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 \left[2,40 \times 2 \ 810 \left(11,98 - \frac{2,40 \times 2 \ 810}{1,7 \times 210 \times 100} \right) \right] = 71 \ 567,21 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 71 \ 567,21 \text{ kg} - \text{cm} \times \frac{1,00\text{m}}{100\text{cm}} = 715,67 \text{ kg} - \text{m}$$

- Espaciamiento

El espaciamiento de la armadura en secciones críticas no debe exceder 2 veces el espesor de la losa, $S_{m\acute{a}x}=2t$.

$$S_{m\acute{a}x}=2t=2(0,15)=0,30 \text{ m entonces utilizar } S_{m\acute{a}x}=0,30 \text{ m}$$

$$AS_{m\acute{a}x} \frac{\text{_____}}{100 \text{ cm}}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \frac{\text{_____}}{30 \text{ cm}}$$

Por lo tanto:

$$AS_{m\acute{a}x}=2,40 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de áreas de acero requeridas para losas del nivel 1, los momentos menores que el $MAs_{m\acute{i}n}$ se utiliza $As_{m\acute{i}n}$ y con $S_{m\acute{a}x}=0,30\text{m}$ y para momentos mayores que $MAs_{m\acute{i}n}$ se calcula el As_{req} de la siguiente manera:

$$As_{req} = \left[b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{Mu \times b}{0,003825 \times f'c}} \right] 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

Dónde:

Mu= momento último (kg-m)

b y d = en cm

$f'c$ y f_y = en kg/cm^2

As = cm^2

Tabla X. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 1 eje X**

Tipo de momento	Momento Kg-m	Base "b" Cm	Espesor "t"	Peralte "d"	$A_{s_{req}}$ Cm ²	No. De Varillas	$S_{máx}$ 2t cm
-	794	100	15	11,98	2,66	4	30
-	569	100	15	11,98	2,40	4	30
-	506	100	15	11,98	2,40	4	30
-	681	100	15	11,98	2,40	4	30
-	301	100	15	11,98	2,40	4	30
-	304	100	15	11,98	2,40	4	30
-	315	100	15	11,98	2,40	4	30
-	292	100	15	11,98	2,40	4	30
-	453	100	15	11,98	2,40	4	30
-	900	100	15	11,98	3,03	4	30
-	905	100	15	11,98	3,04	4	30
-	1138	100	15	11,98	3,85	4	30
-	310	100	15	11,98	2,40	4	30
-	336	100	15	11,98	2,40	4	30
-	925	100	15	11,98	3,12	4	30
-	1153	100	15	11,98	3,91	4	30
-	408	100	15	11,98	2,40	4	30
+	730	100	15	11,98	2,45	4	30
+	233	100	15	11,98	2,40	4	30
+	278	100	15	11,98	2,40	4	30
+	233	100	15	11,98	2,40	4	30
+	120	100	15	11,98	2,40	4	30
+	176	100	15	11,98	2,40	4	30
+	175	100	15	11,98	2,40	4	30
+	254	100	15	11,98	2,40	4	30
+	244	100	15	11,98	2,40	4	30
+	597	100	15	11,98	2,40	4	30
+	490	100	15	11,98	2,40	4	30
+	495	100	15	11,98	2,40	4	30
+	579	100	15	11,98	2,40	4	30
+	240	100	15	11,98	2,40	4	30
+	90	100	15	11,98	2,40	4	30
+	510	100	15	11,98	2,40	4	30
+	307	100	15	11,98	2,40	4	30
+	175	100	15	11,98	2,40	4	30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Áreas de acero requeridas en losas nivel 1 eje Y**

Tipo de momento	Momento Kg-m	Base "b" cm	Espesor "t" cm	Peralte "d"	As _{req} Cm ²	No. De Varillas	S _{máx} 2t cm
-	481	100	15	11,98	2,40	4	30
-	569	100	15	11,98	2,40	4	30
-	513	100	15	11,98	2,40	4	30
-	803	100	15	11,98	2,69	4	30
-	765	100	15	11,98	2,56	4	30
-	764	100	15	11,98	2,56	4	30
-	634	100	15	11,98	2,40	4	30
-	728	100	15	11,98	2,44	4	30
-	282	100	15	11,98	2,40	4	30
-	395	100	15	11,98	2,40	4	30
-	319	100	15	11,98	2,40	4	30
-	352	100	15	11,98	2,40	4	30
-	345	100	15	11,98	2,40	4	30
-	689	100	15	11,98	2,40	4	30
-	674	100	15	11,98	2,40	4	30
-	774	100	15	11,98	2,60	4	30
-	626	100	15	11,98	2,40	4	30
-	661	100	15	11,98	2,40	4	30
+	278	100	15	11,98	2,40	4	30
+	233	100	15	11,98	2,40	4	30
+	307	100	15	11,98	2,40	4	30
+	597	100	15	11,98	2,40	4	30
+	360	100	15	11,98	2,40	4	30
+	490	100	15	11,98	2,40	4	30
+	472	100	15	11,98	2,40	4	30
+	240	100	15	11,98	2,40	4	30
+	176	100	15	11,98	2,40	4	30
+	254	100	15	11,98	2,40	4	30
+	488	100	15	11,98	2,40	4	30
+	524	100	15	11,98	2,40	4	30
+	372	100	15	11,98	2,40	4	30
+	629	100	15	11,98	2,40	4	30
+	444	100	15	11,98	2,40	4	30
+	472	100	15	11,98	2,40	4	30
+	257	100	15	11,98	2,40	4	30

Fuente: elaboración propia.

- Chequeo de corte máximo actuante

Cu_u = carga última unitaria

L= lado corto de la losa que se está analizando.

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{Cu_u \times L}{2}$$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{794 \times 3,00}{2} = 1\ 191\ kg$$

Corte máximo resistente

$$V_{res} = 45 \times \sqrt{f'_c} \times t$$

$$V_{res} = 45 \times \sqrt{210} \times 15 = 9\ 825\ kg$$

Al realizar la comparación $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$ caso contrario se debe modificar t.

2.2.5.2. Vigas

Las vigas son elementos estructurales que son sometidos a esfuerzos de tensión, compresión y corte. Para realizar el diseño de vigas se utilizan los datos obtenidos mediante el análisis estructural aplicado a los marcos y se toma en cuenta los tipos de fallas que puedan ocurrir en las mismas.

Existen tres tipos de vigas según su falla: Vigas sobreforzadas, sobrerreforzadas y balanceadas. Las vigas son clasificadas como sobrerreforzadas cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia F_y , sin que el concreto llegue aun a su fatiga de ruptura 0,85

F'_c , la viga presenta fuerte agrietamiento en la parte en tensión, elevando el eje neutro hacia el lado más comprimido, lo que disminuye el área de compresión, produciendo fatiga del concreto hasta presentarse la falla en el elemento, la cual ocurre lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas.

Las vigas sobrerreforzadas presentan una falla súbita y sin anuncio la cual la hace muy peligrosa y se produce cuando el concreto alcanza su límite de fluencia $0.85 F'_c$, mientras que el acero permanece debajo del límite F_y , a lo que se le llama falla por compresión.

Dentro de la última clasificación se encuentran las vigas balanceadas, en este tipo de vigas la falla ocurre simultáneamente, es decir el concreto y el acero alcanza su límite $0.85 F'_c$ y F_y respectivamente.

- Diseño de viga tramo B-E

Diagrama de momentos últimos (Kg-m) tramo B-E

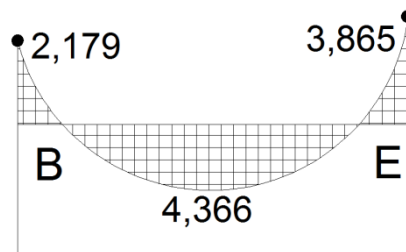
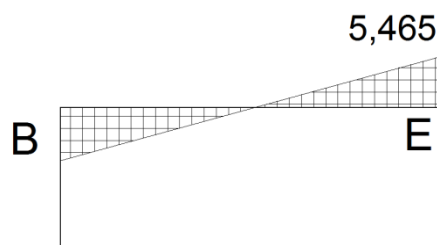


Diagrama de cortes últimos (Kg) tramo B-E



Datos:

Sección de viga: 0,30 X 0,45 m

Longitud: 2,60 m

Recubrimiento: 0,04 m

Peralte efectivo (d)= 0,41 m

- Límites de acero

Área de acero mínima: $A_{s_{\min}}$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{F_y} \right] b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{2810} \right] * 30 * 41 = 6,17 \text{ cm}^2$$

Área de acero máxima = $A_{s_{\max}}$

$$\rho_{\max} = 0,5 \rho_{\text{bal}}$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0,5 \left[\frac{0,85 * B_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090} \right] * b * d$$

$$B_1 = 0,85 \text{ si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0,5 \left[\frac{0,85 * 0,85 * 210}{2 810} * \frac{6 090}{2 810 + 6 090} \right] * 30 * 41 = 22,72 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo longitudinal

Cálculo de áreas de acero requeridas.

Momento: 2 179 Kg-m

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{req}} = \left[30 * 41 - \sqrt{(30 * 41)^2 - \frac{2 179 * 30}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2 810} \right) = 3,13 \text{ cm}^2$$

$A_{s_{req}} < A_{s_{min}}$ se utiliza $A_{s_{min}}$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que las áreas de las varillas propuestas suplan lo solicitado en el cálculo de las áreas de acero, tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

Refuerzo en la cama superior al centro: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas; 33 por ciento del $A_{s_{req}}$ para el momento negativo de ambos extremos de la viga.

$A_{s_{min}} M(-)$

$$33\% A_{s_{req}} M(-)_{izq} = 0,33 * 3,13 = 1,05 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_{s_{req}} M(-)_{der} = 0,33 * 3,82 = 1,26 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}}=6,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{corrido}}}= 2\text{No. 6}= 5,70 \text{ cm}^2$$

$$6,17-5,70=0,5 \text{ cm}^2$$

En cama superior 2 No. 6 + 1 No. 3 corridos

Refuerzo en la cama inferior en apoyos: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas; 50 por ciento del $A_{s_{\text{req}}}$ para el momento positivo; 50 por ciento del $A_{s_{\text{req}}}$ para el momento negativo de ambos extremos de la viga o $A_{s_{\min}}$.

$$A_{s_{\min}} M(+)$$

$$50\% A_{s_{\text{req}}} M(-)_{\text{izq}}=0,50*3,13=1,57 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s_{\text{req}}} M(-)_{\text{der}}=0,50*3,82=1,91 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_{s_{\text{req}}} M(+)_{\text{cen}}=0,50*4,33=2,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}}=6,17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{corrido}}}= 2\text{No. 6}= 5,70 \text{ cm}^2$$

$$6,17-5,70=0,5 \text{ cm}^2$$

En cama inferior 2 No. 6 + 1 No. 3 corridos

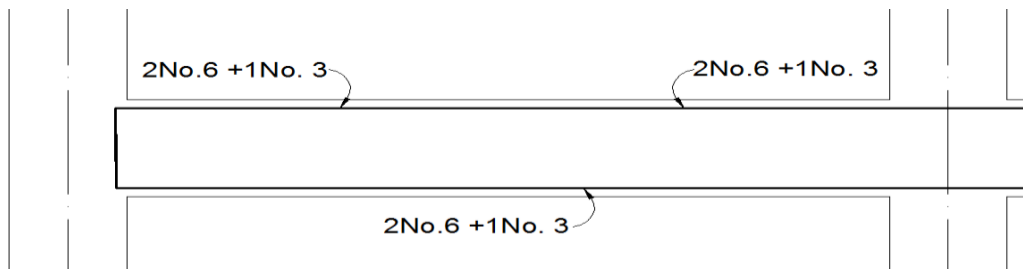
La diferencia entre el $A_{s_{\text{req}}}$ y el $A_{s_{\text{corrido}}}$ en ambos casos se coloca como bastón.

Tabla XII. Armado de viga

MOMENTO (Kg-m)	As _{req} (cm ²)	Acero en varillas	As a utilizar (cm ²)
2 179	3,13	2No.6 +1No. 3	6,41
3 865	3,82	2No.6 +1No. 3	6,41
4 366	4,33	2No.6 +1No. 3	6,41

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Armado en viga tramo E-B marco 1 eje X



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Refuerzo transversal (estribos)

Este tipo de refuerzo se coloca en intervalos variables a lo largo de la viga.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu})

$$V_{cu} = \emptyset * 0,53\sqrt{f'c} * b * d$$

$$\emptyset=0,85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53\sqrt{210} * 30 * 41 = 8\ 030 \text{ kg}$$

Corte actuante, según diagrama de cortes últimos.

$$V_a = 5\,465$$

Como $V_{cu} \geq V_a$ la viga necesita estribos solo por armado; y el espaciamiento de los mismos es:

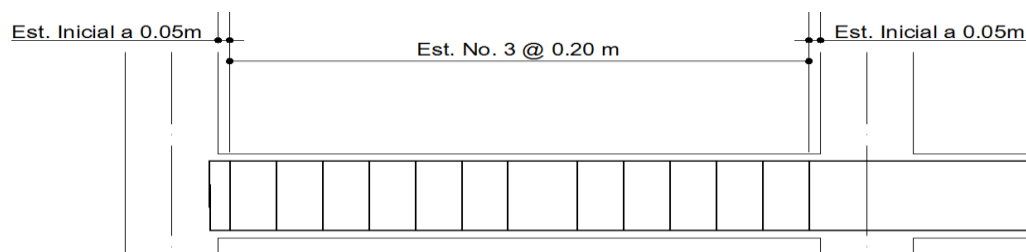
$$S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{2}$$

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{41}{2} = 20,5\text{ cm}$$

$S_{max} = 0,20$ m utilizando como mínimo varillas No. 3

si $V_{cu} \leq V_a$ se diseñan estribos por corte.

Figura 29. **Espaciamiento de estribos sin considerar confinamiento**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.5.3. Columnas

Son elementos estructurales verticales que trabajan a compresión, su refuerzo principal es longitudinal, paralelo a la carga axial.

Según ACI 318-08, sección 10.9.2 el número mínimo de barras longitudinales en elementos sometidos a compresión debe ser de cuatro.

- Diseño de columna nivel 1 marco 1 eje x

Datos:

Sección: 0,40*0,40 m

Lu= 3,00 m

Mx=4 267 Kg-m

My=3 750 Kg-m

Vc=6 131

Rec= 0,04m

- Carga última

$$C_u = 1,2 C_m + 1,6 C_v$$

$$C_u \text{ nivel 2} = 1,2((2\ 400 * 0,15) + 90) + 1,6(100) = 700 \text{ Kg/m}^2$$

$$C_u \text{ nivel 1} = 1,2((2\ 400 * 0,15) + 90 + 210) + 1,6(600) = 1\ 752 \text{ Kg/m}^2$$

$$C_u \text{ total} = C_u \text{ nivel 1} + C_u \text{ Nivel 2} = 2\ 452 \text{ Kg/m}^2$$

- Factor de carga última $F_{cu} = C_u / (C_m + C_v)$

$$F_{cu} = 2\ 452 / 1\ 260 = 1,95$$

- Carga axial

$$P_u = a_{\text{alosas}} * C_u + P_{\text{pvigas}} * F_{cu}$$

$$P_u = 16 * 2\ 452 + (0,30 * 0,45 * 8,00 * 2\ 400) * (1,95) = 44\ 286 \text{ Kg}$$

Se debe establecer la relación entre la altura, ancho y luz libre de los elementos, particularmente si se espera que el elemento presente una respuesta dúctil ante el sismo de diseño. A esta relación se le denomina esbeltez, si el elemento es demasiado esbelto puede ocurrir el pandeo lateral, si el elemento es robusto, es difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte.

Las columnas son clasificadas por su esbeltez como: cortas si $E < 21$, intermedias si $21 \leq E \leq 100$ y largas si $E > 100$.

- Esbeltez

Tabla XIII. **Secciones de elementos**

Viga	
Base	30
Altura	45
Columna	
Base	40
Altura	40

Fuente: elaboración propia.

Longitud de columna primero y segundo nivel: 3.00 m

- Inercia $I = \frac{b \times h^3}{12}$

$$I_{\text{viga}} = \frac{30 \times 45^3}{12} = 227\,812 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{columna}} = \frac{40 \times 40^3}{12} = 213\,333 \text{ cm}^4$$

- Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación

Extremo superior:

$$\Psi = \frac{\sum \left(\frac{E_m * I}{L} \right)_{\text{columnas}}}{\sum \left(\frac{E_m * I}{L} \right)_{\text{vigas}}}$$

Donde:

$E_m=1$ debido a que los marcos son del mismo material.

I = inercias de cada elemento estructural

L =longitud de cada elemento estructural

$$\Psi_a = \frac{\left(\frac{1 * 213\,333}{3,00} \right) + \left(\frac{1 * 213\,333}{3,00} \right)}{\left(\frac{1 * 277\,812}{3} \right) + \left(\frac{1 * 277\,812}{5} \right)} = 0,96$$

Extremo inferior $\Psi_b=0$ por empotramiento en la base

$$\Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{0,96 + 0}{2} = 0,48$$

$$\Psi_p = 0,48$$

- Coeficiente K

Para $\Psi_p < 2$

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p}$$

Para $\Psi_p \geq 2$

$$K = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_p}$$

$$K = \frac{20 - 0,48}{20} * \sqrt{1 + 0,48} = 1,19$$

- Esbeltez

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

$$E = \frac{1,19 * 3,00}{0,30 * 0,40} = 29,75$$

Columna intermedia: $21 \leq E \leq 100$

La esbeltez de la columna en el sentido y se determinó con el mismo procedimiento empleado para la columna en el sentido x.

Según los resultados de E, la columna es clasificada como intermedia, por lo que se deben magnificar los momentos actuantes.

- Magnificación de momentos
 - Factor de flujo plástico del concreto

$$\beta_d = \frac{CM_u}{C_u} = \frac{660}{2\,452} = 0,27$$

- Total del material

$$EI = \frac{E_c * I_g}{2,5(1 + \beta_d)}$$

Donde:

E_c =módulo de elasticidad del concreto

I_g =inercia bruta del elemento

$$E_c = 15\,100\sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{15\,100\sqrt{210} * \left(\frac{40 * 40^3}{12}\right)}{2,5(1 + 0,27)} = 1,47E103 \text{ Kg} - \text{cm}^2 = 1\,470 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

- Carga crítica de pandeo de Euler

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

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (1\,470)}{(1,19 * 3,00)^2} = 1\,138 \text{ Ton}$$

- Magnificado de momento

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi P_{cr}} \right)} \geq 1$$

Donde $\phi=0.70$ para estribos

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{44,03}{0,70 * 1\ 138} \right)} = 1,06$$

Momento de diseño:

$$M_d = \delta * M_u$$

$$M_{dx} = 1,06 * 4\ 267 = 4\ 523 \text{ Kg-m}$$

$$M_{dy} = 1,06 * 3\ 750 = 3\ 975 \text{ Kg-m}$$

- Refuerzo longitudinal

Las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial, por lo que se aplica el método de Bresler, el cual es sencillo y exacto. Este sistema funciona tomando cargas actuantes y nos proporciona cargas resistentes.

Límite de acero: según el Código ACI 318S-08 sección 10.9.1, el área de refuerzo longitudinal para elementos no compuestos a compresión no debe ser menor que $0,01 A_g$, y ni mayor que $0,08 A_g$.

$$A_{s_{\min}} = 0,01(40 * 40) = 16 \text{ Cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,08(40 * 40) = 128 \text{ Cm}^2$$

Se utiliza el 2,5 por ciento del área gruesa= $0,025(40*40)=40 \text{ cm}^2$

Armado propuesto para $40 \text{ Cm}^2 = 8\text{No. } 8 = 40,54 \text{ cm}^2$

Utilizando el diagrama de iteración para diseño de columnas se obtienen los siguientes valores:

$$\gamma = \frac{H_{\text{núcleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2 * rec}{h} = \frac{0,40 - 2 * 0,04}{0,40} = 0,8$$

$$\rho_{tu} = \frac{As * fy}{Ag * 0,85f'c} = \frac{40,54 * 2810}{40 * 40 * 0,85 * 210} = 0,40$$

- Excentricidades:

$$ex = \frac{Mdx}{Pu} = \frac{4523}{44286} = 0,09$$

$$ey = \frac{Mdy}{Pu} = \frac{3975}{44286} = 0,08$$

- Diagonales:

$$\frac{ex}{hx} = \frac{0,09}{0,40} = 0,225$$

$$\frac{ey}{hy} = \frac{0,08}{0,40} = 0,2$$

- Coeficientes K'x y K'y

$$K'x=0,35$$

$$K'y=0,4$$

- Resistencias de la columna

- Resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'u = K'x * \emptyset * f'c * b * h = 0,35 * 0,7 * 210 * 40 * 40 = 82\ 320\ Kg$$

- Resistencia de una columna a una excentricidad ey:

$$P'u = K'x * \emptyset * f'c * b * h = 0,4 * 0,7 * 210 * 40 * 40 = 94\ 080\ Kg$$

- Carga Axial de resistencia para la columna:

$$P'o = \emptyset[0,85 * f'c(Ag - As) + As * fy]$$

$$P'o = 0,70[0,85 * 210(1\ 600 - 40,54) + 40,54 * 2\ 810] = 274\ 596\ Kg$$

- Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{82\ 320} + \frac{1}{94\ 080} - \frac{1}{274\ 596}} = 52\ 259\ kg$$

Según el resultado $P'u > P_u$, por lo que el armado de la columna propuesto resiste las cargas aplicadas, en caso contrario se deberá aumentar el área de acero, hasta que cumpla con la condición mencionada anteriormente.

- Acero transversal

Guatemala es un país altamente sísmico, por lo que las columnas deben estar preparadas para este tipo de condición, esto se logra proporcionando ductilidad a las columnas, lo cual es posible mediante el confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la columna.

Según el Capítulo 2 del ACI 318S-08 el estribo es un elemento diseñado para resistir esfuerzos de cortante y torsión de un elemento estructural.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d$$

ϕ es 0,75 para cortante y torsión según ACI 318S-08 capítulo 9.3.2.3

$$V_{cu} = 0,75 * 0,53 \sqrt{210} * 40 * 36 = 8,294.86 \text{ kg}$$

Corte actuante= 6 131 kg

Si $V_{cu} \geq V_a$, se colocan estribos a $S=d/2$

Si $V_{cu} \leq V_a$ se diseñan estribos por corte, para esta opción la varilla mínima permitida es la No. 3

Como cumple $V_{cu} \geq V_a$ se colocan estribos a $S= d/2 = 0,36/2 = 0,18 \text{ m}$ entonces $S= 0,15 \text{ m}$

- Refuerzo de confinamiento

La mayor de las siguientes opciones:

$$L_o = L_u / 6 = 3,00 / 6 = 0,5 \text{ m}$$

Lado mayor de la columna = 0,40m

0,45 m

Se utiliza 0,5 m de confinamiento

- Relación volumétrica

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * f'_c}{f_y} \right)$$

Y debe cumplir con:

$$\rho_s \geq 0,12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) = 0,12 \left(\frac{210}{2810} \right) = 0,00897$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{40 * 40}{32 * 32} - 1 \right) \left(\frac{0,85 * 210}{2810} \right) = 0,01501$$

Se utiliza ρ_s 0,01501

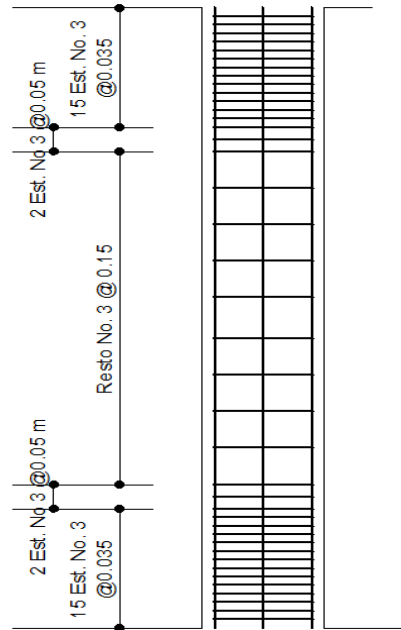
Espaciamiento de estribos en la zona confinada utilizando varillas No. 3

$$S_i = \frac{2 * 0,71}{0,01501 * 32} = 2,96 \text{ cms}$$

Y no debe exceder el menor de ACI 318S-08 capítulo 21.3.5.2

Se utiliza 0,035 por flujo de concreto.

Figura 30. Armado de columnas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Diseño de nudo sísmico

Una unión viga-columna (nudo) se define como la porción de la viga dentro de la altura de las columnas que se unen en ella. Los nudos deben diseñarse para resistir las fuerzas que las vigas y las columnas les transfieren incluyendo cargas axiales, flexión, torsión y cortante.

El comportamiento exitoso de un nudo depende principalmente del confinamiento lateral del nudo. Este confinamiento tiene dos beneficios: (1) aumenta la resistencia del núcleo de concreto y mejora su capacidad de deformación, y (2) evita el pandeo de las barras verticales en la columna.

El esfuerzo para momento negativo se toma como $T = AsF_y$ y la fuerza de compresión es $C = T$. El momento de diseño aplicado en la cara del nudo es el correspondiente a estas fuerzas máximas

$$M_u = AsF_y \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$\text{Varilla No.6} = T = AsF_y = (2(2,85))(2,81) = 16,01 \text{ ton}$$

El momento en el nudo se calcula con base a la fuerza de tensión T , la altura efectiva de la viga es de 41 cms y con una altura de bloque.

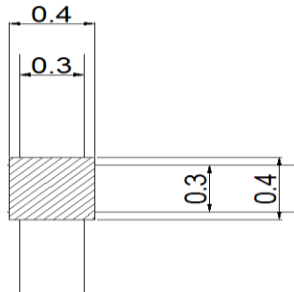
$$a = \frac{AsF_y}{0,85 * f'_c * Bw}$$

El momento de diseño es:

$$a = \frac{16,01}{0,85 * 0,21 * 30} = 2,98 \text{ cms}$$

$$M_u = 16,01 \left[41 - \frac{2,98}{2} \right] = 6,32 \text{ Ton} - m$$

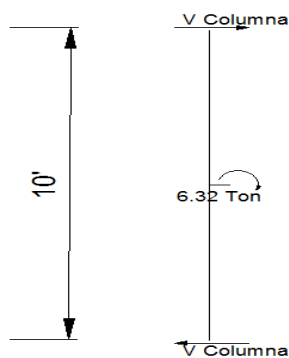
Figura 31. **Nudo sísmico**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Los cortantes en la columna correspondiente a este momento en el nudo se encuentran con base al diagrama de cuerpo libre de la columna entre los puntos de inflexión supuestos a la mitad de la altura.

Figura 32. **Diagrama de cuerpo libre**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

$$V_{col} = \frac{6,32}{3} = 2,11 \text{ Ton}$$

$$V_u = 16,01 - 2,11 = 13,9 \text{ Ton}$$

Calculando el ancho efectivo del nudo; donde B_b = ancho de viga=30 cms, B_c = lado corto de columna =40 cms y H = lado largo de columna=40 cms.

$$B_j = \frac{B_b + B_c}{2} = \frac{30 + 40}{2} = 35 \text{ cms}$$

No debe exceder:

$$B_b + H = 30 + 40 = 70 \text{ cms}$$

Entonces, la resistencia a cortante nominal y de diseño del nudo son, respectivamente:

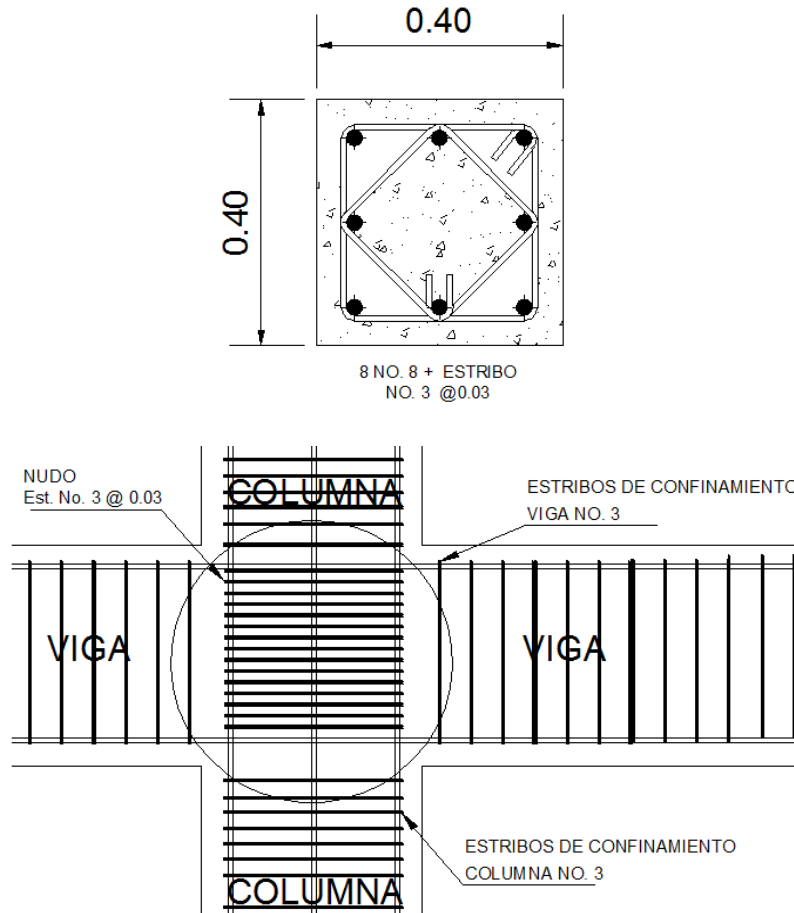
$$V_n = \gamma \sqrt{f'_c} B_j H = 20 * \sqrt{210} * 35 * \frac{40}{1000} = 405,75 \text{ ton}$$

$$\phi V_n = 0,85 * 405,75 = 344,89 \text{ ton}$$

El cortante aplicado $V_u = 13,9$ Ton, no excede la resistencia de diseño, de manera que el cortante es satisfactorio.

Las vigas de borde suministran el confinamiento necesario en su dirección. En dirección de la viga normal sí es necesario proporcionar confinamiento por lo cual se colocarán estribos No.3 @ 0,03m; también se reforzará de acero longitudinal adicional de confinamiento: $L = 2H$, donde H = peralte de la viga, con diámetro de 6/8" a cada lado de la columna.

Figura 33. Armado interno de nudo



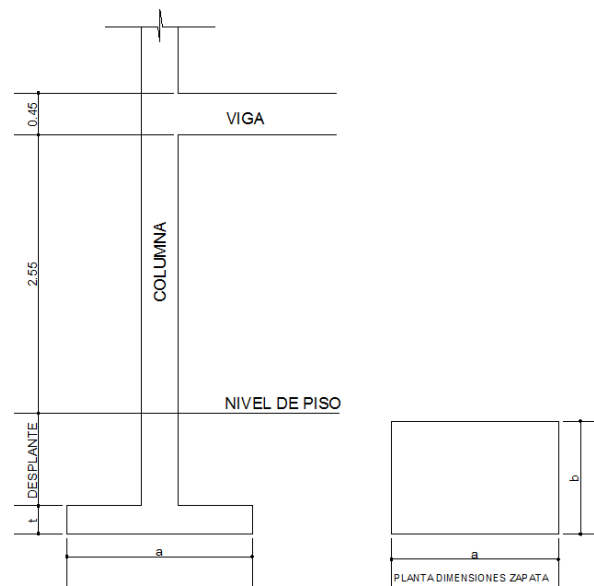
Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

2.2.5.4. Cimientos

La subestructura o cimentación es la parte del edificio encargada de transmitir las cargas al suelo, la finalidad de la cimentación es garantizar la estabilidad de las estructuras.

El cimiento es la parte de la estructura que recibe la carga de la edificación y la transmite al suelo por medio de su base. Los datos utilizados para diseñar son los obtenidos del análisis estructural y del ensayo triaxial de suelos.

Figura 34. Geometría de zapata



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Diseño de zapata 1A

Datos:

P_u : 44 286 kg

F_{cu} : 1,95

q_d : 19,84 ton /m²

M_x : 3 283 Kg-m

M_y : 4,986 Kg-m

- Cargas de trabajo:

$$P' = P_u / F_{cu} = 44\,286 / 1,95$$

$$P' = 22\,710 \text{ Kg}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu} = 3\,101 / 1,95$$

$$M'_x = 1\,590 \text{ Kg-m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu} = 4\,589 / 1,95$$

$$M'_y = 2\,353 \text{ Kg-m}$$

- Predimensionamiento

$$\sigma_{\text{axial}} = 1,5 \frac{P}{A} = \rho_{\text{suelo}} A_z = 1,5 * \frac{P'}{\rho_{\text{suelo}}} = 1,5 * \frac{22\,710}{54\,540} = 0,62 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{0,62} = 0,79$$

Utilizar una sección de 1,50*1,50 para un área de zapata de 2,25 m²

- Chequeo de presión sobre el suelo

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

Donde:

$$S_x = 1/6 * a * b^2 \text{ y } S_y = 1/6 a^2 b$$

$$S_x = S_y = \frac{1}{6} * 1,50 * 1,50^2 = 0,56$$

$$P = P' + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{zapata}}$$

$$P = 22,71 + 1,1 + 5 + 2 = 30,8 \text{ ton}$$

$$q_{\min} = \frac{30,8}{2,25} - \frac{1,59}{0,56} - \frac{2,35}{0,56} = 6,36 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{\max} = \frac{30,8}{2,25} + \frac{1,59}{0,56} + \frac{2,35}{0,56} = 19,11 \text{ Ton/m}^2$$

q_{\min} =no es negativa por lo que no existe presión de tensión

q_{\max} = valor no excede a q_d

- Presión última

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * F_{cu} = 19,11 * 1,95 = 37,26 \text{ Ton}$$

Según ACI 318S-08 sección 7.7.1 el recubrimiento del concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente en él es de 7,5 cm, el espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Asumir $t=0.40 \text{ m}$

- Chequeo por corte simple

La sección crítica para esfuerzos de corte se localiza en el plano vertical, paralelo a la cara de la columna, la falla por corte ocurre a una distancia d (peralte efectivo) medida desde el borde de la columna, por lo que se utiliza esta distancia para comparar corte resistente y el actuante.

Si se utiliza varillas No. 6

$$d = t - \frac{\emptyset}{2} - \text{rec}$$

$$d = 40 - \frac{1,91}{2} - 7,5 = 31,55 \text{ cm}$$

Corte actuante= V_a

$$V_{a_x} = A_x * q_{dis} = 0,23 * 1,5 * 37,26 = 12,85 \text{ Ton}$$

$$V_{a_y} = A_y * q_{dis} = 0,23 * 1,5 * 37,26 = 12,85 \text{ Ton}$$

Esfuerzo de corte que resiste en concreto = V_{cu}

$\phi = 0,85$ para corte

$$V_{cu_x} = \frac{\phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * (b * d)}{1000}$$

$$V_{cu_x} = V_{cu_y} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * (150 * 31,55)}{1000} = 41,19 \text{ Ton}$$

En ambos ejes $V_{cu} > V_a$ por lo tanto cumple con las exigencias de corte.

- Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que son producidos alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre esta falla es a una distancia de $d/2$ medida desde el rostro de la columna.

$$V_a = A * q_{dis} = (1,5 * 1,5 - 0,72 * 0,72) * 37,26 = 64,51 \text{ Ton}$$

$$V_{cu} = \frac{\emptyset * 1,06 * \sqrt{f'c} * (\beta_o * d)}{1\ 000}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * ((72 * 4) * 31,55)}{1\ 000} = 118,64\text{Ton}$$

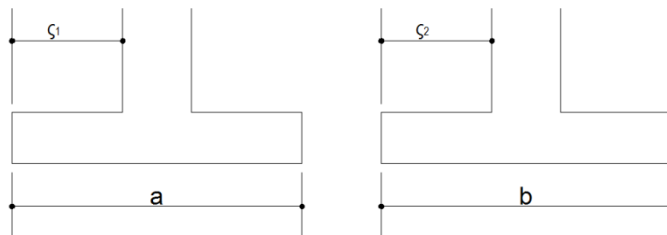
$\emptyset=0,85$ para corte y

β_o = perímetro del área de punzonamiento

Al comparar $V_{cu} > V_a$, por lo tanto cumple con las exigencia de punzonamiento.

- Diseño de refuerzo

Figura 35. **Distancias**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

Donde:

$$s_1 = s_2 = \frac{a - col}{2} = \frac{1,50 - 0,40}{2} = 0,55\text{ m}$$

- Refuerzo eje x

Momento último

Se toma la losa en voladizo

$$M_{u_x} = \frac{q_{dis} * \zeta_1^2}{2} = \frac{37,26 * 0,55^2 * 1\ 000}{2} = 6\ 387\text{Kg} - \text{m}$$

Área de acero

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_{ux} * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{min}} = \left[\frac{14,1}{F_y} \right] b * d$$

Con $M_{u_x} = 6\ 387\text{Kg-m}$ $b = 100\text{ cm}$ $d = 31,55\text{ cm}$ No. de var = 6

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 31,55 - \sqrt{(100 * 31,55)^2 - \frac{6\ 387 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2\ 810} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 8,17\text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \left[\frac{14,1}{2\ 810} \right] 100 * 31,55 = 15,83\text{ cm}^2$$

Se utiliza $A_{s_{min}} = 15,83\text{ cm}^2$ para diseño.

Cantidad de varillas a utilizar

$$\text{Cantidad de varillas por eje} = \frac{A_s}{\text{Area de Varilla}}$$

$$\text{Cantidad de varillas por eje} = \frac{15,83}{2,85} = 5,55 = 6 \text{ No. 6}$$

Separación entre varillas

$$s = \frac{b - \text{rec}}{\text{var} * \text{eje}} = \frac{100 - 7,5}{6} = 15,41 \text{ cm}$$

Se utiliza 0.15 m de separación

- Refuerzo eje y

Con varilla No. 6 el d_y efectivo es:

$$d_y = d - \frac{\emptyset_x}{2} - \frac{\emptyset_y}{2} = 31,55 - \frac{1,91}{2} - \frac{1,91}{2} = 29,65 \text{ cm}$$

Momento último

$$M_{u_y} = \frac{q_{dis} * \zeta_1^2}{2} = \frac{37,26 * 0,55^2 * 1\ 000}{2} = 6\ 387 \text{ Kg} - \text{m}$$

Área de acero

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_{u_y} * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{F_y} \right] b * d$$

Con $M_{u_y} = 6\,387 \text{ Kg-m}$ $b = 100 \text{ cm}$ $d = 31,55 \text{ cm}$ No. de var = 6

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 29,65 - \sqrt{(100 * 29,65)^2 - \frac{6\,387 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left(\frac{210}{2\,810} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 8,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \left[\frac{14,1}{2\,810} \right] 100 * 29,65 = 14,88 \text{ cm}^2$$

Se utiliza $A_{s_{\min}} = 14,88 \text{ cm}^2$ para diseño.

Cantidad de varillas a utilizar

$$\text{Cantidad de varillas por eje} = \frac{14,88}{2,85} = 5,22 = 6 \text{ No. 6}$$

Separación entre varillas

$$s = \frac{b - \text{rec}}{\text{var} * \text{eje}} = \frac{100 - 7,5}{6} = 15,41$$

Se utiliza 0.15 m de separación

- Diseño de gradas

$$c \leq 20 \text{ centímetros}$$

$$h > c$$

$$c + H = \text{de 45 a 48 cm}$$

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 contrahuellas:

$$h/cm_{\text{máx}} = 3 \text{ m} / 0,18 = 16 \text{ contrahuellas o escalones}$$

Se tomarán 8 contrahuellas antes y después del descanso

Número de huellas:

$$\text{Número de huellas} = 8 - 1 = 7 \text{ huellas antes}$$

Se tomarán 7 huellas antes y después del descanso

- Chequeo de los datos

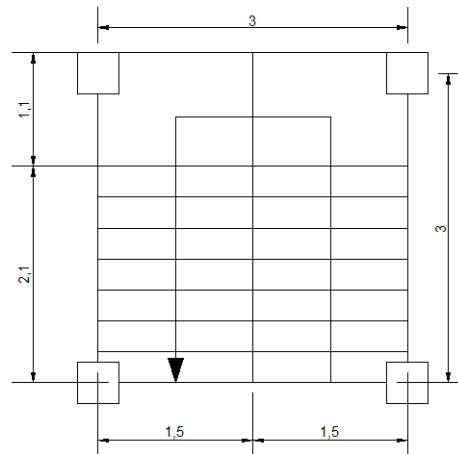
$$c = 18 \text{ cm} < 20 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm} > c$$

$$c + H = 18 + 30 = 48 \text{ cm}$$

Espesor de losa = 15 centímetros

Figura 36. Dimensiones de gradas



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

- Integración de cargas:

Peso propio de escalera = 2 400 kg/m³

$(0,15 \text{ m} + 0,18 \text{ m} / 2) 2 400 = 576 \text{ kg/m}^2$

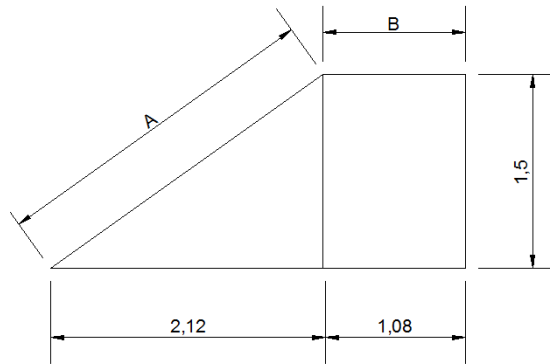
Acabados = 100 kg/m²

Total carga muerta = 676 kg/m²

Carga viva = 500 kg/m²

$$C_u = 1,2C_M + 1,6C_V = 1,2(676) + 1,6(500) = 1 611,2 \text{ kg/m}^2$$

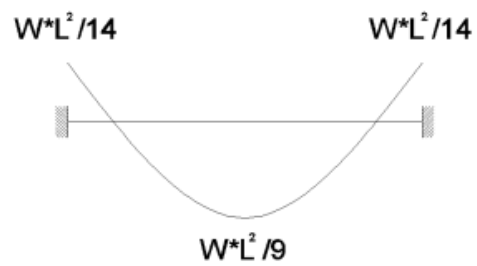
Figura 37. **Determinación de longitud L**



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD 2013.

$$L=A+B$$
$$L=3,68m$$

Figura 38. **Determinación de momentos**



Fuente: elaboración propia.

$$M(+)=\frac{1\ 611,2\frac{kg}{m^2}\cdot 3,68^2}{9}=2\ 424,39\ kg-m$$

$$M(-) = \frac{1\,611,2 \frac{kg}{m^2} * 3,68^2}{14} = 1\,558,53 \text{ kg} - m$$

- Acero requerido:

$$As_{min} = \frac{14,1}{fy} * b * d = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * 12 = 6,02 \text{ cm}^2$$

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_{uy} * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

Mom (+)= 8,45 cm² No. 4 @ 0,15 m

Mom(-)= 5,32 cm² No. 4 @ 0,20 m

- Acero por temperatura:

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * b * t$$

$$\text{Acero por temperatura} = 0,002 * 100 * 15 = 3,00 \text{ cm}^2$$

$$S_{m\acute{a}x} = 2 * t = 2 * 15 = 30 \text{ cm}$$

Colocar acero por temperatura con varilla No. 3 @ 0,30 m

2.2.6. Diseño de instalaciones

Se describe el proceso de diseño de cada tipo de instalación del edificio, tales como: hidráulica, eléctrica y de drenaje sanitario.

2.2.6.1. Diseño de instalaciones eléctricas

- Iluminación

Se distribuyeron 6 circuitos de iluminación en el primer y segundo nivel, las lámparas serán de neón de 40 watts cada candela.

El amperaje está dado por:

$$\frac{\text{Watts}}{\text{Voltaje}}$$

Se distribuyen en dos líneas, las cuales estarán identificadas con L1 y L2, esto se hace para que la distribución en el tablero de alimentación esté balanceado.

Cabe mencionar que la diferencia de amperios entre las líneas 1 y 2, no deber sobrepasar a las 10 unidades, esto se lograr observar cuando ya se tenga la distribución de los circuitos de fuerza.

La potencia se divide dentro de 120 voltios, ya que es el tipo de instalación monofásica que se tiene del servicio eléctrico.

Tabla XIV. Circuitos de iluminación para primer nivel

Circuito	Descripción	Potencia Unitaria Watts	Unidades	Potencia total Watts	Voltaje Voltios	L1 Amperios	L2 Amperios	Conductor	Flip-on
A	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
B	Iluminación	80	12	960	120	8		#12	1x20
C	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
D	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
E	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
F	Iluminación	40	10	400	120	3		#12	1x20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Circuitos de iluminación para segundo nivel

Circuito	Descripción	Potencia Unitaria Watts	Unidades	Potencia total Watts	Voltaje Voltios	L1 Amperios	L2 Amperios	Conductor	Flip-on
G	Iluminación	80	10	800	120	7		#12	1x20
H	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
I	Iluminación	40	12	480	120	4		#12	1x20
J	Iluminación	40	12	480	120		4	#12	1x20
K	Iluminación	40	11	440	120	3,66		#12	1x20
L	Iluminación	40	6	240	120	2		#12	1x20

Fuente: elaboración propia.

La diferencia en la suma de amperaje de ambas líneas es de 3,6 Amperios por lo que cumple con la regla de no sobrepasar los 10 amperios para que ambas líneas estén balanceadas.

Se utilizará cable calibre 12 para instalaciones de iluminación.

- Fuerza

Cada tomacorriente se asumió con un consumo de 180 watts, ya que no se tiene la certeza de lo que será conectado exactamente en el tomacorriente. Al igual que en los circuitos de iluminación se tiene como margen de seguridad un máximo de 10 tomacorrientes por circuito de 20 amperios

Tabla XVI. Circuitos de fuerza para primer nivel

Circuito	Descripción	Potencia Unitaria Watts	Unidad	Potencia total Watts	Voltaje Voltios	L1 Amperios	L2 Amperios	Conductor	Flip-on
M	Fuerza	180	12	2160	120	18		#12	1x20
N	Fuerza	180	12	2160	120		18	#12	1x20
O	Fuerza	180	12	2160	120	18		#12	1x20
P	Fuerza	180	6	1080	120		9	#12	1x20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Circuitos de fuerza para segundo nivel

Circuito	Descripción	Potencia Unitaria Watts	Unidad	Potencia total Watts	Voltaje Voltios	L1 Amperios	L2 Amperios	Conductor	Flip-on
Q	Fuerza	180	12	2160	120	18		#12	1x20
R	Fuerza	180	12	2160	120		18	#12	1x20
S	Fuerza	180	10	1800	120		15	#12	1x20
T	Fuerza	180	6	1080	120	9		#12	1x20

Fuente: elaboración propia.

La diferencia en la suma de amperaje de ambas líneas es de 9 amperios por lo que cumple con la regla de no sobrepasar los 10 amperios para que ambas líneas estén balanceadas.

Se utilizará cable calibre 12 para instalaciones de fuerza.

2.2.6.2. Diseño de instalaciones hidráulicas

Para realizar el diseño de las instalaciones hidráulicas se aplicará el método de Hunter.

- Método de Hunter

Es un método probabilístico, que establece que un sistema trabajará eficientemente, si contando con n artefactos, se diseña para m de ellos funcionando el 1 por ciento del tiempo.

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que prestarán los aparatos es público o privado.

Tabla XVIII. **Unidades de gasto Hunter por artefacto**

Pieza	Tipo	Total	Unidades de Gasto	
			Agua Fría	Agua Caliente
Tina	-----	4	3	3
Lavadero de Ropa	-----	8	4,5	5,5
Ducha	-----	4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	----
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	----

Continuación de tabla XIX.

Lavadero	Cocina, hotel y restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1	1	---
Lavatorio	Corriente	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple	2	1,5	1,5
Botadero	-----	3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.
p. 49.

- Estimación de la demanda:

Se tienen los siguientes artefactos sanitarios:

14 lavamanos * 2 unidades Hunter = 28 U.H.

18 inodoros * 5 unidades Hunter = 90 U.H.

3 uriniales * 5 unidades Hunter = 15 U.H.

Total 133 U.H.

Se usará el valor de 130 unidades Hunter

A continuación se muestran los gastos probables para la aplicación del método de Hunter, los datos están dados en litros por segundo.

Tabla XIX. **Gastos probables para el método de Hunter**

U.H.	Gasto		U.H.	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0,12	--	40	0,91	1,74
4	0,16	--	42	0,95	1,78
5	0,23	0,91	44	1,00	1,82
6	0,25	0,94	46	1,03	1,84
7	0,28	0,97	48	1,09	1,92
8	0,29	1	50	1,13	1,97
9	0,32	1,03	55	1,19	2,04
10	0,34	1,06	60	1,25	2,11
12	0,38	1,12	65	1,31	2,17
14	0,42	1,17	70	1,36	2,23
16	0,46	1,22	75	1,41	2,29
18	0,50	1,27	80	1,45	2,35
20	0,54	1,33	85	1,50	2,40
22	0,58	1,37	90	1,56	2,45
24	0,61	1,42	95	1,62	2,50
26	0,57	1,45	100	1,67	2,55
28	0,71	1,51	110	1,75	2,60
30	0,75	1,55	120	1,83	2,72
32	0,79	1,59	130	1,91	2,80
34	0,82	1,63	140	1,98	2,85
36	0,85	1,67	150	2,03	2,95
38	0,88	1,70	160	2,14	3,04

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.

p. 50.

De la tabla de gastos probables se obtiene que la demanda máxima probable es de:

1,91 l/s

Aplicando factor de corrección = $1,91 \cdot 0,60 = 1,14 \text{ l/s} = 1,14 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{seg}$

La velocidad promedio de la red municipal para el edificio municipal es de 5 metros sobre segundo $V=5\text{m/seg}$

$$Q = A * V$$

$$A = 1,14 \times 10^{-3} / 5 = 2,28 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0,36 \text{ plg}^2$$

Se utiliza tubería de ¾" con área de 0,44 plg² para el sistema.

2.2.6.3. Diseño de instalaciones sanitarias

- Drenaje sanitario

Las instalaciones sanitarias son una parte importante, por medio de ellas se transportará las aguas servidas provenientes de los artefactos sanitarios y servirán también para evacuar las aguas de lluvia provenientes del contacto con las áreas de ocupación del edificio.

Para el diseño se determinaron los diámetros necesarios para las descargas y pendiente necesaria para el traslado de las mismas.

Se utilizó tubería para drenajes de P.V.C., por las ventajas que ofrece en instalación, manejo, resistencia y durabilidad. Para el cálculo o dimensionamiento de las instalaciones de drenajes, es necesario definir un concepto que se conoce como unidad de descarga. Esta unidad de descarga constituye la referencia para estimar las descargas de todos los demás muebles, accesorios y artefactos sanitarios. Según el uso las instalaciones sanitarias pueden clasificarse en:

1ra. clase: de uso privado utilizado en vivienda, cuartos de baño privado, hoteles, de uso para una familia o una persona.

2da. clase: de uso semipúblico utilizado en oficinas, fabricas etc., donde el uso es solamente por las personas del edificio ocupado.

3ra. clase: de uso público, donde no existe limitante de número de personas a usarlo.

Tabla XX. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones**

Artefacto	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Inodoro	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavadero	4	5	6	3	3	3
Urinal	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.98.

El edificio municipal se tomó como de segunda clase, porque la mayoría de sus servicios sanitarios serán utilizados solo por personal de la municipalidad.

Tabla XXI. **Diámetro de las derivaciones en colector**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
Milímetros	Pulgadas	Derivación horizontal S=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	144
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	6	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*.
p. 72.

- Drenaje pluvial

Es el sistema de canaletas y/o tuberías que recoge el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre techos, patios y/o zonas pavimentadas de una edificación, y lo evacúa hacia un sistema de disposición adecuado.

Asimismo, puede calcularse el diámetro de los conductos con la fórmula

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m^3/s

C = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área

I = intensidad de lluvia en mm/hora

A = área a drenar en hectáreas.

El valor de C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos = 0,75 a 0,95
- Para pavimentos de asfalto = 0,85 a 0,90
- Para jardines, parques o prados = 0,05 a 0,25

Intensidad de lluvia viene dada por:

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

Donde a y b son constantes propias de la región y t es el tiempo de concentración y n es parámetro de ajuste.

Según un informe de intensidades de lluvia de INSIVUMEH se utilizaron las variables aplicadas para el departamento de Sololá en la estación Santiago Atitlán, ya que es una de las estaciones más cercanas y cuenta con un clima bastante parecido al clima del departamento de San Marcos.

$$i = \frac{1,190}{(10 + 5)^{0,72}} = 283 \text{ mm/hr}$$

El área a drenar por cada bajada es de 50 metros cuadrados que es equivalente a 0,005 hectáreas

$$Q = \frac{1 * 283 \frac{mm}{hr} * 0,005 \text{ hectareas}}{360} = 3,93 \text{ lt/seg}$$

Como se utilizará tubería de PVC, se estima un coeficiente de rugosidad $n=0,01$. Se estimará una pendiente de 2 por ciento, quedando:

$$D = \left(\frac{691\,000 * 3,93 \times 10^{-3} * 0,01}{0,02^{1/2}} \right)^{3/8} = 7,18 \text{ cm} = 3''$$

Utilizar PVC de 4''

2.2.7. Planos constructivos

Los planos constructivos elaborados son: planta amueblada, acotada, de acabados, elevaciones y secciones transversales, planta de cimentación y detalles estructurales, detalles del armado de vigas, losas, gradas y muros, instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación, agua potable y drenajes.

2.2.8. Presupuesto

Es el costo estimado del proyecto, basado en la elaboración de precios unitarios por renglón.

Tabla XXII. Presupuesto

PRESUPUESTO EDIFICIO MUNICIPAL PARA CASCO URBANO, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS					
No.	Renglones de trabajo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total por renglón
1	Demolición de edificio existente				
1.1	Demolición de edificio existente	m2	325,00	61,63	20 029,75
1.2	Acarreo + de 2 kilómetros	m3	160,00	314,18	50 268,80
2	Trabajos Preliminares				
2.1	Limpieza y chapeo	m2	325,00	12,32	4 004,00
2.2	Nivelación manual	m2	325,00	9,87	3 207,75
2.3	Trazo y estaqueado	m2	325,00	30,69	9 974,25
3	Cimentación				
3.1	Zapata 1,50 *1,50 * 0,40 m y refuerzo No. 6	unidad	48,00	2 410,83	115 719,84
3.2	Solera de humedad	ml	216,00	105,75	22 842,00
4	Muros				
4.1	Levantado de muros de block 0,15*0,20*0,40 de resistencia 35 kg/cm2	m2	1 425,00	223,51	318,501.75
4.2	Solera Intermedia block U 2 No. 3 y esl No. 2 @ 0,20 m	ml	302,40	117,77	35 613,65
5	Columnas				
5.1	Columna tipo A	ml	247,90	986,36	244 518,64
5.2	Columna tipo B	ml	75,90	1 066,86	80 974,67
5.3	Columna tipo C	ml	192,00	173	33 216,00
5.4	Columna tipo D	ml	250,65	118,94	29 812,31
6	Vigas				
6.1	Vigas V1	unidad	20,00	2 264,02	45 280,40
6.2	Vigas V2	unidad	25,00	2 277,79	56 944,75
6.3	Vigas V3	unidad	1,00	4 004,68	4 004,68
6.4	Vigas V4	unidad	24,00	3 141,63	75 399,12
6.5	Vigas V5	unidad	6,00	2 665,04	15 990,24
6.6	Viga V6	unidad	13,00	2 034,31	26 446,03
6.7	Viga V7	unidad	1,00	3 527,76	3 527,76

Continuación de la tabla XXII.

6.8	Viga V8	unidad	33,00	1 995,36	65 846,88
6.9	Viga V9	unidad	33,00	2 662,53	87 863,49
7	Losas				
7.1	Losa entrepiso y techo 0,15 m de espesor	m2	980,00	623,9	611 422,00
8	Piso				
8.1	Piso cerámico	m2	766,00	154,18	118 101,88
8.2	Piso rústico para áreas exteriores	m2	218,00	119,18	25 981,24
9	Acabados interiores				
9.1	Tallado de columnas	ml	288,00	31,09	8 953,92
9.2	Tallado de vigas	ml	285,00	31,09	8 860,65
9.3	Acabado en losas	m2	984,00	61,69	60 702,96
10	Acabados exteriores				
10.1	Banqueta 0,08 m de espesor	m2	70,28	109,02	7 661,93
10.2	Fachaleta de ladrillo 0,40 m altura	m2	76,50	191,62	14 658,93
11	Módulo de Gradass				
11.1	Módulo de gradass 9 m2	unidad	2,00	13 184,25	26 368,50
12	Baranda segundo nivel 1.00 altura				
12.1	Baranda de acero con diseño colonial	ml	47,20	150,00	7 080,00
13	Ventanas				
13.1	Ventana tipo 1	unidades	49,00	900,00	44 100,00
13.2	Ventana tipo 2	unidades	2,00	1 500	3 000,00
13.3	Ventana tipo 3	unidades	13,00	420,00	5 460,00
13.4	Ventana tipo 4	unidades	2,00	4 550	9,100,00
13.5	Ventana tipo 5	unidades	25,00	850,00	21 250,00
14	Puertas				
14.1	Puerta tipo 1	unidades	15,00	900,00	13 500,00
14.2	Puerta tipo 2	unidades	13,00	1 000	13 000,00
14.3	Puerta tipo 3	unidades	19,00	400,00	7 600,00
14.4	Puerta tipo 4	unidades	2,00	2 000	4 000,00
14.5	Puerta tipo 5	unidades	25,00	300,00	7 500,00
15	instalaciones eléctricass				

Continuación de la tabla XXII.

15.1	Instalación eléctrica	global	1,00	83 925,86	83 925,86
16	Instalaciones Hidráulicas				
16.1	Instalación hidráulica	global	1,00	7 908,53	7 908,53
17	Instalaciones Sanitarias				
17.1	Instalación sanitaria	global	1,00	83 242,21	83,242.21
	Total del proyecto				2 543 365,37

Fuente: elaboración propia.

2.2.9. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación presenta las alteraciones que se pueden sufrir durante la construcción del edificio municipal de dos niveles.

Tabla XXIII. **Evaluación de impacto ambiental**

Alteraciones	Medidas de mitigación
Presencia de polvo y partículas en suspensión.	Humedecer constantemente las fuentes de emanación.
Contaminación auditiva por la producción de ruidos propios de las actividades de construcción.	Realizar trabajos en horarios que no afecten el descanso de los habitantes cercanos.
Movimientos de tierra cortes y rellenos realizados	Manejo adecuado de volúmenes de tierra extraído y correcta compactación en relleno.
Inconvenientes para la circulación vehicular y peatonal de la población.	Señalización del área de trabajo y previsión de uso de otras vías para movilización de la población.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Tomando como base el diagnóstico de necesidades sobre servicios básicos e infraestructura del municipio, se definieron como prioritarios los siguientes proyectos: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná y de un edificio municipal para el casco urbano del municipio, proyectos que contribuirían con el desarrollo del municipio.
2. El proyecto del sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Tojchiná evitaría la proliferación de enfermedades gastrointestinales causadas por la exposición de aguas contaminadas con excretas, lo cual beneficiaría no solo a los habitantes del cantón sino también a los habitantes del casco urbano, porque se evitaría la contaminación del nivel freático que alimenta la fuente de abastecimiento de agua potable del casco urbano.
3. Con la construcción del edificio municipal no solo se velaría por la integridad física de los trabajadores municipales, sino también se potencializaría el desarrollo de las 22 comunidades del municipio, centralizando todas las oficinas municipales en un solo edificio, resguardando la información de la población del municipio de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, San Marcos:

1. Priorizar la ejecución de proyectos propuestos debido a que son de primera necesidad para las comunidades beneficiadas.
2. Luego de realizarse la construcción del alcantarillado sanitario, elaborar un plan de mantenimiento del mismo, para garantizar el funcionamiento adecuado del mismo.
3. Al momento de construirse el edificio municipal se deben seguir estrictamente los detalles y especificaciones indicadas en la planificación.
4. Garantizar la supervisión profesional en la ejecución de cada uno de los proyectos.
5. Darle uso adecuado a cada uno de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute, *Reglamento para construcciones de concreto*. ACI 318S-08. 518 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Base generales de diseño y construcción* (Colección NR-1) Guatemala 2010. 23 p.
3. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. México: McGraw-Hill. 2001. 722 p.

APÉNDICES

Diseño de alcantarillado sanitario cantón Tojchiná.

Planificación de Sistema de Alcantarillado Sanitario para el cantón Tojchiná.

Planificación de edificio municipal de dos niveles para San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

ANEXOS

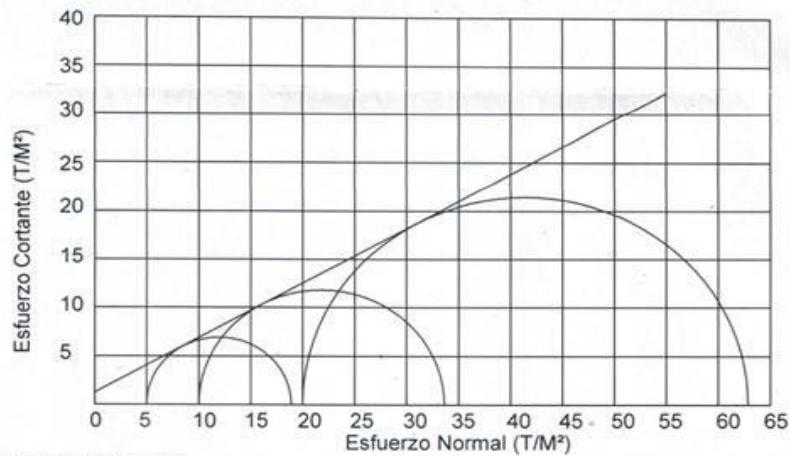


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 803 S.S. O.T.: 32,195
 INTERESADO: Andrea Isabel Rivera Roldán
 PROYECTO: EPS "Diseño del Edificio Municipal de Dos Niveles, San Antonio Sacatepequez, San Marcos"
 Ubicación: San Antonio Sacatepequez, San Marcos
 Fecha: viernes, 25 de octubre de 2013
 Pozo: 1 Profundidad: 2.00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 29.42^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 1.42 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena Limosa Consolidada Color Café Grisáceo
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	11.95	21.82	41.43
PRESIÓN INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA E_r (%)	2.0	3.5	5.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.78	1.78	1.78
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	2.01	2.01	2.01
HUMEDAD (%H)	13.08	13.08	13.08

Vo. Bo.
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

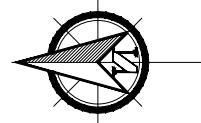
Ing. Omar Enrique Medfapo Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
 Edificio F-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: ensayo triaxial para diseño de edificio municipal, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

Tramo	de PV	a PV	Parámetros de diseño						Caudal Domiciliar Q _{dom} [L/s]		Caudal de conexiones ilícitas Q _{ci} [L/s]		Caudal Sanitario Q _{san} [L/s]		Factor de caudal medio f _{qm} [L/s*hab]		Factor de Hammond FH		Caudal de diseño o caudal máximo [L/s]		Parámetros a sección llena			Relaciones hidráulicas				Condiciones de diseño											
			Cota		Dh [m]	S%	Casas actuales		Viviendas Acum.	Poblacion		Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Tubería PVC norma [PLG]	Velocidad V [m/s]	Caudal Q [L/s]	q/Q		d/D		v/V		Velocidad Diseño [m/s]		Cotas Invert [m]		Altura de pozos de				
			Inicial	Final			Local	Acum.		Actual	Diseño														Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual	Diseño	Actual
SECTOR 1																																							
Tramo 1	PV-1	PV-2	998.411	989.471	37.650	23.745	1	1	2	6	10	0.007	0.011	0.001	0.001	0.008	0.013	0.002	0.002	4.434	4.416	0.053	0.085	b	23.745	5.016	91.498	0.001	0.001	0.080	0.090	0.188	0.188	0.943	0.943	997.011	988.081	1.400	1.390
	PV-2	PV-3	989.471	987.479	21.340	9.335	1	2	3	12	19	0.014	0.023	0.001	0.002	0.016	0.025	0.002	0.002	4.407	4.382	0.106	0.170	b	9.335	3.143	57.316	0.002	0.003	0.082	0.094	0.211	0.236	0.644	0.743	988.051	986.069	1.420	1.410
	PV-3	PV-4	987.479	980.119	42.870	17.168	1	3	5	18	29	0.021	0.034	0.002	0.003	0.023	0.038	0.002	0.002	4.386	4.357	0.138	0.253	b	17.168	4.263	77.797	0.002	0.003	0.082	0.094	0.211	0.236	0.900	1.008	986.039	978.889	1.440	1.430
	PV-4	PV-5	980.119	979.069	10.100	10.398	1	4	6	24	39	0.028	0.046	0.003	0.003	0.031	0.060	0.002	0.002	4.369	4.336	0.210	0.316	b	10.398	3.319	60.539	0.003	0.006	0.084	0.090	0.236	0.283	0.999	978.869	977.519	1.460	1.450	
	PV-5	PV-6	979.069	966.019	73.500	17.753	3	7	11	42	68	0.060	0.080	0.005	0.008	0.065	0.088	0.002	0.002	4.329	4.286	0.364	0.580	b	17.753	4.337	79.118	0.003	0.007	0.088	0.094	0.260	0.296	1.129	1.281	977.589	964.549	1.480	1.470
	PV-6	PV-7	966.019	954.839	55.500	20.144	3	10	16	60	97	0.071	0.114	0.007	0.011	0.078	0.126	0.002	0.002	4.298	4.248	0.516	0.822	b	20.144	4.620	84.271	0.006	0.010	0.090	0.094	0.283	0.316	1.307	1.462	964.519	953.349	1.500	1.490
	PV-7	PV-8	954.839	944.839	45.400	16.145	3	13	20	78	126	0.082	0.128	0.008	0.012	0.088	0.140	0.002	0.002	4.269	4.215	0.666	1.060	b	16.145	4.136	75.444	0.007	0.011	0.092	0.094	0.211	0.236	0.873	0.978	960.769	953.449	1.400	1.390
	PV-8	PV-9	954.839	952.589	14.700	15.306	14	13	21	78	126	0.092	0.148	0.009	0.015	0.101	0.163	0.002	0.002	4.272	4.215	0.666	1.060	b	15.306	4.027	73.457	0.009	0.014	0.096	0.094	0.316	0.354	1.274	1.424	953.439	951.399	1.521	1.390
	PV-9	PV-10	952.589	945.519	26.800	26.579	2	15	24	90	145	0.106	0.171	0.011	0.017	0.137	0.218	0.002	0.002	4.256	4.196	0.766	1.217	b	26.579	5.307	96.799	0.008	0.013	0.094	0.094	0.308	0.345	1.632	1.832	951.169	944.309	1.420	1.410
	PV-10	PV-11	945.519	932.349	47.800	27.552	2	17	27	102	164	0.120	0.184	0.012	0.019	0.132	0.214	0.002	0.002	4.241	4.178	0.865	1.374	b	27.552	5.403	98.556	0.009	0.014	0.096	0.094	0.316	0.354	1.710	1.910	944.079	930.919	1.440	1.430
	PV-11	PV-12	932.349	924.75	25.000	30.372	1	18	29	108	174	0.128	0.208	0.013	0.021	0.140	0.226	0.002	0.002	4.234	4.169	0.915	1.432	b	30.372	5.673	109.475	0.009	0.014	0.096	0.094	0.316	0.354	1.796	2.006	930.889	923.300	1.460	1.450
	PV-12	PV-13	924.75	918.899	30.000	19.508	2	20	32	120	192	0.142	0.228	0.014	0.023	0.156	0.251	0.002	0.002	4.221	4.153	1.033	1.607	b	19.508	4.544	82.919	0.012	0.019	0.096	0.094	0.337	0.386	1.531	1.753	923.270	917.429	1.480	1.470
	PV-13	PV-14	918.899	910.019	41.200	21.553	1	21	34	126	208	0.149	0.240	0.015	0.024	0.164	0.264	0.002	0.002	4.215	4.146	1.062	1.684	b	21.553	4.779	87.169	0.012	0.019	0.096	0.094	0.337	0.386	1.609	1.843	917.399	908.529	1.500	1.490
	PV-14	PV-15	910.019	907.779	11.600	19.310	1	22	35	132	213	0.156	0.251	0.016	0.025	0.171	0.276	0.002	0.002	4.209	4.138	1.111	1.761	b	19.310	4.523	82.508	0.013	0.021	0.092	0.094	0.345	0.399	1.561	1.803	908.499	906.269	1.520	1.510
	PV-15	PV-16	907.779	900.304	41.000	18.232	3	25	40	150	242	0.177	0.285	0.018	0.029	0.195	0.314	0.002	0.002	4.191	4.117	1.257	1.991	b	18.232	4.999	80.171	0.016	0.025	0.098	0.096	0.370	0.421	1.626	1.861	906.239	898.774	1.540	1.530
Tramo 2	PV-17	PV-18	986.429	979.349	66.730	10.610	2	2	3	12	19	0.014	0.023	0.001	0.002	0.016	0.025	0.002	0.002	4.407	4.382	0.106	0.170	b	10.610	3.353	61.159	0.002	0.003	0.082	0.094	0.211	0.236	0.708	0.792	985.029	977.959	1.400	1.390
	PV-18	PV-19	979.349	976.549	47.330	5.916	4	6	10	36	58	0.043	0.069	0.004	0.007	0.047	0.075	0.002	0.002	4.341	4.301	0.313	0.499	b	5.916	2.504	45.668	0.007	0.011	0.042	0.048	0.299	0.328	0.739	0.822	977.929	975.139	1.420	1.410
	PV-19	PV-20	976.549	975.463	73.410	1.498	2	8	13	48	77	0.057	0.091	0.006	0.009	0.062	0.100	0.002	0.002	4.318	4.272	0.415	0.661	b	1.498	1.258	22.942	0.018	0.029	0.062	0.084	0.383	0.438	0.482	0.551	975.309	974.023	1.440	1.430
	PV-20	PV-21	975.463	972.738	22.400	12.121	2	10	16	60	97	0.071	0.114	0.007	0.011	0.078	0.126	0.002	0.002	4.298	4.248	0.516	0.822	b	12.121	3.583	63.388	0.008	0.013	0.094	0.094	0.308	0.345	1.102	1.237	975.399	971.288	1.460	1.450
	PV-21	PV-22	972.738	972.738	91.500	5.608	5	5	8	30	48	0.093	0.067	0.004	0.006	0.099	0.063	0.002	0.002	4.355	4.318	0.261	0.418	b	5.608	2.437	44.462	0.006	0.009	0.040	0.044	0.283	0.308	0.689	0.750	976.469	971.348	1.480	1.390
PV-22	PV-23	972.738	969.99	65.680	19.409	17	27	44	162	261	0.191	0.308	0.019	0.031	0.210	0.339	0.002	0.002	4.180	4.103	1.354	2.343	b	19.409	4.535	82.719	0.016	0.026	0.098	0.078	0.370	0.428	1.677	1.943	971.258	958.520	1.480	1.470	
PV-23	PV-24	969.99	947.348	65.680	19.408	3	30	48	180	290	0.213	0.343	0.021	0.034	0.234	0.377	0.002	0.002	4.164	4.085	1.499	2.571	b	19.403	4.534	82.706	0.018	0.029	0.062	0.084	0.383	0.438	1.737	1.986	958.490	945.756	1.500	1.490	
Tramo 3	PV-25	PV-26	980.899	975.423	35.900	15.242	2	2	3	12	19	0.014	0.023	0.001	0.002	0.016	0.025	0.002	0.002	4.407	4.382	0.106	0.170	b	15.242	4.019	73.304	0.001	0.002	0.080	0.092	0.188	0.211	0.755	0.848	979.495	974.093	1.400	1.390
	PV-26	PV-27	975.423	960.353	100.100	15.053	3	5	8	30	48	0.053	0.067	0.004	0.006	0.039	0.063	0.002	0.002	4.355	4.318	0.261	0.418	b	15.053	3.993	72.847	0.004	0.006	0.066	0.090	0.254	0.283	1.012	1.130	974.039	958.945	1.420	1.410
	PV-27	PV-28	960.353	951.929	100.500	10.978	5	5	8	30	48	0.053	0.067	0.004	0.006	0.039	0.063	0.002	0.002	4.355	4.318	0.261	0.418	b	10.978	3.410	62.211	0.004	0.007	0.066	0.092	0.254	0.296	0.866	1.007	985.544	974.521	1.400	1.390
	PV-28	PV-29	951.929	949.236	76.500	8.725	4	9	15	54	87	0.064	0.103	0.006	0.010	0.070	0.113	0.002	0.002	4.308	4.260	0.463	0.742	b	8.725	3.040	45.462	0.008	0.013	0.094	0.094	0.308	0.345	0.925	1.060	974.491	967.826	1.420	1.410
	PV-29	PV-30	949.236	944.112	52.700	9.708	3	12	19	72	116	0.083	0.137	0.009	0.014	0.084	0.151	0.002	0.002	4.280	4.225	0.616	0.961	b	9.708	3.207	58.501	0.011	0.017	0.098	0.098	0.308	0.328	1.030	1.052	967.796	962.680	1.440	1.430
PV-30	PV-31	9																																					



ESPECIFICACIONES:

LONGITUD DEL SISTEMA: 2.65 KM
 PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS
 POBLACION ACTUAL: 513 HABITANTES
 POBLACION FUTURA: 840 HABITANTES
 DOTACION: 120 LTS/HAB/DIA
 CONECCIONES DOMICILIARES 121
 FACTOR DE RETORNO: 0.85
 FACTOR DE CAUDAL MEDIO: 0.002
 FACTOR DE HARMOND: 3.85
 DIAMETRO DE TUBERIA: INDICADO
 ALTURA DE POZO: INDICADA

LA TAPADERA DE LOS POZOS DE VISITA DEBERA SER IDENTIFICADA CON LA NOMENCLATURA DE LA RED. DEBERA SER UTILIZADA LA TAPADERA SEGUN EL TIPO DE CIRCULACION SOBRE LA RED PEATONAL O VEHICULAR.

SE UTILIZARA LADRILLO TAYLUYO DE DIMENSIONES: 0.065 X 0.11 X 0.20 M CONFORME NORMA C-72 DE ASTM CON UNA RESISTENCIA DE 84KG/CM2

EL CONCRETO DEBERA TENER UN FC DE 210 KG/CM2 DE PROPORCION 1:2:3
 9.4 SACOS DE CEMENTO
 0.47 M3 DE ARENA
 0.71 M3 DE PIEDRIN

EL MORTERO UTILIZADO DEBERA SER DE CEMENTO + ARENA DE RIO DE PROPORCION 1:3
 12 SACOS DE CEMENTO
 1.4 M3 DE ARENA DE RIO CERNIDA

LA TUBERIA A UTILIZAR SERA BAJO NORMA ASTM 3034, NO SEBE UTILIZAR TUBERIA DE DIAMETRO MENOR QUE LA INDICADA EN LA PLANIFICACION Y DEBERA SER COLOCADA Y ALINEADA CON PENDIENTE INDICADA EN LOS PLANOS.

EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy= 2810 KG/CM2

EL ANCHO MÁXIMO DE ZANJA SERÁ DE 0.80 M

LOS VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTÁN ESPECIFICADOS EN LOS PLANOS PLANTA PERFIL DE CADA UNO DE LOS TRAMOS.



DE	A	RUMBOS	DISTANCIA
TRAMO 1			
PV-1	PV-2	N 89°54'00" E	37.65
PV-2	PV-3	N 74°48'00" O	21.34
PV-3	PV-5	N 73°52'00" E	42.87
PV-3	PV-4	N 89°05'00" O	22.65
PV-5	PV-6	S 82°16'00" O	10.10
PV-6	PV-7	N 71°19'00" E	73.50
PV-7	PV-8	N 67°20'00" E	55.80
PV-8	PV-8.3	N 83°08'00" O	45.50
PV-9	PV-9	N 2°34'00" E	14.70
PV-9	PV-10	N 61°38'00" E	26.60
PV-10	PV-12	N 65°37'00" E	47.80
PV-12	PV-12	N 13°46'00" E	25.02
PV-12	PV-13	N 58°53'00" E	40.00
PV-13	PV-14	N 26°24'00" O	41.20
PV-14	PV-15	N 90°50'00" O	11.60
PV-15	PV-16	N 1°06'00" O	41.00
TRAMO 2			
PV-4	PV-17	N 87°36'00" O	66.73
PV-17	PV-18	N 66°49'00" O	47.33
PV-18	PV-19	N 67°52'00" O	73.41
PV-19	PV-20	N 7°50'00" E	22.40
PV-19	PV-20	N 7°50'00" E	22.40
PV-20	PV-21	N 95°05'00" O	91.50
PV-21	PV-22	S 75°26'00" O	28.10
PV-20	PV-20.1	S 81°38'00" O	65.68
PV-20.1	PV-35	S 81°38'00" O	65.66
TRAMO 3			
PV-22	PV-23	N 39°59'00" O	35.90
PV-23	PV-24	N 82°25'00" E	100.00
TRAMO CENTRAL			
PV-24	PV-25	N 59°31'00" O	49.80
PV-25	PV-28	S 55°22'00" O	52.70
PV-28	PV-30	S 65°14'00" O	76.50
PV-30	PV-30.3	S 66°45'00" O	100.00
PV-24	PV-27	N 29°05'00" E	62.85
PV-27	PV-35	S 61°11'00" E	37.00
PV-35	PV-36	N 20°05'00" E	41.96
PV-36	PV-37	N 27°52'00" E	82.40
PV-37	PV-38	N 23°55'00" E	72.50
PV-38	PV-39	N 06°32'00" E	95.40
PV-39	PV-40	N 82°15'00" E	53.20
PV-40	PV-16	S 83°40'00" E	36.30
PV-16	PV-41	N 47°03'00" E	72.10
PV-41	PV-42	N 63°09'00" E	100.00
PV-42	PV-43	N 21°53'00" E	100.00

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA VIVENDA
	DIRECCION DE FLUJO
	NO. DE POZO DE VISITA
	INDICA RED
	DISTANCIA Y DIAMETRO DE TUBERIA

PLANTA GENERAL, CANTON TOJCHINÁ

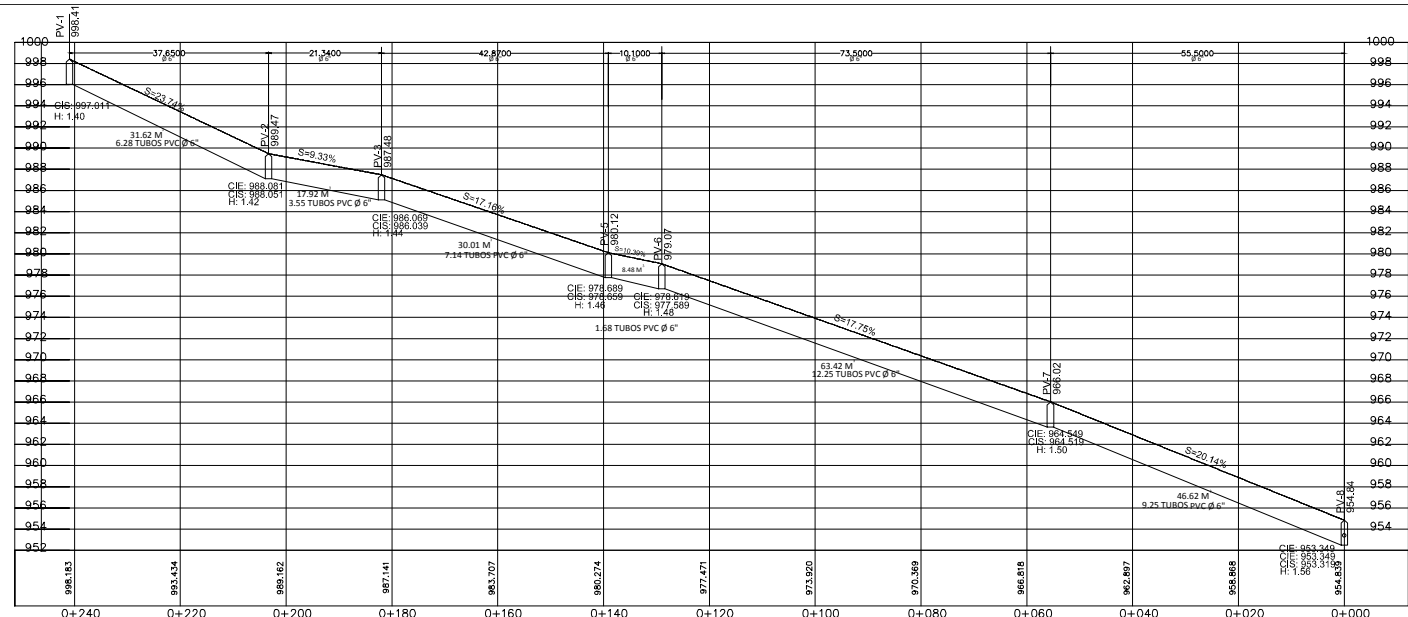
ESCALA: 1:1000

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
Comunidad: San Antonio Sacatepequeúz, San Marcos		
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN TOJCHINÁ		Dibujo: EPS, Ing. Civil
		Calculo: EPS, Ing. Civil
Contenido: PLANTA GENERAL		Escala: Indicada
		Fecha: JULIO 2014
		Fase: PLANTA

Va.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luis Alfaro

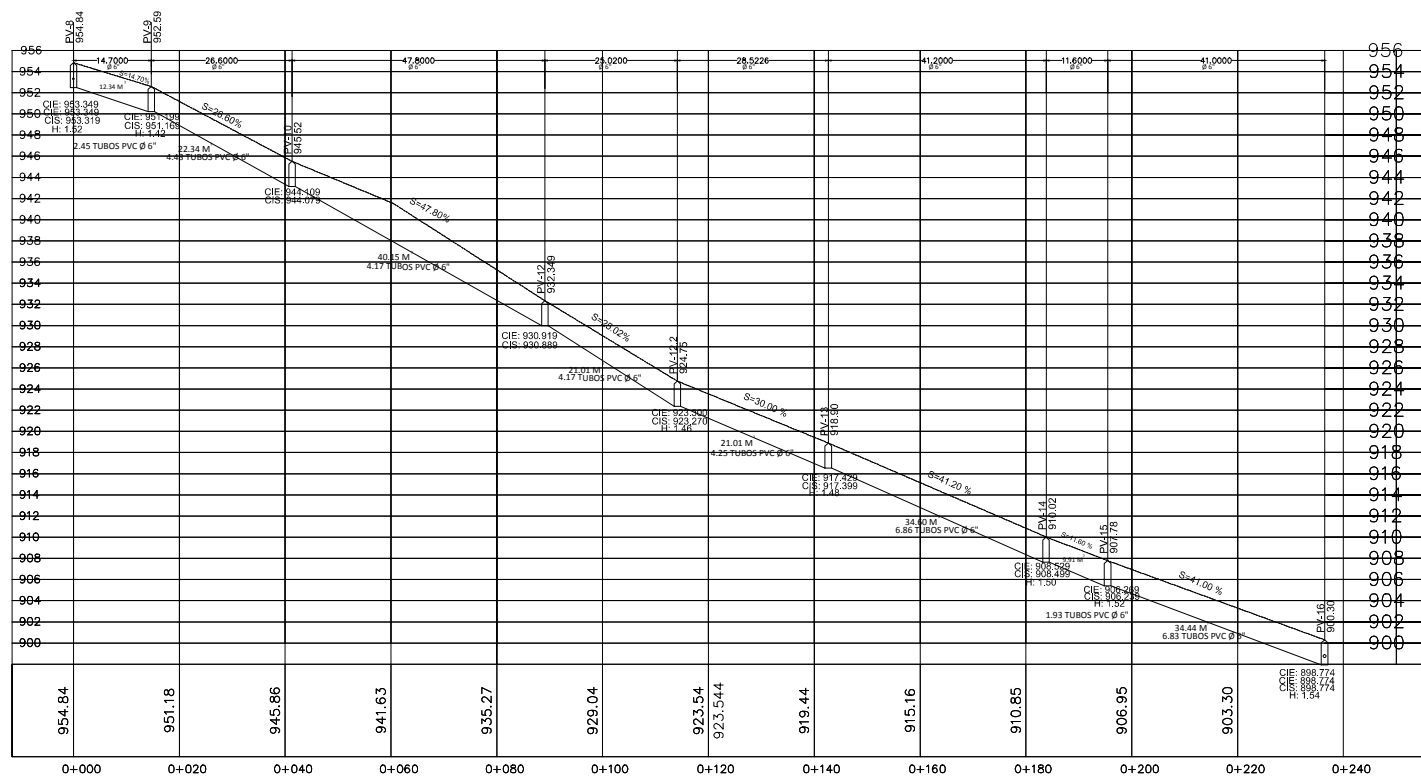
Va.Bo. Encargado DMP



PERFIL TRAMO 1 POZO 1-8

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

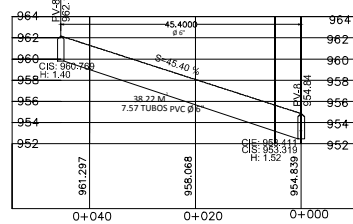
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL TRAMO 1 POZO 8-16

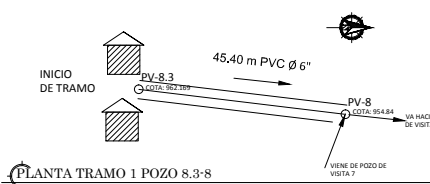
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

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



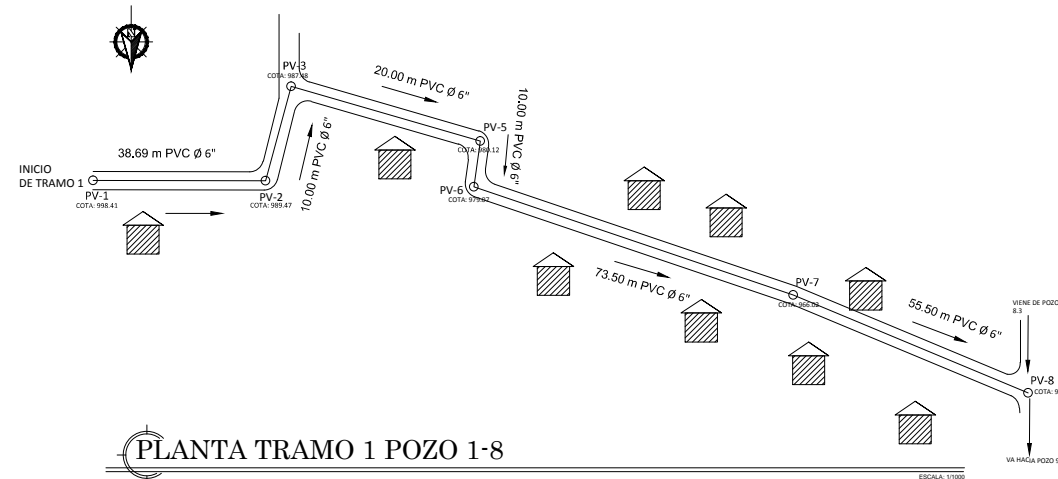
PERFIL TRAMO 1 POZO 8.3-8

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS



PLANTA TRAMO 1 POZO 8.3-8

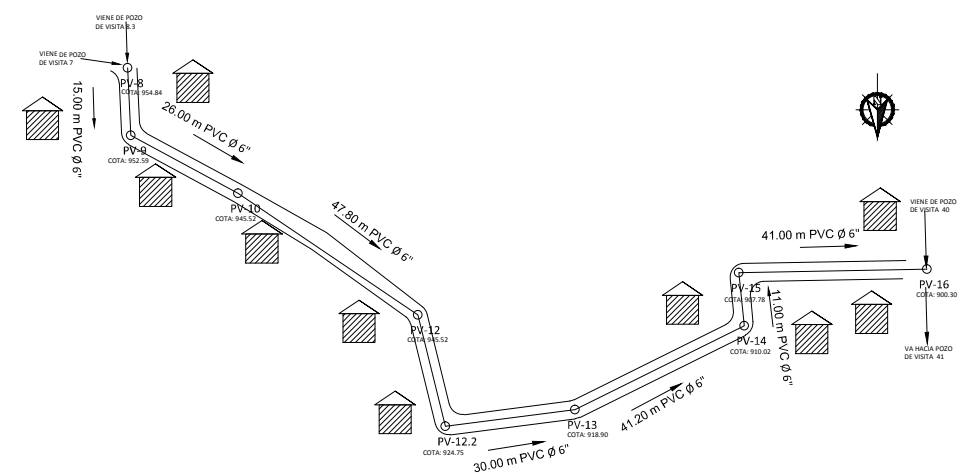
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS



PLANTA TRAMO 1 POZO 1-8

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

ESCALA: 1/1000



PLANTA TRAMO 1 POZO 8-16

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

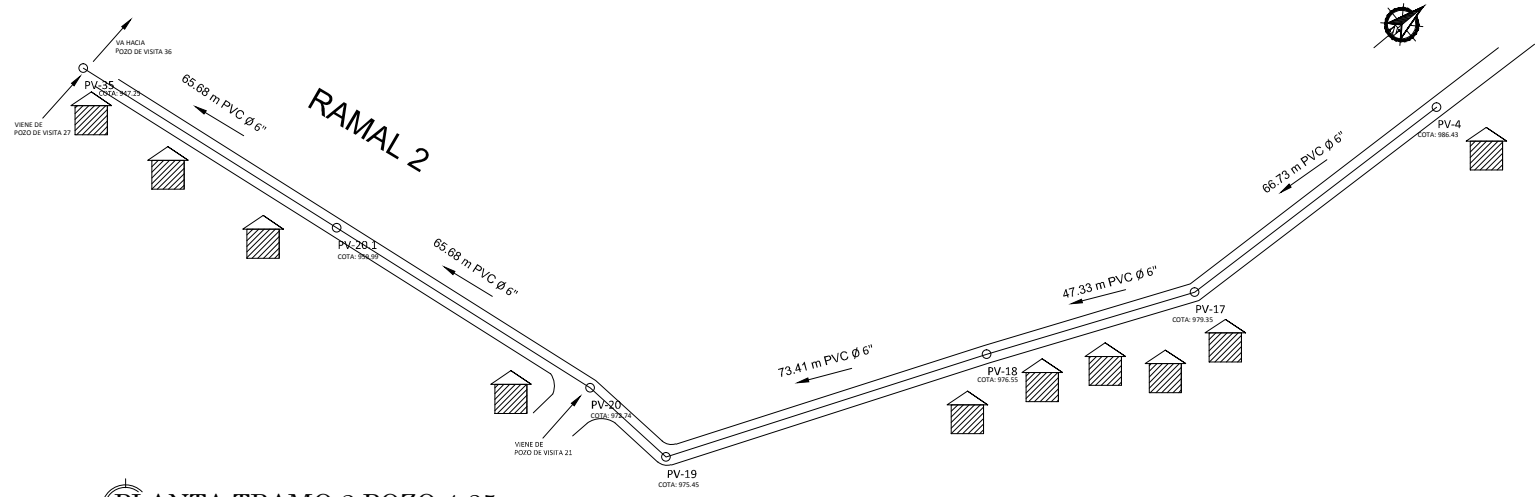
ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Comunidad: San Antonio Sacatepequeúz, San Marcos			
Espista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 2
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN TOJCHINÁ		Dibujo: EPS, Ing. Civil	6
		Calculo: EPS, Ing. Civil	
Contenido: TRAMO 1		Escala: Indicada	Fase: PLANTA PERFIL
		Fecha: JULIO 2014	

Va.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luis Alfaro

Va.Bo. Encargado DMP

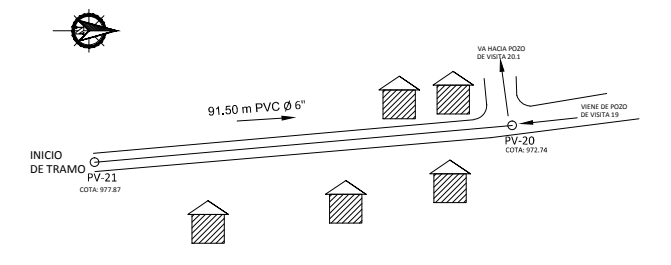
Espista Andrea Rivera



PLANTA TRAMO 2 POZO 4-35

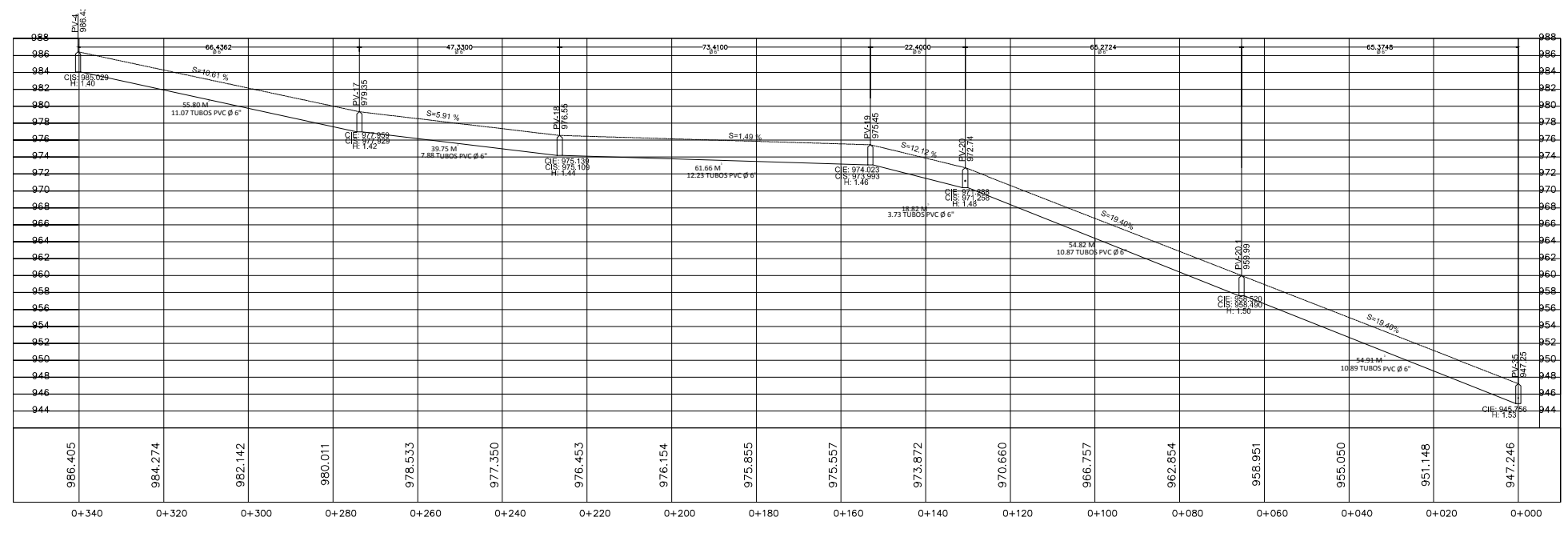
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

ESCALA: 1/1000



PLANTA TRAMO 2 POZO 21-20

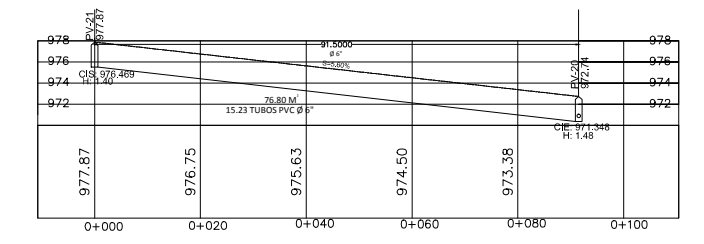
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS



PERFIL TRAMO 2 POZO 4-35

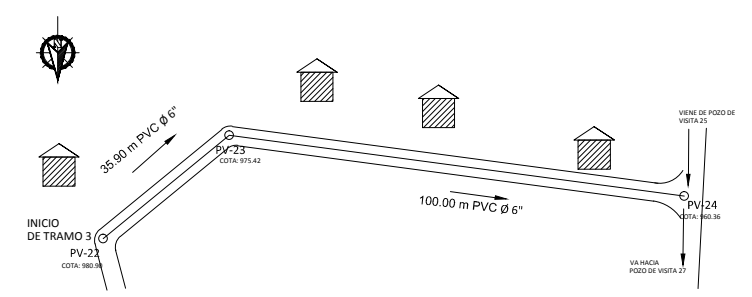
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

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



PERFIL TRAMO 2 POZO 21-20

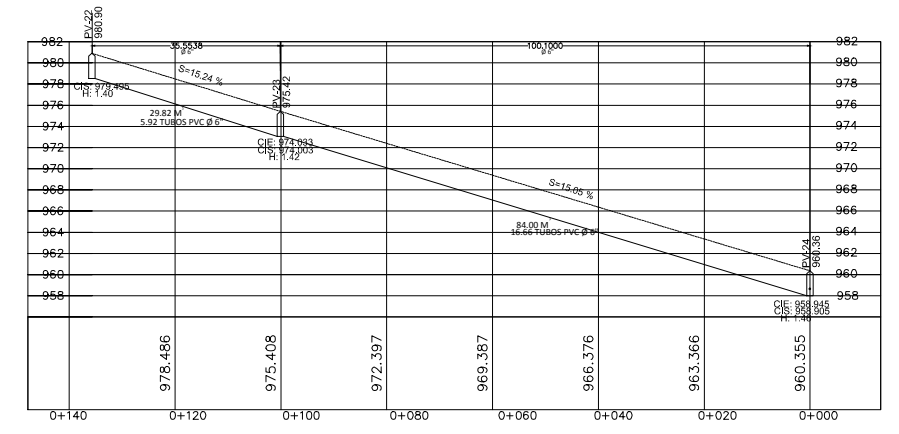
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS



PLANTA TRAMO 3 POZO 1-8

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

ESCALA: 1/1000



PERFIL TRAMO 3 POZO 1-8

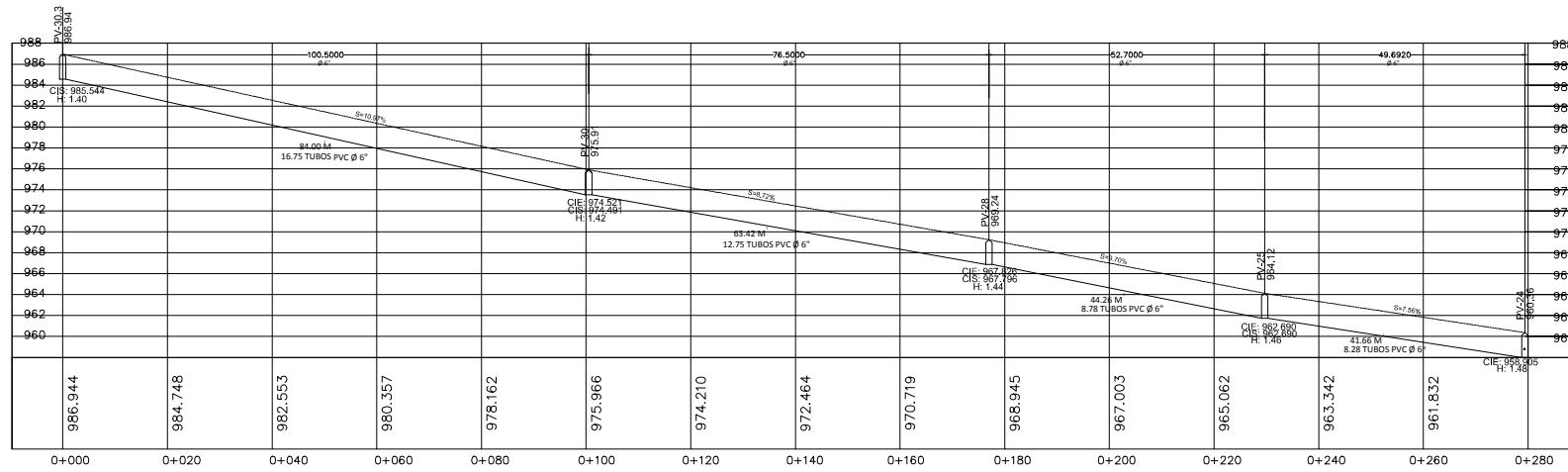
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

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

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>				 <p>SAN MARCOS</p>	
Comunidad: San Antonio Sacatepequeúz, San Marcos					
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 3		
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN TOJCHINÁ		Dibujo: EPS, Ing. Civil	6		
		Calculo: EPS, Ing. Civil			
Contenido: TRAMO 2 Y 3			Fecha: JULIO 2014	Fase: PLANTA PERFIL	

Vo.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luís Gregorio Alfaro Veliz

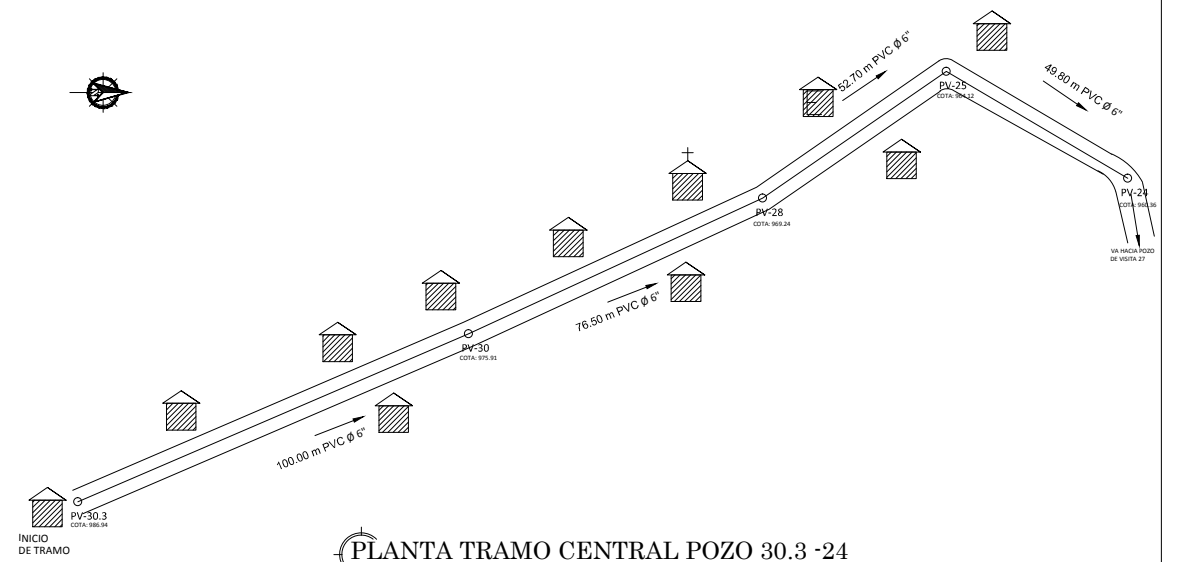
Vo.Bo.
Encargado DMP



PERFIL TRAMO CENTRAL POZO 30.3 -24

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

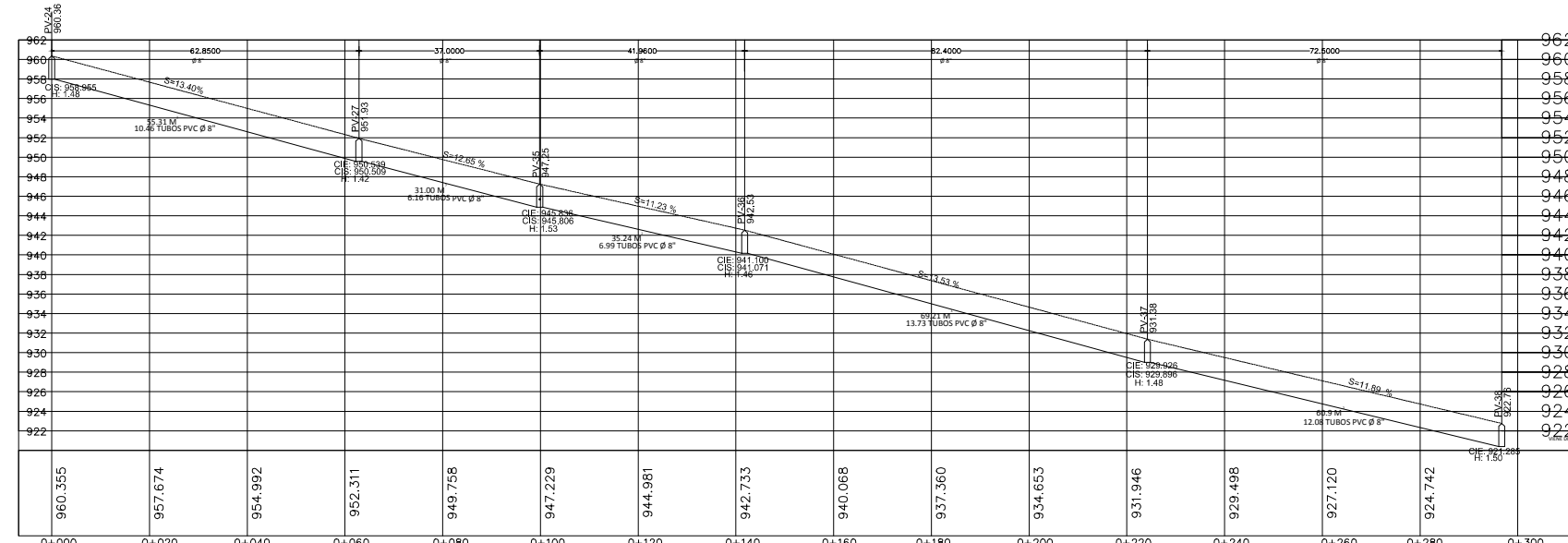
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:500



PLANTA TRAMO CENTRAL POZO 30.3 -24

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

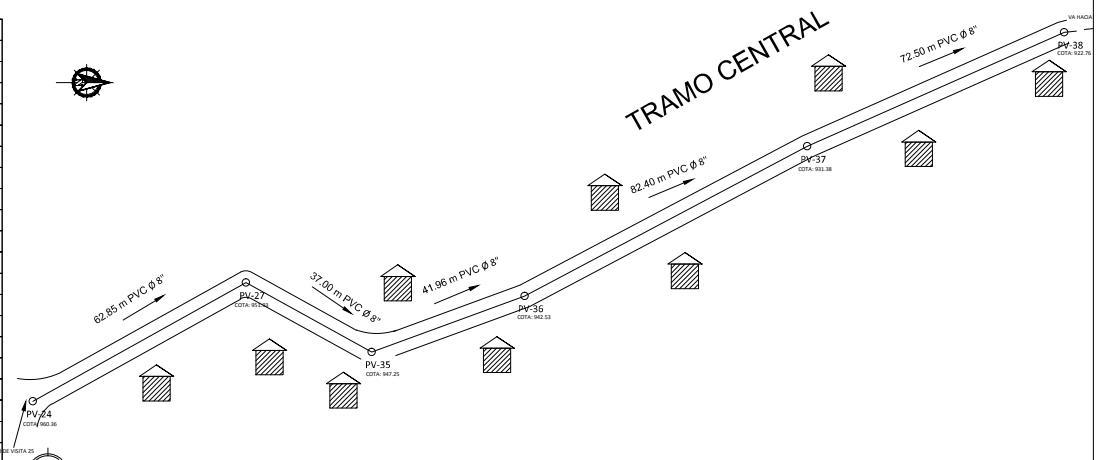
ESCALA: 1:1000



PERFIL TRAMO CENTRAL POZO 30.3 -24

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

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



PLANTA TRAMO CENTRAL POZO 24-38

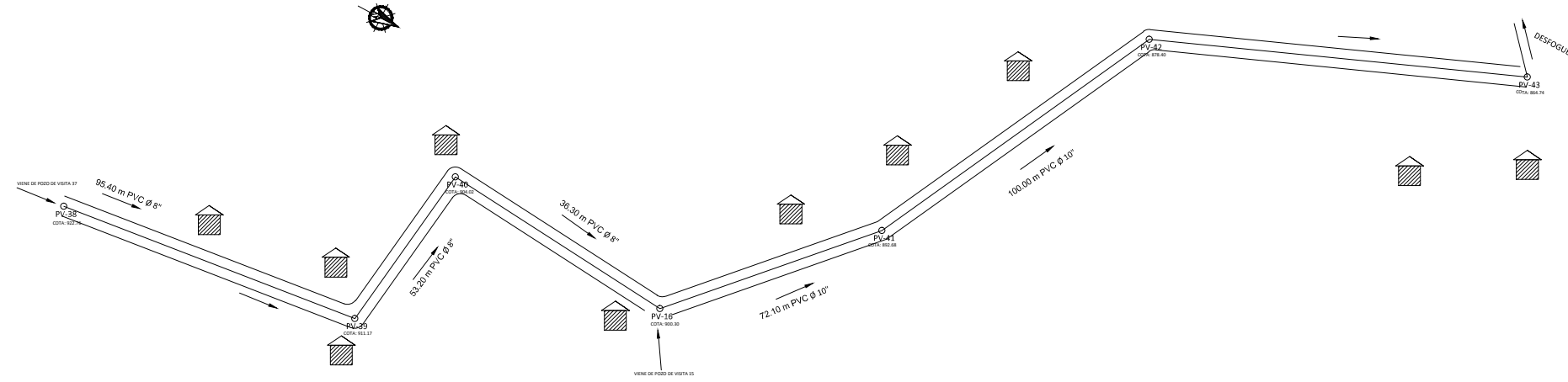
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

ESCALA: 1:1000

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>			
Comunidad: San Antonio Sacatepequeúz, San Marcos			
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 4
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN TOJCHINÁ		Dibujo: EPS, Ing. Civil	6
		Calculo: EPS, Ing. Civil	
Contenido: TRAMO CENTRAL		Escala: Indicada	Fase: PLANTA PERFIL
		Fecha: JULIO 2014	

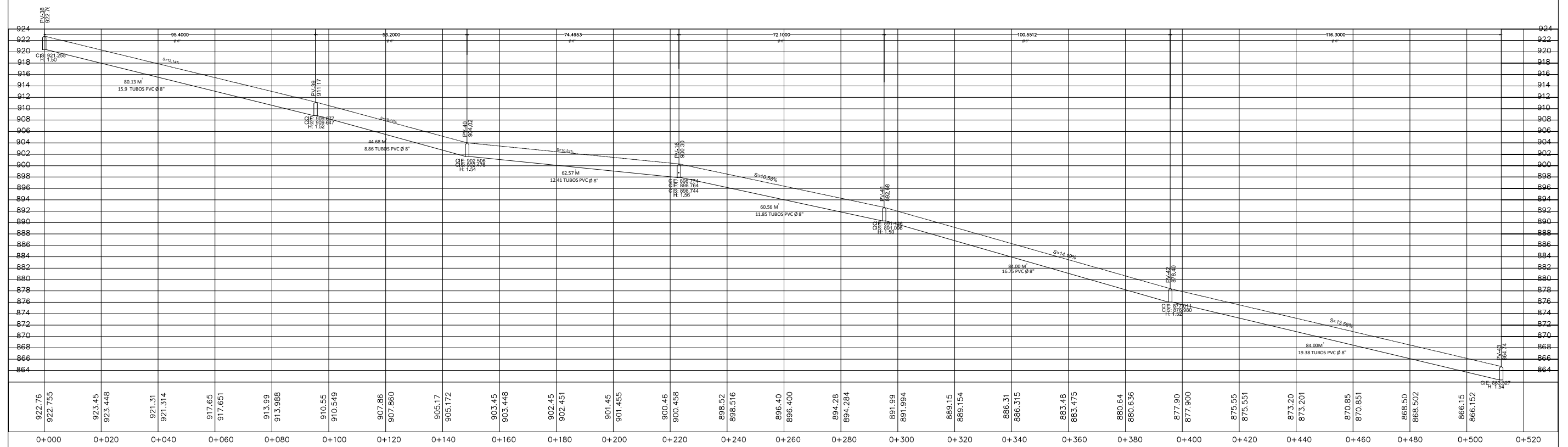
Vo.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

Vo.Bo.
Encargada DMP



PLANTA TRAMO CENTRAL POZO 38-43

NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS



PERFIL TRAMO CENTRAL POZO 38-43

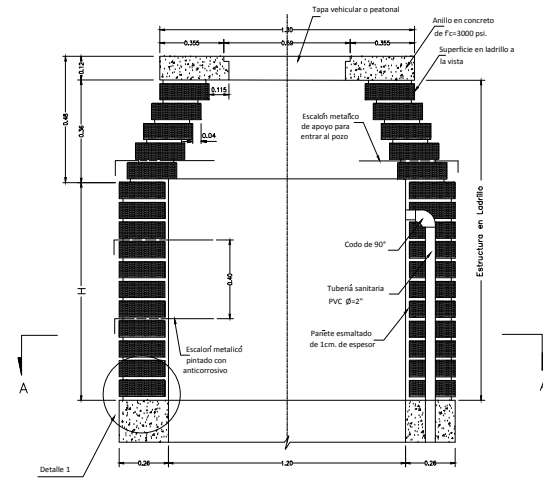
NOTA:
TUBERÍA DE PVC NORMA ASTM 3034 DIAMETROS INDICADOS

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

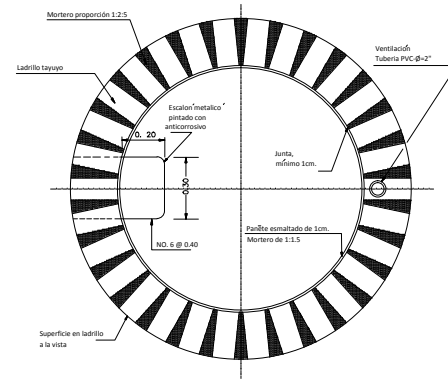
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		<p>Comunidad: San Antonio Sacatepeque, San Marcos</p>	<p>Hoja: 5 6</p>
<p>Contenido: TRAMO CENTRAL</p>		<p>Escala: Indicada Fecha: JULIO 2014</p>	<p>Fase: PLANTA PERFIL</p>

Va.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

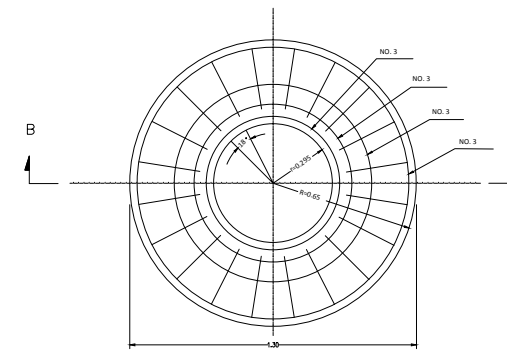
Va.Bo. Encargado DMP



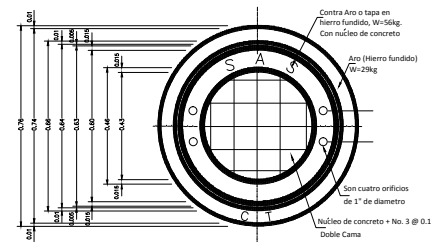
SECCIÓN TRANSVERSAL POZO DE VISITA



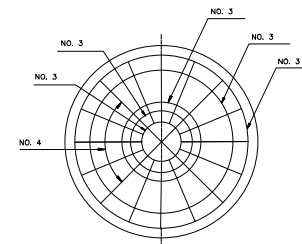
CORTE A - A' POZO DE VISITA



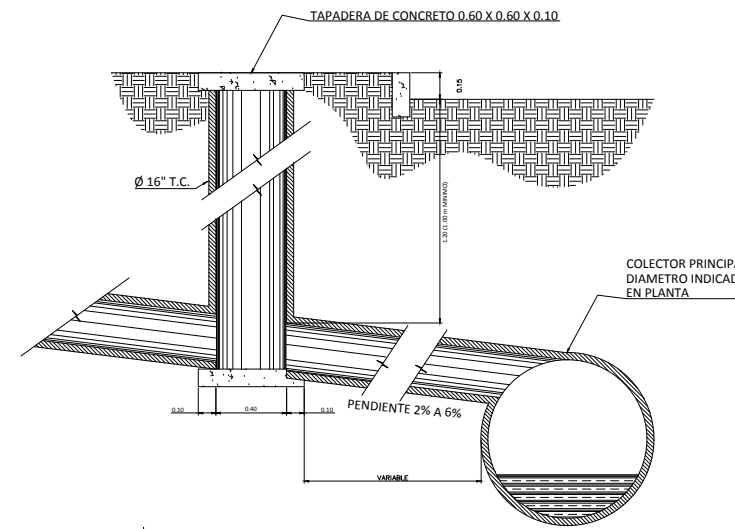
REFUERZO ANILLO



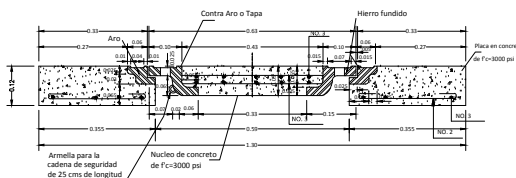
TAPADERA VEHICULAR



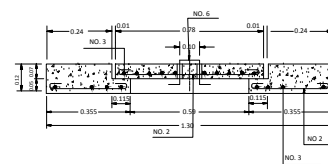
TAPADERA PEATONAL



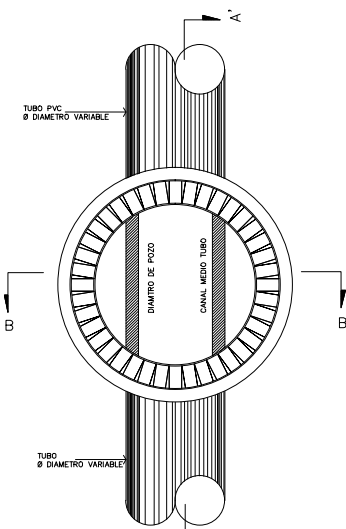
CANDELA DOMICILAR DE TUBERÍA DE CONCRETO



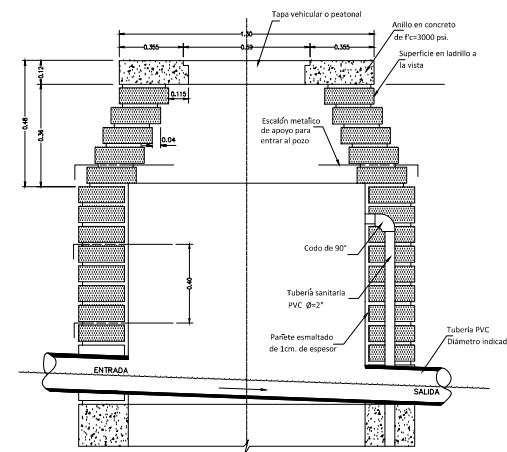
CORTE B-B' ANILLO Y TAPA VEHICULAR



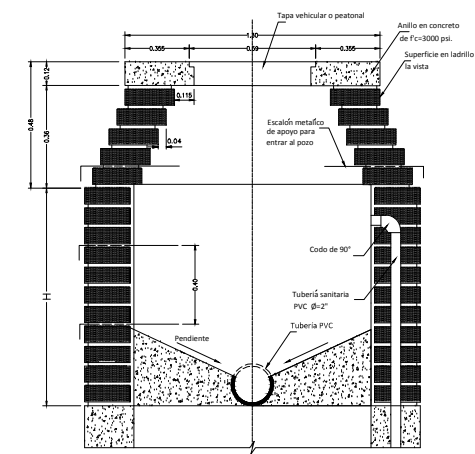
CORTE B-B' ANILLO Y TAPA PEATONAL



PLANTA POZO DE VISITA + TUBERÍA



SECCIÓN A - A' POZO DE VISITA + TUBERÍA



SECCIÓN B-B' POZO DE VISITA + TUBERÍA

ESPECIFICACIONES:

LA TAPADERA DEBERÁ SER IDENTIFICADA CON LA NOMENCLATURA DE LA RED. DEBERÁ SER UTILIZADA LA TAPADERA SEGUN EL TIPO DE CIRCULACIÓN SOBRE LA RED, PEATONAL O VEHICULAR.

SE UTILIZARÁ LADRILLO TAYUYO DE DIMENSIONES: 0.065 X 0.11 X 0.20 M CONFORME NORMA C-72 DE ASTM CON UNA RESISTENCIA DE 84KG/CM2

EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F'C DE 210 KG/CM2 DE PROPORCIÓN 1:2:3

9.4 SACOS DE CEMENTO

0.47 M3 DE ARENA

0.71 M3 DE PIEDRÍN

EL MORTERO UTILIZADO DEBERÁ SER DE CEMENTO + ARENA DE RÍO DE PROPORCIÓN 1:3

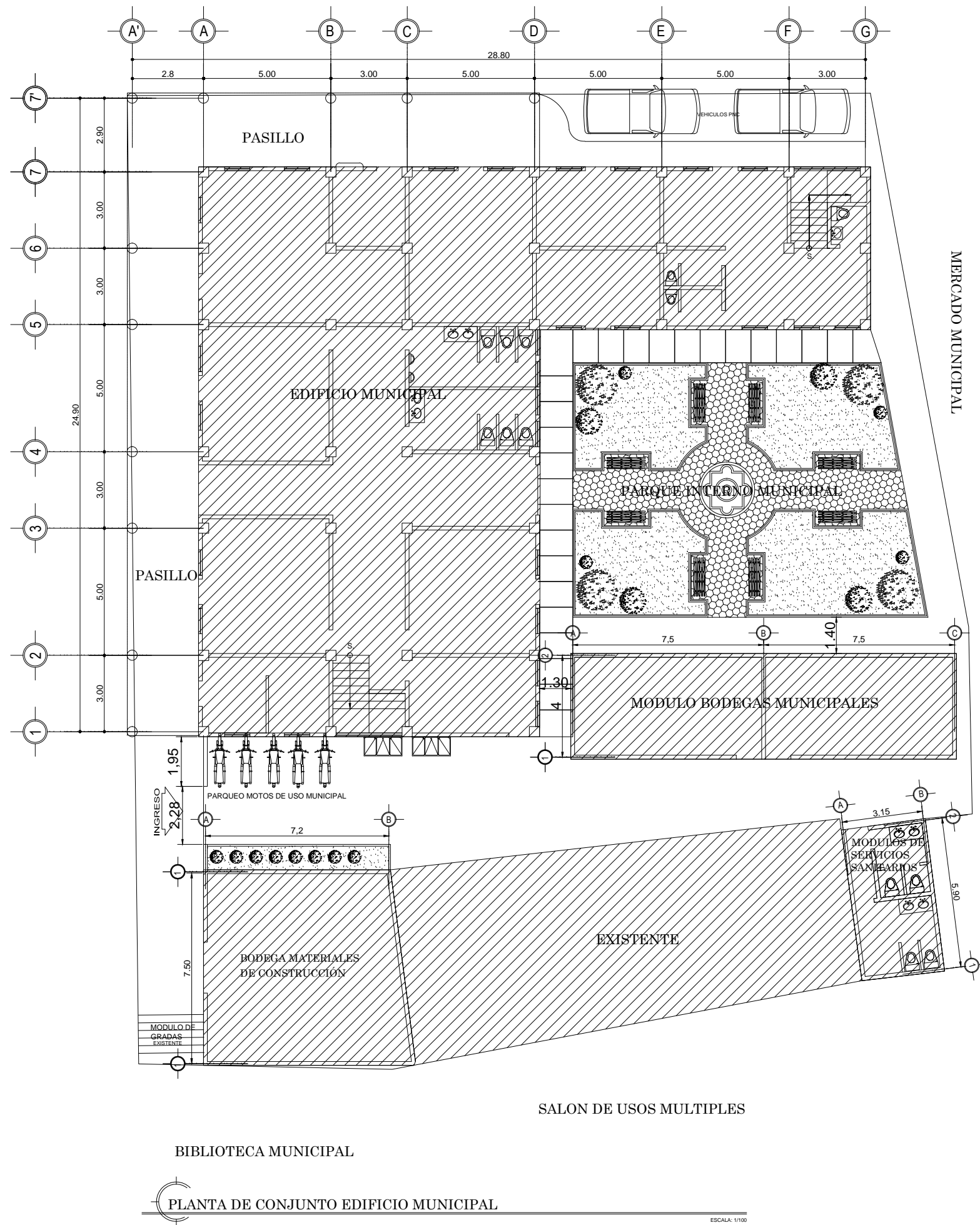
12 SACOS DE CEMENTO

1.4 M3 DE ARENA DE RÍO CERNIDA

LA TUBERÍA A UTILIZAR SERÁ BAJO NORMA ASTM 3034, NO SEBE UTILIZAR TUBERÍA DE DIÁMETRO MENOR QUE LA INDICADA EN LA PLANIFICACIÓN Y DEBERÁ SER COLOCADA Y ALINEADA CON PENDIENTE INDICADA EN LOS PLANOS.

EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy= 2810 KG/CM2

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
		Comunidad: San Antonio Sacatepeque, San Marcos		
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 6	6
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN TOJCHINÁ		Dibujo: EPS, Ing. Civil	Calculo: EPS, Ing. Civil	
Contenido: DETALLES		Escala: Indicada	Fase: DETALLES	
		Fecha: JULIO 2014		



PLANTA DE CONJUNTO EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

CARGA MUERTA:
 PESO DEL CONCRETO 2,400 KG/M
 PESO DE ACABADOS 90 KG/M
 PESO DE MUROS 210 KG/M

CARGA VIVA
 TECHO 100 KG/M
 OFICINAS 250 KG/M
 PASILLO 400 KG/M

f_y 2,810 KG/CM
 f_c 210 KG/CM
 E_s 2.1 E 8 KG/CM
 E_C 2.19 E 5 KG/CM
 γ CONCRETO 2,400 KG/CM
 γ SUELO 1,710 KG/CM
 q_d 59,540 KG/CM
 V_s 19,900 KG/CM

RECUBRIMIENTOS
 ACI 318-08S
 SECCION 7.7.1

LONGITUD DE DESARROLLO
 ACI 318-08S
 SECCION 7.1
 SECCION 12.11
 SECCION 12.12
 SECCION 12.16.1

GANCHO SISMICO
 ACI 318-08S
 SECCION 21.1

MATERIALES

CEMENTO PORTLAND:
 PARA USO GENERAL EN LA CONSTRUCCION 4000 PSI, QUE CORRESPONDEN A UNA RESISTENCIA MINIMA DE 28 DIAS. LOS LOCALES DE ALMACENAJE DE CEMENTO DEBEN SER SITIOS ADECUADOS EN LOS QUE ESTEN LIBRES DE LLUVIA Y HUMEDAD.

AGREGADO FINO:
 EN ESTE CASO ARENA DE RIO, LA CUAL PROCEDE DE DEPOSITOS DE RIOS, POR LO QUE DEBE ESTAR LIBRE MAYORMENTE DE CONTAMINANTES Y MATERIALES ORGANICOS, CON EL FIN DE OBTENER UN AGREGADO DE CALIDAD.

AGREGADO GRUESO:
 SE UTILIZARA PIEDRIN DE $\frac{3}{4}$ Y DE $\frac{1}{2}$ EL CUAL PROVIENE DE ROCAS Y DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES, MATERIALES ORGANICOS ARCILLAS U OTRAS SUBSTANCIAS QUE PERJUDICAN LA CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO.

LOS AGREGADOS SON APILADOS SOBRE BASES UNIFORMES LAS CUALES DEBEN DE OPONERSE AL DRENAJE HACIA AFUERA DE LAS PILAS, DEBE EVITARSE EL CONTACTO CON MATERIAL ORGANICO O MALEZAS DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL APILAMIENTO.

AGUA:
 EL AGUA PARA MEZCLADO Y CURADO DEL CONCRETO O LAVADO DE AGREGADOS, DEBE SER DE PREFERENCIA POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ACIDOS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUBSTANCIAS QUE SEAN PERJUDICIALES PARA EL CONCRETO Y ACERO.

ACERO DE REFUERZO:
 ACERO LEGITIMO GRADO CUARENTA, DE LAS DIMENSIONES Y FORMAS INDICADAS EN LA PLANIFICACION, EL MISMO DEBE SER ALMACENADO POR ENCIMA DEL NIVEL DEL TERRENO, SOBRE PLATAFORMAS O SOPORTES DE MADERA U OTRO MATERIAL ADECUADO, Y DEBE SER PROTEGIDO HASTA DONDE SEA POSIBLE CONTRA DAÑOS MECANICOS Y DETERIORO SUPERFICIAL.

BLOCK PÓMEZ Y BLOCK U:
 DE DIMENSIONES 0.14X0.19X0.39, DE ARENA Y CEMENTO, CON UNA RESISTENCIA MINIMA DE 50 KG/CM2



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



Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

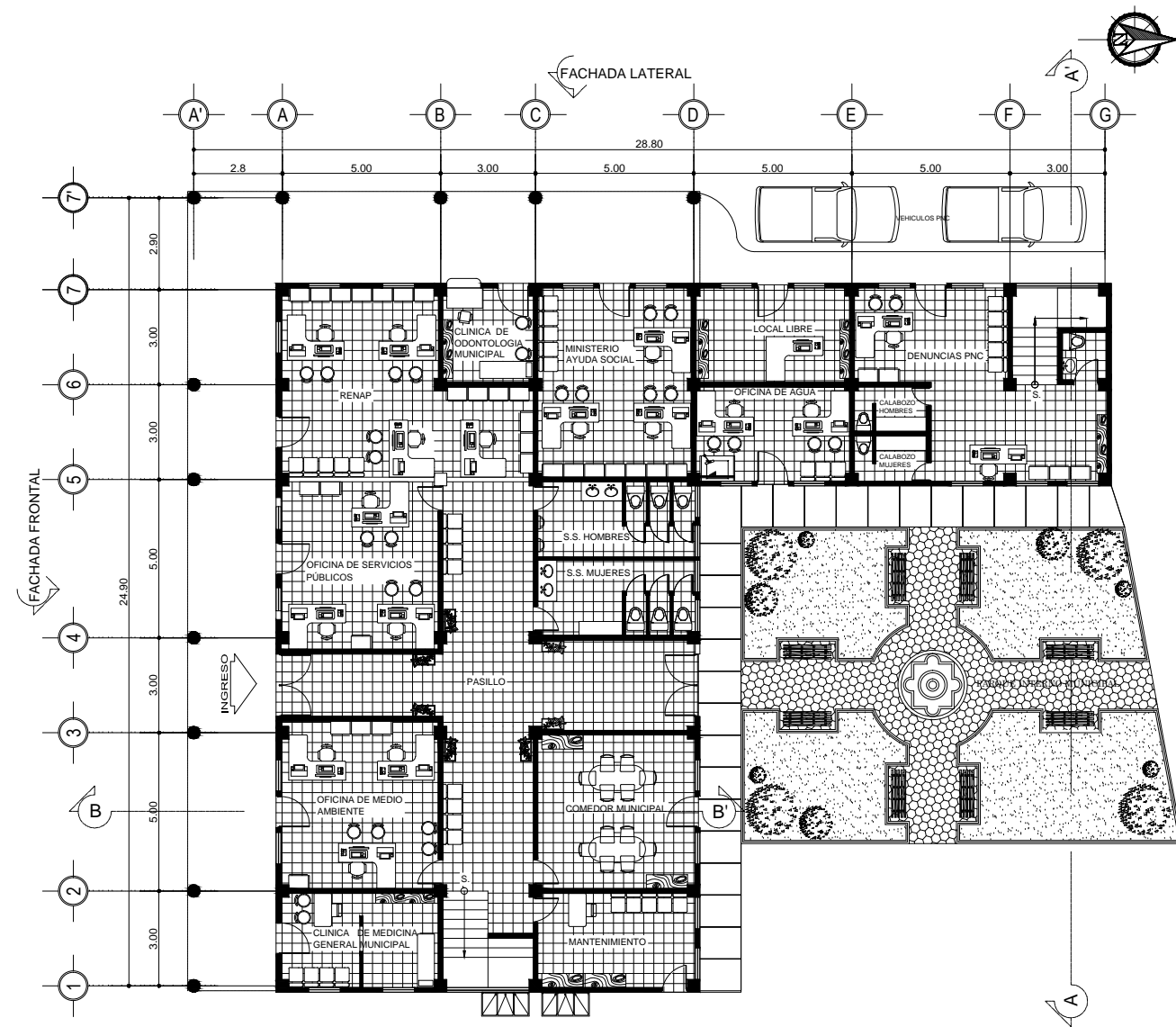
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 2 15
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	
		Calculo: EPS, Ing. Civil	

Contenido: CONJUNTO	Escala: Indicada	Fase: EST.
	Fecha: Septiembre 2013	

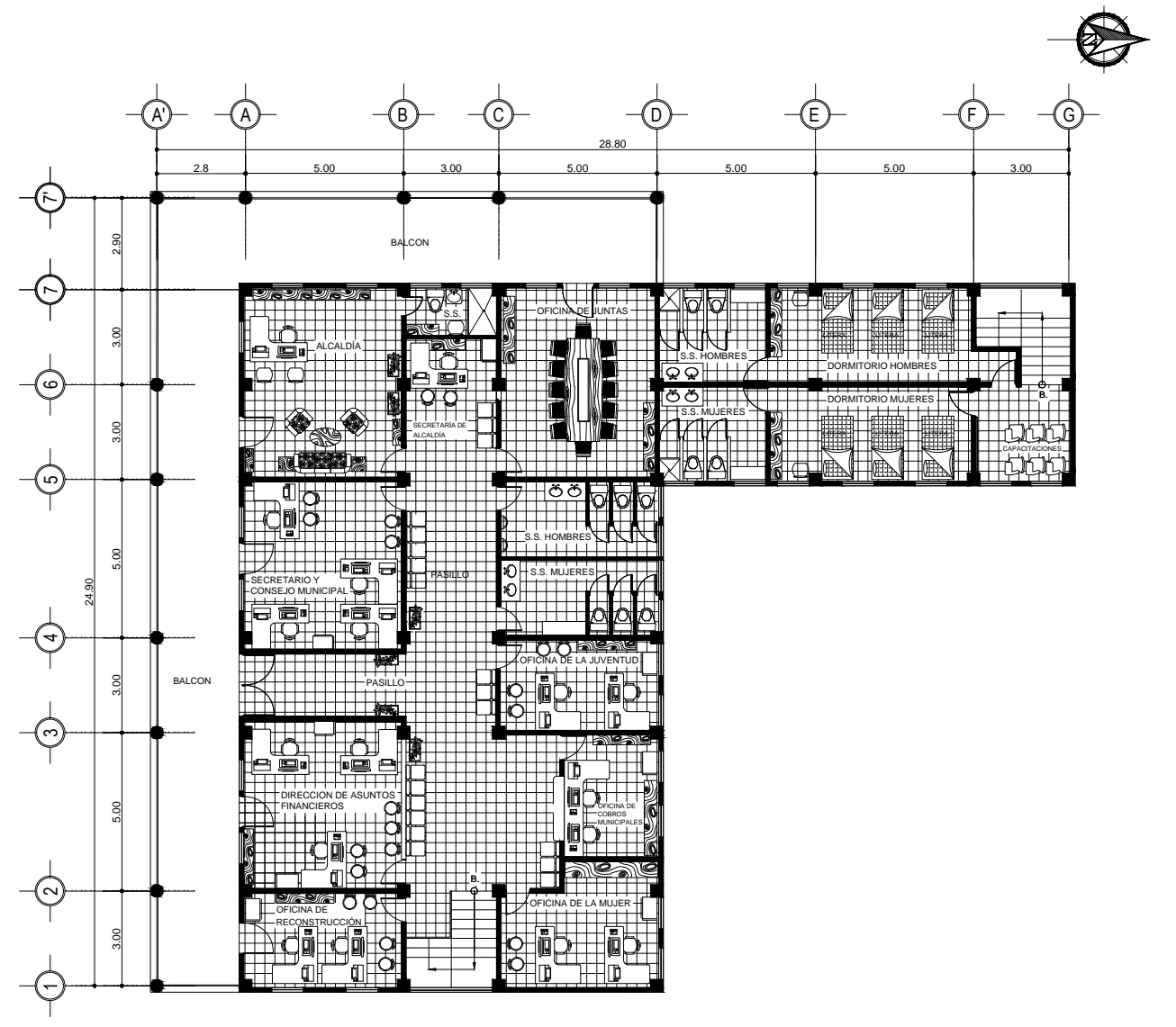
Vo.Bo. Asesor de EPS
 Ing. Luis Alfaro

Vo.Bo. Encargado DMP

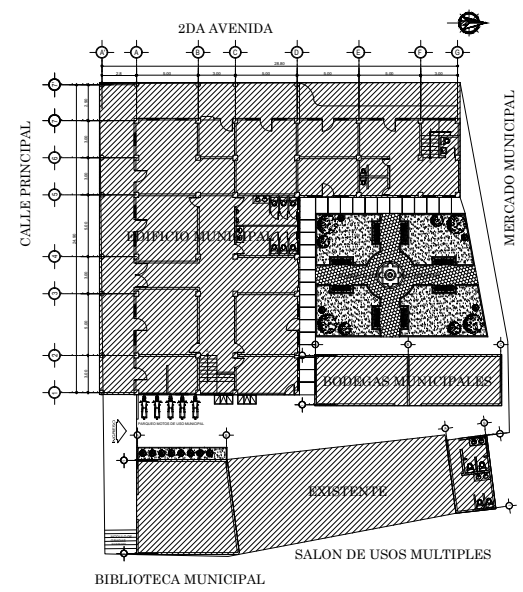
Episista Andrea Rivera





PRIMER NIVEL - PLANTA AMUEBLADA



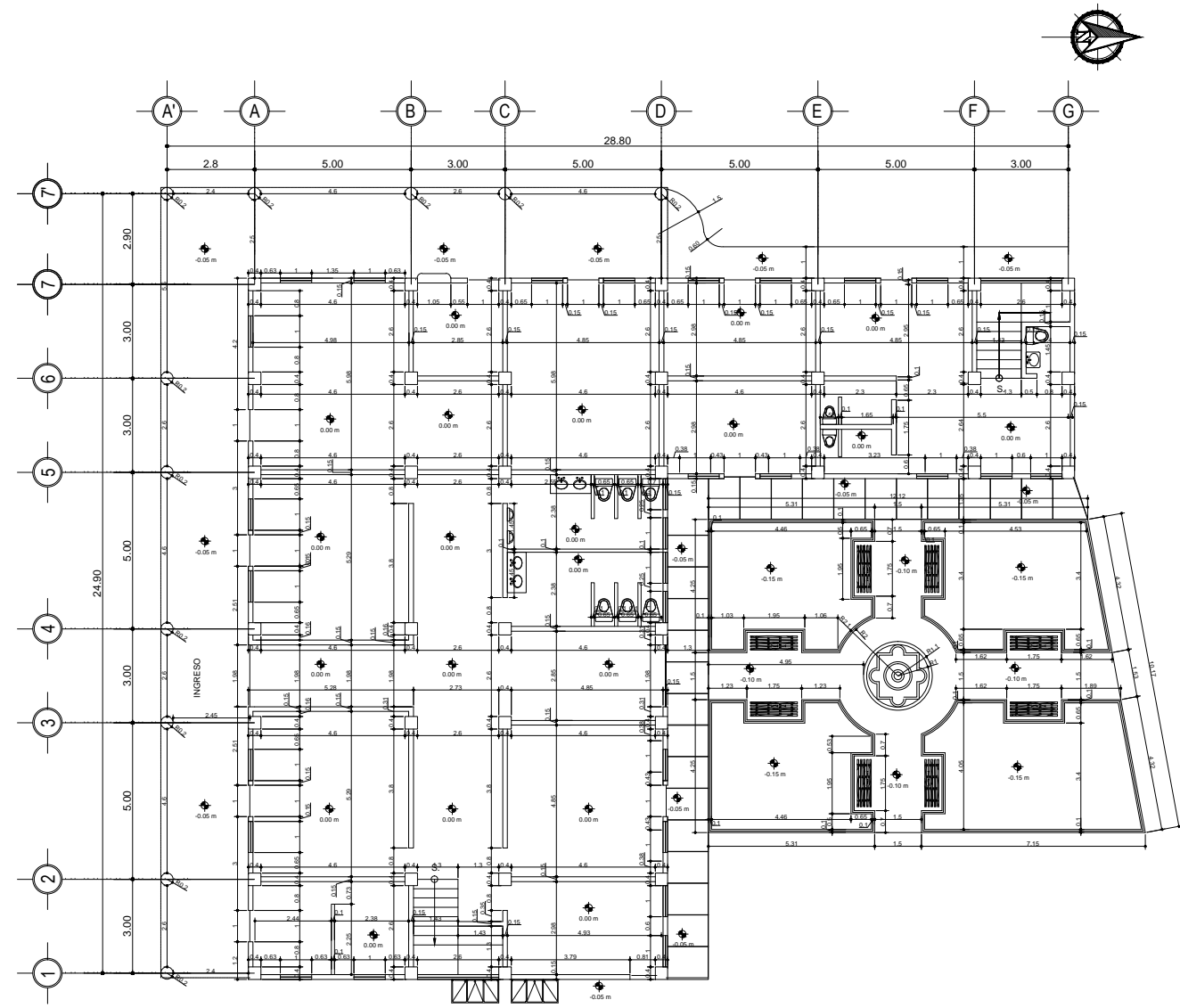
SEGUNDO NIVEL - PLANTA AMUEBLADA



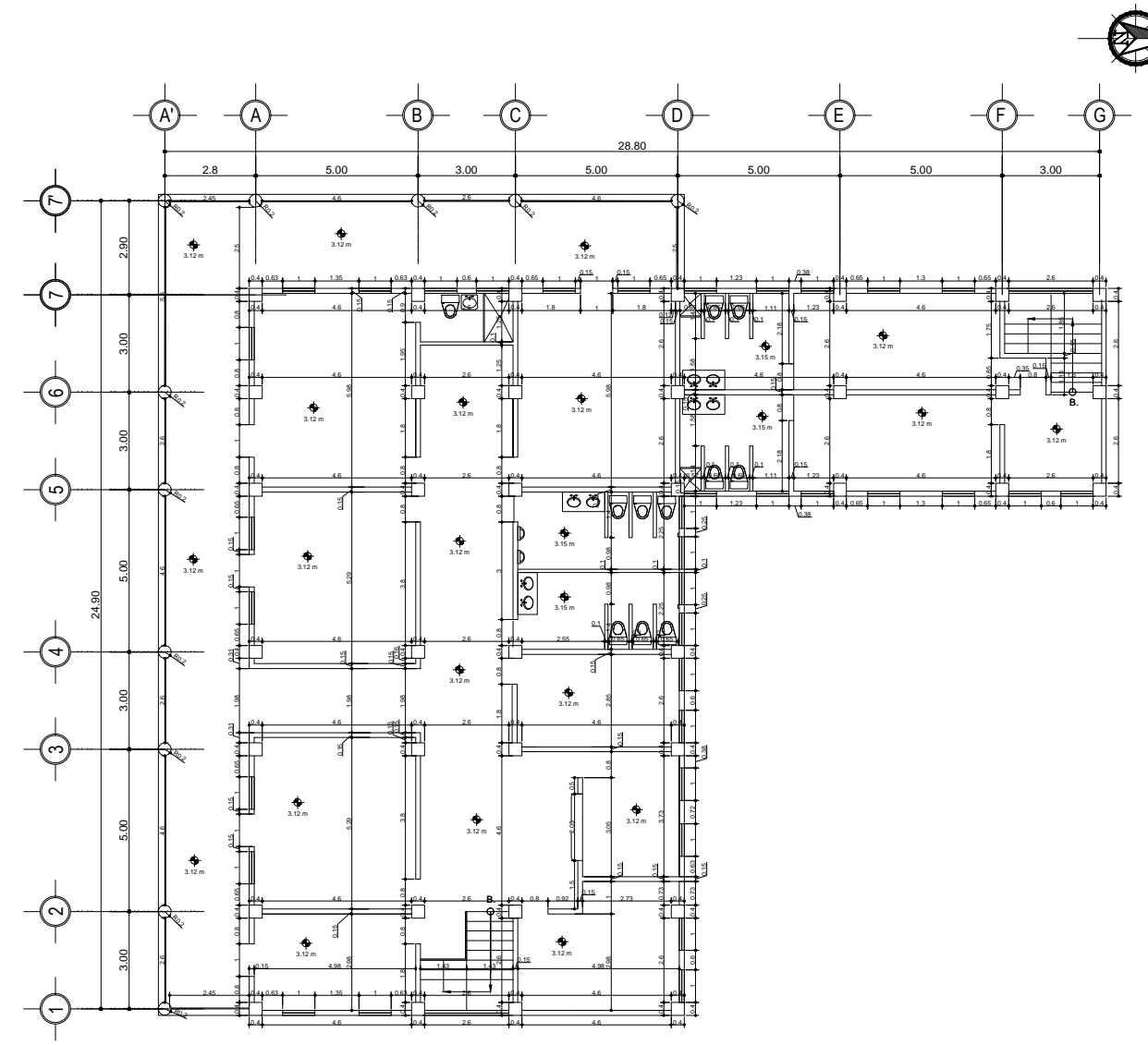
PLANTA DE CONJUNTO

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		 SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ SAN MARCOS	
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos			
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Camé: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 3
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	15
Contenido: PLANTA AMUEBLADA		Calculo: EPS, Ing. Civil	Fase: ARQ.
		Escala: Indicada	Fecha: Septiembre 2013



Vo.Bo. Asesor de EPS Ing. Luis Alfaro Vo.Bo. Encargado DMP Epesista Andrea Rivera

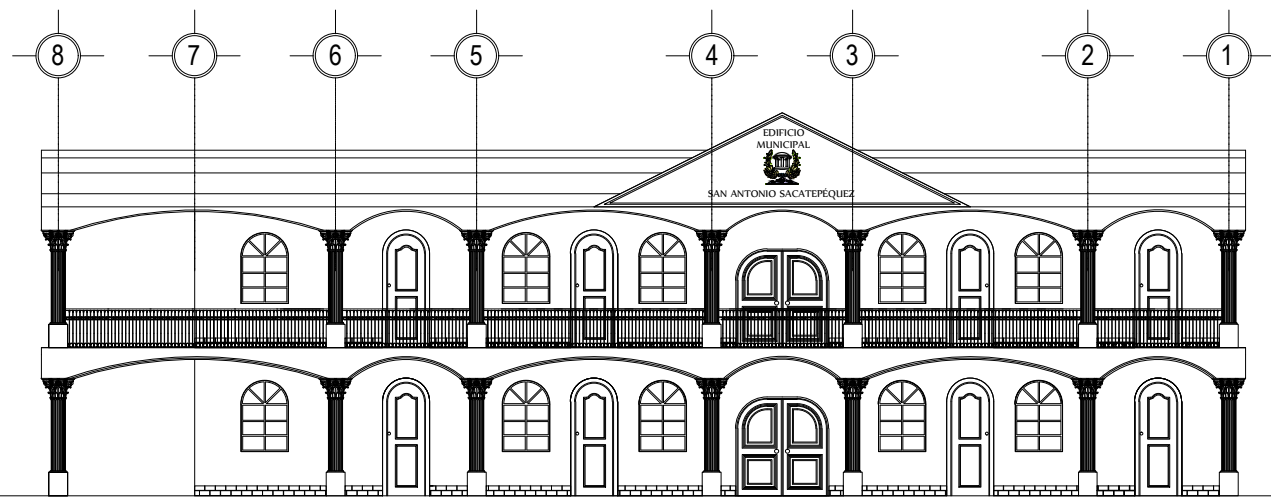


PRIMER NIVEL - PLANTA ACOTADA



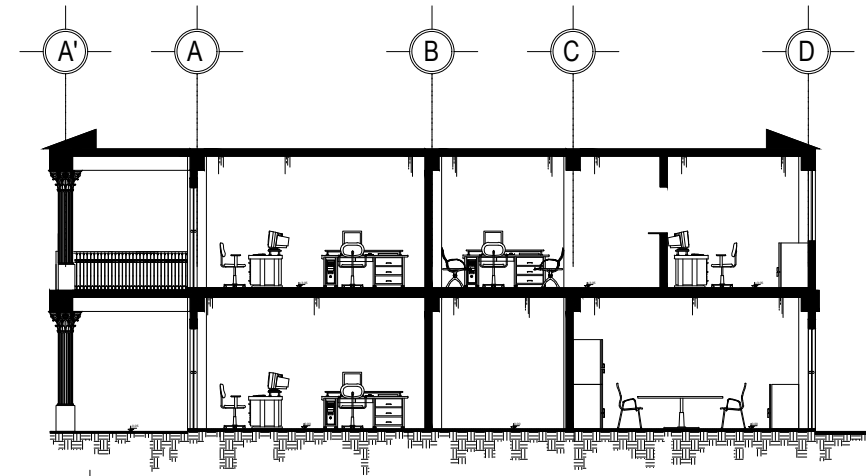
SEGUNDO NIVEL - PLANTA ACOTADA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
		Comunalidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos		
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 4	
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	15	
Contenido: PLANTA ACOTADA		Escala: Indicada		Fase: ARQ.
Fecha: Septiembre 2013				
Vo.Bo. Asesor de EPS Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz		Vo.Bo. Encargado DMP		
		Epesista Andrea Rivera		



FACHADA FRONTAL EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA: 1/75



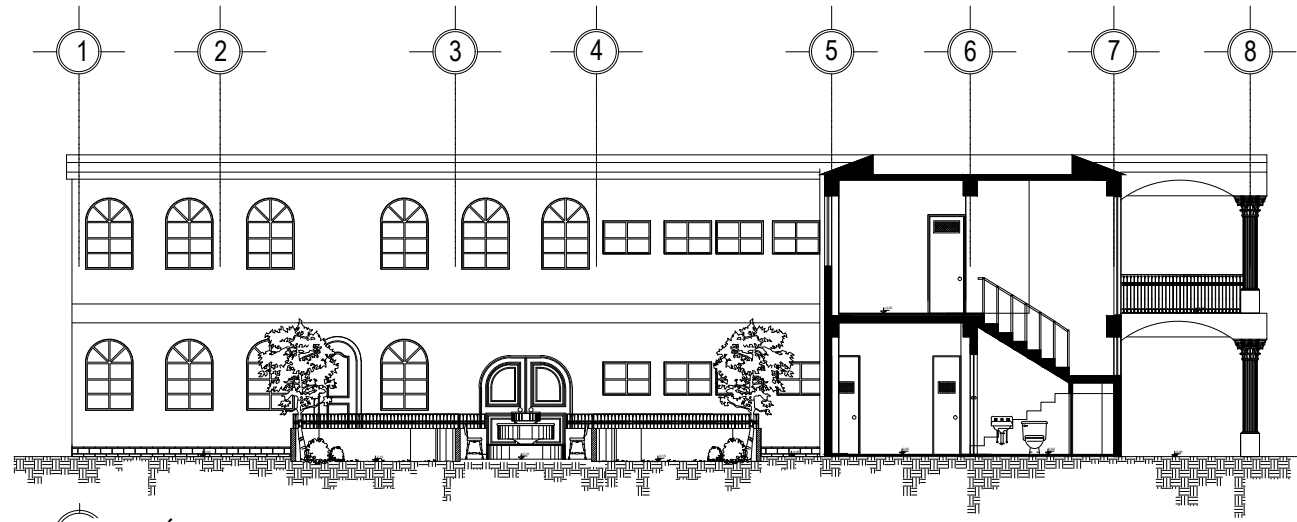
SECCIÓN B - B'

ESCALA: 1/75





FACHADA LATERAL EDIFICIO MUNICIPAL

ESCALA: 1/75



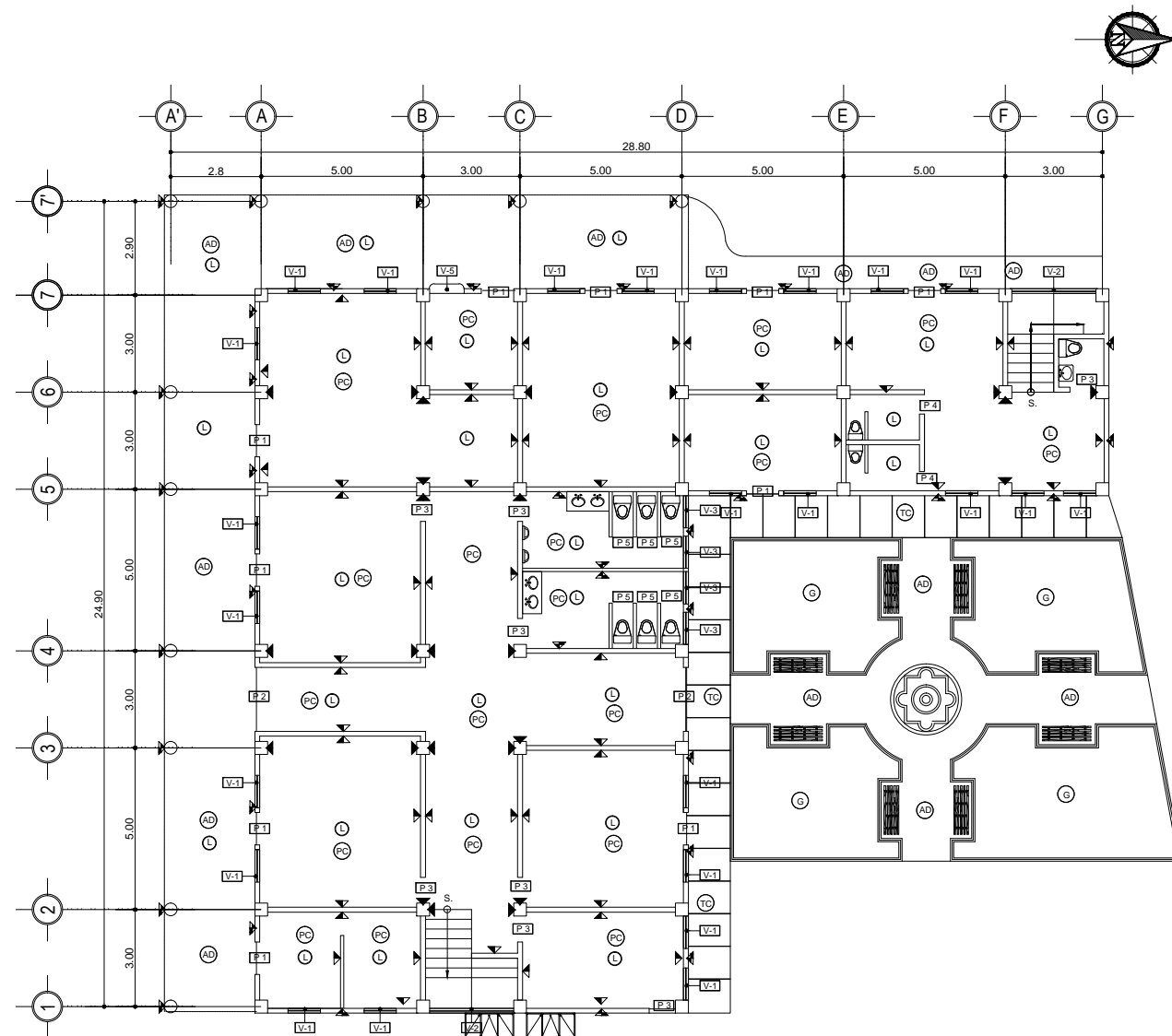
SECCIÓN A - A'

ESCALA: 1/75

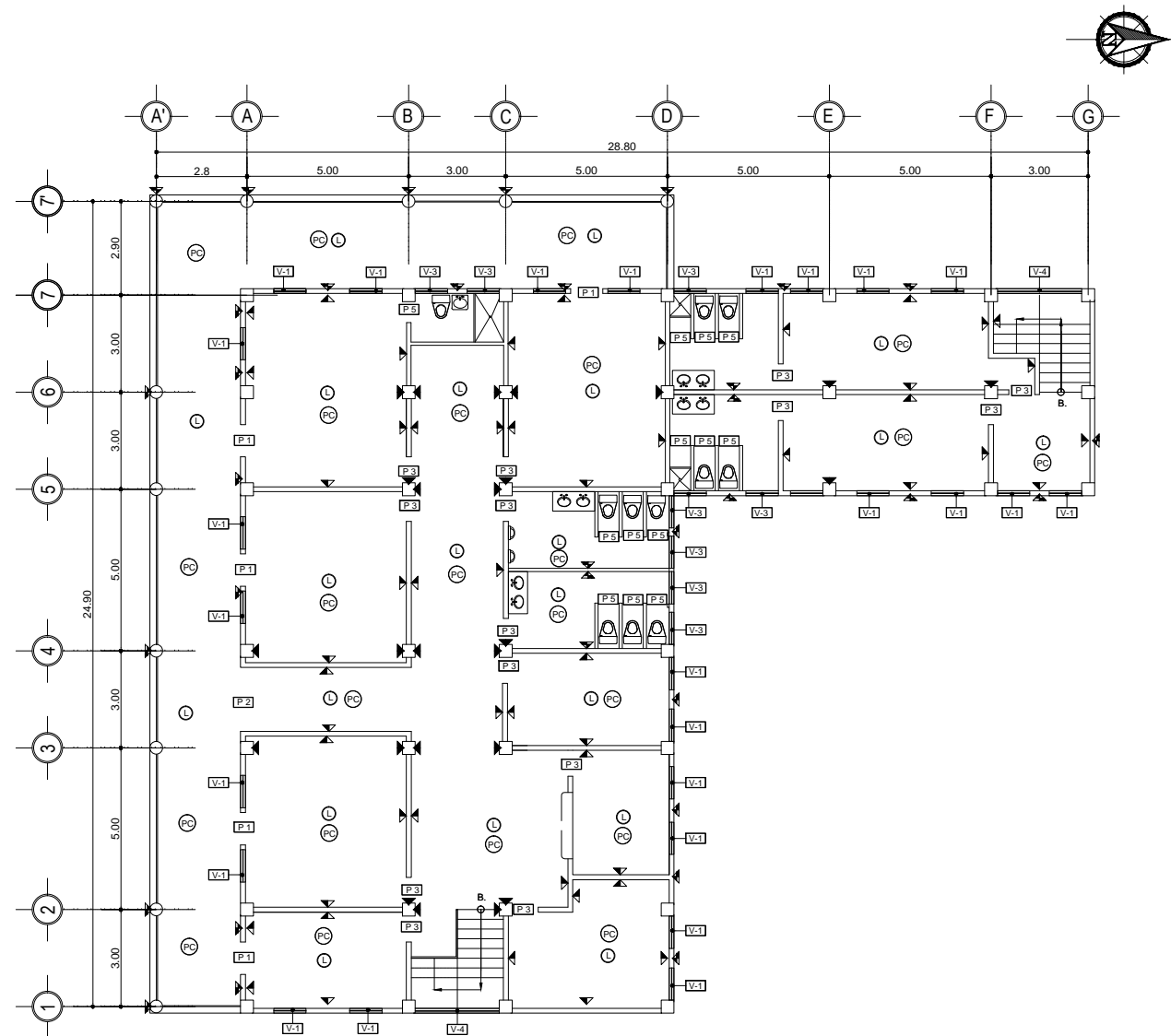
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos				
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 5	
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	15	
		Calculo: EPS, Ing. Civil		
Contenido: FACHADAS Y SECCIONES		Escala: Indicada	Fase: ARQ.	
		Fecha: Septiembre 2013		

Vo.Bo. Asesor de EPS
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

Vo.Bo. Encargado DMP



PRIMER NIVEL - PLANTA DE ACABADOS



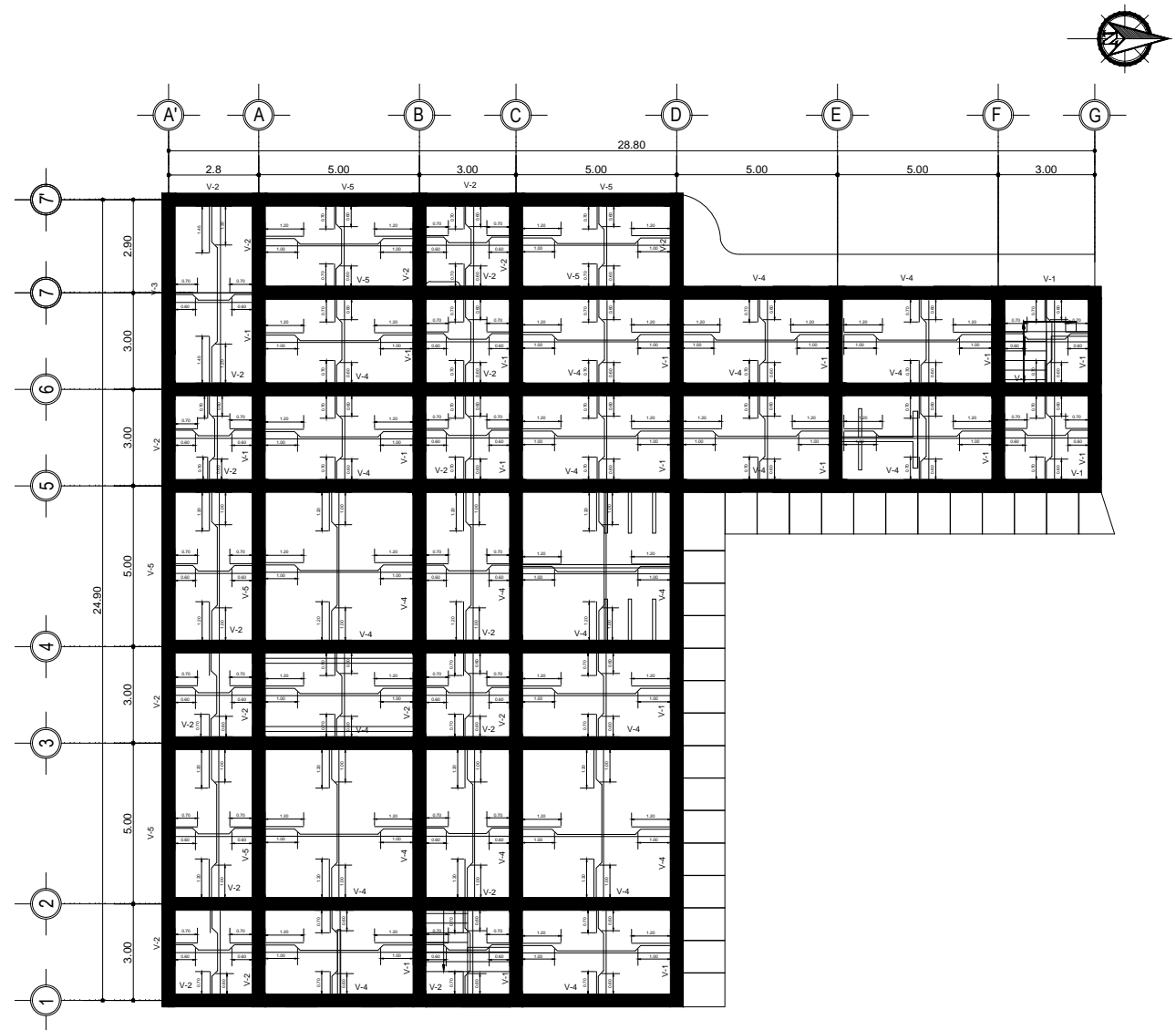
SEGUNDO NIVEL - PLANTA DE ACABADOS

SIMBOLOGÍA	
DESCRIPCIONES	
⊙	ACABADO EN LOSA REPELLO + CERNIDO FINO CON ACABADO LISO
▶	ACABADO EN MUROS REPELLO + CERNIDO FINO CON ACABADO LISO + PINTURA LATEX MATE A BASE DE AGUA
▶	ACABADO EN MUROS REPELLO + CERNIDO FINO CON ACABADO LISO + SELLADOR + PINTURA LATEX MATE A BASE DE ACEITE
▶	ACABADO EN COLUMNAS REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO + PINTURA LATEX MATE A BASE DE AGUA
—	BARANDA DE PROTECCIÓN 0.80 DE ALTURA
—	MURO DE LADRILLO TAYUYO DE 0.60M DE ALTURA + BARANDA DE 0.30M DE ALTURA
PC	PISO DE GRANITO DE 0.30X0.30 M
PC	PISO CERÁMICO ACABADO RUSTICO
TC	TORTA DE CONCRETO CON JUNTAS C/ 1M
G	GRAMA + VEGETACIÓN
AD	ADOQUIN DECORATIVO
P-1	INDICA PUERTA TIPO (VER PLANILLA DE PUERTAS)
V-1	INDICA VENTANA TIPO (VER PLANILLA DE VENTANAS)

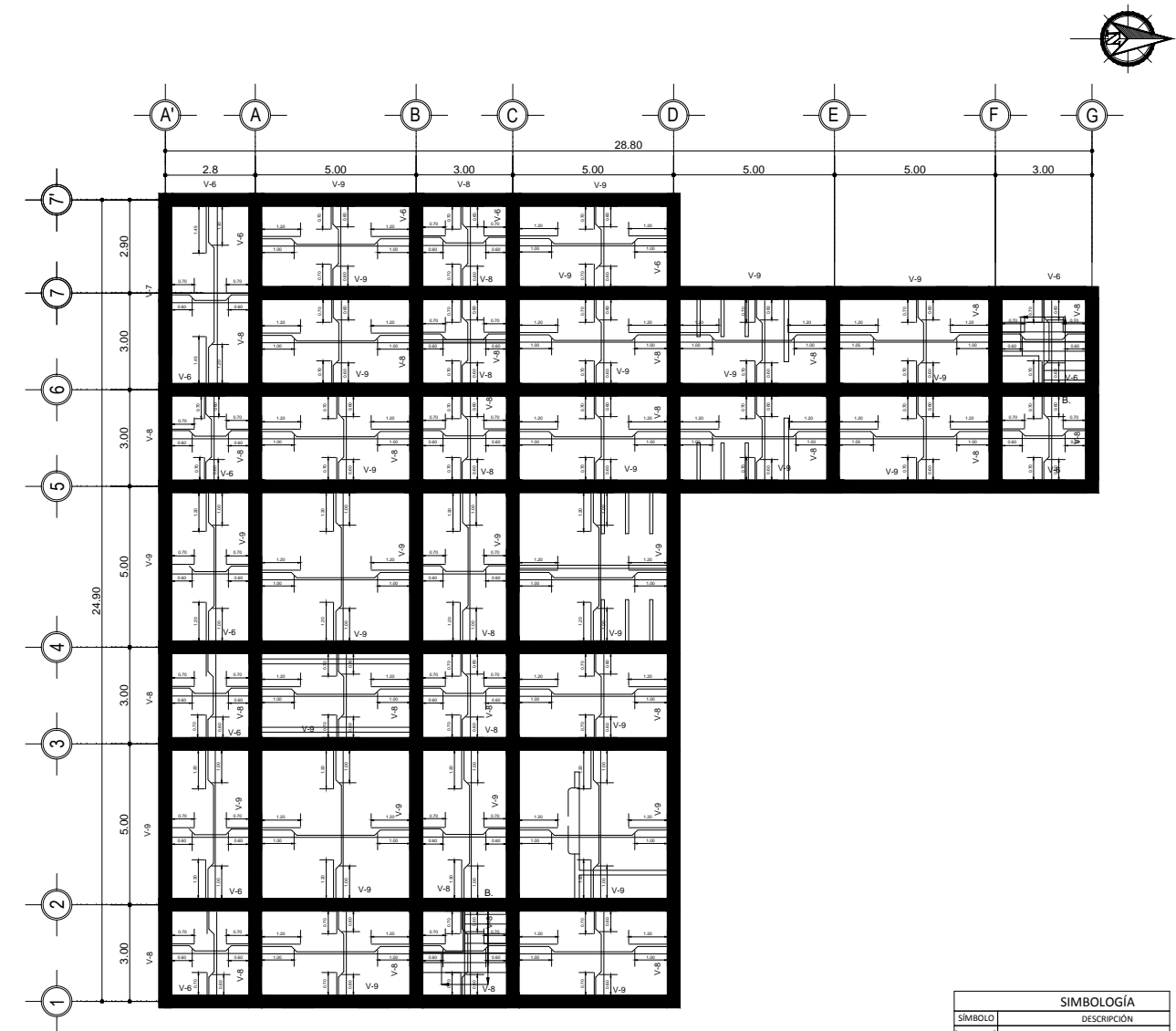
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
1	1.00	2.10	15	MADERA TALLADA
2	2.00	2.10	3	MADERA TALLADA
3	0.80	2.10	19	MADERA
4	0.60	2.00	2	METAL
5	0.65	2.10	25	MADERA

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ALTO	MATERIAL
1	1.00	1.00	2.50	49	1.50	PVC
2	2.60	1.65	2.50	2	0.85	PVC
3	0.80	1.85	2.50	13	0.75	PVC
4	2.60	0.00	2.50	2	2.50	PVC
5	1.00	1.20	2.50	25	1.30	PVC

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
	Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos			
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseña: EPS, Ing. Civil	Hoja: 6	
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibuja: EPS, Ing. Civil	15	
Contenido: PLANTA DE ACABADOS		Escala: Indicada	Fase: ARQ.	
Fecha: Septiembre 2013				



PRIMER NIVEL -VIGAS Y LOSAS



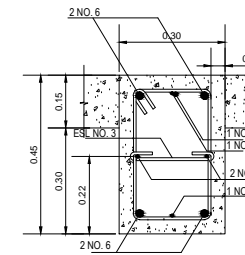
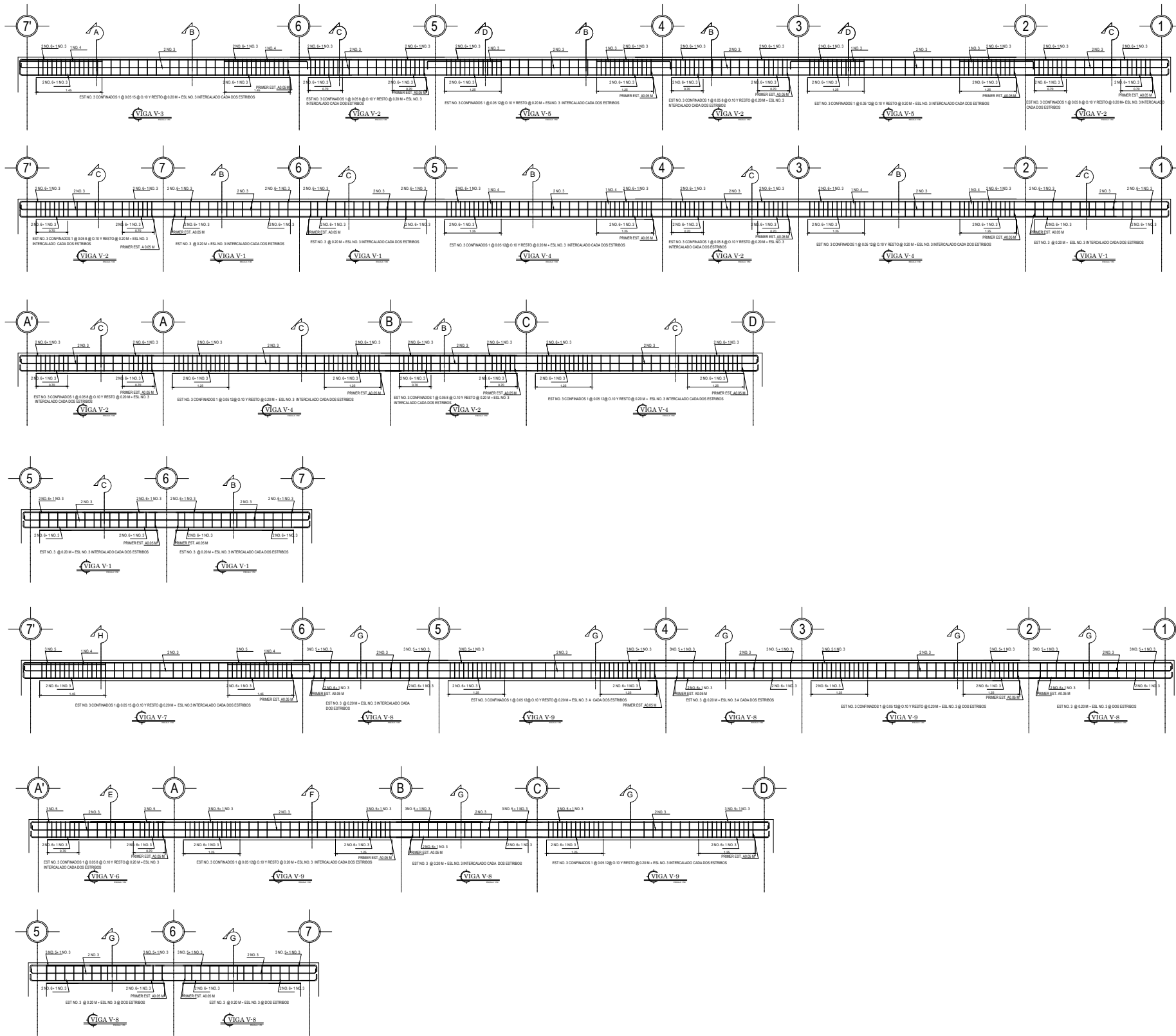
SEGUNDO NIVEL -VIGAS Y LOSAS

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BASTON NO. 4 @ 0.30 M
	TENSION NO. 4 @ 0.30 M
	RIEL NO. 4 @ 0.30 M
	VIGA TIPO

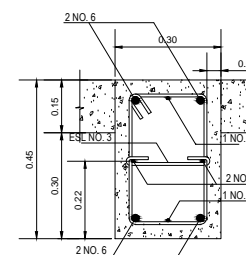
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO DE LOSAS METODO 3 ACI 318-08S
 ESPESOR DE LOSA = 0.15 M
 TENSION # 4 @ 0.30 M (L1 + DOBLEZ A 15°)
 BASTON # 4 @ 0.30 M (L2)
 RIEL # 4 @ 0.30 CORRIDO

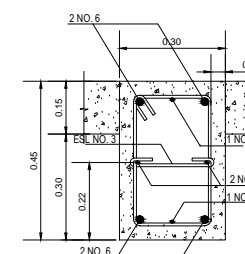
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>				<p>SAN MARCOS</p>
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos				
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 7 15	
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil		
		Calculo: EPS, Ing. Civil		
Contenido: PLANTA DE VIGAS Y LOSAS		Escala: Indicada	Fase: EST.	
		Fecha: Septiembre 2013		
Vo.Bo. Asesor de EPS Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz		Vo.Bo. Encargado DMP		



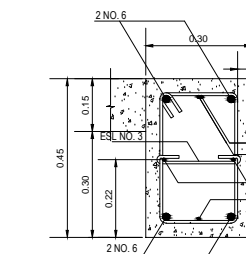
SECCION A
ESCALA: 1/10



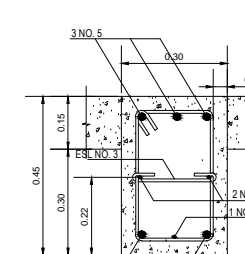
SECCION B
ESCALA: 1/10



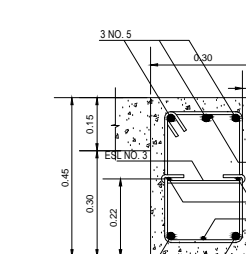
SECCION C
ESCALA: 1/10



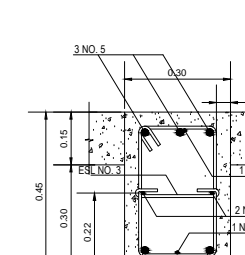
SECCION D
ESCALA: 1/10



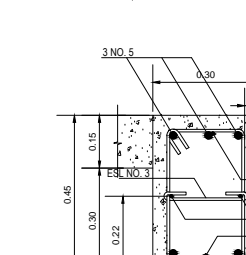
SECCION E
ESCALA: 1/10



SECCION F
ESCALA: 1/10



SECCION G
ESCALA: 1/10

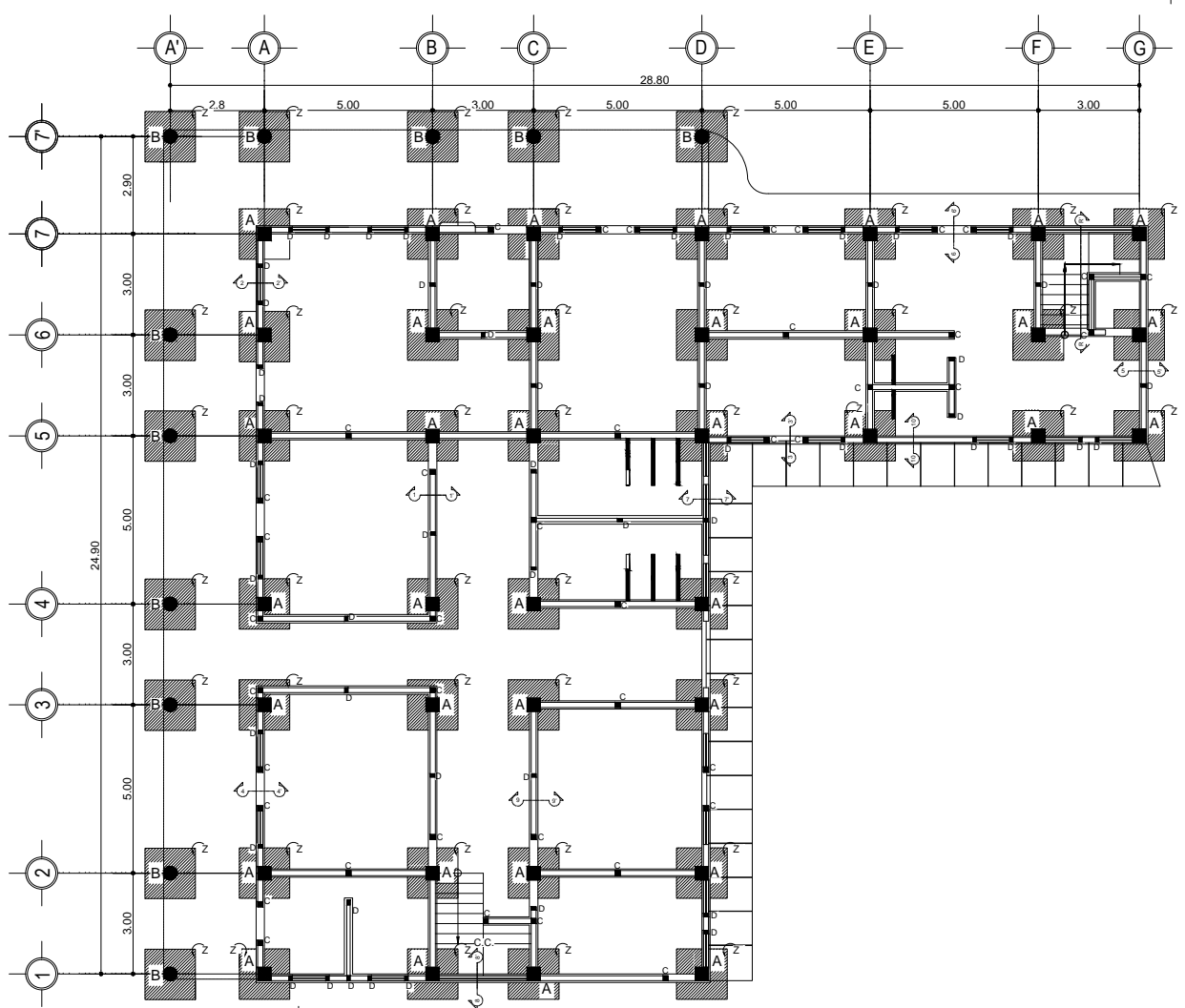


SECCION H
ESCALA: 1/10

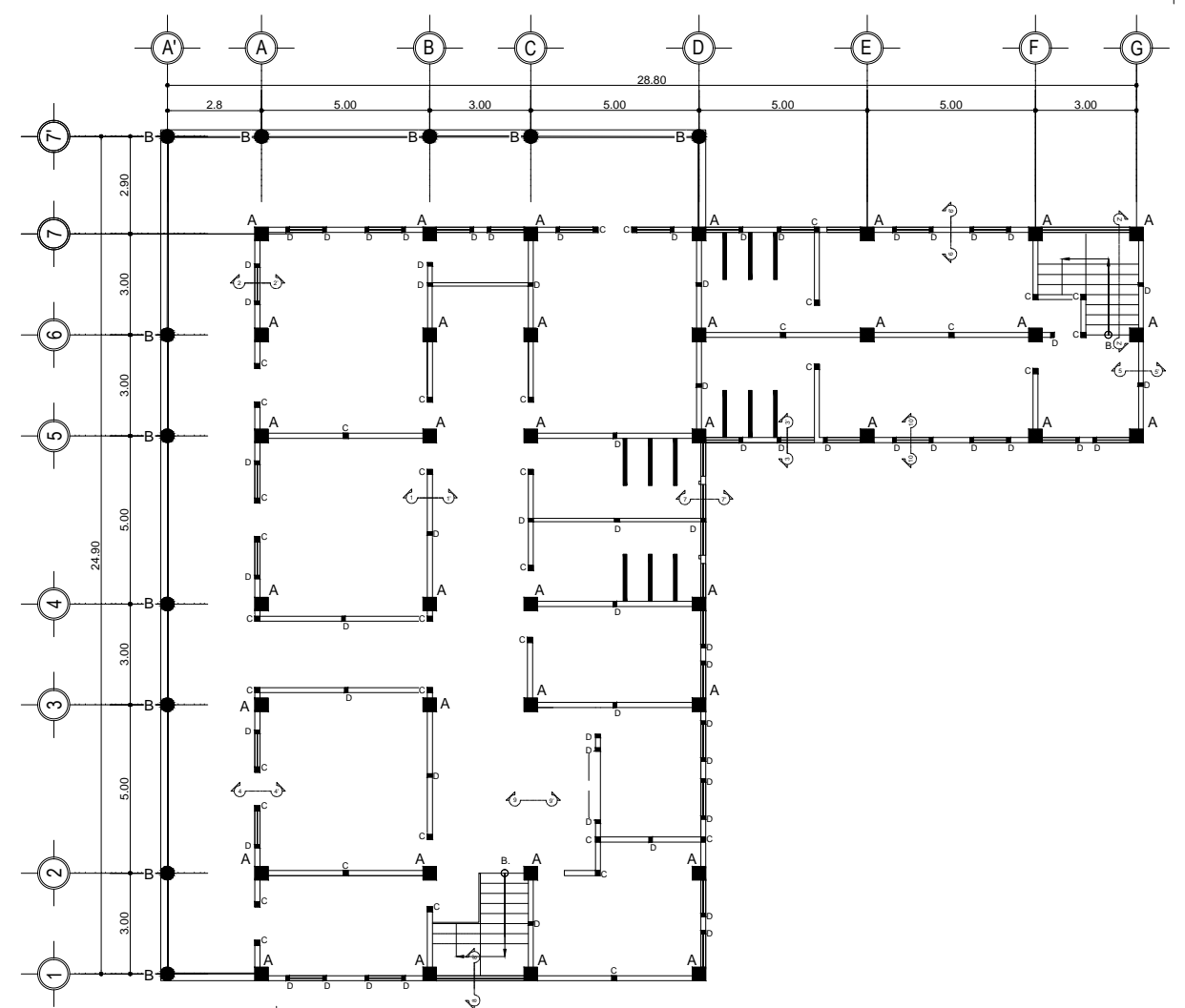
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO DE LOSAS METODO 3 ACI 318-08
 ESPESOR DE LOSA $t = 0.15$ M
 TENSION $f_c = 4$ @ 0.30 M (1/4 + DOBLEZ A 45°)
 BASTON # 4 @ 0.30 M EL.30
 BIEL # 4 @ 0.30 CORRIDO

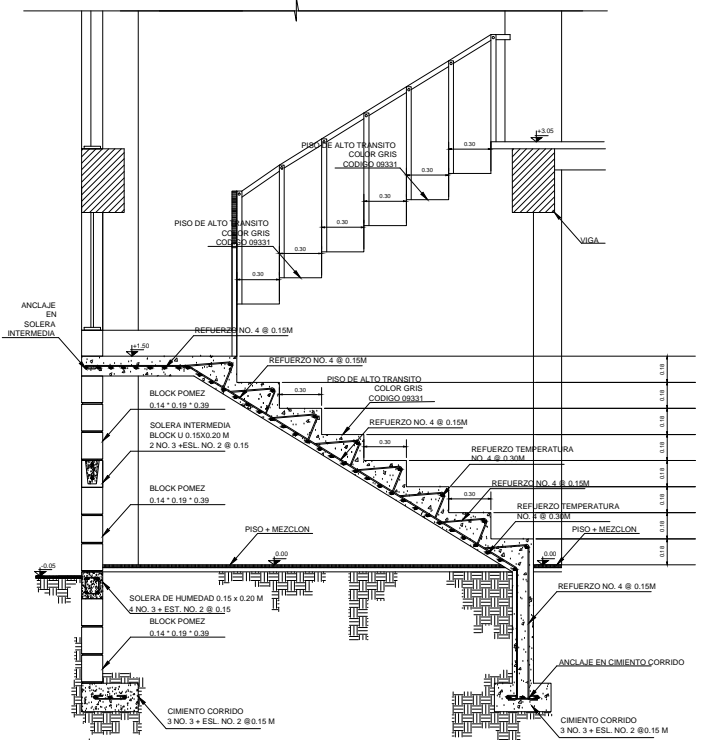
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p> <p>Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos</p>			
Epesista: Andrea Rivera Rolán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 8
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujó: EPS, Ing. Civil	15
Contenido: DETALLES DE VIGAS		Calculó: EPS, Ing. Civil	Fase: EST.
		Escala: Indicada	Fecha: Septiembre 2013
Vo.Bo. Asesor de EPS Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz		Vo.Bo. Encargado DMP	



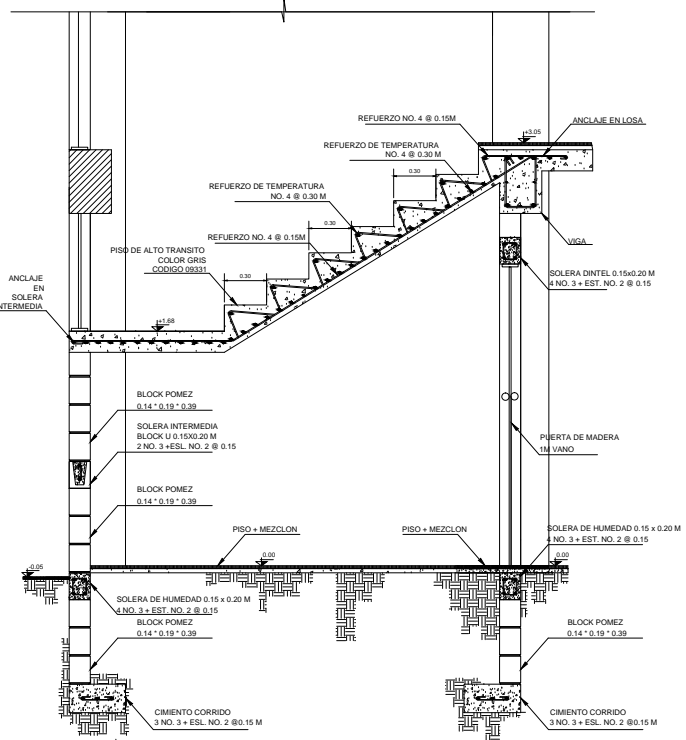
PRIMER NIVEL - CIMIENTOS Y COLUMNAS



SEGUNDO NIVEL - CIMIENTOS Y COLUMNAS





DETALLE DE GRADAS SECCION R-R'

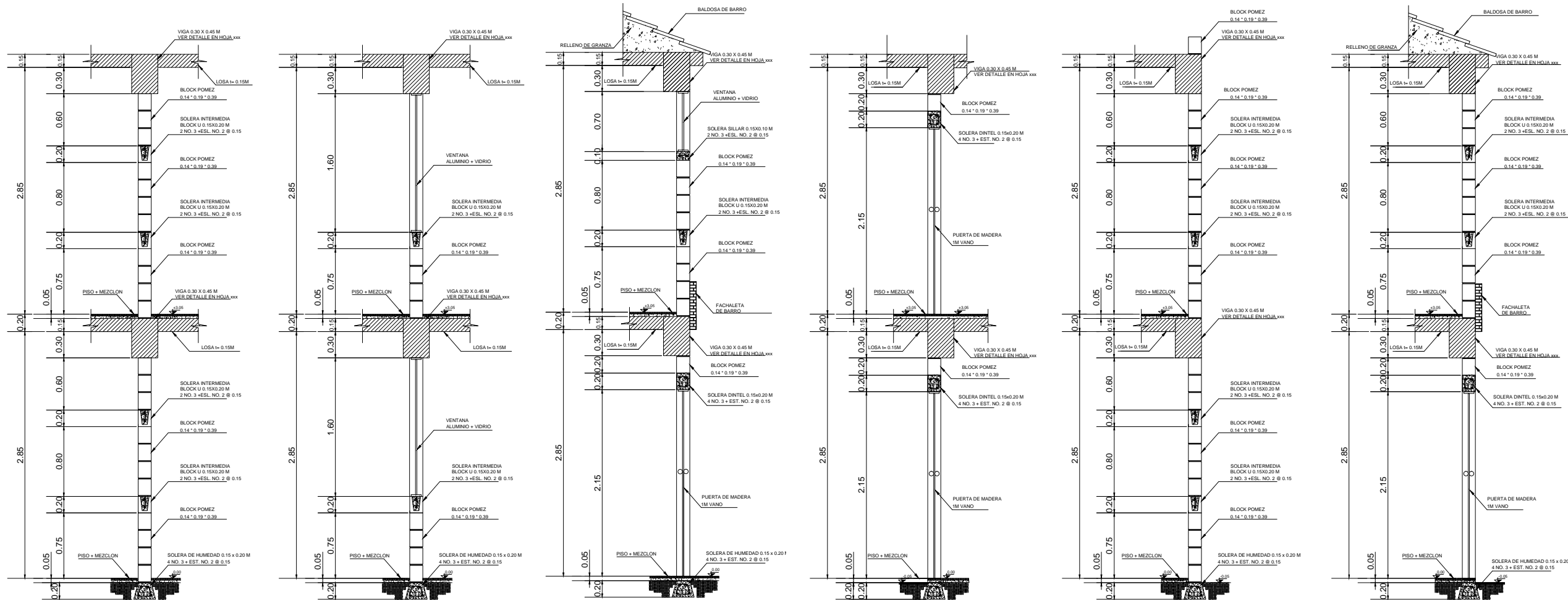


DETALLE DE GRADAS SECCION Z-Z'

NOTA:
VER DETALLES ESTRUCTURALES Y CORTES DE MURO EN HOJA NO. 15 DE FASE ESTRUCTURAL.

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
C.C.	CIMENTO CORRIDO
Z	INDICA ZAPATA
A	COLUMNA TIPO
—	INDICA MURO TABIQUE
↔	INDICA CORTE EN MURO

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos		
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil
		Calculo: EPS, Ing. Civil
Contenido: PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS		Fecha: Septiembre 2013
		Fase: EST.



CORTE 1-1'
ESCALA: 1/25

CORTE 2-2'
ESCALA: 1/25

CORTE 3-3'
ESCALA: 1/25

CORTE 4-4'
ESCALA: 1/25

CORTE 5-5'
ESCALA: 1/25

CORTE 6-6'
ESCALA: 1/25

MATERIALES

CEMENTO PORTLAND:
PARA USO GENERAL EN LA CONSTRUCCION 4000 PSI, QUE CORRESPONDEN A UNA RESISTENCIA MINIMA DE 28 DIAS. LOS LOCALES DE ALMACENAJE DE CEMENTO DEBEN SER SITIOS ADECUADOS EN LOS QUE ESTEN LIBRES DE LLUVIA Y HUMEDAD.

AGREGADO FINO:
EN ESTE CASO ARENA DE RIO, LA CUAL PROCEDE DE DEPOSITOS DE RIOS, POR LO QUE DEBE ESTAR LIBRE MAYORMENTE DE CONTAMINANTES Y MATERIALES ORGANICOS, CON EL FIN DE OBTENER UN AGREGADO DE CALIDAD.

AGREGADO GRUESO:
SE UTILIZARA PIEDRIN DE 3/4" Y DE 1/2" EL CUAL PROVIENE DE ROCAS Y DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES, MATERIALES ORGANICOS ARCILLAS U OTRAS SUBSTANCIAS QUE PERJUDICAN LA CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO.

LOS AGREGADOS SON APILADOS SOBRE BASES UNIFORMES LAS CUALES DEBEN DE OPONERSE AL DRENAJE HACIA AFUERA DE LAS PILAS, DEBE EVITARSE EL CONTACTO CON MATERIAL ORGANICO O MALEZAS DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL APILAMIENTO.

AGUA:
EL AGUA PARA MEZCLADO Y CURADO DEL CONCRETO O LAVADO DE AGREGADOS, DEBE SER DE PREFERENCIA POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ACIDOS, SALES, MATERIAL ORGANICO U OTRAS SUBSTANCIAS QUE SEAN PERJUDICIALES PARA EL CONCRETO Y ACERO.

ACERO DE REFUERZO:
ACERO LEGITIMO GRADO CUARENTA, DE LAS DIMENSIONES Y FORMAS INDICADAS EN LA PLANIFICACION, EL MISMO DEBE SER ALMACENADO POR ENCIMA DEL NIVEL DEL TERRENO, SOBRE PLATAFORMAS O SOPORTES DE MADERA U OTRO MATERIAL ADECUADO, Y DEBE SER PROTEGIDO HASTA DONDE SEA POSIBLE CONTRA DAÑOS MECANICOS Y DETERIORO SUPERFICIAL.

BLOCK PÓMEZ Y BLOCK U:
DE DIMENSIONES 0.14X0.19X0.39, DE ARENA Y CEMENTO, CON UNA RESISTENCIA MINIMA DE 50 KG/CM²

MORTERO:
PARA LA UNION DE BLOCK Y JUNTAS ENTRE MUROS Y COLUMNAS SERA SABIETA DE PROPORCION 1:1 (1 PARTE DE CEMENTO Y UNA DE ARENA).

FORMALETA:
SERA DE MADERA, LO SUFICIENTEMENTE RIGIDA PARA EVITAR DEFORMACIONES DURANTE EL FRAGUADO DEBIDO AL PESO DEL CONCRETO O CARGAS DE TRABAJO DURANTE LA FUNDICION. SERAN COLOCADAS DE UNA MANERA TAL QUE MANTENGAN SU FORMA DURANTE SU USO.

CURADO DEL CONCRETO:
TODO CONCRETO COLOCADO SE PROTEGERA DE RAYOS SOLARES, CORRIENTES DE AGUA Y CUALQUIER AGENTE EXTERIOR QUE PUEDA DAÑARLO. LUEGO DE VERTIDO EL CONCRETO DEBE PERMANECER HUMEDO DURANTE EL FRAGUADO DEL MISMO POR UN TIEMPO NO MENOR A SIETE DIAS.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos			
Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 10
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	15
		Calculo: EPS, Ing. Civil	
Contenido: CORTES DE MURO		Escala: Indicada	Fase: EST.
		Fecha: Septiembre 2013	

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

CARGA MUERTA:
 PESO DEL CONCRETO 2,400 KG/M
 PESO DE ACABADOS 90 KG/M
 PESO DE MUROS 210 KG/M

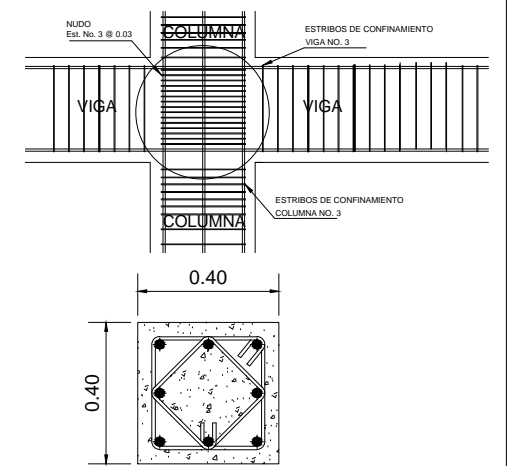
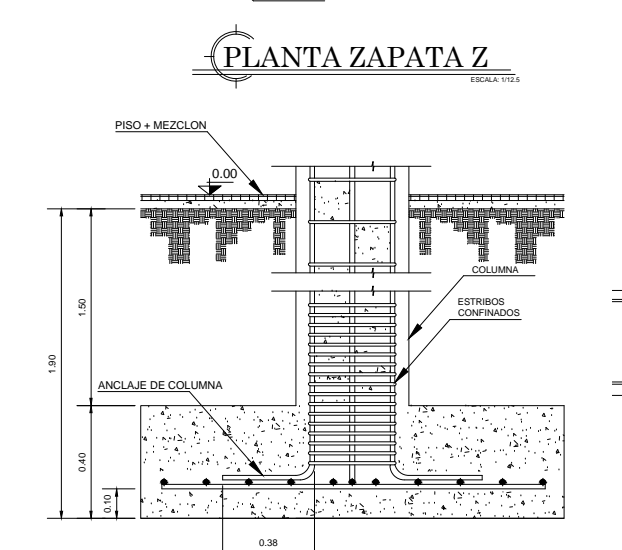
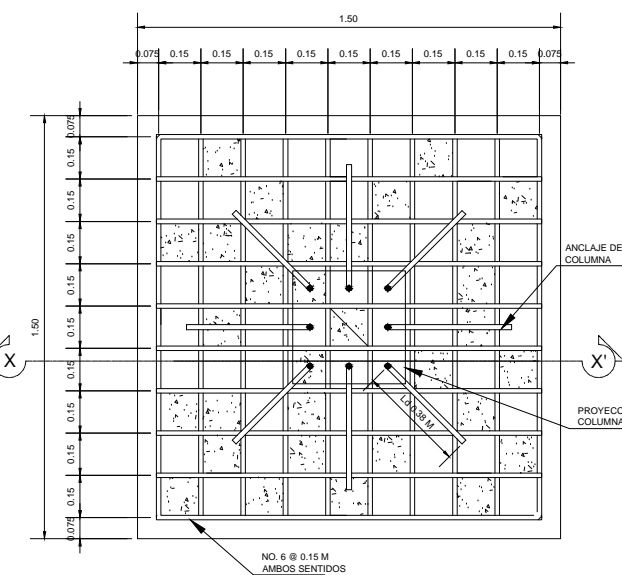
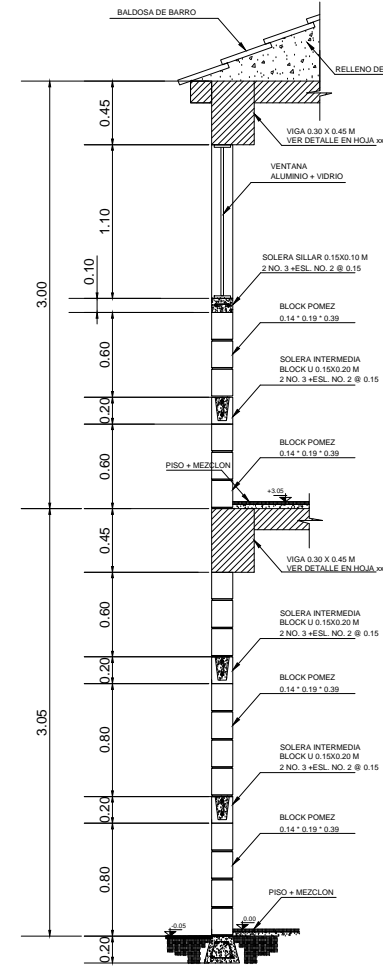
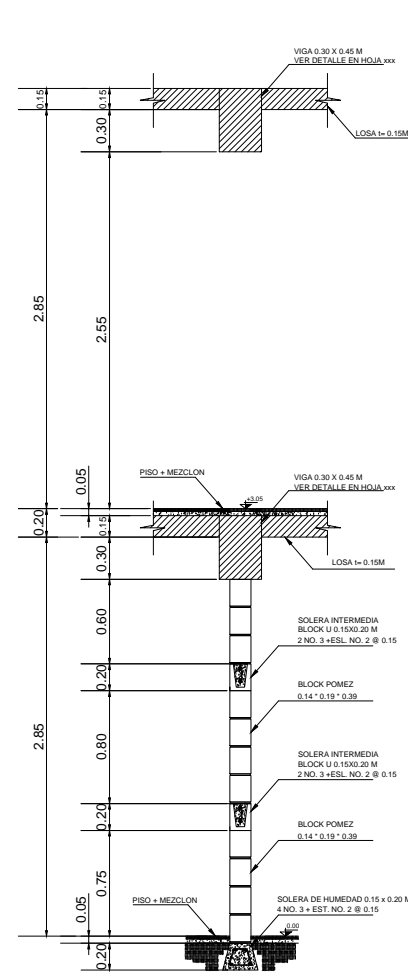
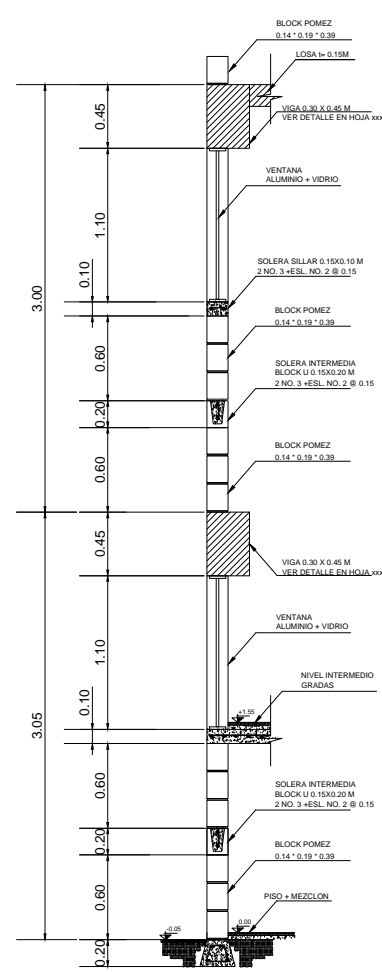
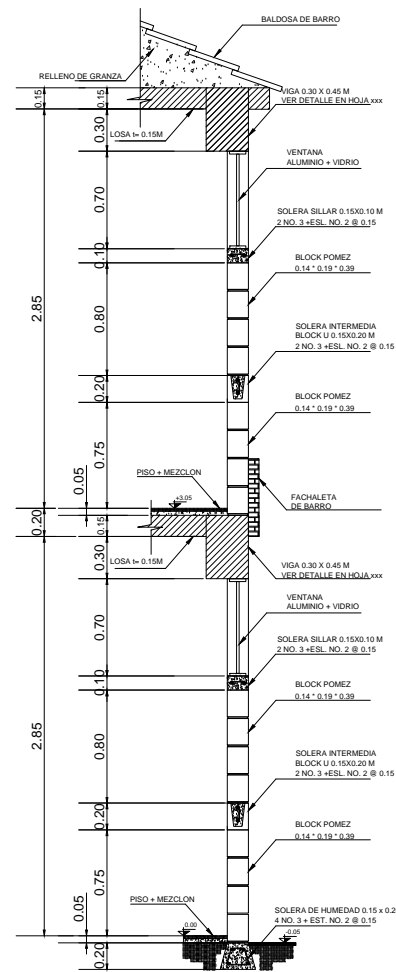
CARGA VIVA
 TECHO 100 KG/M
 OFICINAS 250 KG/M
 PASILLO 400 KG/M

f_y 2,810 KG/CM
 f_c 210 KG/CM
 E_s 2.1 E 8 KG/CM
 E_C 2.19 E 5 KG/CM
 γ CONCRETO 2,400 KG/CM
 γ SUELO 1,710 KG/CM
 q_d 59,540 KG/CM
 V_s 19,900 KG/CM

RECUBRIMIENTOS
 ACI 318-08S
 SECCION 7.7.1

LONGITUD DE DESARROLLO
 ACI 318-08S
 SECCION 7.1
 SECCION 12.11
 SECCION 12.12
 SECCION 12.16.1

GANCHO SISMICO
 ACI 318-08S
 SECCION 21.1



CORTE 7-7'
 ESCALA: 1/25

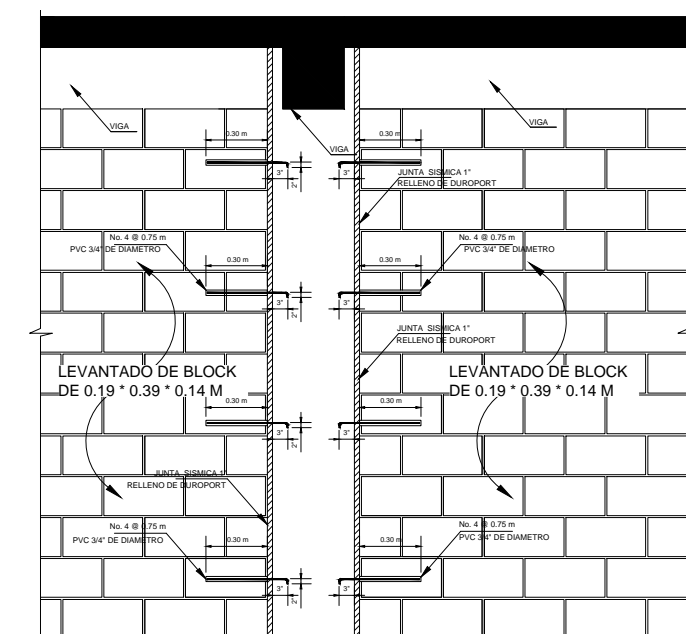
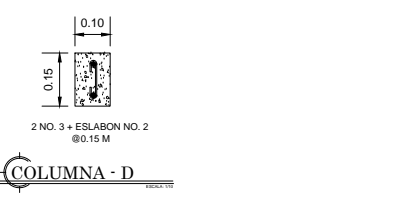
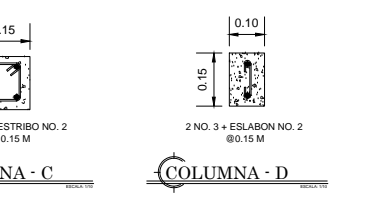
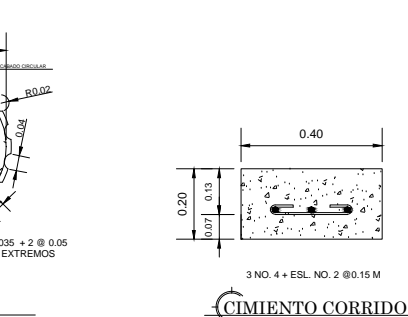
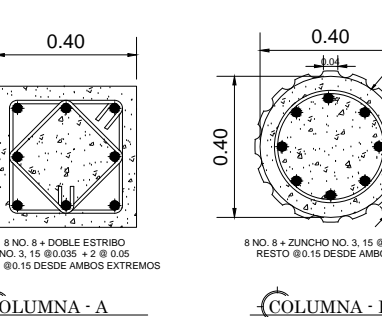
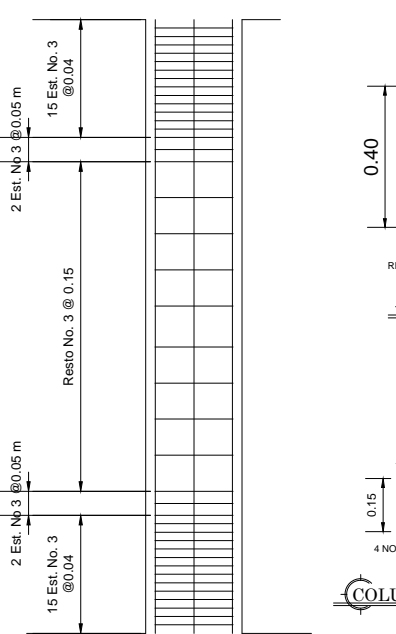
CORTE 8-8'
 ESCALA: 1/25

CORTE 9-9'
 ESCALA: 1/25

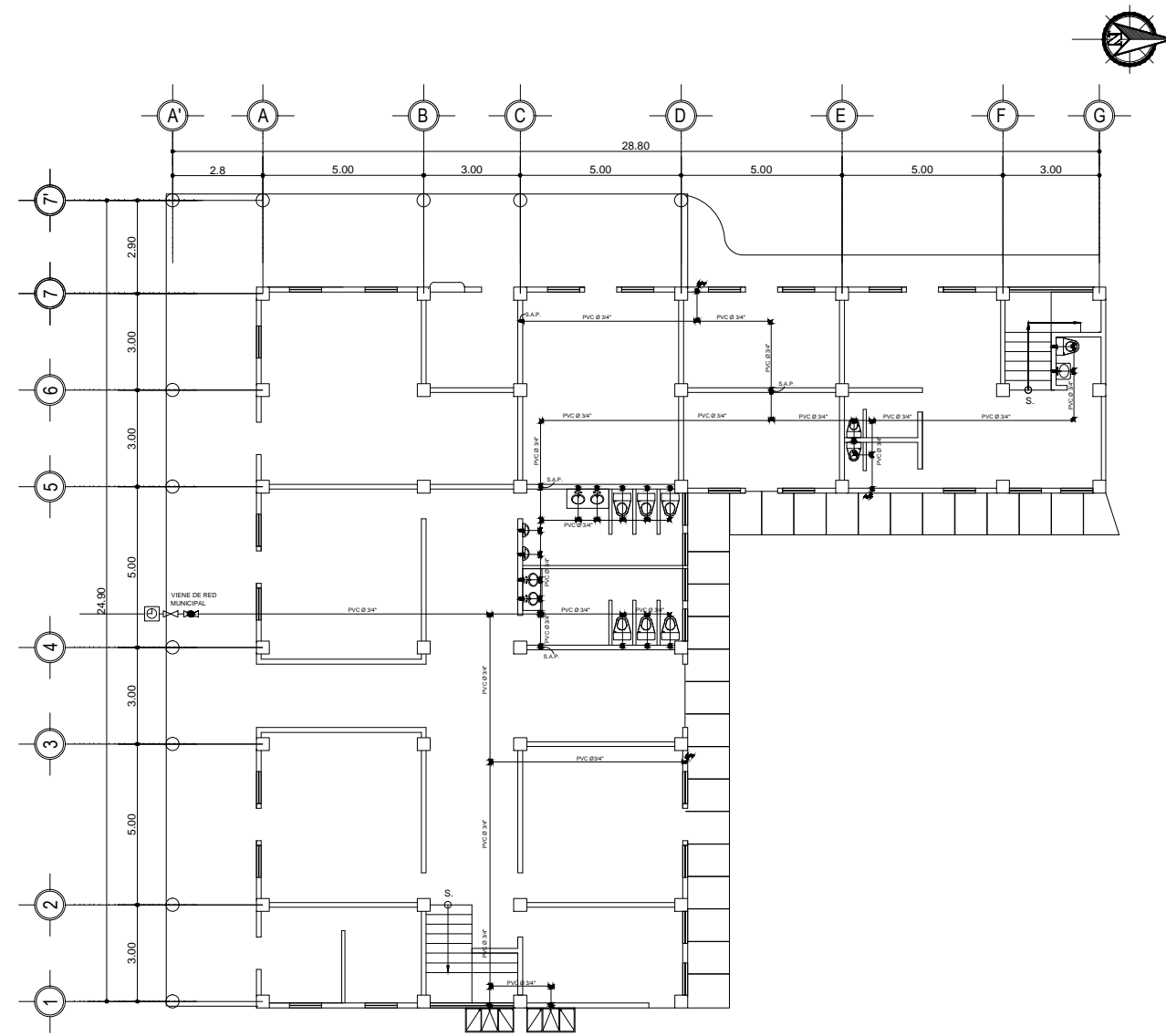
CORTE 10-10'
 ESCALA: 1/25

SECCION X-X'
 ESCALA: 1/12.5

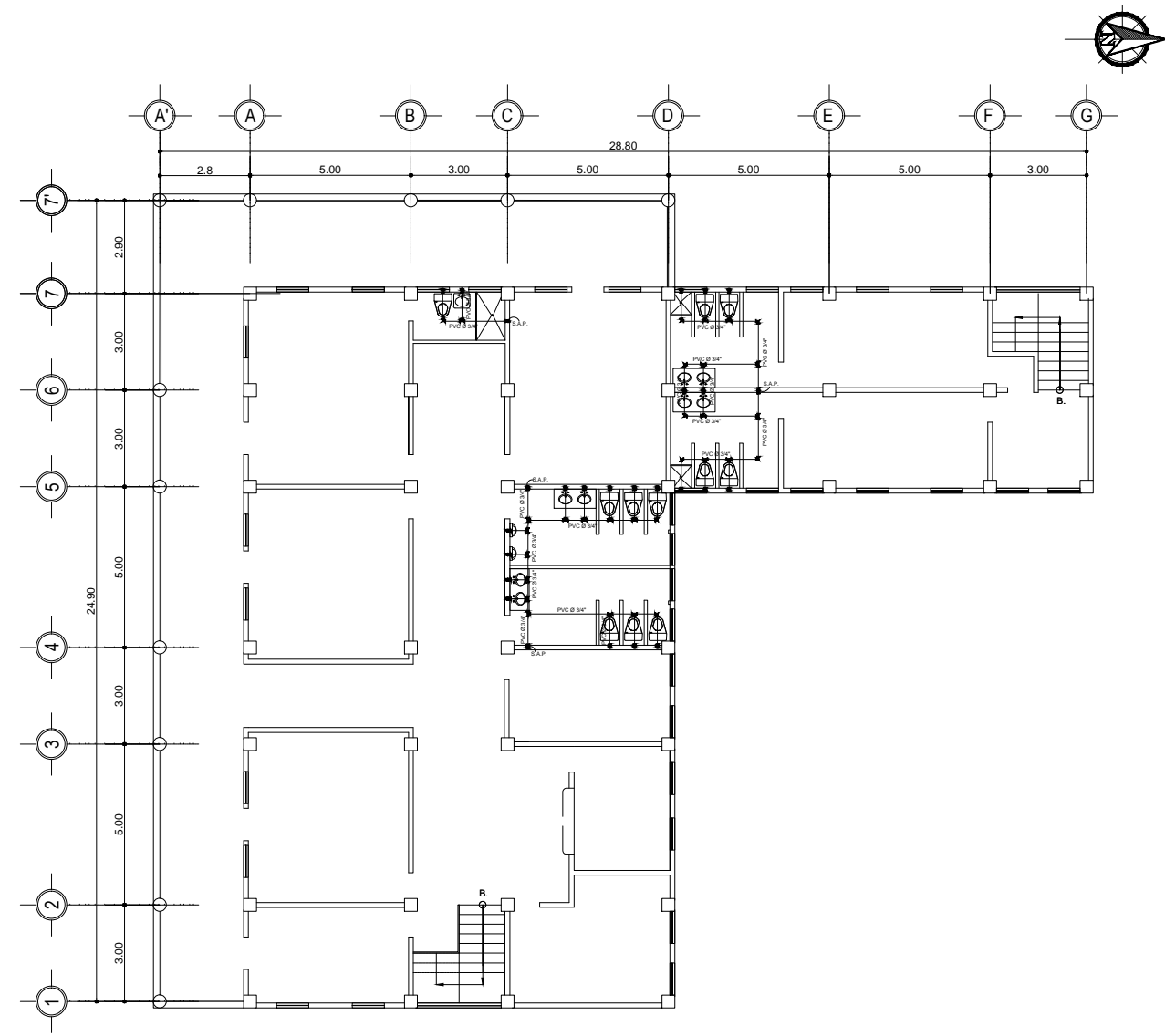
NUDO SISMICO



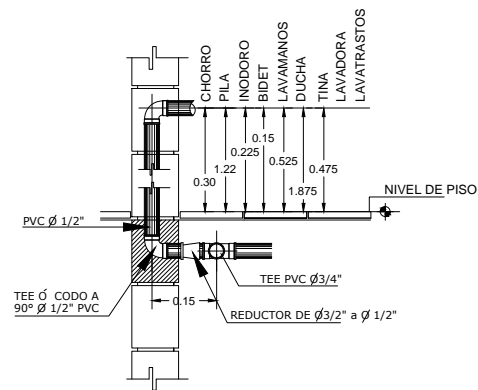
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p> <p>Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos</p>			
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 11
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujó: EPS, Ing. Civil	15
Contenido: CORTES DE MURO Y DETALLES ESTRUCTURALES		Escala: Indicada	Fase: EST.
		Fecha: Septiembre 2013	



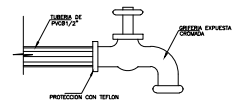
PRIMER NIVEL - AGUA POTABLE



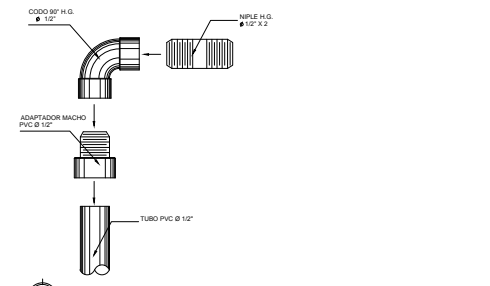
SEGUNDO NIVEL - AGUA POTABLE



CONEXIONES DE ARTEFACTOS SANITARIOS



DETALLE DE GRIFO



DETALLE PARA ACOMETIDA DE ARTEFACTOS

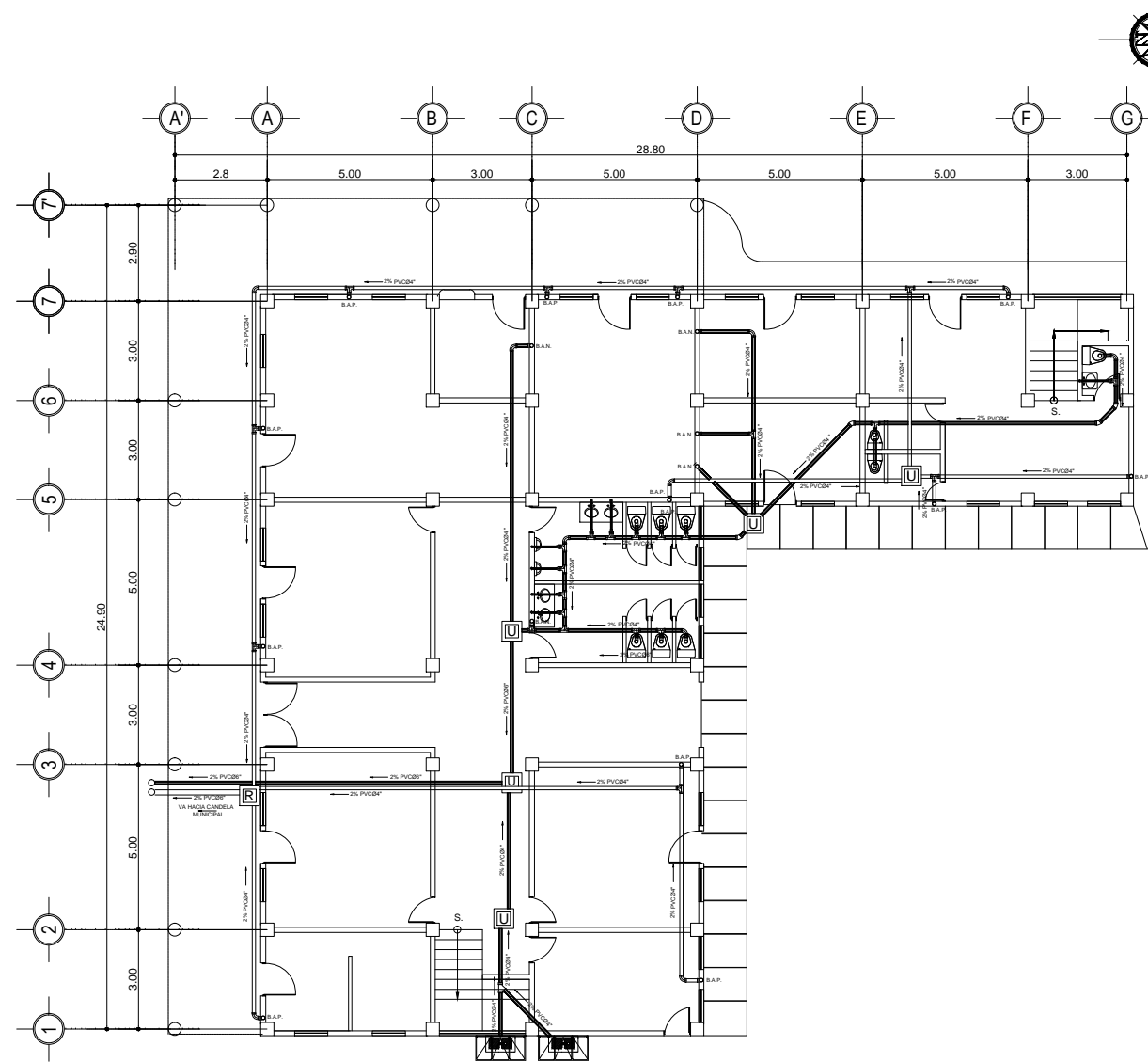
SIMBOLOGÍA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CRUZ DE PVC		CONTADOR DE VOLUMEN DE AGUA DE ϕ 3/4" A ϕ 1/2"
	TE DE PLANTA		VÁLVULA DE BOLA
	TE DE PVC PERFIL		LLAVE CONTROL MANUAL HORIZONTAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
	CODO PVC 90° PLANTA		LLAVE CONTROL MANUAL VERTICAL PARA ARTEFACTOS SANITARIOS
	CODO PVC 90° PERFIL		VÁLVULA DE COMPUERTA O INDICADA
	CODO PVC 45° PERFIL		VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHEQUE
	YE DOBLE PVC 45° PLANTA		VÁLVULA DE PASO
	YE PVC 45° PERFIL		TUBO PVC ϕ 3/4" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE
	GRIFO		TUBO CPVC ϕ 1/2" O INDICADO PARA AGUA CALIENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

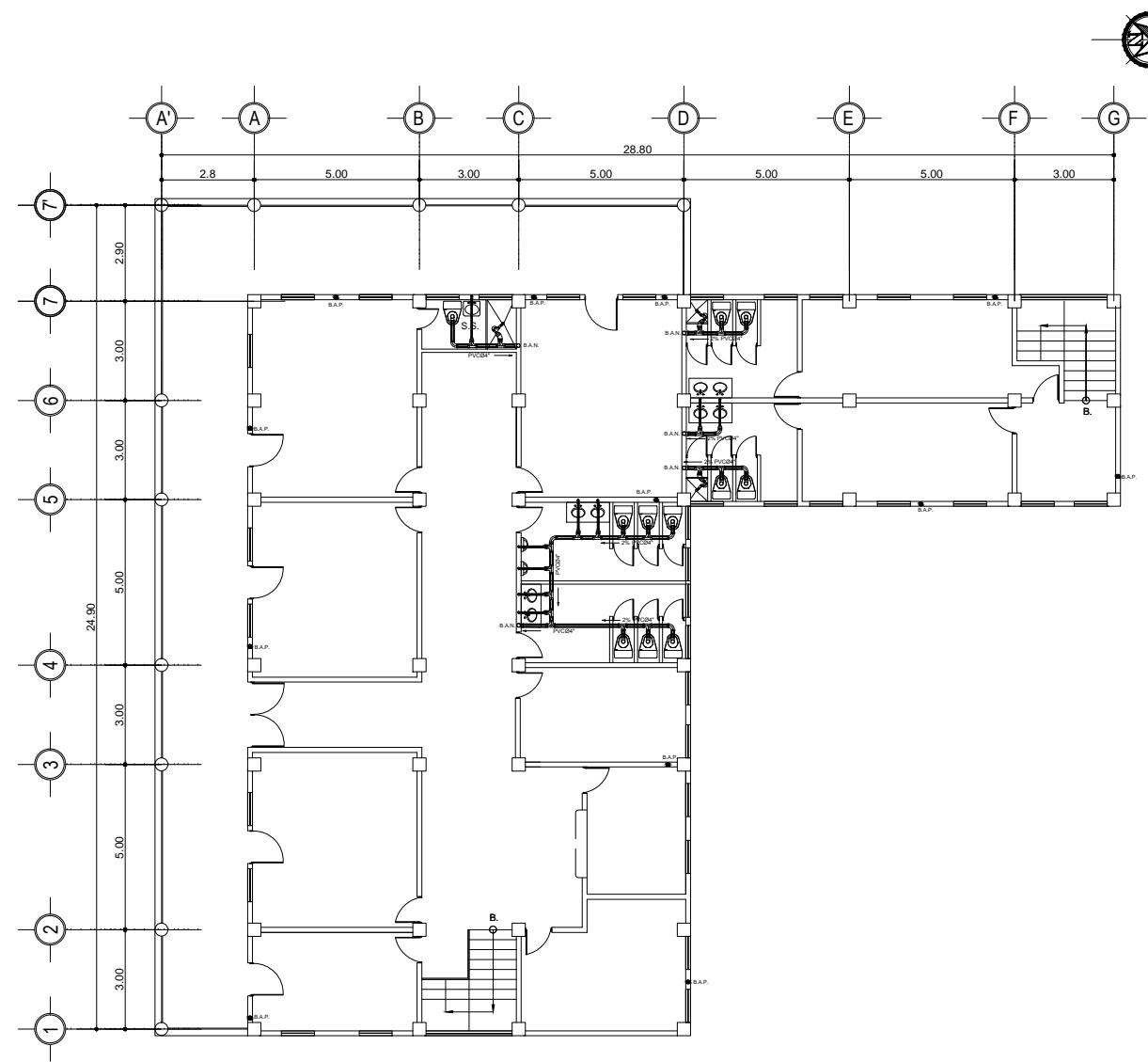
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

Episista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 12
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Calculo: EPS, Ing. Civil	15
Contenido: INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE			Fase: INST.

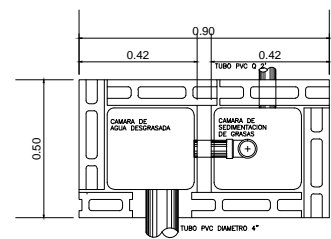
Fecha: Septiembre 2013



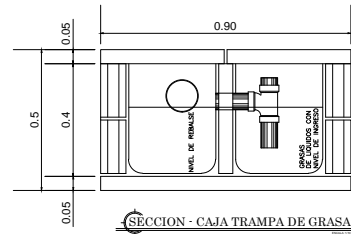
PRIMER NIVEL - DRENAJES



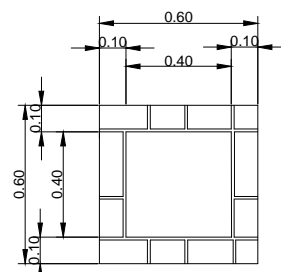
SEGUNDO NIVEL - DRENAJES



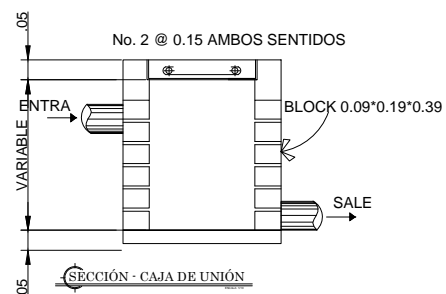
PLANTA - CAJA TRAMPA DE GRASA



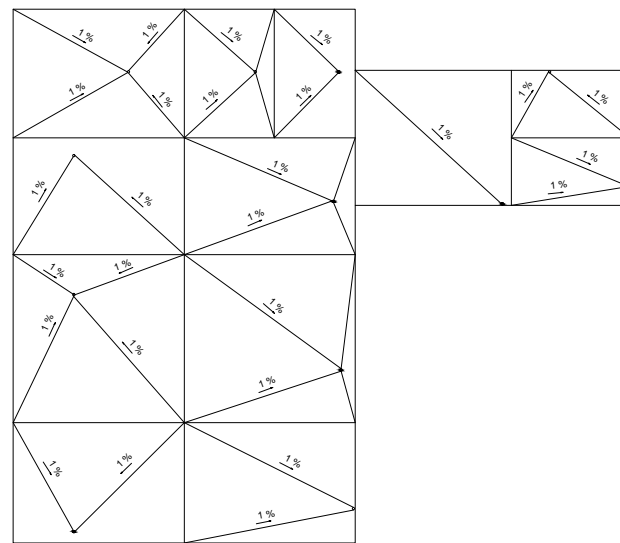
SECCION - CAJA TRAMPA DE GRASA



PLANTA - CAJA DE UNIÓN



SECCION - CAJA DE UNIÓN



PAVIMENTOS



DETALLE B.A.P.

SIMBOLOGIA DE DRENAJES			
	CAJA DE REGISTRO		SIFON TERMINAL
	CAJA TRAMPA DE GRASA		TEE PERFIL
	CAJA DE UNIÓN		TEE PLANTA
	PENDIENTE DE TUBERIA		CODO 90° PLANTA
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL		YEE ELEVACION
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS		CODO 45° ELEVACION
	REDUCTOR DE 4" A 2"		BAJADA DE AGUA PLUVIAL
			BAJADA DE AGUAS NEGRAS
			CONEXION A CANDELA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

Epelista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 13
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	15
		Calculo: EPS, Ing. Civil	

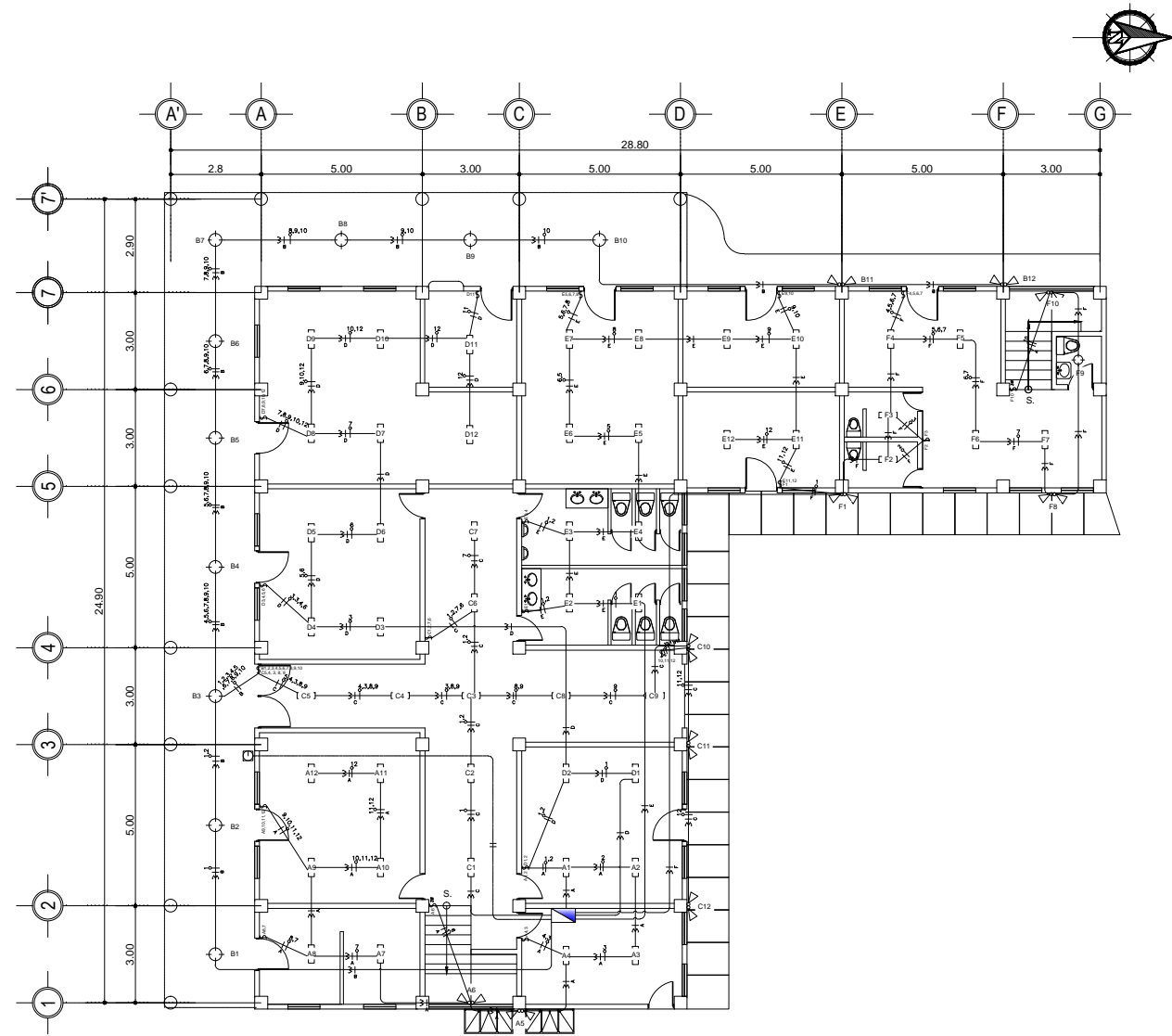
Contenido: INSTALACION DE DRENAJES

Fecha: Septiembre 2013

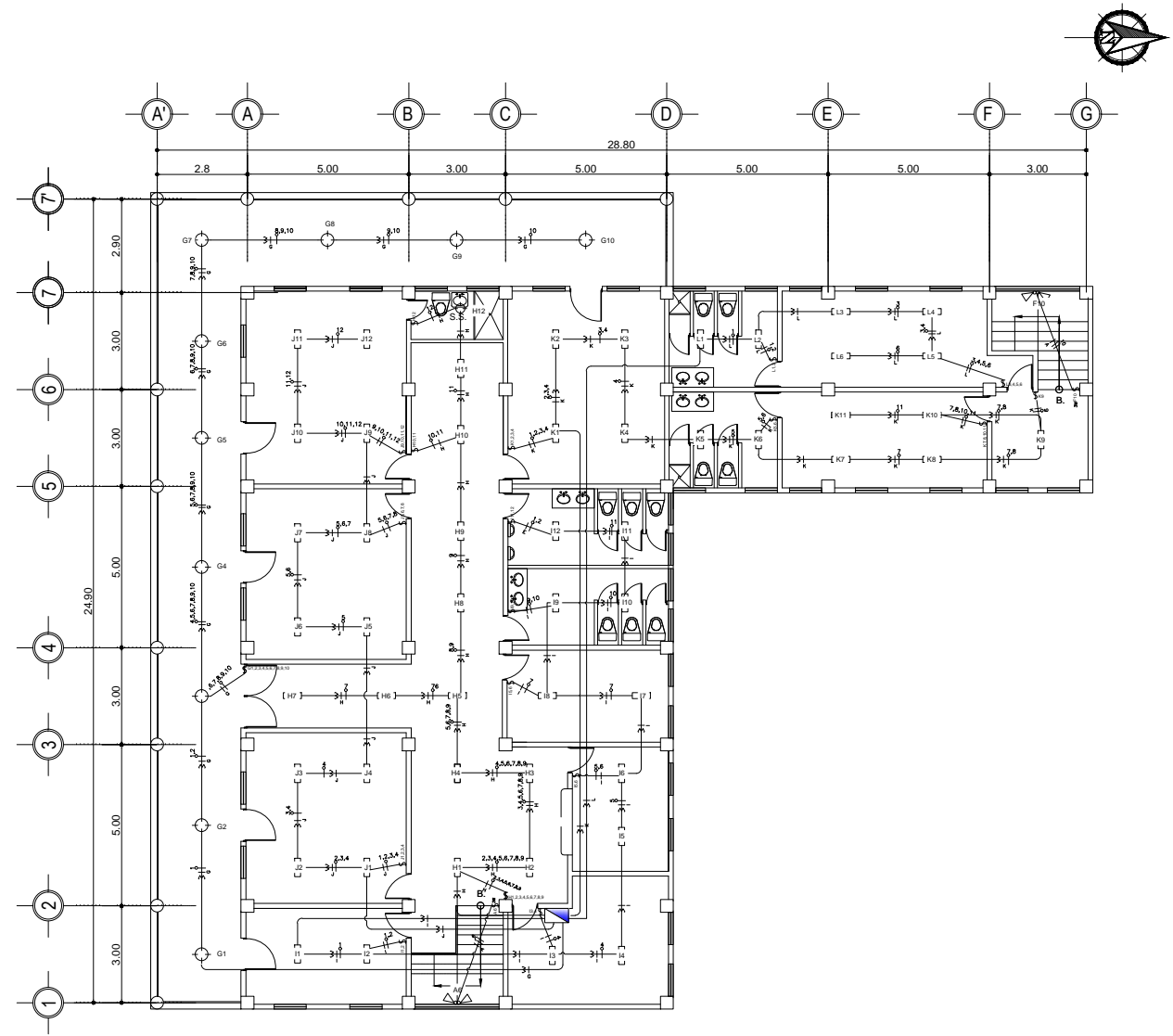
Fase: INST.

Vo.Bo. Asesor de EPS
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz

Vo.Bo.
 Encargado DMP



PRIMER NIVEL - ILUMINACIÓN



SEGUNDO NIVEL - ILUMINACIÓN

SIMBOLOGIA DE ILUMINACIÓN			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	ILUMINACION EN CIELO		INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	ILUMINACION PARED		INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.
	ILUMINACION PARED (REFLECTORES)		INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.
	LINEA NEUTRAL CALIBRE 12		INTERRUPTOR THREE WAY(3 VIAS) SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.
	PUENTE CALIBRE 12		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.
	LINEA VIVA CALIBRE 12		CONTADOR H=2.7 S.N.B.T.
	LINEA DE RETORNO CALIBRE 12		TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN PARED
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN LOSA		TUBO PVC ELÉCTRICO Ø 3/4" EMPOTRADO EN PISO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO



Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos

Epesista: Andrea Rivera Roldán
Carné: 2009-14932

Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez

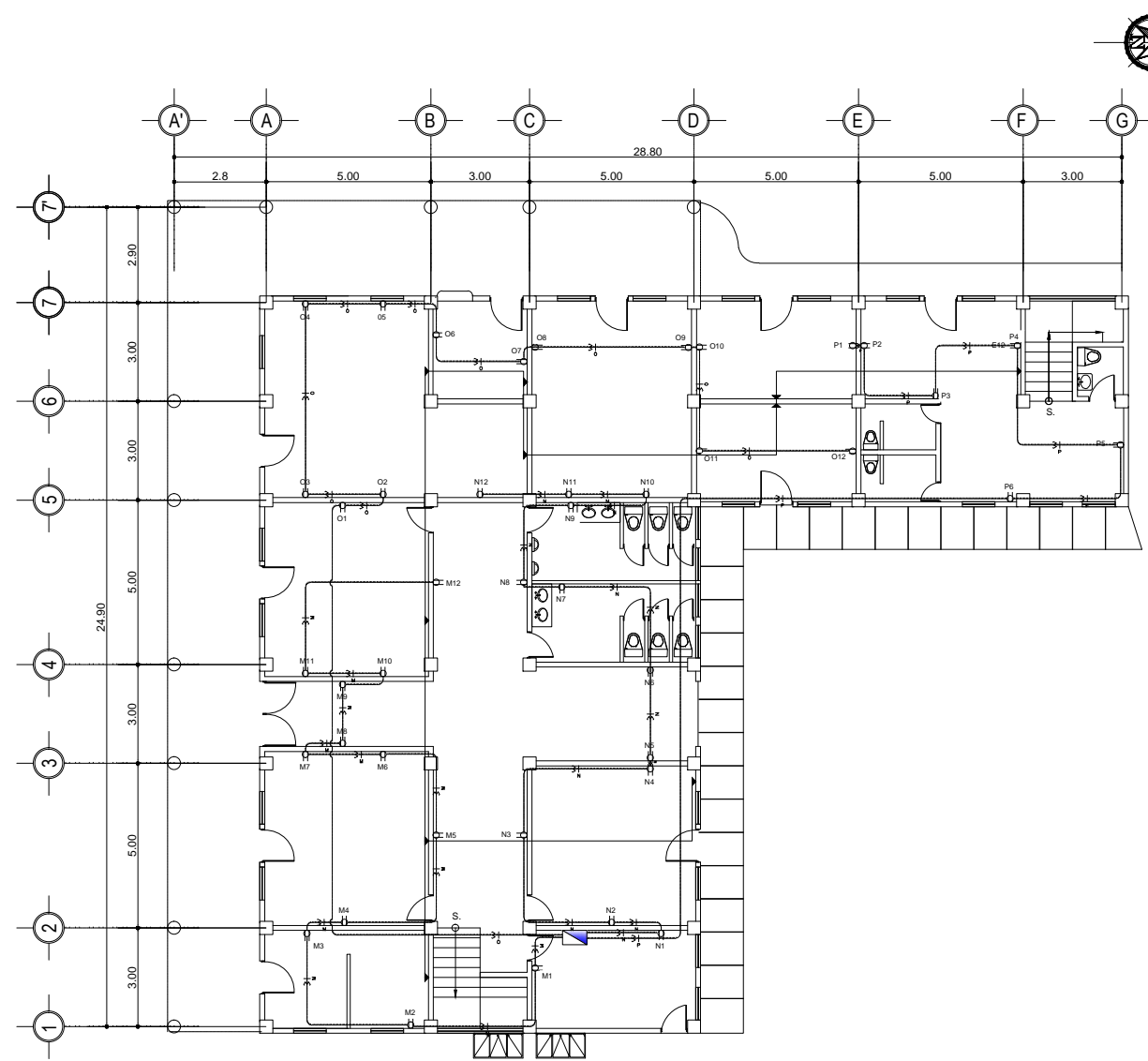
Contenido: ILUMINACIÓN

Diseño: EPS, Ing. Civil
Dibujo: EPS, Ing. Civil
Cálculo: EPS, Ing. Civil

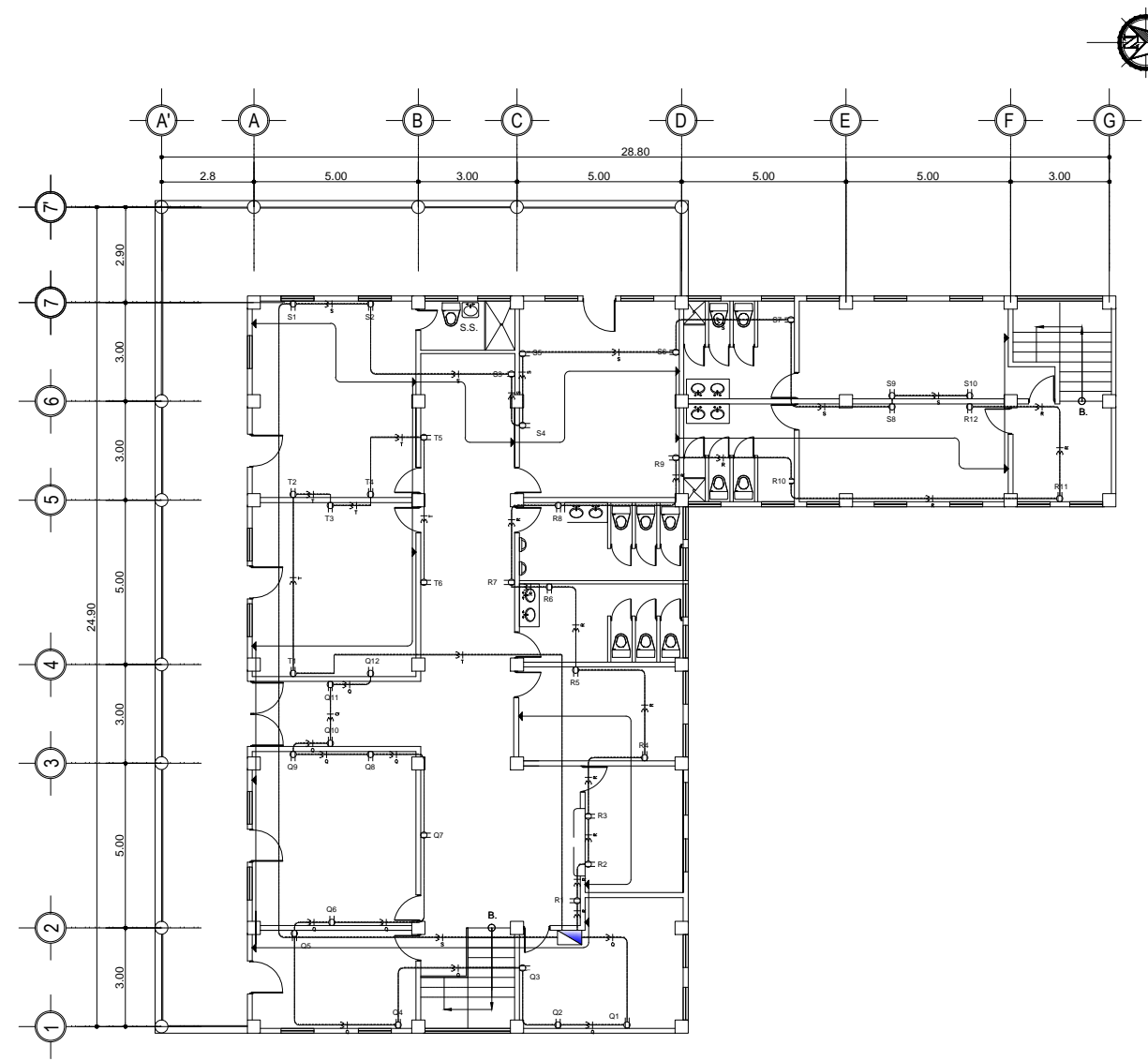
Escala: Indicada
Fecha: Septiembre 2013

Hoja: 14
15

Fase: INST.



PRIMER NIVEL - FUERZA



SEGUNDO NIVEL - FUERZA

SIMBOLOGÍA DE FUERZA			
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 240 V. H=0.30 S.N.P.T.
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMA DE TELEFONO, TV Y CABLE
	LÍNEA DE TIERRA CALIBRE 12 TW O INDICADO		TOMACORRIENTE SIMPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	POLIDUCTO ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	POLIDUCTO ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		TOMACORRIENTE TRIPLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.
	POLIDUCTO ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
Comunidad: San Antonio Sacatepéquez, San Marcos					
Epesista: Andrea Rivera Roldán	Carné: 2009-14932	Diseño: EPS, Ing. Civil	Hoja: 15		
Proyecto: Edificio Municipal San Antonio Sacatepéquez		Dibujo: EPS, Ing. Civil	Hoja: 15		
		Calculo: EPS, Ing. Civil			
Contenido: FUERZA		Escala: Indicada	Fase: INST.		
		Fecha: Septiembre 2013			
Vo.Bo. Asesor de EPS Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz			Vo.Bo. Encargado DMP		