



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

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Belman Arnoldo Velásquez Martínez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

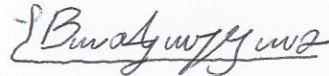
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Portillo España
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 26 de julio de 2017.



Belman Arnoldo Velásquez Martínez



Guatemala, 27 de septiembre de 2017
Ref.EPS.DOC.680.09.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Belman Arnoldo Velásquez Martínez, Registro Académico 201122908 y CUI 2136 93984 0310**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.**

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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



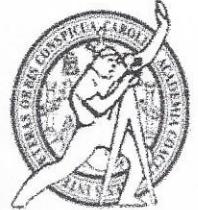
c.c. Archivo
MAAO/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
05 de febrero de 2018

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 DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Belman Arnoldo Velásquez Martínez, con Registro Estudiantil No. 201122908, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 06 de febrero de 2018
REF.EPS.D.44.02.18

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 DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Belman Arnoldo Velásquez Martínez, Registro Académico 201122908 y CUI 2136 93984 0310**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Belman Arnoldo Velásquez Martínez titulado **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2018

/mrrm.

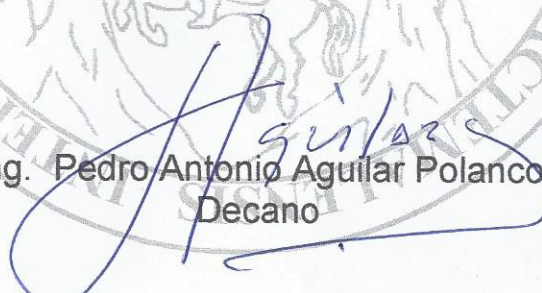


Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN BÁSICA, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Belman Arnoldo Velásquez Martínez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, marzo de 2018



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la fuerza, voluntad y sabiduría para cumplir este sueño.
- Mis padres** Arnoldo Velásquez y Flor Martínez, por creer siempre en mí, por su esfuerzo y sacrificio, además de haber obrado todavía más allá de lo que dicta el deber de padres al darme la oportunidad de estudiar y alcanzar una licenciatura más.
- Mis hermanos** Dilsy, Laura, y Kevin Velásquez Martínez, por su amor, apoyo y ánimos brindados a lo largo de la carrera y por ser los mejores ejemplos en perseverancia y pericia.
- Mi tío** Ing. Byron Velásquez, por instruirme como a un hijo, además de ser mi mentor y enseñarme a planificar y alcanzar nuevas metas.
- Mi familia** Abuelos, tíos y primos, por brindarme su cariño, motivación y apoyo para seguir adelante.
- Mis amigos** Por su amistad, cariño y por todas esas alegrías compartidas que nunca olvidaré.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Alma máter que me abrió sus puertas para realizar una carrera universitaria.

Facultad de Ingeniería

Por haber sido la proveedora de todos los conocimientos que me servirán a lo largo de la vida.

Ing. Manuel Arrivillaga

Por su asesoría durante el desarrollo de mi trabajo de graduación.

**Municipalidad de Mag-
dalena Milpas Altas**

Por haberme brindado la oportunidad de realizar mi proyecto de graduación y por los nuevos conocimientos adquiridos.

**La Dirección Municipal
de Planificación de la
Municipalidad de
Magdalena M.A.**

Por compartir sus conocimientos a lo largo del desarrollo de mi proyecto de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Magdalena Milpas Altas.....	1
1.1.1. Datos históricos	1
1.1.2. Localización geográfica	2
1.1.3. Rutas de acceso	3
1.1.4. Situación demográfica	3
1.1.5. Aspectos climáticos	3
1.2. Características socioeconómicas	4
1.2.1. Uso de la tierra	4
1.2.2. Agricultura.....	4
1.2.3. Actividad pecuaria	5
1.3. Características de infraestructura	6
1.3.1. Servicios existentes	6
1.3.2. Agua potable.....	7
1.3.3. Drenajes	7
1.3.4. Calles.....	7
1.4. Aspectos de educación.....	8
1.5. Aspectos de salud	8

2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de edificio para educación básica	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Investigación preliminar.....	9
2.1.2.1.	Terreno disponible.....	9
2.1.2.2.	Estudio de suelos	10
2.1.2.2.1.	Ensayo de compresión triaxial	10
2.1.2.2.2.	Granulometría	14
2.1.2.2.3.	Límites de atterberg	14
2.1.3.	Diseño arquitectónico.....	15
2.1.4.	Distribución de ambientes	15
2.1.5.	Normativos y especificaciones	17
2.1.6.	Análisis estructural	18
2.1.6.1.	Predimensionamiento de losas	18
2.1.6.2.	Predimensionamiento de vigas	20
2.1.6.3.	Predimensionamiento de columnas	21
2.1.6.4.	Predimensionamiento de cimiento	23
2.1.6.5.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles.....	25
2.1.6.6.	Integración de cargas verticales.....	25
2.1.6.6.1.	Carga viva	26
2.1.6.6.2.	Carga muerta	28
2.1.6.7.	Integración de cargas horizontales.....	34
2.1.6.7.1.	Carga de sismo	34
2.1.6.8.	Análisis de marcos dúctiles	50
2.1.6.8.1.	Análisis estructural por medio del método numérico de Kani	51

	2.1.6.8.2.	Comparación de resultados entre el método numérico Kani y el software ETABS.....	57
	2.1.6.8.3.	Diagrama de momentos en los marcos dúctiles.....	59
	2.1.6.8.4.	Envolvente de momentos.....	66
	2.1.6.8.5.	Diagrama de cortes últimos	70
2.1.7.		Diseño estructural.....	75
	2.1.7.1.	Diseño de losas	75
	2.1.7.2.	Diseño de vigas	90
	2.1.7.3.	Diseño de columnas	100
	2.1.7.4.	Diseño de cimentación	121
	2.1.7.4.1.	Zapata aislada concéntrica	121
	2.1.7.4.2.	Zapata aislada excéntrica de esquina.	131
	2.1.7.5.	Diseño de gradas.....	141
	2.1.7.6.	Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias	147
	2.1.7.6.1.	Instalaciones hidráulicas	147
	2.1.7.6.2.	Instalaciones sanitarias	150

2.1.7.6.3.	Instalaciones pluviales	151
2.1.7.7.	Diseño de instalaciones eléctricas	153
2.1.8.	Planos constructivos	156
2.1.9.	Presupuesto	157
2.1.10.	Cronograma físico-financiero	160
2.1.11.	Análisis de riesgo	162
2.1.12.	Evaluación ambiental inicial	165
CONCLUSIONES.....		173
RECOMENDACIONES		175
BIBLIOGRAFÍA.....		177
ANEXOS.....		179

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Planta arquitectónica, primer nivel	16
2.	Planta arquitectónica, segundo y tercer nivel	17
3.	Planta típica primero, segundo y tercer nivel	19
4.	Planta típica de columnas	21
5.	Zapata cuadrada predimensionada.....	24
6.	Área tributaria de planta típica	25
7.	Carga muerta distribuida marco 3, sentido X	32
8.	Carga viva distribuida marco 3, sentido X	32
9.	Carga muerta distribuida marco E, sentido Y	33
10.	Carga viva distribuida marco E, sentido Y.....	33
11.	Carga sísmica con torsión, eje E.....	48
12.	Carga sísmica con torsión, eje 3	49
13.	Distribución de carga muerta, viva y de sismo eje 3, eje X	50
14.	Distribución de carga muerta, viva y de sismo eje E, eje Y.....	51
15.	Iteraciones de momentos por carga muerta, marco E.....	55
16.	Momentos por carga muerta eje 3, software ETABS	57
17.	Momentos por carga viva eje 3, software ETABS	58
18.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta marco 3.....	60
19.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta marco 3.....	60
20.	Diagrama de momentos en vigas carga viva marco 3.....	61
21.	Diagrama de momentos en columnas carga viva marco 3.....	61
22.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica marco 3.....	62
23.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica marco 3.....	62

24.	Diagrama de momentos en vigas carga muerta marco D.....	63
25.	Diagrama de momentos en columnas carga muerta marco D.....	63
26.	Diagrama de momentos en vigas carga viva marco D.....	64
27.	Diagrama de momentos en columnas carga viva marco D.....	64
28.	Diagrama de momentos en vigas carga sísmica marco D.....	65
29.	Diagrama de momentos en columnas carga sísmica marco D.....	65
30.	Envolvente de momentos en vigas marco 3	68
31.	Envolvente de momentos en columnas marco 3	68
32.	Envolvente de momentos en vigas marco E.....	69
33.	Envolvente de momentos en columnas marco E.....	69
34.	Diagramas de cortes últimos en vigas marco 3	73
35.	Diagramas de cortes últimos en columnas marco 3	73
36.	Diagramas de cortes últimos en vigas marco E.....	74
37.	Diagramas de cortes últimos en columnas marco E.....	74
38.	Losas primero, segundo y tercer nivel	77
39.	Distribución de momentos en losas	80
40.	Distribución de momentos finales en losas primer nivel	83
41.	Detalle de armado viga 1-2, marco 3 tercer nivel	99
42.	Detalle de armado de columna.	120
43.	Esfuerzo de corte simple en zapata.....	125
44.	Esfuerzo de corte punzante en zapata.	126
45.	Detalle de armado de zapata concéntrica aislada.	130
46.	Detalle de armado de zapata excéntrica de esquina.	140
47.	Detalle de armado de la escalera.	146

TABLAS

I.	Producción agrícola, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.	5
II.	Producción pecuaria, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.	6

III.	Resultados ensayo triaxial	11
IV.	Parámetros de corte.....	11
V.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo.....	14
VI.	Tipo de carga ocupacional, AGIES NSE 2	26
VII.	Tipo de carga muerta	29
VIII.	Condiciones generales, análisis del corte basal.....	37
IX.	Distribución de fuerzas sísmicas sentido X	41
X.	Distribución de fuerzas sísmicas sentido Y	41
XI.	Torsión en X, tercer nivel	45
XII.	Torsión en Y, tercer nivel	45
XIII.	Torsión en X, segundo nivel.....	46
XIV.	Torsión en Y, segundo nivel.....	46
XV.	Torsión en X, primer nivel	47
XVI.	Torsión en Y, primer nivel	47
XVII.	Distribución de carga sísmica con torsión, eje E.....	48
XVIII.	Distribución de carga sísmica con torsión, eje 3	49
XIX.	Momentos fijos	52
XX.	Factores de giro para nudos	53
XXI.	Momentos de sujeción	54
XXII.	Cálculo de momentos finales con carga muerta	56
XXIII.	Comparación de momentos obtenidos mediante el método numérico de Kani y software ETABS	58
XXIV.	Espaciamientos de refuerzo a flexión en losas sentido X	87
XXV.	Espaciamientos de refuerzo a flexión en losas sentido Y	88
XXVI.	Unidades de gasto para tuberías de distribución	148
XXVII.	Gastos probables para el método de Hunter (lt/s).....	149
XXVIII.	Cálculo del diámetro de las derivaciones simples.....	150
XXIX.	Unidades de descarga y diámetro en derivaciones simples y sifones de descarga	151

XXX.	Costos unitarios de renglones de trabajo.....	157
XXXI.	Cronograma físico-financiero.....	160
XXXII.	Análisis de riesgo.....	162
XXXIII.	Evaluación de impacto ambiental inicial	165

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
Asmax	Área de acero máxima
Asmin	Área de acero mínima
As_t	Área de acero por temperatura
Az	Área de la zapata
Ag	Área gruesa
Atrib	Área tributaria
b	Base
cm	Centímetro
Pu	Carga axial
Pc	Carga crítica de Euler
W	Carga distribuida
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Cm	Centro de masa
Cr	Centro de rigidez
pb	Cuantía de acero balanceada
Cs	Coefficiente de sismo al límite de cedencia
Vb	Corte basal
Df	Desplante de cimentación
Ø	Diámetro
E	Esbeltez

V_c	Esfuerzo cortante del concreto
V	Esfuerzo de corte
V_n	Esfuerzo de cortante nominal
V_u	Esfuerzo de cortante último
e	Excentricidad
FCU	Factor de carga última
I	Inercia
Kg	Kilogramo
L	Longitud
L_o	Longitud de confinamiento en columnas
m	Metros
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M	Momento
M_b	Momento balanceado
M_u	Momento último
d	Peralte efectivo
γ_s	Peso específico del suelo
γ_c	Peso volumétrico del concreto
rec	Recubrimiento
m	Relación entre lado corto y largo en losas
V_s	Resistencia a corte debido al refuerzo
f'_c	Resistencia última del concreto
K	Rigidez
Ton	Toneladas
V_s	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Análisis estructural	Es el proceso de encontrar los efectos internos de una estructura o de un elemento estructural sometidos a cargas, siendo parte fundamental y base para el diseño de los elementos estructurales.
Carga axial	Es una carga que actúa directamente sobre el centro axial de un objeto en la dirección paralela al eje del objeto.
Carga muerta	Son aquellas cargas que permanecen actuando durante toda la vida de la estructura.
Carga viva	Son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación.
Carga de sismo	Es producida durante un movimiento telúrico y se estima a través del método estático equivalente, el cual asume y simplifica la estructura tridimensional en masas ubicadas aproximadamente a la altura de las losas en la edificación.

Columna	Son elementos verticales que sirven para transmitir las cargas del propio nivel y de pisos superiores hacia la cimentación.
Corte basal	El corte basal se define como la fuerza lateral total aplicada en la base del edificio.
Envolvente	Es un diagrama que representa las condiciones más críticas para cada sección de una estructura, el valor máximo y mínimo que puede adoptar un esfuerzo.
Excentricidad	Se produce cuando el centro de masa no coincide con el centro de gravedad, produciendo de esta manera esfuerzos adicionales por torsión.
Losa	Parte plana y maciza superior de un piso de concreto reforzado soportada por viguetas, vigas o columnas, de espesor uniforme.
Viga	Es un elemento estructura que sirve para cargar y soportar las cargas actuantes producto de un esfuerzo trabajando básicamente a flexión.
Zapata	Es un elemento estructural que tiene por objeto transmitir la carga total de la estructura al suelo, para que la misma pueda ser disipada.

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en el Municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez y describe el diseño de ampliación de un edificio para educación básica, además de incluir un presupuesto para la elaboración de dicho proyecto.

Según las necesidades del municipio y las prioridades que tiene el consejo municipal que radica en la importancia de mejorar la educación, debido al incremento en la demanda estudiantil del municipio, y en específico en lo que a la cabecera municipal corresponde, se tiene una tendencia positiva y se visualiza la necesidad de crear las condiciones de infraestructura para la demanda estudiantil en los años venideros.

De acuerdo al no contar con una cobertura de infraestructura educativa a nivel de municipio y en función a la prioridad y demanda de la escolaridad neta en crecimiento y desarrollo, se tiene como respuesta la habilitación del instituto básico, localizado en la 2da. Avenida zona 1, cabecera municipal, dicha habilitación tendrá un edificio de tres niveles en los cuales su recinto estarán distribuidos de la siguiente manera: salones destinados a docencia, servicios sanitarios, cancha para recreación y un módulo de gradas para el acceso a cada uno de los niveles.

OBJETIVOS

General

Diseñar un edificio para educación básica en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez.

Específicos

1. Desarrollar la planificación del edificio de educación básica referente a juego de planos, presupuesto y cronograma físico-financiero.
2. Desarrollar una investigación monográfica y diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Magdalena Milpas Altas.
3. Determinar el costo para realizar el proyecto de ampliación del edificio de educación básica en el municipio de Magdalena Milpas Altas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra el informe realizado durante la estadía en la municipalidad de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez y muestra el diseño de ampliación de un edificio para educación básica.

En el municipio de Magdalena Milpas Altas, como parte del plan de desarrollo que tiene la municipalidad, dirigida por la Dirección Municipal de Planeamiento (DMP), enfocándose en mejorar la calidad de educación por medio de magisterio e infraestructura, cuenta con el proyecto de ampliación del instituto básico, ubicado en dicha cabecera, en donde se constató que el proyecto de la edificación escolar existente no está concluida en su totalidad, ya que solo cuenta con la mitad de terreno construido y debido a la creciente población del lugar no será suficiente para atender y albergar la cantidad de alumnos que asistirán, por lo que una parte de la población escolar tiene que emigrar a comunidades vecinas para su docencia. Debido a la problemática planteada, se tiene en respuesta el diseño de un edificio de tres niveles, cubriendo un área de 281 m² para cada uno de los niveles y utilizará el sistema estructural de macos dúctiles; el diseño contemplara en total seis nuevas aulas, tres servicio sanitarios y el diseño de gradas.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Magdalena Milpas Altas

Se presenta en este capítulo la información más relevante acerca del municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez, en donde se realizó el proyecto.

1.1.1. Datos históricos

La comunidad de Magdalena Milpas altas fue fundada en 1585, recibiendo el nombre de Santa María Magdalena de la Real Corona, no existen datos que establezcan realmente quienes fundaron el primer asentamiento humano, aunque se han encontrado vestigios indígenas precolombinos en los conos de origen volcánicos de carmona, el pilar el cucurucho, monterrico y las minas.

En relación al adjetivo de milpas altas se cuenta con dos versiones con respecto a su origen, la primera data de 1760, la proporciona Don Francisco Fuentes y Guzmán en su obra recordación florida, donde citan a este municipio como el pueblo de las milpas altas de acuerdo a una referencia hecha por el cura y párroco Fraile Agustín Cano.

Otra versión dice que pocos años después de la independencia estuvo como jefe de un destacamento militar en un pueblo vecino, un capitán de apellido milpas altas que se caracterizó como un amigo y benefactor de los pueblos vecinos en su jurisdicción, en honor a esto, los pueblos agregaron este

apellido, siendo los pueblos de San Bartola, San Mateo, Santa Lucia, y Magdalena.

También existen otras citas relacionadas al Municipio por Fray Francisco Ximenes en sus historias de la provincia de San Vicente de Chiapas y Guatemala y también por el Arzobispo de la Ciudad de Guatemala Dr. Pedro Cortes Y Larraz en 1720. Magdalena Milpas Altas se constituyó como Municipio el 11 de Octubre de 1825 a petición de los pobladores de lo que hoy es la aldea de san miguel milpas altas y ese mismo año se celebraron las primeras elecciones populares.

1.1.2. Localización geográfica

Magdalena milpas altas es un municipio del departamento Sacatepéquez, catalogado como Municipalidad de 4ª categoría. Nombre geográfico oficial: Magdalena Milpas Altas, se ubica 12 kilómetros de la cabecera departamental y a 38 kilómetros de la ciudad capital. Está localizada dentro de la cuenca hidrográfica del río María Linda y a la subcuenca del río Michatoya que vierte sus aguas al Pacífico, con una elevación de 2 045 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Magdalena Milpas Altas colinda al norte con los municipios de Santa Lucía Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez (Sacatepéquez), sur Santa María de Jesús (Sacatepéquez), Oriente Villa Nueva (Guatemala), poniente Antigua Guatemala (Sacatepéquez), su latitud es 14° 32' 48", longitud 90° 40' 30".

1.1.3. Rutas de acceso

El municipio es accesado desde la capital de Guatemala por la carretera asfaltada CA-1, hasta el Km. 29, a la altura de San Lucas Sacatepéquez por la ruta nacional No. 13, tomando la ruta departamental No.5 hasta llegar al municipio de Santa Lucia Milpas Altas en el Km. 35, en este punto se atraviesa el municipio con rumbo sur, pasando por el parque Florencia, Santo Tomas Milpas Altas y finalmente llegar a la comunidad de Magdalena Milpas Altas. El recorrido desde la capital es de 40 Km.

1.1.4. Situación demográfica

Magdalena Milpas Altas para el 2002 contaba con 8 331 habitantes, con un porcentaje de 50 % hombres y el 50 % de mujeres. El 55 % de su población es ladina y el 45 % es maya de la etnia kaqchikel. La población urbana se ubica un 61 %. Según las proyecciones del INE, para el 2009 la población del municipio sería de 10 709 personas. (INE 2002).

La densidad poblacional en el municipio es de 1 041 habitantes por kilómetro cuadrado lo que indica que está por encima del índice departamental, que es de 533 habitantes por kilómetro cuadrado tomando como referencia el censo poblacional del 2002.

1.1.5. Aspectos climáticos

Los valores climatológicos del área no son muy variados, las lluvias se distribuyen en 120 días al año con temperatura media anual de 20° C. La precipitación media anual oscila entre los 1 100 y 1 200 mm, siendo el mes

más seco el de febrero, con una precipitación promedio de 5 mm y el más lluvioso es septiembre con 710 mm.

1.2. Características socioeconómicas

Son aquellas en donde se destacan las actividades y factores que determinan la producción del municipio. Por otro lado identifican los principales motores de su desarrollo.

1.2.1. Uso de la tierra

Desde el punto de vista agronómico el suelo del municipio es apto para la agricultura intensiva ya que sus suelos son profundos y friables, pero por la pendiente y las características de montaña, su vocación es forestal. En el municipio el uso de la tierra 40,77 % de la tierra es correctamente utilizada, el 31,66 % es usada de forma inadecuada, el 17,32 % no es aprovechada de acuerdo a su potencial y el 4,26 % lo constituyen áreas urbanas.

1.2.2. Agricultura

La agricultura es la subsistencia de la mayoría de la población y es la que ayuda a la economía familiar, dada en todo el municipio de Magdalena, encontrándose que un 90 % de la población cuenta con silos para almacenar su producción y un 80 % cuenta con terreno propio para cultivar.

El municipio se ha desarrollado agrícolamente y ha tecnificado la producción de hortalizas, sin embargo existen otras actividades que potencialmente son generadoras de ingresos para la población. Posee asistencia técnica privada, que ha capacitado a los productores propiciando

herramientas para la producción de hortalizas bajo condiciones controladas. Entre los productos que se cosechan se encuentran: Lechugas, zanahorias, arveja china y mini vegetales.

La agricultura extensiva se da en la cabecera municipal, aldea san miguel y aldea buena vista, su producción es de arveja y flores exóticas por lo que se han organizado por medio de cooperativa de agricultores, llamada: Cooperativa Magdalena R.L. cuenta con 104 socios y sus agregados.

Tabla I. **Producción agrícola, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.**

Producto	Producción (quintales)	Núm. de fincas
Aguacate	4 854	172
Café	54	10
Maíz	4 564	479
Ciruela	437	20
Flores	294	2
Durazno y melocotón	9 022	179
Manzana	3 172	48
Naranja	815	6
Frijol	535	210
Legumbre, verdura, hortaliza	8 803	178

Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Actividad pecuaria

La producción pecuaria se circunscribe en el ganado bovino y porcino. El bovino es utilizado para la producción de lácteos, entre ellos queso, crema, y leche en forma artesanal y el ganado porcino es utilizado para carne de consumo local.

Tabla II. **Producción pecuaria, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.**

CATEGORÍA	CANTIDAD
GANADO BOVINO	
Número de fincas ganado Bovino	59
Total cabezas ganado bovino	120
GANADO PORCINO	
Número de fincas ganado porcino	20
Total cabezas ganado porcino	40
GANADO CAPRINO	
Número de fincas ganado caprino	1
Total cabezas ganado caprino	1
TOTAL	241

Fuente: elaboración propia.

1.3. Características de infraestructura

El municipio de Magdalena Milpas Altas, cuenta con algunos servicios básicos que cubren la necesidad de los pobladores y hacen que la población funcione. Sin embargo, también tiene otras carencias. Se harán mención de los servicios básicos con los que cuenta.

1.3.1. Servicios existentes

La población cuenta con los servicios básicos siendo estos: energía eléctrica, agua potable y servicio de drenaje que hace mucho más fácil a evacuación de los desechos. Se tiene también el servicio de salud que cuenta con un médico y dos enfermeras quienes velan por la salud de la población.

1.3.2. Agua potable

En el recurso hídrico el municipio se surte con 5 nacimientos de agua llamados: chimachoy, la virgen, panal, chijucu y chimascal, todos propiedad municipal y abastecen a todo el municipio donde se han construido las tomas de agua correspondientes en cada uno de los nacimientos, contando estos con desarenadores y cajas rompe presión y cloradas para la correcta distribución del agua. La municipalidad posee dos pozos mecánicos denominados: pozo mecánico casa alianza y estadio; los cuales se encuentran en puntos estratégicos del casco urbano. El agua distribuida a los 10 598 habitantes eso equivalente a 1 719 hogares es agua potable.

1.3.3. Drenajes

El 94,8 % de las viviendas cuenta con servicio de recolección y conducción de las aguas servidas de tipo mixto. Con este sistema se procura evitar la contaminación en las descargas. Se tienen deficiencias en algunos sectores de la zona 1, 2 y 3 del casco urbano. En el apartado de agua potable se menciona que existe un alto porcentaje en relación al acceso al agua potable de parte en las 1 769 viviendas construidas en el municipio. Sin embargo, respecto al saneamiento básico existe todavía una baja cobertura, situación que implica la realización de proyectos municipales de construcción de drenajes para mejorar la calidad de vida de la población.

1.3.4. Calles

La mayoría de las calles de la cabecera municipal y las aldeas se encuentran adoquinadas y la avenida principal para el acceso al municipio se encuentra pavimentada, las calles del municipio aún son peatonales debido a la

poca afluencia de transporte pesado. Las vías de acceso hacia las colonias y parte de las son de terrecería.

1.4. Aspectos de educación

La cobertura educativa existe desde el nivel de párvulos hasta nivel básico destacando que no se imparte educación bilingüe en el municipio pese a que el 45 % de la población es cachiquel. El nivel diversificado no existe en el municipio por lo que los alumnos migran a la cabecera departamental o San Lucas Sacatepéquez para realizar sus estudios.

Dentro del Municipio de Magdalena Milpas Altas la cobertura educativa en los niveles preprimaria, primaria, básicos y diversificado es: 74,26 %, 103,44 % y 31,35 % y 0,00 % respectivamente. Es importante resaltar que el índice en el nivel primario es cubierto por alumnos que son de Magdalena Milpas Altas y de Santa Lucía Milpas Altas. Todos los establecimientos educativos en el nivel primario pertenecen al sector oficial.

1.5. Aspectos de salud

Existe un puesto de salud, el cual es insuficiente para la población. Por tal razón, la municipalidad impulsó e implementó la clínica municipal con la intención de ampliar más la cobertura. No existen ambulancias ni bomberos por lo que los habitantes dependen mucho de los servicios del cuerpo de bomberos de San Lucas Sacatepéquez y Santa Lucía Milpas Altas para el traslado de pacientes con cuadros clínicos que requieren de atención por medios especializados.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio para educación básica

El proyecto que a continuación se presenta trata sobre el diseño de ampliación de un edificio para educación básica para el municipio de Magdalena Milpas Altas Sacatepéquez, que brindará docencia a estudiantes del municipio y las cercanías.

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto propone satisfacer la necesidad del diseño de la ampliación del instituto para educación básica por medio de un edificio de tres niveles, en donde se diseñarán un total de seis aulas, pasillos, tres servicios sanitarios, módulo de escaleras que conectará a cada nivel y una cancha deportiva.

2.1.2. Investigación preliminar

A continuación se describen aspectos y estudios preliminares para realizar el proyecto de ampliación.

2.1.2.1. Terreno disponible

El diseño de ampliación se edificará en la parte faltante del terreno que es la mitad, aproximadamente unos 974,39 m². En donde se diseñarán lo mencionado en la sección 2.1.1.

2.1.2.2. Estudio de suelos

Los ensayos de suelos son de gran importancia para la inclinación de cualquier tipo de construcción, tomando en cuenta la importancia y el valor de la misma, por lo tanto, se procedió a la extracción de una muestra de suelo inalterada aproximadamente de 1 pie³ en una perforación de pozo a cielo abierto a una profundidad aproximada de 1,50 m.

2.1.2.2.1. Ensayo de compresión triaxial

Este ensayo se utiliza para determinar los parámetros de resistencia acorte de los suelos tales como el ángulo de fricción interna, cohesión, densidad, entre otros. Las muestras utilizadas en este estudio son inalteradas, es decir, que debe mantener las mismas propiedades físicas y mecánicas como al momento de la extracción de la muestra de suelo.

La muestra de suelo inalterada se le proporcionó al Centro de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se realizó el ensayo de compresión triaxial, dando como resultado los siguientes datos (ver Anexo 1a, ensayo de compresión triaxial):

- Tipo de muestra: no alterada
- Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado
- Descripción del suelo: arena Limosa color café (Denso)
- Profundidad de la extracción de la muestra: 1,50 metros
- Clasificación sistema S.C.U.: SM
- Dimensiones de la probeta: 2,5" x 5,0"

Tabla III. **Resultados ensayo triaxial**

Probeta núm.	1	2	3
Presión lateral (T/m ²)	5	10	20
Desviador en rotura q (T/m ²)	17,29	24,82	41,58
Presión intersticial u(T/m ²)	x	X	X
Deformación en rotura Er (%)	3	4,5	8
Densidad seca (T/m ³)	0,79	0,79	0,79
Densidad húmeda (T/m ³)	1,35	1,35	1,35
Humedad (%H)	69,51	69,51	69,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Parámetros de corte**

Ángulo de fricción interna = 26,58°	Cohesión, Cu = 2,84 ton/m ²
-------------------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

El valor soporte del suelo o capacidad de carga última admisible será calculada utilizando el método del Dr. Karl Terzaghi, aplicando la ecuación:

$$q_u = 1,3C_d N_c + \gamma_s D(N_q - 1) + 0,4 \gamma_s B N_\gamma$$

Donde

- q_u = valor soporte del suelo
- C_d = cohesión del suelo en (ton/m³)
- γ_s = peso específico del suelo (ton/m³)
- D = desplante de cimentación (m)
- B = ancho de la zapata (m)
- N_c, N_q, N_γ = factores de flujo de carga

El cálculo de la capacidad de carga última admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, debido a incertidumbres, riesgos implicados y la complejidad del comportamiento del suelo, además de las condiciones encontradas en la toma de la muestra. Por lo tanto, para este proyecto se utilizara un factor de seguridad de 3.

Se procede a calcular los factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo Φ_d de fricción interna del suelo.

- Factor del flujo de carga (N_q)

$$\Phi_d = 26,58^\circ = 0,4639 \text{ radianes}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \Phi_d \text{ rad}\right) * \tan \Phi_d}}{2 * \cos^2 \left(45 + \frac{\Phi_d}{2}\right)}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - 0,4639\right) * \tan 26,58}}{2 * \cos^2 \left(45 + \frac{0,4639}{2}\right)}$$

$$N_q = 15,16$$

- Factor de flujo de carga última (N_c)

$$N_c = \cot \Phi_d * (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(26,58) * (15,16 - 1)$$

$$N_c = 28,31$$

- Factor de flujo del suelo (N_γ)

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan (1,4 * \phi_d)$$

$$N_\gamma = (15,16 - 1) * \tan (1,4 * 26,58)$$

$$N_\gamma = 10,75$$

- Capacidad de carga última bruta (q_u)

$$q_u = 1,3C_d N_c + \gamma_s D(N_q - 1) + 0,4 \gamma_s B N_\gamma$$

$$q_u = 1,3 * 2,84 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 28,31 + 1,35 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1,50 \text{ m} * (15,16 - 1) + 0,4$$

$$* 1,35 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1,55 \text{ m} * 10,75$$

$$q_u = 142,19 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

- Capacidad de carga última admisible (q_{adm})

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.}$$

FS = factor de seguridad = 3

$$q_{adm} = \frac{142,19 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}{3}$$

$$q_{adm} = 47,40 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

De acuerdo a la tabla V el valor soporte se puede considerar dentro de los parámetros normales para este tipo de suelo.

Tabla V. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

Material del suelo	Ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelo graviloso	90	Compactados, buena granulometría
Suelo arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelo arcillosos	53	Duros
Suelo arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 193.

2.1.2.2.2. Granulometría

La finalidad del ensayo granulométrico es determinar la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituye el suelo, además de la clasificación del tipo de suelo del que se dispone.

La descripción del suelo producto del resultado del ensayo fue de arena limosa color café y los datos que se obtuvieron del ensayo granulométrico se adjuntan en anexos. (Ver Anexo 1b, Ensayo de granulometría).

2.1.2.2.3. Límites de atterberg

Este ensayo se realiza para determinar el comportamiento de los suelos limosos y arcillosos, además de la determinación del contenido de humedad formando pequeños cilindros del suelo en donde se definen el límite líquido, límite plástico y límite de retracción. Los datos que se obtuvieron del ensayo de

límites de atterberg se expresan en términos de porcentajes, sin embargo, se determinó que la muestra de suelo no presenta límite líquido ni plástico, por lo que solo se pudo determinar la clasificación y descripción del suelo ensayado. (Ver Anexo 1c, ensayo límites de atterberg).

2.1.3. Diseño arquitectónico

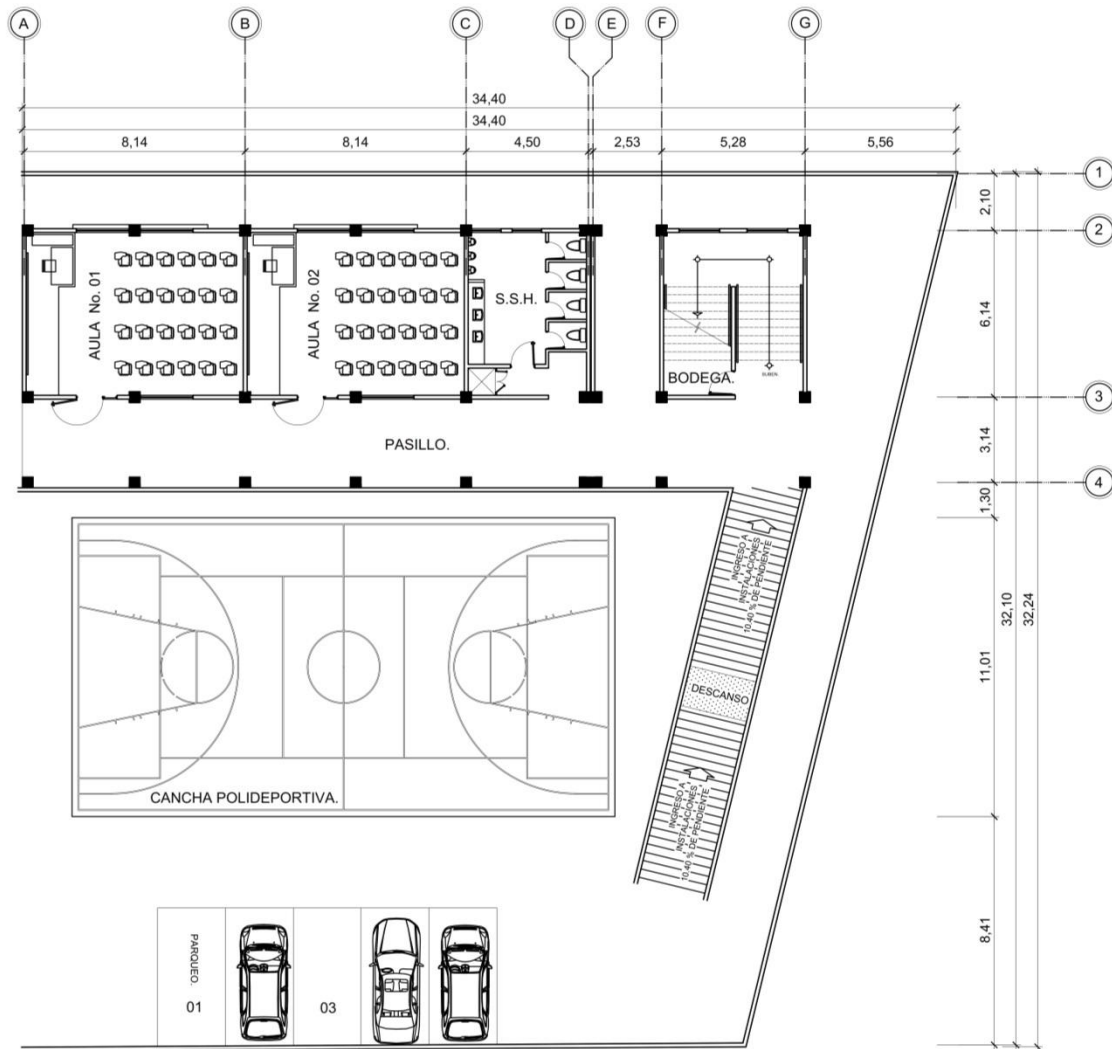
El diseño arquitectónico consiste en satisfacer las necesidades, en este caso por el alumnado por medio de la distribución adecuada de los ambientes, esto con la finalidad de tener un lugar cómodo, funcional y apropiado, tomando en cuenta factores como: la cantidad de usuarios, el uso que tendrá el proyecto, ventilación, tipo de iluminación, altura, entre otros.

En este caso el edificio escolar se diseñó considerando la capacidad de alumnos y el área óptima por cada uno, tomando un parámetro de 1,25 m² por alumno. Por ello los salones de clases son de 6,00 x 8,00 m. La altura de piso a cielo se determinó en 3,60 m por nivel.

2.1.4. Distribución de ambientes

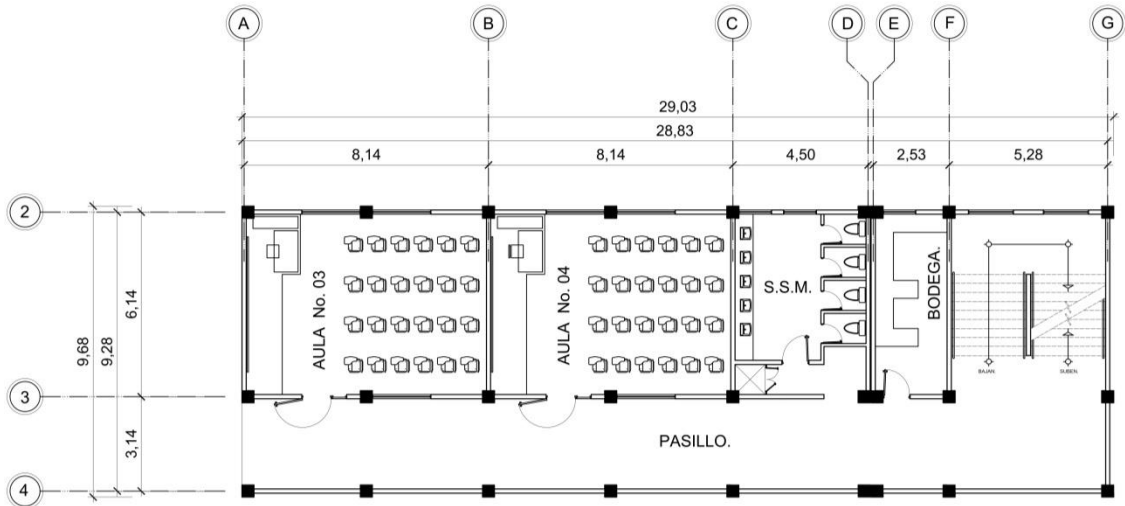
El edificio escolar cuenta con tres niveles que se distribuyen de la siguiente manera: el primer nivel tiene dos aulas para docencia, más un ambiente de servicios sanitarios para varones, conectados por un pasillo. El segundo nivel está distribuido con dos aulas y un pasillo, más un ambiente de servicios sanitarios para mujeres. El tercer nivel está distribuido de igual manera que el segundo nivel. Los tres niveles se encuentran conectados por un módulo de gradas para ingresar a cada nivel respectivamente.

Figura 1. **Planta arquitectónica, primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 2. **Planta arquitectónica, segundo y tercer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.5. **Normativos y especificaciones**

La estructura está calculada y diseñada de acuerdo a los siguientes reglamentos y códigos:

- Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-11).
- Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (Agies) 2010.

Los elementos estructurales se diseñaran según las siguientes especificaciones:

- Peso específico concreto $f'c = 2\,400\text{ kg/m}^3$
- Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$.

- Esfuerzo de fluencia del acero que se utilizará en losas, vigas, columnas, cimientos y gradas $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- El sistema estructural empleado será: marcos dúctiles resistentes a momentos.

2.1.6. Análisis estructural

El análisis estructural se define como el proceso de encontrar los efectos internos de una estructura o de un elemento estructural sometidos a cargas, siendo parte fundamental y base para el diseño de los elementos estructurales. Su éxito está condicionado a la correcta integración de las cargas, métodos aplicados para el análisis e idealización de la estructura.

2.1.6.1. Predimensionamiento de losas

Para determinar si la losa debe reforzarse en una o en dos direcciones es necesario tener una relación del lado corto dividido el lado largo. Además se estima el espesor de la losa crítica, es decir, la losa que tenga las mayores dimensiones, para esto se utiliza el criterio del perímetro dividido 180.

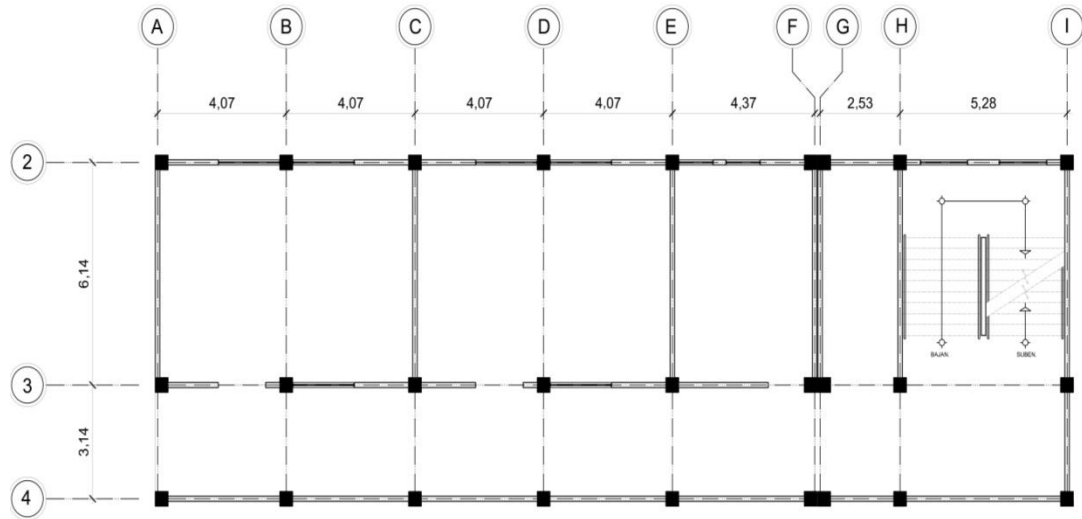
Dentro de los parámetros se recomienda que el espesor mínimo de una losa maciza sea de 10 centímetros y un máximo de 12 centímetros; si es mayor a lo recomendado se debe proponer una losa nervada.

Losa tercer nivel:

a = sentido corto de la losa = 6,14 m

b = sentido largo de la losa = 4,37 m

Figura 3. Planta típica primero, segundo y tercer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Relación lado a lado (m)

Si $m < 0,5$, la losa trabaja en un sentido

Si $m \geq 0,5$, la losa trabaja en dos sentidos

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,37}{6,14} = 0,71m$$

$m \geq 0,5$; la losa trabaja en dos sentidos

- Espesor de losa

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde

t = espesor de losa

P = perímetro de losa

$$t = \frac{2 * 4,37 + 2 * 6,14}{180} = 0,116 \text{ m}$$

Por lo que se propone una losa maciza de 12 cm de espesor reforzada en las dos direcciones.

2.1.6.2. Predimensionamiento de vigas

Se realiza empleando el criterio que a cada metro lineal libre de luz, se debe aumentar ocho centímetros de peralte (8 % de la longitud de la viga) y la base equivale a ½ del peralte. La razón ancho-altura no debe ser menor que 0,30 y el ancho del elemento no debe ser menor que 250 mm y mayor que el ancho del elemento de apoyo según la sección 21.3. del código ACI 318-11.

Longitud de viga = 6,14 m

Altura de viga = 0,08*6,14 m = 0,49 m, por lo tanto se aproxima a 0,50 m

Dado que la razón ancho-altura no debe ser menor a 0,30

$$\text{razón} = 0,30 / 0,50$$

$$\text{razón} = 0,60 > 0,30 \quad \checkmark \text{ ok}$$

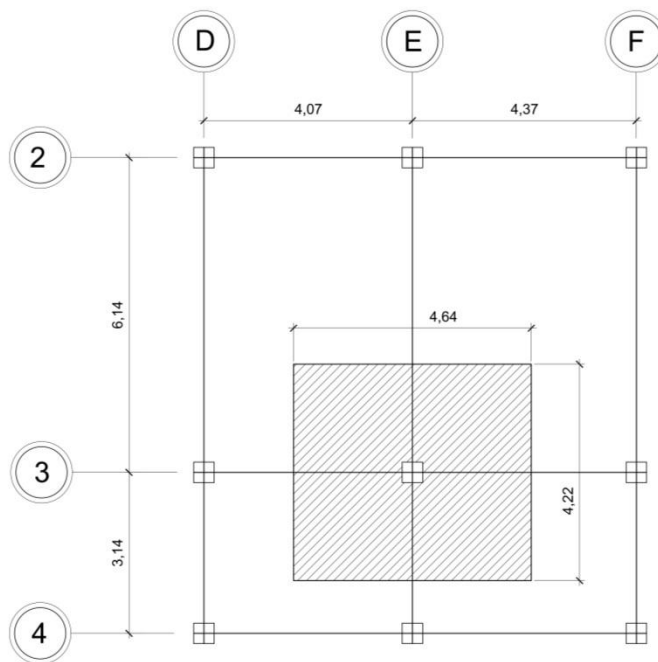
El ancho del elemento no debe ser menor que 250 mm se deja el predimensionamiento de las vigas de la siguiente manera:

$$\text{Ancho x altura} = 0,30 \text{ m x } 0,50 \text{ m}$$

2.1.6.3. Predimensionamiento de columnas

El método que se utilizará para predimensionar las columnas, se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica, de esta se determina el área bruta de la sección de la columna por medio de la ecuación (10-2) del código ACI 318-11, al tener este valor, se puede proponer las medidas de la sección para cumplir con esta área requerida.

Figura 4. Planta típica de columnas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

El área tributaria calculada es de $19,58 \text{ m}^2$, se ha de considerar el peso específico del concreto de 2400 kg/m^3 , carga muerta de muros de 140 kg/m^2 , acabados y sobre carga 100 kg/m^2 además una carga viva de 250 kg/m^2 , para efectos de predimensionamiento, por lo tanto:

$$P_u = 1,4 \cdot (2\,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \text{ m} + 140 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2) \cdot 19,58 \text{ m}^2 + 1,7 \cdot (250 \text{ kg/m}^2 \cdot 19,58 \text{ m}^2) = 22\,795,04 \text{ kg}$$

Como el diseño cuenta con tres niveles, se multiplica la carga ultima por tres

$$P_u = 22\,795,04 \cdot 3 = 68\,385,11 \text{ kg}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de la carga puntual se obtiene el área gruesa de la columna.

$$P_u = 0,8 \cdot (0,85 f'_c (A_g - A_s) + f_y A_s); \text{ donde } A_s \text{ es de } 1 \text{ a } 8 \% \text{ de } A_g$$

Considerando A_s como 1 % de A_g , $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$ se obtiene:

$$68\,385,11 = 0,8 (0,85 \cdot 210 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + 2\,810 \cdot 0,01 A_g)$$

$$68\,385,11 \text{ (kg)} = 163,85 \text{ (kg/cm}^2) A_g$$

$$A_g = 417,36 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para columna cuadrada } b = \sqrt{A_g}$$

$$b = 20,43 \text{ cm}$$

Debido a que el procedimiento anterior no toma en cuenta los efectos de esbeltez y las cargas de sismo que debe soportar una columna, se propone una sección de 40 x 40 centímetros cubriendo un área de 1600 cm^2 , la cual cumple con la sección 21.4.1.1 del ACI 318S-11 que indica que la dimensión menor de la sección transversal de las columnas no debe ser menor a 30 cm.

2.1.6.4. Predimensionamiento de cimiento

Se utilizarán zapatas de dos tipos: concéntricas y excéntricas. La zapata excéntrica se utilizará debido a las juntas sísmicas y colindancia que existe en el terreno. Para el predimensionamiento del área de la zapata se realiza determinando una carga de servicio.

Valor soporte del suelo (V_s) = 47,40 ton/m²

Desplante de cimentación propuesto (D) = 1,50 m

P_u = 66,89 ton

FCU = 1,55

- Zapata concéntrica

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan las cargas de servicio.

$$P' = (P_u/FCU) + (b_{col} * h_{col} * L_{col} * \gamma_{concreto})$$

$$P' = (76,26 \text{ ton} / 1,55) + (0,4 \text{ m} * 0,4 \text{ m} * 12,05 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3) = 53,83 \text{ ton}$$

$$M'_x = M_x/FCU = 7,88 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 5,08 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M'_y = M_y/FCU = 12,16 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 7,84 \text{ ton} - \text{m}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata (A_z)

$$A_z = \frac{1,50 * P'}{V_s} = \frac{1,50 * 53,83 \text{ ton}}{47,40 \text{ ton/m}^2} = 1,70 \text{ m}^2$$

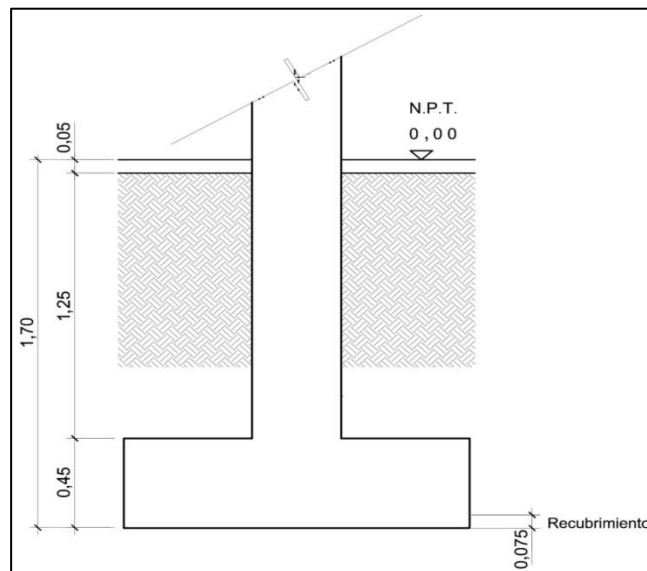
Por lo que para cubrir el área anteriormente calculada y los chequeos que se realizarán en el apartado 2.1.7.4.1. Zapata concéntrica se diseñará una zapata cuadrada de 1,60 m*1,60 m cubriendo un área de 2,56 m².

Para calcular el espesor (t) de la zapata se debe tomar en consideración que debe ser resistente tanto al corte por punzonamiento, como al corte resistente del concreto, provocado por la columna y las cargas actuantes sobre la zapata.

Según el código ACI 318S-11 sección 7.7.1. inciso a) el recubrimiento del refuerzo para zapatas no debe ser menor a 7,5 centímetros. También tiene que tomarse en cuenta lo dispuesto en la sección 15.7: el espesor o altura de las zapatas sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 0,15 metros para zapatas apoyadas sobre el suelo.

$t_{\text{mínimo}} = 0,15 \text{ m} + 0,075 \text{ m} = 0,225 \text{ m}$; por lo mencionado anteriormente en el apartado 2.1.7.4.1. Zapata concéntrica, según los chequeos realizados se propone un espesor $t=0,45$ metros.

Figura 5. **Zapata cuadrada predimensionada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

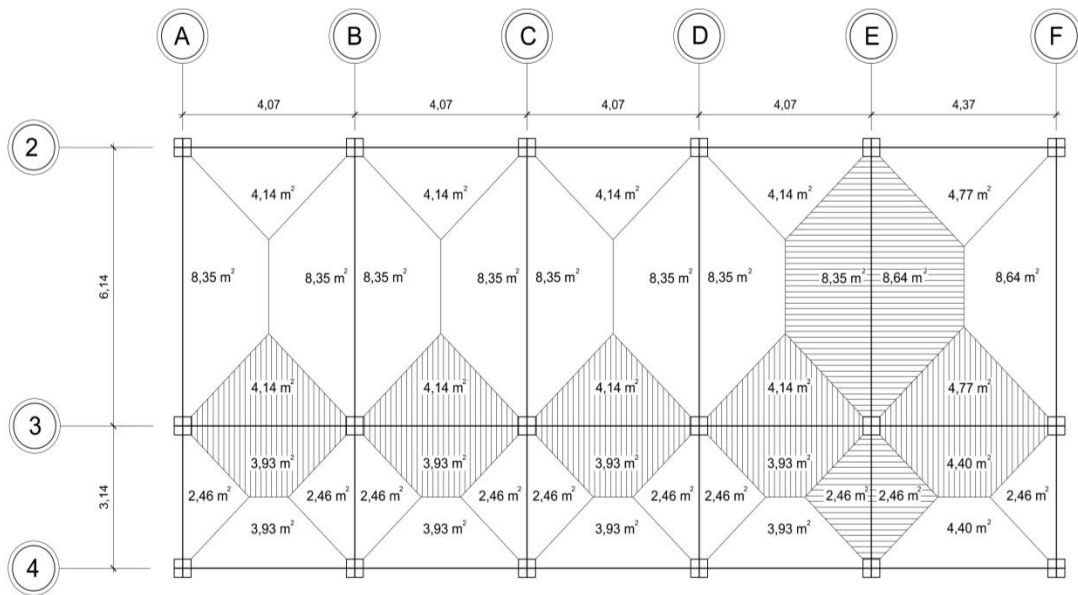
2.1.6.5. Cargas aplicadas a marcos dúctiles

Las cargas que actúan sobre la estructura se dividen de acuerdo a su dirección de aplicación en verticales (carga viva y carga muerta) y horizontales (carga de sismo).

2.1.6.6. Integración de cargas verticales

La integración de cargas consiste en determinar el peso vivo y muerto que soportará la estructura por cada metro lineal. Se calculará la integración de cargas para los ejes 3 y E, seleccionando una viga por cada eje. Cabe resaltar que se aplicó el mismo procedimiento a las vigas de todos los ejes de la estructura.

Figura 6. Área tributaria de planta típica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.6.1. Carga viva

Las cargas vivas son las producidas por el uso y la ocupación de la edificación y los agentes que producen, estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura; según las Normas Agies 10 se tomaron las siguientes:

Tabla VI. **Tipo de carga ocupacional, AGIES NSE 2**

Centros educativos	
Aulas	200 kg/m ²
Pasillos	500 kg/m ²
Azotea	200 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

A continuación se procederá a calcular la carga viva para el eje 3 (sentido x) y eje E (sentido y) en sus tres niveles:

- Eje 3 – viga D-E SENTIDO X

La integración de carga viva correspondientes al primero y segundo nivel dan como resultado la misma carga distribuida, por lo cual solo se muestra una integración que será la misma, tanto para el primero como para el segundo nivel.

- Primer nivel = segundo nivel

Carga viva en aulas = 200 kg/m²

Carga viva en pasillos = 500 kg/m²

Área tributaria 1 = 4,14 m²

Área tributaria 2 = 3,93 m²
Longitud de viga = 4,07 m

CV = carga ocupacional * área tributaria / longitud de viga

$$CV_{3\text{ D-E}} = (200 \text{ kg/m}^2) * 4,14 \text{ m}^2 / 4,07 \text{ m} = 203,44 \text{ kg/m}$$

$$CV_{3\text{ D-E}} = (500 \text{ kg/m}^2) * 3,93 \text{ m}^2 / 4,07 \text{ m} = 482,80 \text{ kg/m}$$

Total carga viva = 686,24 kg/m

- Tercer nivel

Carga viva en azotea = 200 kg/m²

Área tributaria 1 = 4,14 m²

Área tributaria 2 = 3,93 m²

Longitud de viga = 4,07 m

CV = carga ocupacional * área tributaria / longitud de viga

$$CV_{3\text{ D-E}} = (200 \text{ kg/m}^2) * 4,14 \text{ m}^2 / 4,07 \text{ m} = 203,44 \text{ kg/m}$$

$$CV_{3\text{ D-E}} = (200 \text{ kg/m}^2) * 3,93 \text{ m}^2 / 4,07 \text{ m} = 193,12 \text{ kg/m}$$

Total carga viva = 396,56 kg/m

- Eje E – viga 2-3 SENTIDO Y

La integración de carga viva correspondientes al primero y segundo nivel dan como resultado la misma carga distribuida, por lo cual solo se muestra una integración que será la misma, tanto para el primero como para el segundo nivel.

- Primer nivel = segundo nivel

Carga viva en aulas = 200 kg/m^2

Área tributaria 1 = $8,35 \text{ m}^2$

Área tributaria 2 = $8,64 \text{ m}^2$

Longitud de viga = $6,14 \text{ m}$

$CV = \text{carga ocupacional} * \text{área tributaria} / \text{longitud de viga}$

$CV_{E 2-3} = (200 \text{ kg/m}^2) * 8,35 \text{ m}^2 / 6,14 \text{ m} = 271,99 \text{ kg/m}$

$CV_{E 2-3} = (200 \text{ kg/m}^2) * 8,64 \text{ m}^2 / 6,14 \text{ m} = 281,43 \text{ kg/m}$

Total carga viva = $553,42 \text{ kg/m}$

- Tercer nivel

Carga viva en azotea = 200 kg/m^2

Área tributaria 1 = $4,14 \text{ m}^2$

Área tributaria 2 = $3,93 \text{ m}^2$

Longitud de viga = $6,14 \text{ m}$

$CV = \text{carga ocupacional} * \text{área tributaria} / \text{longitud de viga}$

$CV_{E 2-3} = (200 \text{ kg/m}^2) * 8,35 \text{ m}^2 / 6,14 \text{ m} = 271,99 \text{ kg/m}$

$CV_{E 2-3} = (200 \text{ kg/m}^2) * 8,64 \text{ m}^2 / 6,14 \text{ m} = 281,43 \text{ kg/m}$

Total carga viva = $553,42 \text{ kg/m}$

2.1.6.6.2. Carga muerta

Son aquellas cargas que permanecen actuando durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos los elementos estructurales que componen una edificación como losas, vigas, columnas, muros, techos y los elementos

arquitectónicos como ventanas, puertas, acabados, instalaciones, entre otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud dependiendo de los materiales que se utilicen, a partir de las densidades y tamaños.

Para este edificio se utilizan las siguientes cargas muertas:

Tabla VII. Tipo de carga muerta

TIPO DE CARGA	DIMENSIONALES
Peso específico del concreto	2 400 kg/m ³
Sobrecarga	Instalaciones eléctricas = 10 kg/m ²
	Instalaciones hidráulicas = 15 kg/m ²
	Puertas = 30 kg/m ²
	Ventanas = 15 kg/m ²
	Acabados = 50 kg/m ²
	Total sobrecarga = 120 kg/m ²
Muros	140 kg/m ²

Fuente: elaboración propia.

- Eje 3 – viga D-E SENTIDO X

Altura de muro	= 3,60 m
Espesor de losa (t)	= 0,12 m
Sección de viga (b*h)	= 0,30 m * 0,50 m
Peso específico del concreto f'_c	= 2 400 kg/m ³
Peso de muros	= 140 kg/m ²
Peso de sobrecarga	= 120 kg/m ²
Área tributaria 1	= 4,14 m ²
Área tributaria 2	= 3,93 m ²
Longitud de viga	= 4,07 m

La integración de carga muerta correspondientes al primero y segundo nivel dan como resultado la misma carga distribuida, por lo cual solo se muestra una integración que será la misma, tanto para el primero como para el segundo nivel.

- Primer nivel = segundo nivel

$$CM = (P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{muros}} + P_{\text{sobrecarga}}) / \text{longitud de viga}$$

$$P_{\text{losa } 3 \text{ D-E}} = 0,12 \text{ m} * (4,14 \text{ m}^2 + 3,93 \text{ m}^2) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 2324,16 \text{ kg}$$

$$P_{\text{viga } 3 \text{ D-E}} = (0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 4,07 \text{ m}) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1113,55 \text{ kg}$$

$$P_{\text{muros } 3 \text{ D-E}} = (3,60 \text{ m} * 4,07 \text{ m}) * 140 \text{ kg/m}^2 = 2051,28 \text{ kg}$$

$$P_{\text{sobrecarga } 3 \text{ D-E}} = 8,07 \text{ m}^2 * 120 \text{ kg/m}^2 = 968,40 \text{ kg}$$

$$CM = (2324,16 + 1113,55 + 2051,28 + 968,40) / 4,07 = 1586,58 \text{ kg/m}$$

- Tercer nivel

$$CM = (P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{sobrecarga}}) / \text{longitud de viga}$$

$$P_{\text{losa } 3 \text{ D-E}} = 0,12 \text{ m} * (4,14 \text{ m}^2 + 3,93 \text{ m}^2) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 2324,16 \text{ kg}$$

$$P_{\text{viga } 3 \text{ D-E}} = (0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 4,07 \text{ m}) * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1113,55 \text{ kg}$$

$$P_{\text{sobrecarga } 3 \text{ D-E}} = 8,07 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2 = 322,80 \text{ kg}$$

$$CM = (2324,16 + 1113,55 + 322,80) / 4,07 = 923,93 \text{ kg/m}$$

- Eje E – viga 2-3 SENTIDO Y

$$\text{Altura de muro} = 3,60 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de losa (t)} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Sección de viga (b*h)} = 0,30 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Peso específico del concreto } f'c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de muros} = 140 \text{ kg/m}^2$$

Peso de sobrecarga	= 120 kg/m ²
Área tributaria 1	= 8,35 m ²
Área tributaria 2	= 8,64 m ²
Longitud de viga	= 6,14 m

La integración de carga muerta correspondientes al primero y segundo nivel dan como resultado la misma carga distribuida, por lo cual solo se muestra una integración que será la misma, tanto para el primero como para el segundo nivel.

- Primer nivel = segundo nivel

$$CM = (P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{muros}} + P_{\text{sobrecarga}}) / \text{longitud de viga}$$

$$P_{\text{losa E 2-3}} = 0,12 \text{ m} * (8,35 \text{ m}^2 + 8,64 \text{ m}^2) * 2 \text{ 400 kg/m}^3 = 4 \text{ 893,12 kg}$$

$$P_{\text{viga E 2-3}} = (0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 6,14 \text{ m}) * 2 \text{ 400 kg/m}^3 = 1 \text{ 679,90 kg}$$

$$P_{\text{muros E 2-3}} = (3,60 \text{ m} * 6,14 \text{ m}) * 140 \text{ kg/m}^2 = 3 \text{ 094,56 kg}$$

$$P_{\text{sobrecarga E 2-3}} = 16,99 \text{ m}^2 * 120 \text{ kg/m}^2 = 2 \text{ 038,80 kg}$$

$$CM = (4 \text{ 893,12} + 1 \text{ 679,90} + 3 \text{ 094,56} + 2 \text{ 038,80}) / 6,14 = 1 \text{ 906,58 kg/m}$$

- Tercer nivel

$$CM = (P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}} + P_{\text{sobrecarga}}) / \text{longitud de viga}$$

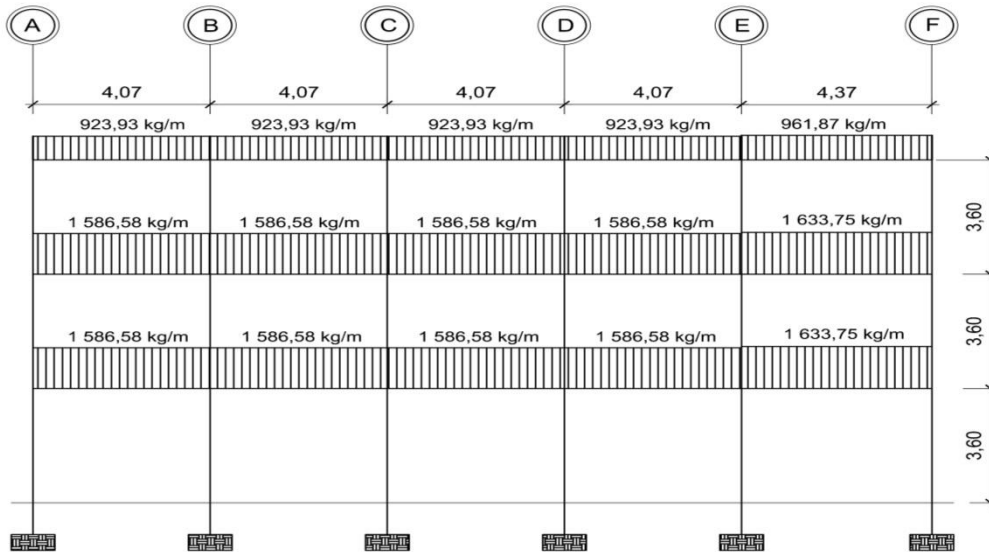
$$P_{\text{losa E 2-3}} = 0,12 \text{ m} * (8,35 \text{ m}^2 + 8,64 \text{ m}^2) * 2 \text{ 400 kg/m}^3 = 4 \text{ 893,12 kg}$$

$$P_{\text{viga E 2-3}} = (0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 6,14 \text{ m}) * 2 \text{ 400 kg/m}^3 = 1 \text{ 679,90 kg}$$

$$P_{\text{sobrecargas E 2-3}} = 16,99 \text{ m}^2 * 40 \text{ kg/m}^2 = 679,60 \text{ kg}$$

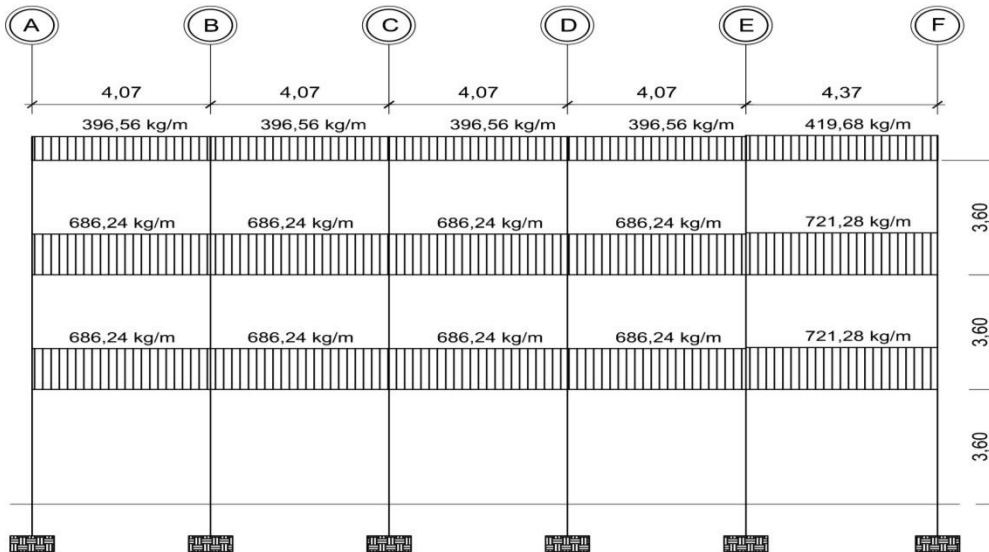
$$CM = (4 \text{ 893,12} + 1 \text{ 679,90} + 679,60) / 6,14 = 1 \text{ 181,21 kg/m}$$

Figura 7. **Carga muerta distribuida marco 3, sentido X**



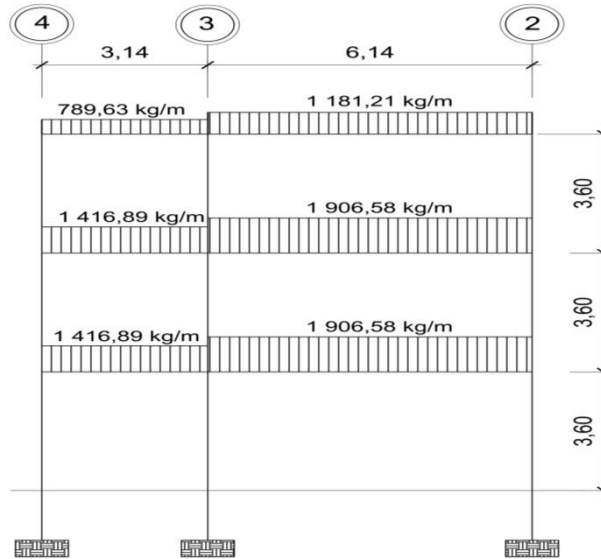
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 8. **Carga viva distribuida marco 3, sentido X**



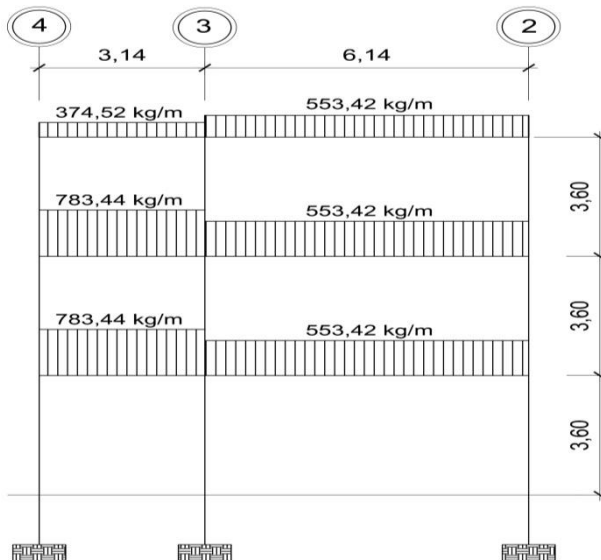
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 9. **Carga muerta distribuida marco E, sentido Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 10. **Carga viva distribuida marco E, sentido Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.7. Integración de cargas horizontales

La integración de cargas horizontales son aquellas producidas por las fuerzas laterales que provocan los fenómenos naturales como el viento, un sismo o la presión que genera el agua o el suelo. La dirección de estas fuerzas se asume perpendicular a la fuerza de gravedad.

2.1.6.7.1. Carga de sismo

Para encontrar las fuerzas sísmicas en el edificio se utiliza el método de Agies y el procedimiento se describe a continuación:

- Cálculo del peso del edificio utilizando las siguientes ecuaciones:
 - Peso total del tercer nivel (W_{N3})

$$W_{\text{losa}} = 0,12 \text{ m} * 20,65 \text{ m} * 9,28 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 55\,189,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2,43 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 * 18 = 16\,761,60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 117,63 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 32\,183,57 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros}} = 140 \text{ kg/m}^2 * 2,43 \text{ m} * 41,30 \text{ m} = 14\,021,35 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 191,63 \text{ m}^2 = 22\,995,60 \text{ kg}$$

$$W_{N3} = 141\,151,56 \text{ kg}$$

- Peso total del segundo nivel (W_{N2})

$$W_{\text{losa}} = 0,12 \text{ m} * 20,65 \text{ m} * 9,28 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 55\,189,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 3,55 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 * 18 = 24\,537,60 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 117,63 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 32\,183,57 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros } x} = 140 \text{ kg/m}^2 * (3,55 \text{ m} * 41,30 \text{ m} + 1,30 \text{ m} * 20,65 \text{ m}) = 24 284,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros } y} = 140 \text{ kg/m}^2 * (3,55 \text{ m} * 36,84) = 18 309,48 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 191,63 \text{ m}^2 = 22 995,60 \text{ kg}$$

$$W_{N2} = 177 500,09 \text{ kg}$$

- Peso total del primer nivel (W_{N1})

$$W_{\text{losa}} = 0,12 \text{ m} * 20,65 \text{ m} * 9,28 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3 = 55 189,44 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = 0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 5,38 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3 * 18 = 37 152,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 0,30 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 117,63 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3 = 32 183,57 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros } x} = 140 \text{ kg/m}^2 * (5,38 \text{ m} * 41,30 \text{ m} + 1,30 \text{ m} * 20,65 \text{ m}) = 34 836,55 \text{ kg}$$

$$W_{\text{muros } y} = 140 \text{ kg/m}^2 * (5,38 \text{ m} * 36,84) = 27 722,10 \text{ kg}$$

$$W_{\text{sobre carga}} = 120 \text{ kg/m}^2 * 191,63 \text{ m}^2 = 22 995,60 \text{ kg}$$

$$W_{N1} = 210 079,26 \text{ kg}$$

- Peso total del edificio agregándole un 25 % de la carga viva

- Carga viva del tercer nivel

$$Cv = \text{área} * Cv \text{ azotea}$$

$$Cv = 191,63 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 = 38 326,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{3er nivel}} = 141 151,56 \text{ kg} + 0,25 * (38 326,40 \text{ kg}) = 150 733,16 \text{ kg}$$

- Carga viva del segundo nivel

$$Cv = (\text{área} * Cv \text{ pasillo} * \text{cantidad}) + (\text{área} * Cv \text{ pasillo} * \text{cantidad})$$

$$+ (\text{área} * Cv \text{ salón} * \text{cantidad}) + (\text{área} * cv \text{ baños} * \text{cantidad})$$

$$Cv = (12,78 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 * 4) + (13,72 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 * 1) + (24,99 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 * 4) + (26,83 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 * 1) = 57 778,70 \text{ kg}$$

$$W_{2do \text{ nivel}} = 177 500,09 \text{ kg} + 0,25 * (57 778,70 \text{ kg}) = 191 944,76 \text{ kg}$$

- Carga viva del primer nivel

$$Cv = (\text{área} * Cv \text{ pasillo} * \text{cantidad}) + (\text{área} * Cv \text{ pasillo} * \text{cantidad})$$

$$+ (\text{área} * Cv \text{ salón} * \text{cantidad}) + (\text{área} * cv \text{ baños} * \text{cantidad})$$

$$Cv = (12,78 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 * 4) + (13,72 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 * 1) + (24,99 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 * 4) + (26,83 \text{ m}^2 * 200 \text{ kg/m}^2 * 1) = 57 78,70 \text{ kg}$$

$$W_{1er \text{ nivel}} = 210 079,26 \text{ kg} + 0,25 * (57 778,70 \text{ kg}) = 224 523,93 \text{ kg}$$

- Peso sísmico total

$$W_{total} = 150 733,16 \text{ kg} + 191 944,76 \text{ kg} + 224 523,93 \text{ kg}$$

$$W_{total} = 567 201,85 \text{ kg}$$

- Corte basal

Se define como la fuerza lateral total aplicada en la base del edificio. Se expresa como un porcentaje del peso total del edificio. Según las especificaciones de las Normas de Seguridad Estructural Agies se determinaron las siguientes condiciones:

Tabla VIII. **Condiciones generales, análisis del corte basal**

Municipio	Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.
Edificación	Importante
Tipo de sismo	Severo (5 % de probabilidad de ser excedido en 50 años)
Sistema estructural	E-2 (Según cambios en Fe de erratas, edición 11 de junio de 2013; antes sistema estructura E-1.)
Clase de sitio	D
Amenaza sísmica	Io=4 Scr=1,65 g S1r=0,60 g

Fuente: elaboración propia.

- Período de vibración, T_a :

$$T_a = K_t * (h_n^x)$$

Donde

T_a = período de vibración

K_t = 0,047 para sistemas estructurales E-2

h_n = altura total del edificio

X = 0,90 para sistemas estructurales E-2

$$T_a = 0,047 * (10,80^{0,90}) = 0.40$$

- Ajuste por clase de sitio e intensidades sísmicas especiales:

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * F_v * N_v$$

Donde

- S_{cs} = ordenada espectral del sismo extremo en el sitio de interés para estructuras con período de vibración corto, con un amortiguamiento del 5 % del crítico.
- S_{1s} = ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo, con un amortiguamiento del 5 % del crítico.
- S_{cr} y S_{1r} = indicado en la sección 4.4 de Agies.
- F_a = Coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos = 1 (según tabla 4-2, Agies, ver Anexo 2a).
- F_v = coeficiente de sitio para períodos de vibración largos = 1,50 (según tabla 4-3, Agies, ver Anexo 2a).
- N_a y N_v = factores que apliquen por la proximidad de amenazas especiales = 1 (según sección 4.6, Agies, ver Anexo 2b).

$$S_{cs} = 1,65 * 1 * 1 = 1,65$$

$$S_{1s} = 0,60 * 1,50 * 1 = 0,90$$

- Espectro calibrado a nivel de diseño requerido:

$$S_{cd} = k_d * S_{cs}$$

$$S_{1d} = k_d * S_{1s}$$

Donde

$k_d = 0,80$ por el factor de escala que determina el nivel de diseño por ser un sismo severo con 5 % de probabilidad de ser excedido en 50 años.

$$S_{cd} = 0,80 * 1,65 = 1,32$$

$$S_{1d} = 0,80 * 0,90 = 0,72$$

- Periodo de transición:

Según cambios realizados por Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala (AGIES) en fe de erratas en edición beta del 11 de junio de 2013, el periodo de transición se calcula de la siguiente manera:

$$T_s = S_{1d}/S_{cd}$$
$$T_s = 0,72/1,32 = 0,545 \text{ seg}$$

- Ordenadas espectrales:

$$S_a(T) = S_{cd} \text{ si } T \leq T_s$$
$$S_a(T) = S_{1d}/T \text{ si } T > T_s$$

Donde

T = periodo de vibración

$$S_a(T) = S_{cd} = 1,32$$

- Coeficiente de sismo al límite de cedencia:

$$C_s = S_a(T)/R$$

Donde

R = 8 (Por ser marcos estructurales)

$$C_s = 1,32/8 = 0,165$$

- Chequeos de C_s (coeficiente de sismo al límite de cedencia):

El coeficiente de sismo al límite de cedencia según cambios realizados por Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala (AGIES) en fe de erratas en edición beta del 11 de junio de 2013, deberá cumplir las siguientes condiciones:

$$C_s > 0,044 S_{cd}$$
$$C_s > 0,75 * \frac{k_d * S_{1r}}{R}$$

Donde

$$C_s = 0,165$$

$$0,044 * 1,32 = 0,058; C_s > 0,058 S_{cd} \quad \text{Sí cumple}$$
$$0,75 * \frac{0,80 * 0,60}{8} = 0,045; C_s > 0,75 * \frac{k_d * S_{1r}}{R} \quad \text{Sí cumple}$$

- Corte basal:

$$V_s = C_s * W$$

Donde

W = peso total de la estructura

$$V_s = 0,165 * 567\,201,85 \text{ kg} = 93\,588,31 \text{ kg}$$

Tabla IX. **Distribución de fuerzas sísmicas sentido X**

SISMO EN X					
No. nivel	Wi (Ton)	hi (m)	Wi*hi	Cx	Fi (Ton)
3	150,73	10,80	1 627,92	0,43	39,90
2	191,94	7,20	1 382,00	0,36	33,87
1	224,52	3,60	808,29	0,21	19,81

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Distribución de fuerzas sísmicas sentido Y**

SISMO EN Y					
No. nivel	Wi (Ton)	hi (m)	Wi*hi	Cx	Fi (Ton)
3	150,73	10,80	1 627,92	0,43	39,90
2	191,94	7,20	1 382,00	0,36	33,87
1	224,52	3,60	808,29	0,21	19,81

Fuente: elaboración propia.

- Distribución de fuerzas sísmicas por marcos:

La distribución de fuerzas sísmicas por marcos se realiza porque la estructura no es simétrica y actúan fuerzas de torsión.

- Centro de masa

$$CM_x = \frac{W * L}{W_{total}}$$

Centro de masa primer nivel en X: 10,33 m

Centro de masa primer nivel en Y: 4,32 m

Centro de masa segundo nivel en X: 10,33 m

Centro de masa segundo nivel en Y: 4,32 m

Centro de masa tercer nivel en X: 9,73 m

Centro de masa tercer nivel en Y: 4,37 m

Centro geométrico eje X: 10,33 m

Centro geométrico eje Y: 4,64 m

- Centro de rigidez

$$CR = \frac{\sum(Kc * L)}{\sum Km}$$

Donde

Km para voladizo, es decir último nivel:

$$Kc = \frac{1}{\frac{F * h^3}{3 * E * I} + \frac{1.2 * F * h}{A * G}}$$

Km para niveles intermedios o primer nivel:

$$Kc = \frac{1}{\frac{F * h^3}{12 * E * I} + \frac{1.2 * F * h}{A * G}}$$

Donde

F = carga en kg del nivel

h = altura de columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto ($15\ 100 * \sqrt{f'c}$)

I = inercia del elemento

A = área de la sección transversal de columna analizada

G = módulo de rigidez ($0,40 * E$)

Centro de rigidez primer nivel en X: 10,23 m

Centro de rigidez primer nivel en Y: 4,14 m

Centro de rigidez segundo nivel en X: 10,23 m

Centro de rigidez segundo nivel en Y: 4,14 m

Centro de rigidez tercer nivel en X: 10,23 m

Centro de rigidez tercer nivel en Y: 4,14 m

- Excentricidades accidentales por nivel y eje, Agies NSE-3 pág. 27.

$$e_{1xy} = |CM_{xy} - CR_{xy}| + 0,05 * b$$

$$e_{1xy} = |CM_{xy} - CR_{xy}| - 0,05 * b$$

Donde

CM_{xy} = centro de masa por cada eje

CR_{xy} = centro de rigidez por cada eje

b = largo de cada eje

- Primer nivel

$$e_{1x} = |10,33 - 10,23| + 0,05 * 20,65 = 1,14$$

$$e_{1x} = |10,33 - 10,23| - 0,05 * 20,65 = -0,93$$

$$e_{1y} = |4,32 - 4,14| + 0,05 * 9,28 = 0,64$$

$$e_{1y} = |4,32 - 4,14| - 0,05 * 9,28 = -0,29$$

- Segundo nivel

$$e_{2x} = |10,33 - 10,23| + 0,05 * 20,65 = 1,14$$

$$e_{2x} = |10,33 - 10,23| - 0,05 * 20,65 = -0,93$$

$$e_{2y} = |4,32 - 4,14| + 0,05 * 9,28 = 0,64$$

$$e_{2y} = |4,32 - 4,14| - 0,05 * 9,28 = -0,29$$

- Tercer nivel

$$e_{3x} = |9,73 - 10,23| + 0,05 * 20,65 = 1,53$$

$$e_{3x} = |9,73 - 10,23| - 0,05 * 20,65 = -0,53$$

$$e_{3y} = |4,37 - 4,14| + 0,05 * 9,28 = 0,69$$

$$e_{3y} = |4,37 - 4,14| - 0,05 * 9,28 = -0,24$$

- Corte por sismo

$$V_s = \frac{K_m * F_x}{\sum K_m}$$

- Corte por torsión

$$V_t = \frac{e_{xy} * F_x * (k_m * d_i)}{\sum (K_m * d_i^2)}$$

- Corte total

$$V_T = V_s + V_t$$

○ Torsión

Tabla XI. Torsión en X, tercer nivel

TORSIÓN SENTIDO X, TERCER NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
A	1,53	39 902,01	0,02	-10,33	892,23	-0,23	2,39	6 650,33	-2 129,73	4 520,60	4,52	
	-0,53	39 902,01				-0,23		6 650,33	742,55	7 392,88	7,39	
B	1,53	39 902,01	0,02	-6,26	892,23	-0,14	0,88	6 650,33	-1 290,62	5 359,71	5,36	
	-0,53	39 902,01				-0,14		6 650,33	449,99	7 100,32	7,10	
C	1,53	39 902,01	0,02	-2,19	892,23	-0,05	0,11	6 650,33	-451,51	6 198,82	6,20	
	-0,53	39 902,01				-0,05		6 650,33	157,42	6 807,76	6,81	
D	1,53	39 902,01	0,02	1,88	892,23	0,04	0,08	6 650,33	387,60	7 037,93	7,04	
	-0,53	39 902,01				0,04		6 650,33	-135,14	6 515,19	6,52	
E	1,53	39 902,01	0,02	5,95	892,23	0,13	0,79	6 650,33	1 226,71	7 877,04	7,88	
	-0,53	39 902,01				0,13		6 650,33	-427,70	6 222,63	6,22	
F	1,53	39 902,01	0,02	10,33	892,23	0,23	2,39	6 650,33	2 129,73	8 780,07	8,78	
	-0,53	39 902,01				0,23		6 650,33	-742,55	5 907,78	5,91	
			Σ	0,13				Σ	6,63			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Torsión en Y, tercer nivel

TORSIÓN SENTIDO Y, TERCER NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
4	0,69	39 902,01	0,04	-4,64	1 784,46	-0,21	0,96	13 300,67	-2 442,97	10 857,69	10,86	
	-0,24	39 902,01				-0,21		13 300,67	829,12	14 129,78	14,13	
3	0,69	39 902,01	0,04	-1,50	1 784,46	-0,07	0,10	13 300,67	-789,75	12 510,91	12,51	
	-0,24	39 902,01				-0,07		13 300,67	268,03	13 568,70	13,57	
2	0,69	39 902,01	0,04	5,36	1 784,46	0,24	1,28	13 300,67	2 822,06	16 122,72	16,12	
	-0,24	39 902,01				0,24		13 300,67	-957,77	12 342,90	12,34	
			Σ	0,13				Σ	2,35			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Torsión en X, segundo nivel

TORSIÓN SENTIDO X, SEGUNDO NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
A	1,14	33 874,35	0,10	-10,33	3 473,33	-1,06	10,94	5 645,72	-1 343,18	4 302,54	4,30	
	-0,93	33 874,35				-1,06		5 645,72	1 095,21	6 740,93	6,74	
B	1,14	33 874,35	0,10	-6,26	3 473,33	-0,64	4,02	5 645,72	-813,97	4 831,75	4,83	
	-0,93	33 874,35				-0,64		5 645,72	663,70	6 309,42	6,31	
C	1,14	33 874,35	0,10	-2,19	3 473,33	-0,22	0,49	5 645,72	-284,76	5 360,96	5,36	
	-0,93	33 874,35				-0,22		5 645,72	232,19	5 877,91	5,88	
D	1,14	33 874,35	0,10	1,88	3 473,33	0,19	0,36	5 645,72	244,45	5 890,18	5,89	
	-0,93	33 874,35				0,19		5 645,72	-199,32	5 446,40	5,45	
E	1,14	33 874,35	0,10	5,95	3 473,33	0,61	3,63	5 645,72	773,66	6 419,39	6,42	
	-0,93	33 874,35				0,61		5 645,72	-630,83	5 014,89	5,01	
F	1,14	33 874,35	0,10	10,33	3 473,33	1,06	10,94	5 645,72	1 343,18	6 988,91	6,99	
	-0,93	33 874,35				1,06		5 645,72	-1 095,21	4 550,51	4,55	
			Σ	0,62				Σ	30,39			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Torsión en Y, segundo nivel

TORSIÓN SENTIDO Y, SEGUNDO NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
4	0,64	33 874,35	0,21	-4,64	6 946,66	-0,95	4,42	11 291,45	-1 917,84	9 373,61	9,37	
	-0,29	33 874,35				-0,95		11 291,45	859,97	12 151,42	12,15	
3	0,64	33 874,35	0,21	-1,50	6 946,66	-0,31	0,46	11 291,45	-619,99	10 671,46	10,67	
	-0,29	33 874,35				-0,31		11 291,45	278,01	11 569,46	11,57	
2	0,64	33 874,35	0,21	5,36	6 946,66	1,10	5,89	11 291,45	2 215,43	13 506,88	13,51	
	-0,29	33 874,35				1,10		11 291,45	-993,41	10 298,04	10,30	
			Σ	0,62				Σ	10,77			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Torsión en X, primer nivel

TORSIÓN SENTIDO X, PRIMER NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
A	1,14	19 811,95	0,18	-10,33	3 473,33	-1,81	18,71	3 301,99	-785,58	2 516,41	2,52	
	-0,93	19 811,95				-1,81		3 301,99	640,55	3 942,54	3,94	
B	1,14	19 811,95	0,18	-6,26	3 473,33	-1,10	6,87	3 301,99	-476,06	2 825,93	2,83	
	-0,93	19 811,95				-1,10		3 301,99	388,18	3 690,17	3,69	
C	1,14	19 811,95	0,18	-2,19	3 473,33	-0,38	0,84	3 301,99	-166,55	3 135,45	3,14	
	-0,93	19 811,95				-0,38		3 301,99	135,80	3 437,79	3,44	
D	1,14	19 811,95	0,18	1,88	3 473,33	0,33	0,62	3 301,99	142,97	3 444,96	3,44	
	-0,93	19 811,95				0,33		3 301,99	-116,58	3 185,42	3,19	
E	1,14	19 811,95	0,18	5,95	3 473,33	1,04	6,21	3 301,99	452,49	3 754,48	3,75	
	-0,93	19 811,95				1,04		3 301,99	-368,95	2 933,04	2,93	
F	1,14	19 811,95	0,18	10,33	3 473,33	1,81	18,71	3 301,99	785,58	4 087,57	4,09	
	-0,93	19 811,95				1,81		3 301,99	-640,55	2 661,44	2,66	
			Σ	1,05				Σ	51,95			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Torsión en Y, primer nivel

TORSIÓN SENTIDO Y, PRIMER NIVEL												
Eje	e	Fx	Km/10	di	Fx*km	km*di	km*di ²	Vs	Vt	VT=Vs+Vt	VT (ton)	
4	0,64	19 811,95	0,35	-4,64	6 946,66	-1,63	7,55	6 603,98	-1 121,68	5 482,31	5,48	
	-0,29	19 811,95				-1,63		6 603,98	502,97	7 106,95	7,11	
3	0,64	19 811,95	0,35	-1,50	6 946,66	-0,53	0,79	6 603,98	-362,61	6 241,37	6,24	
	-0,29	19 811,95				-0,53		6 603,98	162,60	6 766,58	6,77	
2	0,64	19 811,95	0,35	5,36	6 946,66	1,88	10,07	6 603,98	1 295,73	7 899,71	7,90	
	-0,29	19 811,95				1,88		6 603,98	-581,01	6 022,97	6,02	
			Σ	1,05				Σ	18,41			

Fuente: elaboración propia.

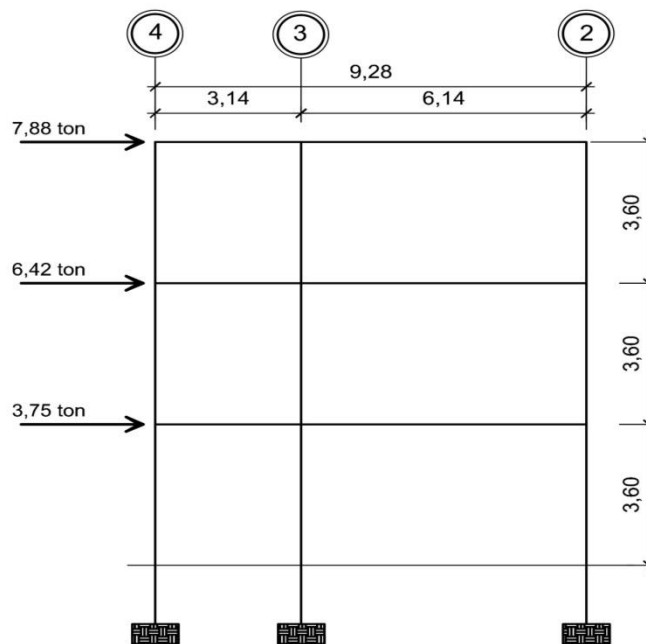
La carga sísmica por nivel y por marco se describe a continuación para los dos ejes críticos analizados.

Tabla XVII. **Distribución de carga sísmica con torsión, eje E**

Eje	Nivel	Fx (kg)	Fx (ton)
E	3	7 877,04	7,88
	2	6 419,39	6,42
	1	3 754,48	3,75

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Carga sísmica con torsión, eje E**



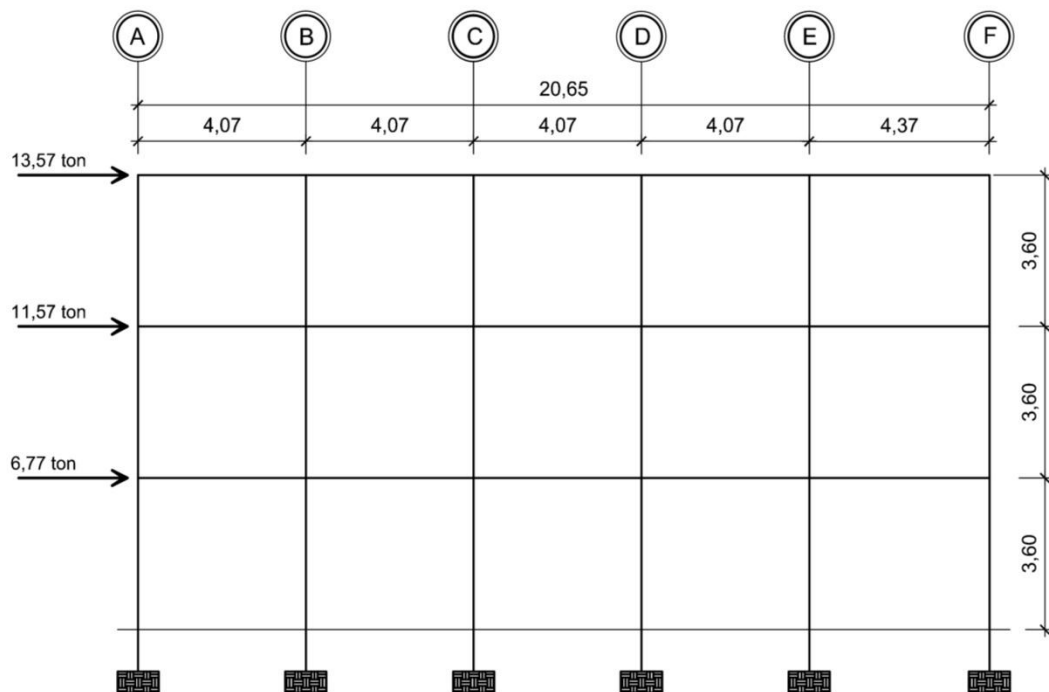
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Tabla XVIII. **Distribución de carga sísmica con torsión, eje 3**

Eje	Nivel	Fy (kg)	Fy (ton)
3	3	13 568,70	13,57
	2	11 569,46	11,57
	1	6 766,58	6,77

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Carga sísmica con torsión, eje 3**



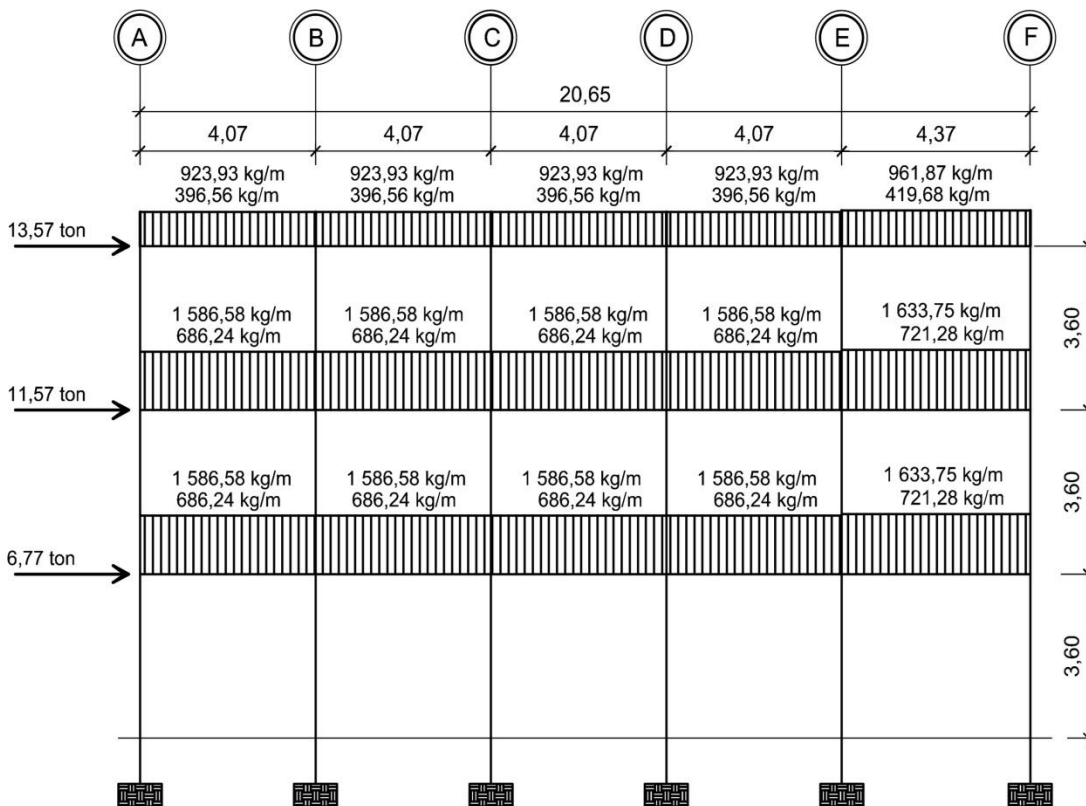
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.8. Análisis de marcos dúctiles

El análisis estructural se realizó con el método iterativo de Kani para las diferentes cargas (muerta, viva, sismo) actuantes en los ejes 3 y E, por ser los ejes más críticos según el diseño.

- Eje 3

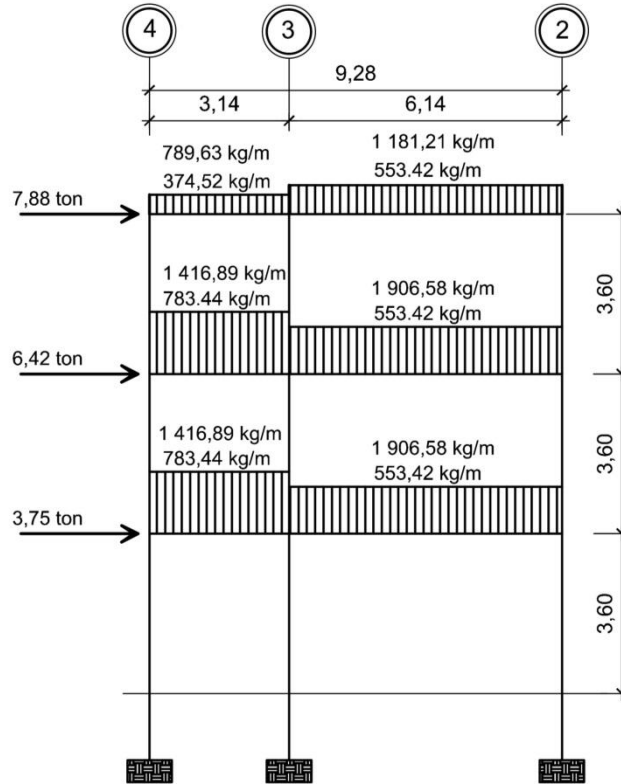
Figura 13. Distribución de carga muerta, viva y de sismo eje 3, eje X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Eje 3

Figura 14. **Distribución de carga muerta, viva y de sismo eje E, eje Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.8.1. Análisis estructural por medio del método numérico de Kani

Es un método de aproximaciones sucesivas (iteraciones) considerado exacto. Consiste en el repartimiento proporcional en los momentos fijos en los nodos y de lado de la estructura de forma simultánea. Es importante respetar un orden de iteración y seguir el patrón. A manera de ejemplo se realizara el

análisis del marco E que corresponde al sentido del eje Y, mostrado en la figura 11, utilizando las cargas distribuidas producto de la integración de carga muerta.

- Momentos fijos

$$MF = \pm \frac{W * L^2}{12}$$

$$MF_{AB} = 789,63 * 3,14^2 / 12 = 648,78 \text{ kg} - m$$

$$MF_{BC} = 1\ 181,21 * 6,14^2 / 12 = 3\ 710,92 \text{ kg} - m$$

Tabla XIX. **Momentos fijos**

MF	W (kg/m)	L (m)	M (kg-m)	MF	M (kg-m)
A-B	789,63	3,14	648,79	B-A	-648,79
B-C	1 181,21	6,14	3 710,93	C-B	-3 710,93
D-E	1 416,89	3,14	1 164,16	E-D	-1 164,16
E-F	1 906,58	6,14	5 989,78	F-E	-5 989,78
G-H	1 416,89	3,14	1 164,16	H-G	-1 164,16
H-I	1 906,58	6,14	5 989,78	I-H	-5 989,78

Fuente: elaboración propia.

- Rigideces de elementos (columnas y vigas)

$$K = \frac{I}{L}; \quad I = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I_{col} = 1/12 * 40 * 40^3 = 213\ 333,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{viga} = 1/12 * 30 * 50^3 = 312\ 500 \text{ cm}^4$$

- Inercia relativa (I)

Se toma la menor inercia y se divide entre las inercias

$$I_{col} = 213\,333,33 / 213\,333,33 = 1$$

$$I_{viga} = 312\,500 / 213\,333,33 = 1,46$$

- Factor de giro

$$\mu_{ik} = \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{K_{elemento}}{\sum K_{elementos}}\right)$$

Nudo A:

$$\mu_{AB} = \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{\frac{1,46}{3,14}}{\frac{1,46}{3,14} + \frac{1}{3,60}}\right) = -0,31$$

$$\mu_{AD} = \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{\frac{1}{3,60}}{\frac{1,46}{3,14} + \frac{1}{3,60}}\right) = -0,19$$

Tabla XX. Factores de giro para nudos

Nudo A		Nudo B			Nudo C		Nudo D			Nudo E			
AB	AD	BA	BC	BE	CB	CF	DA	DG	DE	EB	EH	ED	EF
-0,31	-0,19	-0,24	-0,12	-0,14	-0,23	-0,27	-0,14	-0,14	-0,22	-0,11	-0,11	-0,18	-0,10
Nudo F		Nudo G			Nudo H				Nudo I				
FC	FI	FE	GD	GJ	GH	HE	HK	HG	HI	IF	IL	IH	
-0,18	-0,17	-0,15	-0,14	-0,14	-0,22	-0,11	-0,11	-0,18	-0,10	-0,18	-0,17	-0,15	

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de sujeción

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

$$M_{sA} = 648,78 \text{ kg} - m$$

$$M_{sB} = 3\,710,92 - (-648,78) = 3\,062,14 \text{ kg} - m$$

Tabla XXI. **Momentos de sujeción**

Ms nudo	kg-m
A	648,78
B	3 062,14
C	-3 710,92
D	1 164,16
E	4 825,61
F	-5 989,77
G	1 164,16
H	4 825,61
I	-5 989,77

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de Iteraciones por el método de Kani

Para el cálculo de las iteraciones se usó una hoja electrónica y la ruta a seguir para realizar el análisis será: IHGDFCBA.

Primera iteración: $M'_{ik} = \mu_{ik} * (M_s + \sum(M'_{ni} + M''_{in}))$

Momentos finales: $M_{ik} = MF + 2M'_{ik} + M_{ki}$ (para vigas y columnas)

Tabla XXII. **Cálculo de momentos finales con carga muerta**

		MF	2MCERC	MLEJ	TOTAL (kg-m)
NUDO A	MAB	648,78	140,01	-819,17	-30,38
	MAD	0,00	85,81	-55,44	30,38
NUDO B	MBA	-648,78	-1 638,34	70,01	-2 217,12
	MBC	3 710,92	-819,17	761,45	3 653,20
	MBE	0,00	-955,70	-480,38	-1 436,08
NUDO C	MCB	-3 710,92	1 522,91	-409,59	-2 597,60
	MCF	0,00	1 787,76	809,84	2 597,60
NUDO D	MDA	0,00	-110,87	42,91	-67,97
	MDG	0,00	-110,87	-25,01	-135,88
	MDE	1 164,16	-174,23	-786,08	203,85
NUDO E	MED	-1 164,16	-1 572,17	-87,11	-2 823,44
	MEF	5 989,77	-873,43	674,87	5 791,21
	MEB	0,00	-960,77	-477,85	-1 438,62
	MEH	0,00	-960,77	-568,39	-1 529,16
NUDO F	MFC	0,00	1 619,68	893,88	2 513,56
	MFE	-5 989,77	1 349,73	-436,71	-5 076,75
	MFI	0,00	1 529,70	1 033,50	2 563,19
NUDO G	MGD	0,00	-50,02	-55,44	-105,45
	MGH	1 164,16	-78,60	-930,09	155,47
	MGJ	0,00	-50,02	0,00	-50,02
NUDO H	MHE	0,00	-1 136,78	-480,38	-1 617,16
	MHK	0,00	-1 136,78	0,00	-1 136,78
	MHG	-1 164,16	-1 860,18	-39,30	-3 063,64
	MHI	5 989,77	-1 033,43	861,25	5 817,58
NUDO I	MIF	0,00	2 066,99	764,85	2 831,84
	MIL	0,00	1 952,16	0,00	1 952,16
	MIH	-5 989,77	1 722,49	-516,72	-4 784,00
NUDO J	MJG	0,00	0,00	-25,01	-25,01
NUDO K	MKH	0,00	0,00	-568,39	-568,39
NUDO L	MLI	0,00	0,00	976,08	976,08

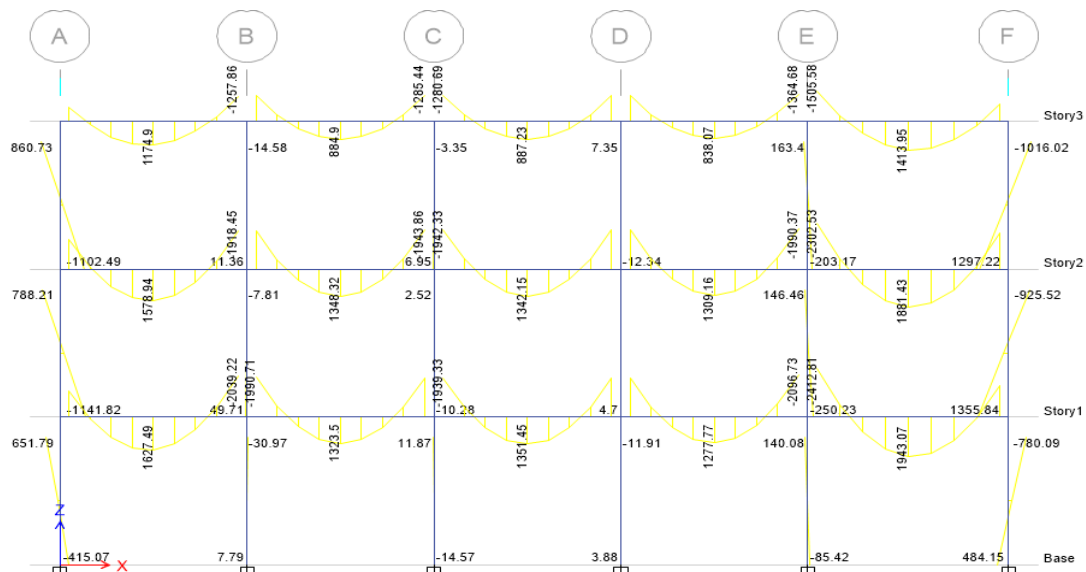
Fuente: elaboración propia.

2.1.6.8.2. Comparación de resultados entre el método numérico Kani y el software ETABS

Mediante la comparación de momentos se pudo establecer la diferencia que radica entre los resultados generados mediante el uso del software ETABS y el método numérico Kani. La diferencia mostrada no radica en más del 13 % y se debe a que el análisis utilizando el método de Kani se realiza por medio de iteraciones definidas, mientras que el software ETABS trabaja con iteraciones infinitas.

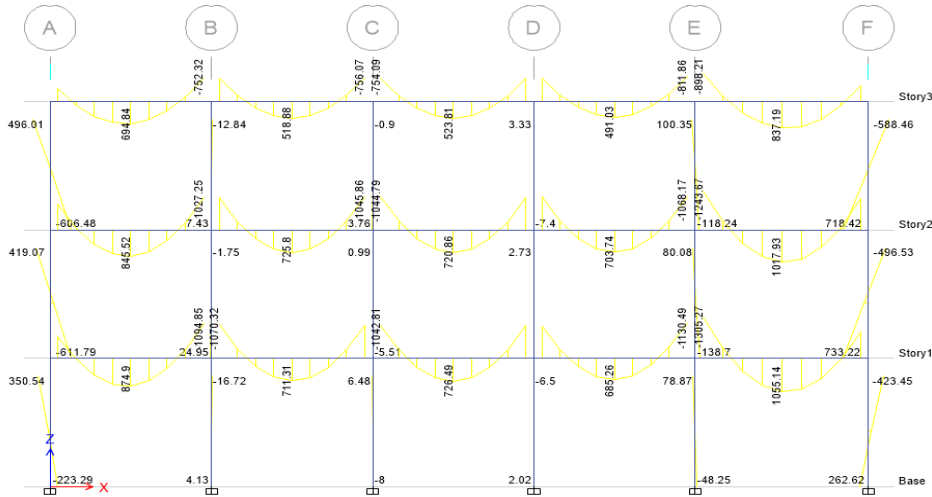
Las figuras 16 y 17 muestran los resultados de los momentos de las cargas vivas y muertas obtenido mediante el empleo del software ETABS en su versión 2015, correspondientes al eje 3, sentido x.

Figura 16. Momentos por carga muerta eje 3, software ETABS



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2015.

Figura 17. **Momentos por carga viva eje 3, software ETABS**



Fuente: elaboración propia, empleando ETABS 2015.

En la tabla XXIII se puede apreciar la diferencia entre los resultados obtenidos por medio del método numérico de Kani y el software ETABS, en cuanto a los momentos por carga muerta y carga viva.

Tabla XXIII. **Comparación de momentos obtenidos mediante el método numérico de Kani y software ETABS**

MÉTODO	Viga	KANI		ETABS		Diferencia %
		M izq (kg-m)	M der (kg-m)	M izq (kg-m)	M der (kg-m)	
CARGA MUERTA	A-B	725,81	1 473,57	717,02	1 257,86	11,37
	B-C	1 365,36	1 248,72	1 269,44	1 285,44	2,32
	C-D	1 271,00	1 247,59	1 280,69	1 269,54	1,24
	D-E	1 208,39	1 469,43	1 283,85	1 364,68	1,11
	E-F	1 692,03	920,84	1 505,58	876,62	9,68
	G-H	1 549,76	2 455,42	1 479,63	1 918,45	17,87
	H-I	2 259,09	2 161,92	1 915,47	1 943,86	14,55
	I-J	2 192,01	2 173,76	1 942,33	1 929,33	12,76
	J-K	2 111,82	2 377,55	1 947,29	1 990,37	14,01
	K-L	2 799,04	1 960,84	2 302,53	1 792,06	16,25

Continuación de la tabla XXIII.

	M-N	1 447,42	2 481,97	1 261,77	2 039,22	19,04
	N-O	2 286,65	2 156,06	1 990,71	1 918,26	13,65
	O-P	2 189,12	2 163,73	1 939,33	1 913,74	12,97
	P-Q	2 099,28	2 425,58	1 903,71	2 096,73	13,11
	Q-R	2 823,04	1 844,97	2 412,81	1 558,52	17,54
CARGA VIVA	A-B	312,06	632,31	406,91	752,32	18,53
	B-C	585,84	536,09	755,09	756,07	25,76
	C-D	545,77	534,90	754,09	747,19	28,02
	D-E	517,22	634,45	754,98	811,86	26,50
	E-F	735,68	403,53	898,21	501,16	18,59
	G-H	669,94	1 062,13	806,03	1 027,25	5,52
	H-I	977,19	935,16	1 026,86	1 045,86	7,74
	I-J	948,43	939,36	1 044,79	1 037,81	9,35
	J-K	910,54	1 035,51	1 048,67	1 068,17	8,07
	K-L	1 231,70	866,65	1 243,67	982,59	5,75
	M-N	626,11	1 073,50	679,67	1 094,85	4,22
	N-O	988,97	932,69	1 070,32	1 031,38	8,57
	O-P	947,25	934,88	1 042,81	1 028,54	9,13
P-Q	904,98	1 056,76	1 023,32	1 130,49	8,92	
Q-R	1 241,87	816,29	1 305,27	846,57	4,35	

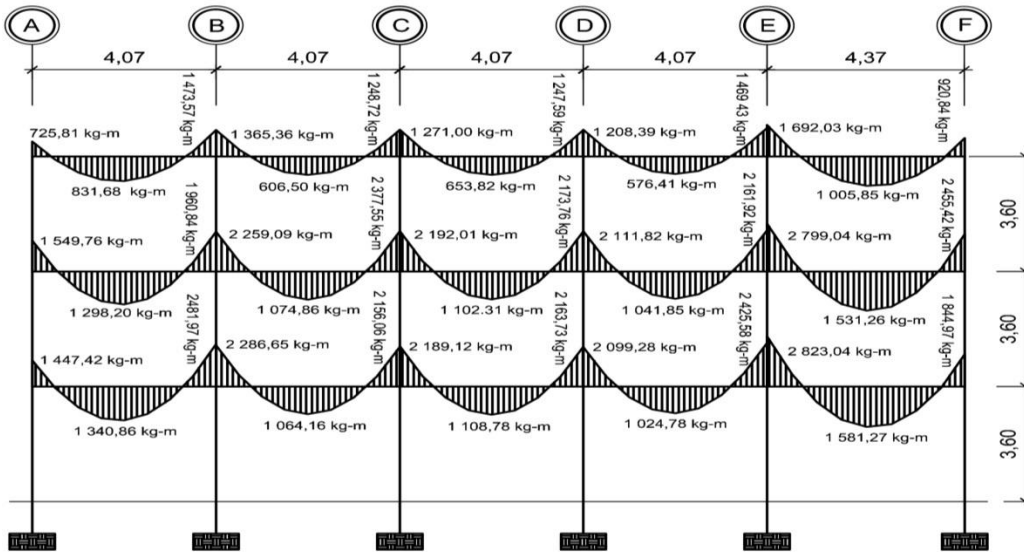
Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, los resultados son satisfactorios ya que se esperaba que los resultados tuvieran una leve variación debido a la diferencia entre métodos empleados y la pérdida de decimales por producto de aproximaciones.

2.1.6.8.3. Diagrama de momentos en los marcos dúctiles

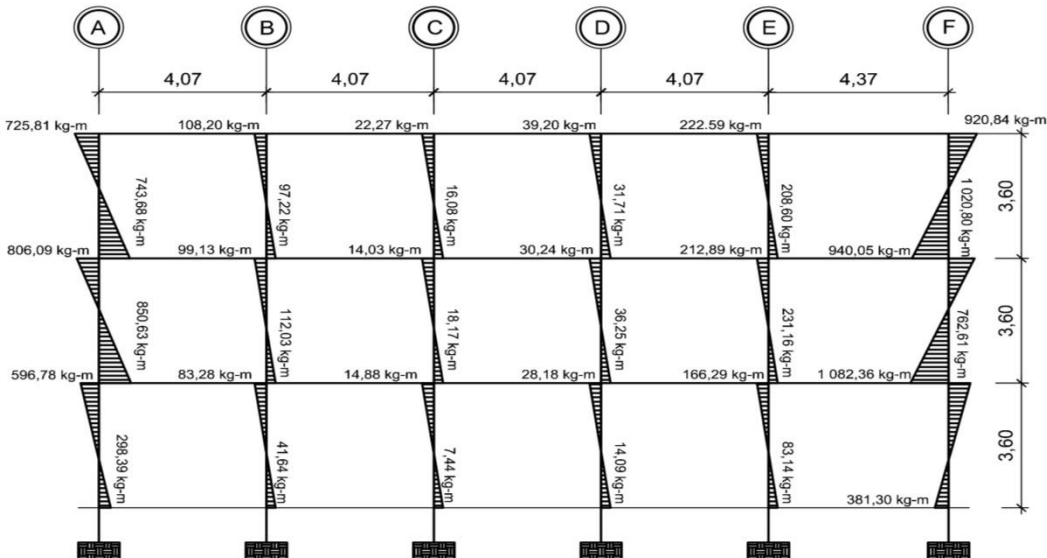
En las figuras 18, 19, 20 ,21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28 se presentan los diagramas de momentos de carga muerta, carga viva y carga de sismo para los marcos 3 y E. Esto tomando en cuenta que el análisis estructural se realizó por separado para cada una de las cargas.

Figura 18. Diagrama de momentos en vigas carga muerta marco 3



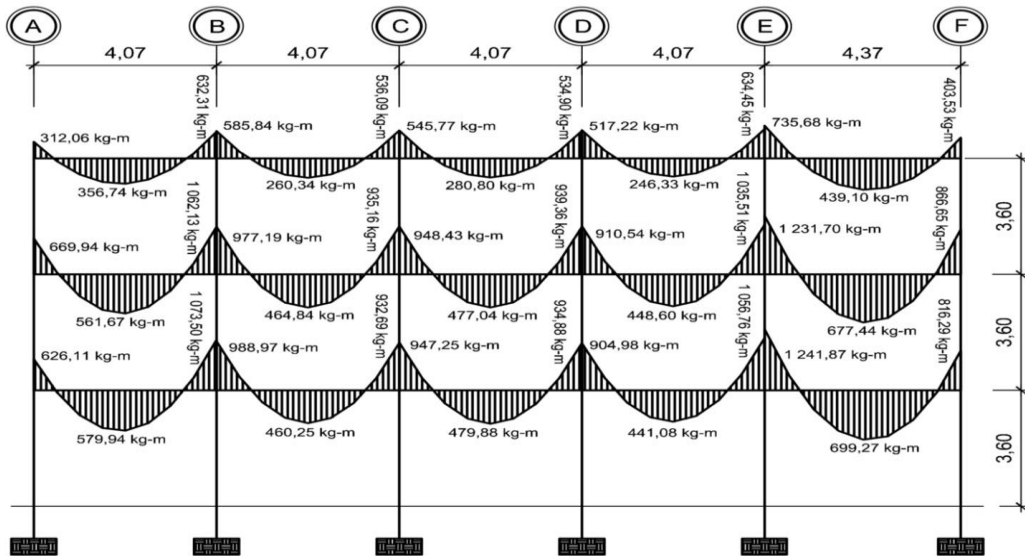
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 19. Diagrama de momentos en columnas carga muerta marco 3



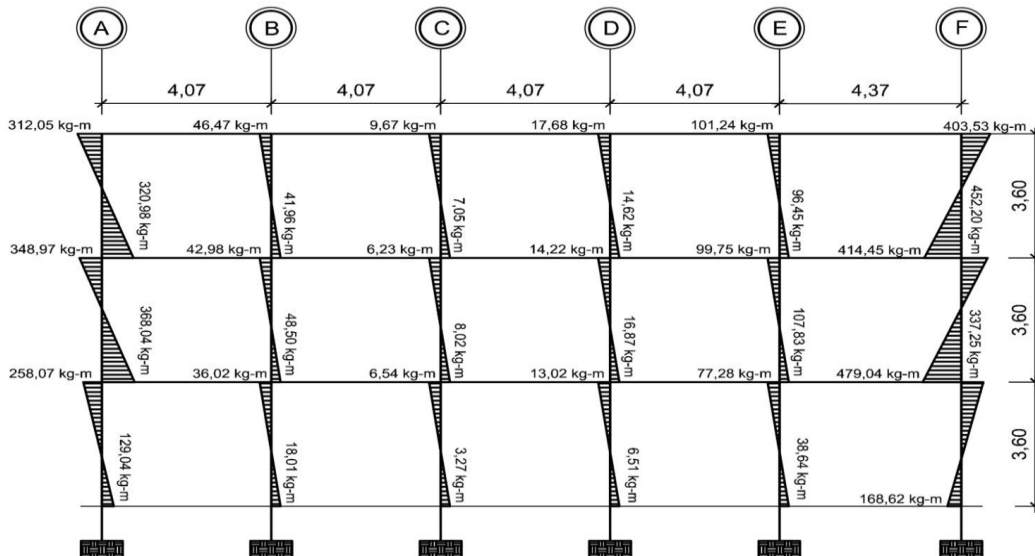
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 20. Diagrama de momentos en vigas carga viva marco 3



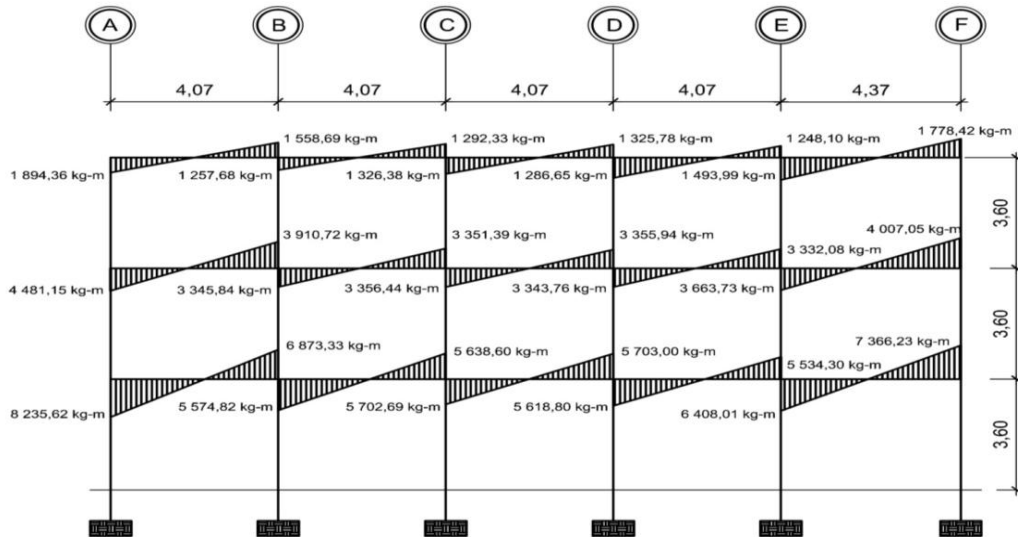
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 21. Diagrama de momentos en columnas carga viva marco 3



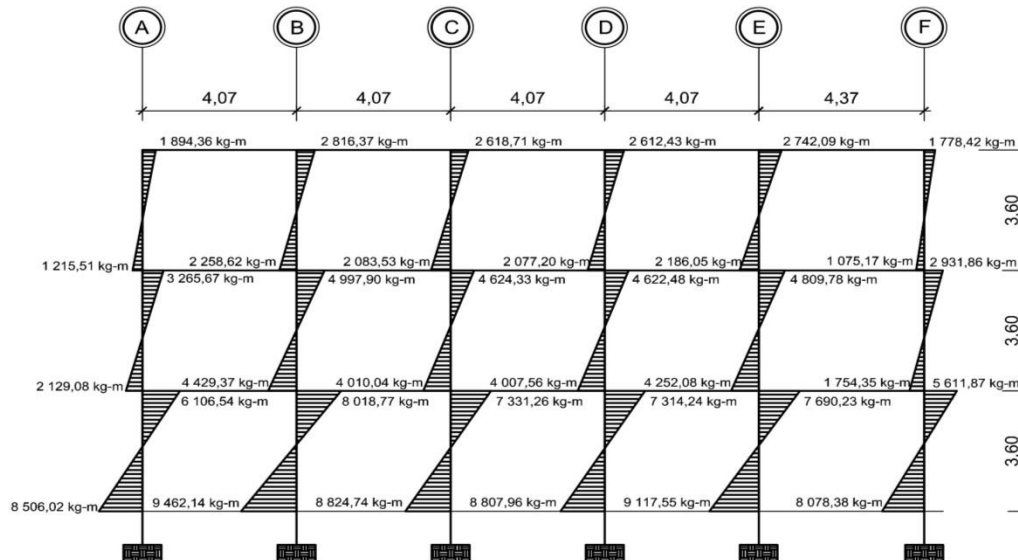
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 22. Diagrama de momentos en vigas carga sísmica marco 3



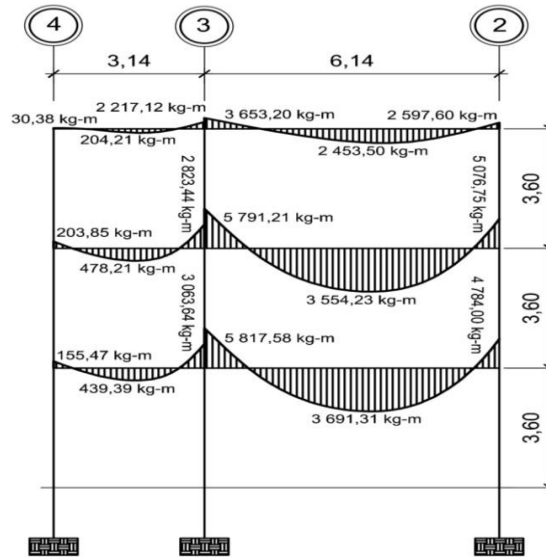
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 23. Diagrama de momentos en columnas carga sísmica marco 3



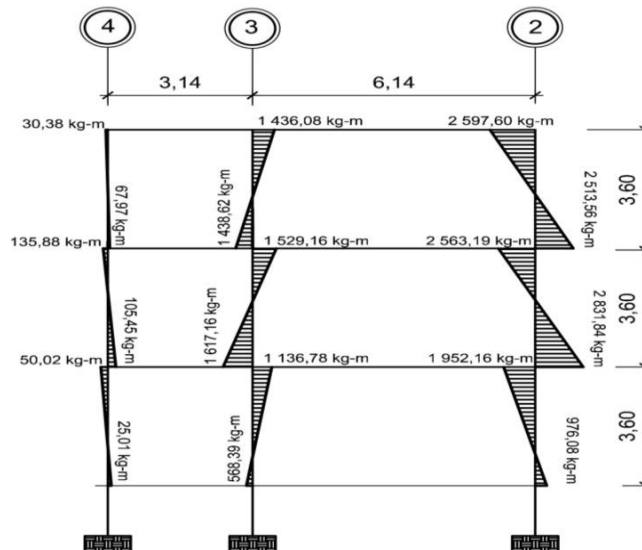
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 24. Diagrama de momentos en vigas carga muerta marco D



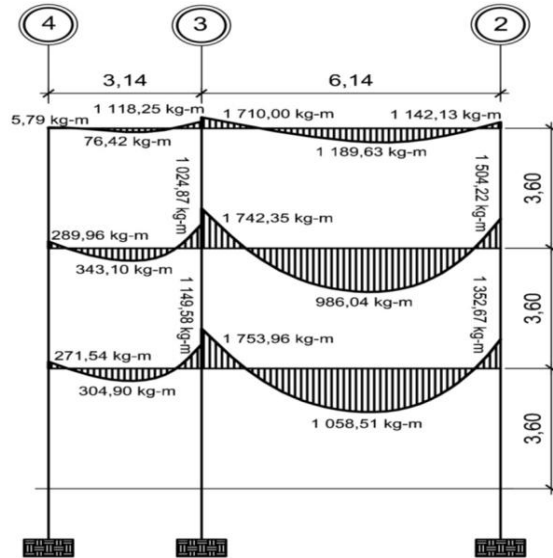
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 25. Diagrama de momentos en columnas carga muerta marco D



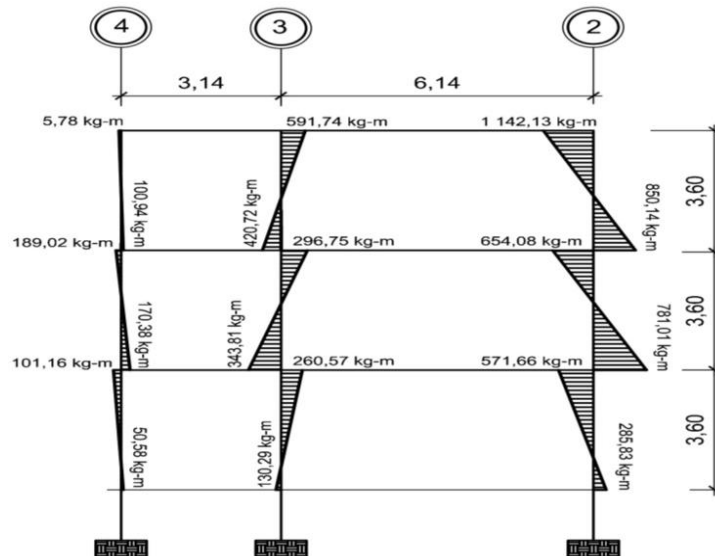
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 26. Diagrama de momentos en vigas carga viva marco D



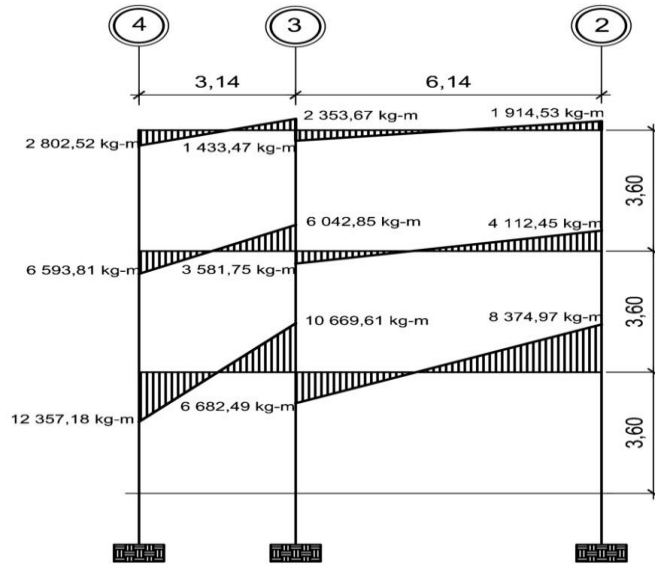
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 27. Diagrama de momentos en columnas carga viva marco D



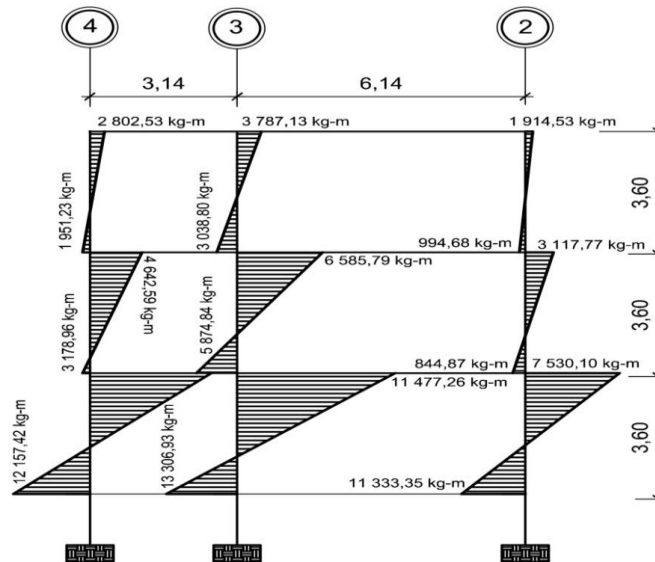
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 28. Diagrama de momentos en vigas carga sísmica marco D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 29. Diagrama de momentos en columnas carga sísmica marco D



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.8.4. Envoltente de momentos

La gráfica envoltente de momentos es la combinación de los resultados del análisis estructural para carga muerta, viva y de sismo. Para dicha combinación se utilizan las ecuaciones dispuestas por el código ACI-11 en el apéndice C.2, las cuales se presentan a continuación:

$$M = 1,4 M_{CM} + 1,7 M_{CV}$$

$$M = 0,75 (1,4 M_{CM} + 1,7 M_{CV}) + 1,0 M_{CS}$$

$$M = 0,75 (1,4 M_{CM} + 1,7 M_{CV}) - 1,0 M_{CS}$$

$$M = 0,9 M_{CM} + 1,0 M_{CS}$$

$$M = 0,9 M_{CM} - 1,0 M_{CS}$$

Donde

M = momento último

M_{CM} = momento debido a carga muerta

M_{CV} = momento debido a carga viva

M_{CS} = momento debido a carga de sismo

De estas cinco combinaciones debe seleccionarse el resultado del valor mayor. Con ello se procede a diseñar los elementos estructurales.

Se realiza el procedimiento para calcular la envoltente de momentos para el tramo 1-2 del marco 3 del tercer nivel y se colocarán las gráficas de los resultados de la envoltente de los marcos 3 y E. Es importante resaltar que el procedimiento para determinar la envoltente en todos los marcos, tanto en vigas como en columnas es el mismo que se describe a continuación.

- Tramo A-B tercer nivel

- Momento al lado izquierdo

$$M = 1,4(725,81) + 1,7(312,06) = 1\,546,63 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,75(1,4(725,81) + 1,7(312,06)) + 1,0(-1\,894,36) = -734,38 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,75(1,4(725,81) + 1,7(312,06)) - 1,0(-1\,894,36) = 3\,054,33 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,9(725,81) + 1,0(-1\,894,36) = -1\,241,13 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,9(725,81) - 1,0(-1\,894,36) = 2\,547,59 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento al centro

$$M = 1,4(831,68) + 1,7(356,74) = 1\,770,81 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,75(1,4(831,68) + 1,7(356,74)) + 1,0(0) = 1\,328,11 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,75(1,4(831,68) + 1,7(356,74)) - 1,0(0) = 1\,328,11 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,9(831,68) + 1,0(0) = 748,51 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,9(831,68) - 1,0(0) = 748,51 \text{ kg} - \text{m}$$

- Momento al lado derecho

$$M = 1,4(-1\,473,57) + 1,7(-632,31) = -3\,137,93 \text{ kg} - \text{m}$$

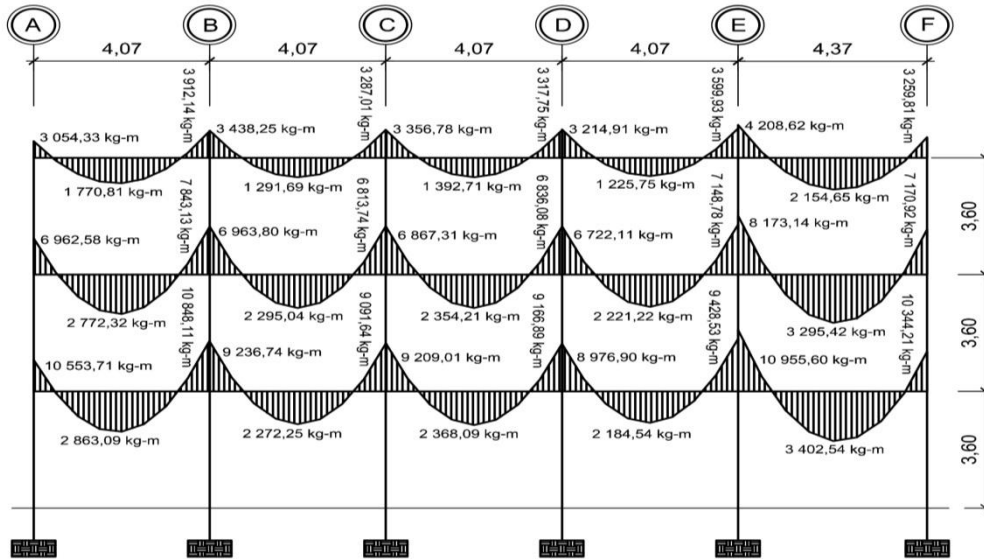
$$M = 0,75(1,4(-1\,473,57) + 1,7(-632,31)) + 1,0(-1\,558,69) = -3\,912,14 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,75(1,4(-1\,473,57) + 1,7(-632,31)) - 1,0(-1\,558,69) = -794,76 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M = 0,9(-1\,473,57) + 1,0(-1\,558,69) = -2\,884,91 \text{ kg} - \text{m}$$

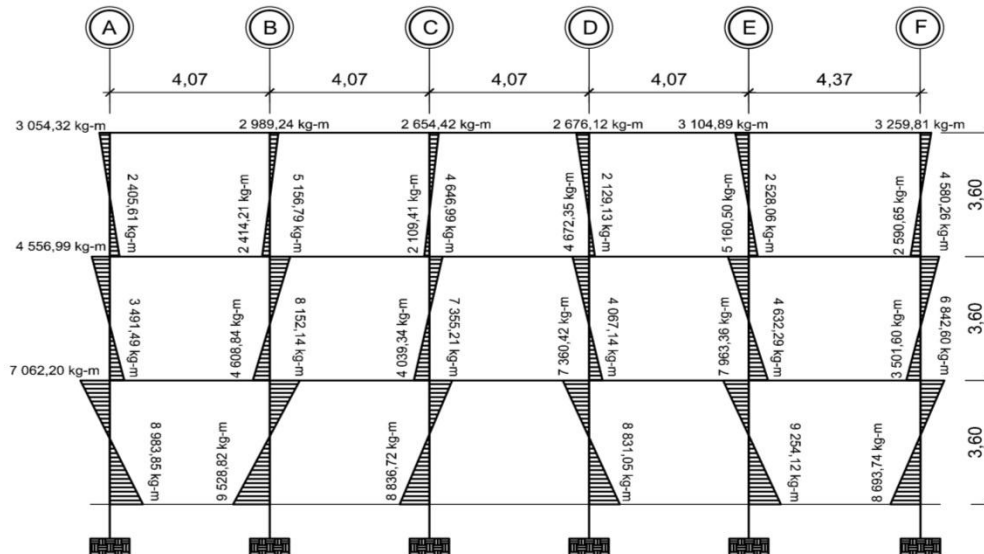
$$M = 0,9(-1\,473,57) - 1,0(-1\,558,69) = 232,48 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 30. **Envolvente de momentos en vigas marco 3**



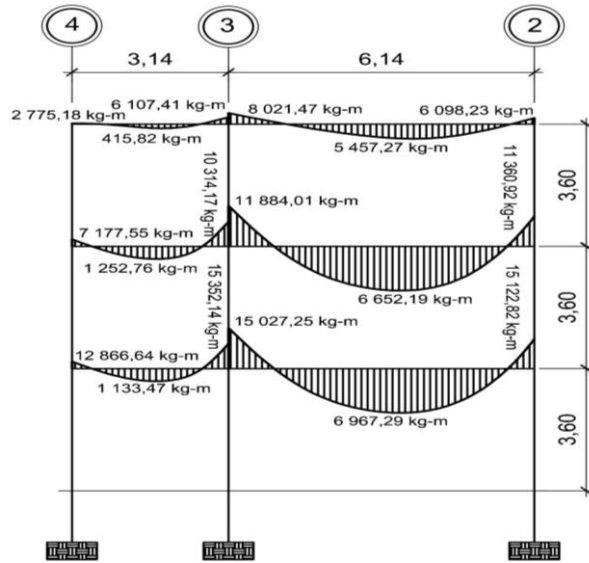
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 31. **Envolvente de momentos en columnas marco 3**



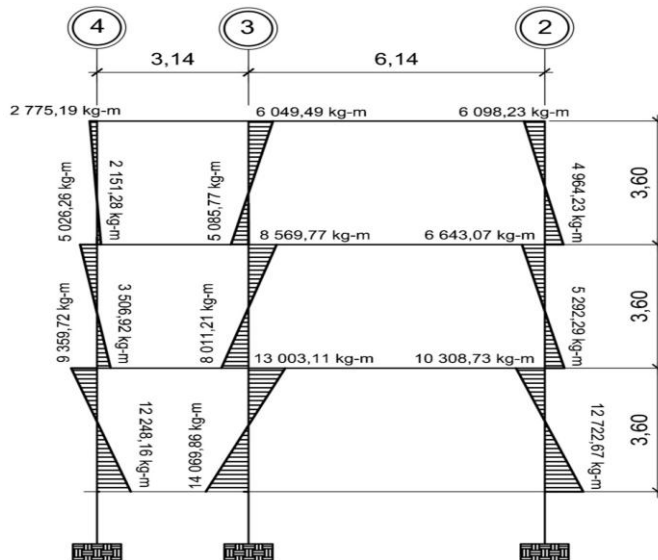
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 32. **Envolvente de momentos en vigas marco E**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 33. **Envolvente de momentos en columnas marco E**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.6.8.5. Diagrama de cortes últimos

Los esfuerzos cortantes en las vigas se obtienen aplicando los factores de resistencia de las cinco ecuaciones dispuestas por el código ACI-11 en el apéndice C.2. Las ecuaciones a utilizar se muestran a continuación y para el valor de corte último deberá seleccionarse el valor mayor de los cinco obtenidos:

$$V_v = 1,4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right)$$
$$V_v = 0,75 \left[1,4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right) \right] + 1,0 * \left(\frac{M_{C \text{ izq}} + M_{C \text{ der}}}{L} \right)$$
$$V_v = 0,75 \left[1,4 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{W_{CV} * L}{2} \right) \right] - 1,0 * \left(\frac{M_{C \text{ izq}} + M_{C \text{ der}}}{L} \right)$$
$$V_v = 0,90 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) + 1,0 * \left(\frac{M_{C \text{ izq}} + M_{C \text{ der}}}{L} \right)$$
$$V_v = 0,90 \left(\frac{W_{CM} * L}{2} \right) - 1,0 * \left(\frac{M_{C \text{ izq}} + M_{C \text{ der}}}{L} \right)$$

Donde

V_v = corte último en viga

W_{CM} = carga distribuida debido a carga muerta

W_{CV} = carga distribuida debido a carga viva

L = longitud a rostros interiores de la viga

$M_{CS \text{ izq}}$ = momento del lado izquierdo de la viga debido a carga de sismo

$M_{CS \text{ der}}$ = momento del lado derecho de la viga debido a carga de sismo

Los esfuerzos cortantes en las columnas se obtienen aplicando la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{M_{e\ sup} + M_{e\ inf}}{L}$$

Donde

V_c = corte último en columna

$M_{e\ sup}$ = momento superior de la columna obtenido de la envolvente de momentos

$M_{e\ inf}$ = momento inferior de la columna obtenido de la envolvente de momentos

L = longitud total de la columna

Se realiza el cálculo de corte último para la viga del tramo 1-2 del marco 3 y para la columna A del tercer nivel y se colocarán las gráficas con los resultados finales de los marcos 3 y E. Cabe resaltar que el procedimiento para determinar el corte último en todos los marcos tanto en vigas como en columnas es el mismo, el cual se describe a continuación.

- Viga tramo 1-2 marco 3 segundo nivel

Datos:

L = 3,67 m

W_{CM} = 923,93 kg/m

W_{CV} = 396,56 kg/m

$M_{CS\ izq}$ = -1 894,36 kg-m

$M_{CS\ der}$ = -1 558,69 kg-m

$$V_v = 1,4 \left(\frac{923,93 * 3,67}{2} \right) + 1,7 \left(\frac{396,56 * 3,67}{2} \right) = 3\ 610,65\ kg$$

$$V_b = 0,75(3\ 610,65) + 1,0 * \left(\frac{-1\ 894,36 - 1\ 558,69}{3,67} \right) = 1\ 767,10\ kg$$

$$V_b = 0,75(3\ 610,65) + 1,0 * \left(\frac{-1\ 894,36 - 1\ 558,69}{3,67} \right) = 3\ 648,87\ kg$$

$$V_b = 0,90 * \left(\frac{923,93 * 3,67}{2} \right) + 1,0 * \left(\frac{-1\ 894,36 - 1\ 558,69}{3,67} \right) = 584,98\ kg$$

$$V_b = 0,90 * \left(\frac{923,93 * 3,67}{2} \right) - 1,0 * \left(\frac{-1\ 894,36 - 1\ 558,69}{3,67} \right) = 2\ 466,76\ kg$$

- Columna A marco 3 tercer nivel

Datos:

$$L = 3,05\ m$$

$M_{e\ sup}$ y $M_{e\ inf}$ se obtienen de los cálculos de las 5 combinaciones de carga para la envolvente de momentos en la columna A marco 3.

$$V_c = \frac{52,36 - 266,74}{3,60} = -59,55\ kg$$

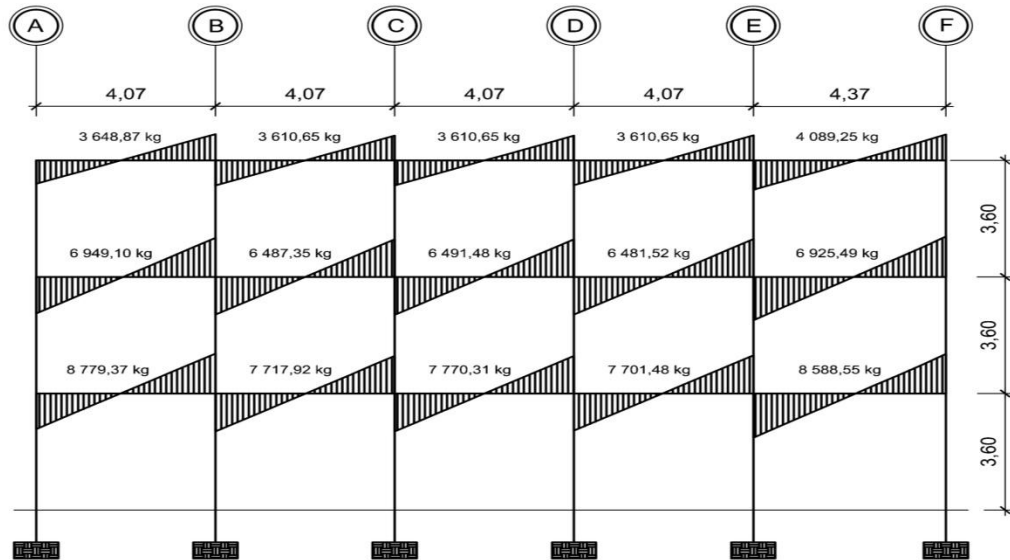
$$V_c = \frac{2\ 841,80 + 1\ 751,17}{3,60} = 1275,82\ kg$$

$$V_c = \frac{-2\ 763,26 - 2\ 151,28}{3,60} = -1365,15\ kg$$

$$V_c = \frac{2\ 829,87 + 1\ 890,06}{3,60} = 1311,09\ kg$$

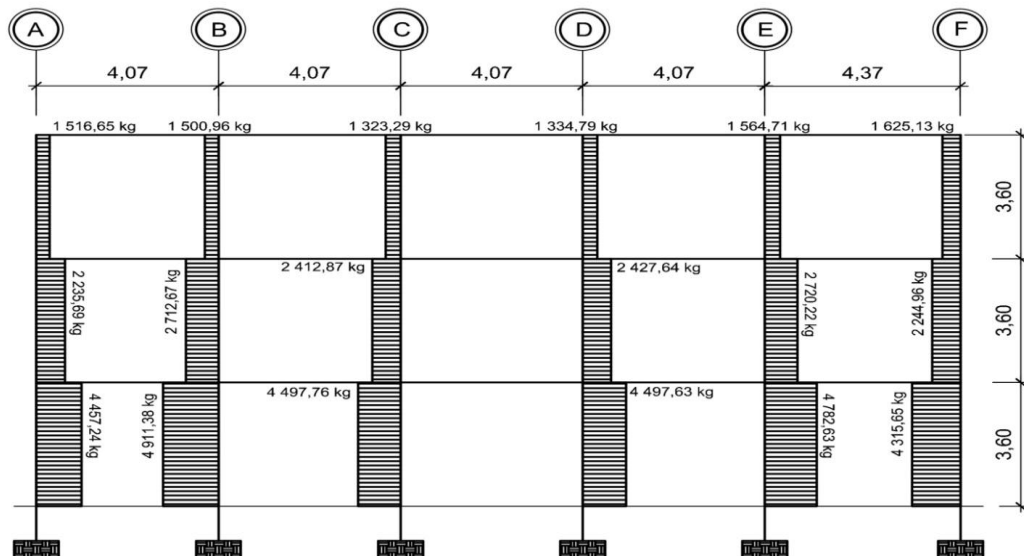
$$V_c = \frac{-2\ 775,19 - 2\ 012,40}{3,60} = -1329,88\ kg$$

Figura 34. Diagramas de cortes últimos en vigas marco 3



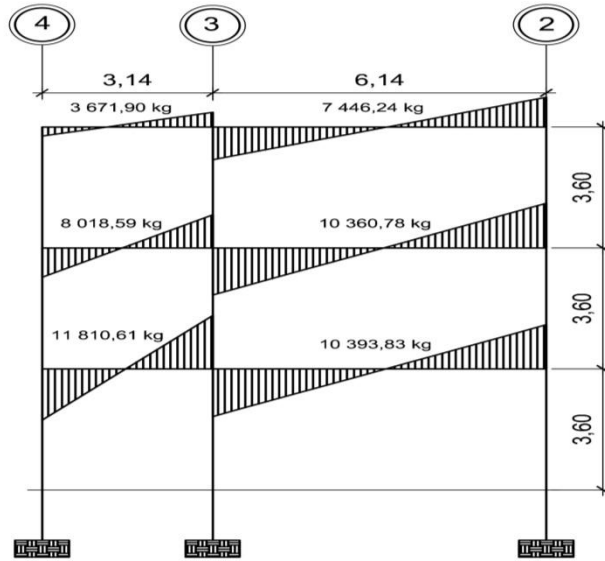
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 35. Diagramas de cortes últimos en columnas marco 3



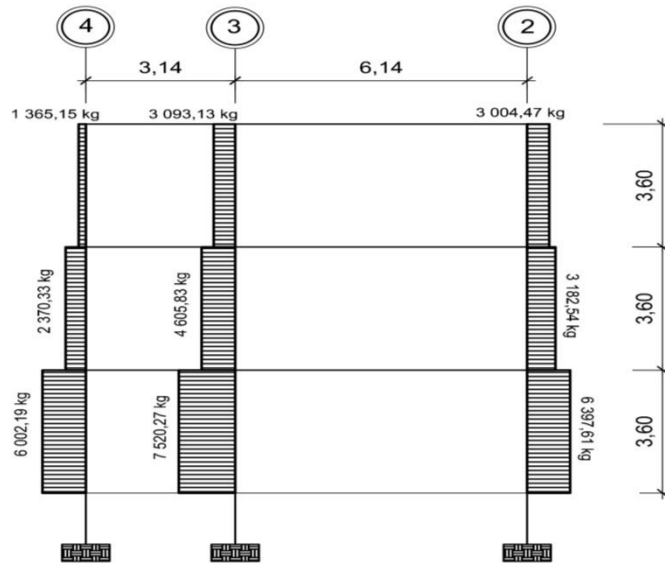
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 36. Diagramas de cortes últimos en vigas marco E



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 37. Diagramas de cortes últimos en columnas marco E



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.7. Diseño estructural

Consiste en determinar las características principales de los elementos estructurales, tales como: dimensiones, tipo y cantidad de acero de refuerzo, forma, entre otros. Dichas características deben ser las adecuadas y necesarias para que todos los elementos sean resistentes a las cargas analizadas y en conjunto formen una estructura que proporcione seguridad y una vida útil considerable.

2.1.7.1. Diseño de losas

El diseño de las losas serán realizará como losas tradicionales por medio del método 3 del código ACI de 1963, también conocido como el método de los coeficientes y se tomará como base el predimensionamiento realizado en el capítulo 2.1.6.1.

Datos:

Espesor de losa t	= 0,12 m
Peso específico del concreto γ_c	= 2 400 kg/m ³
Resistencia del concreto a la compresión f'_c	= 210 kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia del acero f_y	= 2 810 kg/cm ² (grado 40)
Carga muerta (muros + sobre carga) CM	= 260 kg/m ²
Carga viva en aulas CV	= 200 kg/m ²
Carga viva en pasillos CV	= 500 kg/m ²
Altura de muro	= 3,60 m

- Integración de cargas

- Carga muerta última

$$C_{MU} = 1,4(CM + \gamma_c * t)$$
$$C_{MU} = 1,4(260 \text{ kg/m}^2 + 2400,00 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m})$$
$$C_{MU} = 767,20 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última

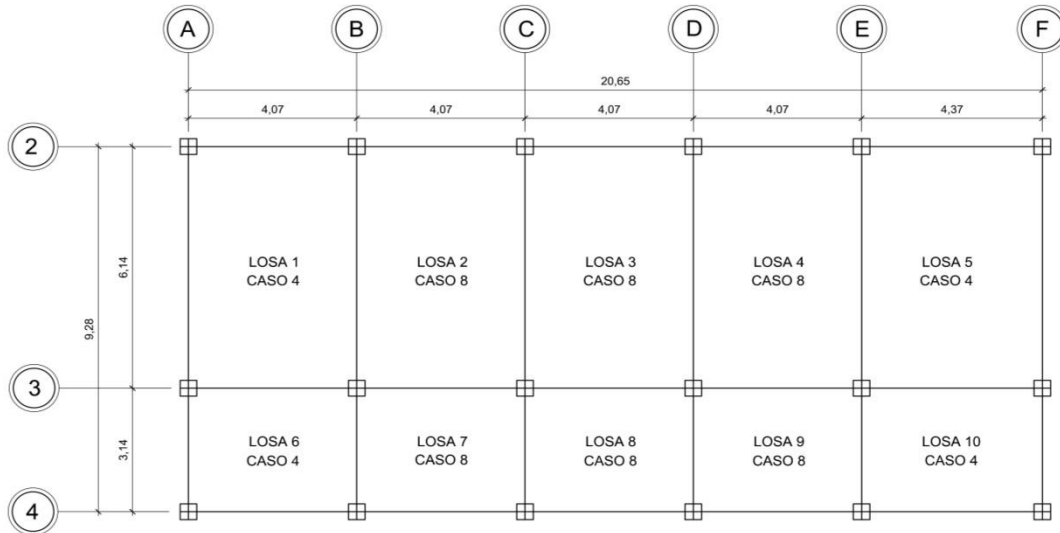
$$C_{VU} = 1,7 * (CV)$$
$$C_{VU\text{aula}} = 1,7 * (200 \text{ kg/m}^2) = 340 \text{ kg/m}^2$$
$$C_{VU\text{pasillo}} = 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 850 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total última

$$C_{TU} = C_{MU} + C_{VU}$$
$$C_{TU\text{AULA}} = 767,20 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2 = 1107,20 \text{ kg/m}^2$$
$$C_{TU\text{PASILLO}} = 767,20 \text{ kg/m}^2 + 850 \text{ kg/m}^2 = 1617,20 \text{ kg/m}^2$$

El método 3 del ACI permite calcular los momentos que se producen en las franjas centrales de las losas debido a las cargas aplicadas. Esto por medio de tablas de coeficientes de momentos, las cuales se encuentran en los anexos (ver anexo 3, 4 y 5 coeficientes para momentos). Dependiendo de estos coeficientes de la relación (m) que exista dentro de las longitudes de los lados de la losa y de la continuidad que exista entre las mismas.

Figura 38. Losas primero, segundo y tercer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Existen losas que son semejantes en dimensiones y continuidad. Por ello se determinarán los momentos solo para una y serán los mismos para las demás.

Las losas semejantes son:

Losa 2 = losa 3 = losa 4

Losa 7 = losa 8 = losa 9

- Cálculo de momentos actuantes $M (\pm)$

Para el cálculo de los momentos actuantes se utilizan las siguientes ecuaciones:

- Momentos negativos

$$M_a(-) = C_a * C_{TU} * a^2$$

$$M_b(-) = C_b * C_{TU} * b^2$$

- Momentos positivos

$$M_a(+) = C_{am} * C_{MU} * a^2 + C_{av} * C_{VU} * a^2$$

$$M_b(+) = C_{bm} * C_{MU} * b^2 + C_{bv} * C_{VU} * b^2$$

- Momentos negativos en lados sin continuidad

$$M_a(-) = 1/3 * M_a(+)$$

$$M_b(-) = 1/3 * M_b(+)$$

Donde

C_a, C_b = coeficientes para momentos negativos

C_{am}, C_{bm} = coeficientes para momentos positivos debido a carga muerta

C_{av}, C_{bv} = coeficientes para momentos positivos debido a carga viva

C_{MU} = carga muerta última

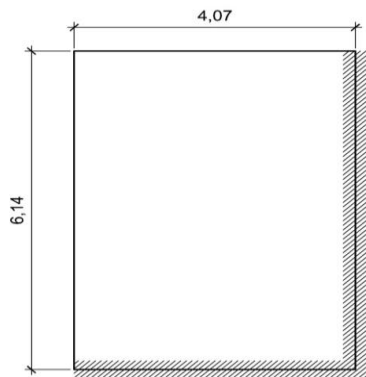
C_{MV} = carga viva última

a = longitud libre menor de la losa

b = longitud libre mayor de la losa

Se realizará el cálculo para tres losas: dos que trabajen en dos direcciones y que sean de diferentes casos de continuidad. La otra que trabaje en una sola dirección. Para las demás losas se debe realizar el mismo procedimiento descrito a continuación.

Losa 1 = caso 4



Caso 4

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,07}{6,14} = 0,66$$

Losa en 2 direcciones

$$M_{a(-)} = 0,085 * 1\ 107,20 * (4,07)^2 = 1\ 558,96 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(-)} = 0,015 * 1\ 107,20 * (6,14)^2 = 626,11 \text{ kg} - \text{m}$$

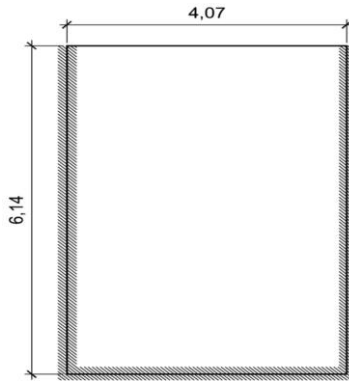
$$M_{a(+)} = 0,050 * 767,20 * (4,07)^2 + 0,062 * 340 * (4,07)^2 = 984,62 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)} = 0,009 * 767,20 * (6,14)^2 + 0,011 * 340 * (6,14)^2 = 401,30 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_a(-) = 1/3 * (984,62) = 328,21 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b(-) = 1/3 * (401,30) = 133,77 \text{ kg} - \text{m}$$

Losa 2 = caso 8



Caso 8

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,07}{6,14} = 0,66$$

Losa en 2 direcciones

$$M_{a(-)} = 0,074 * 1\ 107,20 * (4,07)^2 = 1\ 1\ 357,21 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(-)} = 0,024 * 1\ 107,20 * (6,14)^2 = 1\ 001,78 \text{ kg} - \text{m}$$

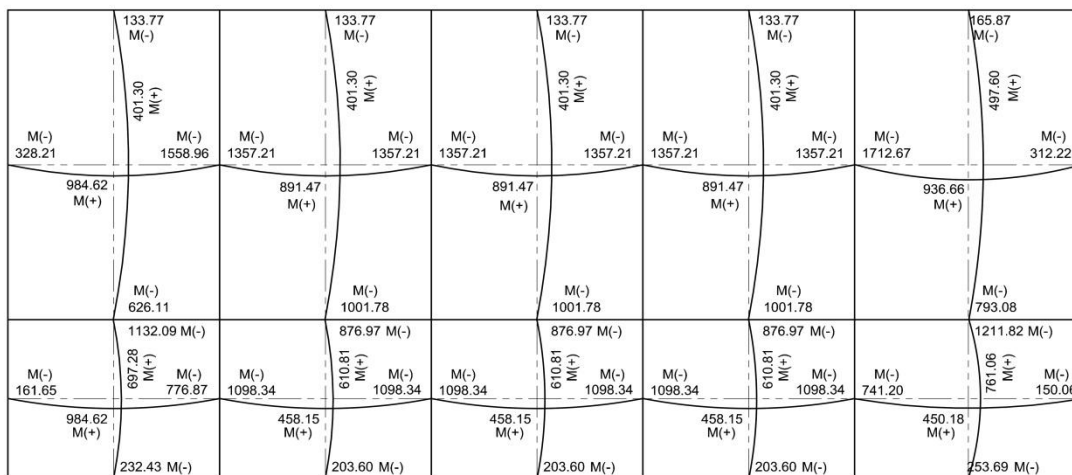
$$M_{a(+)} = 0,044 * 767,20 * (4,07)^2 + 0,062 * 340 * (4,07)^2 = 891,47 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{b(+)} = 0,009 * 767,20 * (6,14)^2 + 0,011 * 340 * (6,14)^2 = 401,30 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{a(-)} = 0,074 * 1\ 107,20 * (4,07)^2 = 1\ 357,21 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_b(-) = 1/3 * (401,30) = 133,77 \text{ kg} - \text{m}$$

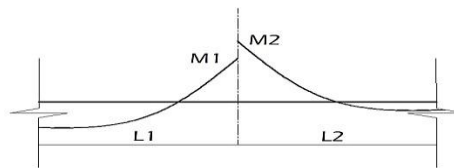
Figura 39. Distribución de momentos en losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Balance de momentos

Cuando las losas tienen un lado en común y cada una posee momentos negativos diferentes, se deben balancear dichos momentos antes de proceder a diseñar los refuerzos que requiere. Los momentos se pueden balancear como se muestra a continuación:



$$M2 > M1$$

- Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces $MB = (M1 + M2) / 2$
- Sí $M1 < 0,8 * M2$; MB se distribuye proporcional a la rigidez de las losas, de la siguiente manera:

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

Donde

MB = momento balanceado

K1, K2 = rigideces de losas 1 y 2

L1, L2 = longitudes de losas 1 y 2

D1, D2 = factores de distribución de momentos en losas 1 y 2

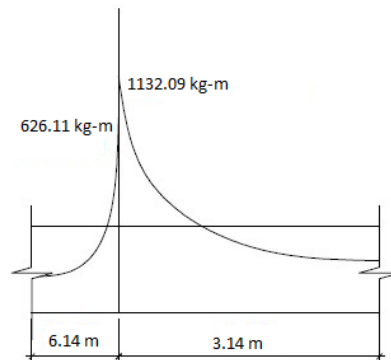
$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Y los momentos balanceados se obtienen con las ecuaciones:

$$MB_1 = M1 + (M2 - M1) * D1$$

$$MB_2 = M2 - (M2 - M1) * D2$$

- Balance de momentos entre losa 1 y losa 2



$$M1 = 626,11 \text{ kg-m}$$

$$M2 = 1\,132,09 \text{ kg-m}$$

$$M2 > M1$$

- Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces $MB = (M1 + M2) / 2$

$$626,11 > 0,8 * (1\,132,09)$$

$$626,11 < 905,67 \text{ (no aplica la ecuación 1)}$$

- Sí $M1 < 0,8 * M2$; MB se distribuye proporcional a la rigidez de las losas:

$$626,11 > 0,8 * (1\,132,09)$$

$$626,11 < 905,67 \text{ (aplica la ecuación 2)}$$

$$K_1 = \frac{1}{L_1} = \frac{1}{6,14} = 0,16$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2} = \frac{1}{3,14} = 0,32$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2} = \frac{0,16}{0,16+0,32} = 0,34 \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2} = \frac{0,32}{0,16+0,32} = 0,66$$

Los momentos balanceados son:

$$MB_1 = M_1 + (M_2 - M_1) * D_1$$

$$MB_1 = 626,11 + (1\,132,09 - 626,11) * 0,34$$

$$MB_1 = 797,31 \text{ kg} - \text{m}$$

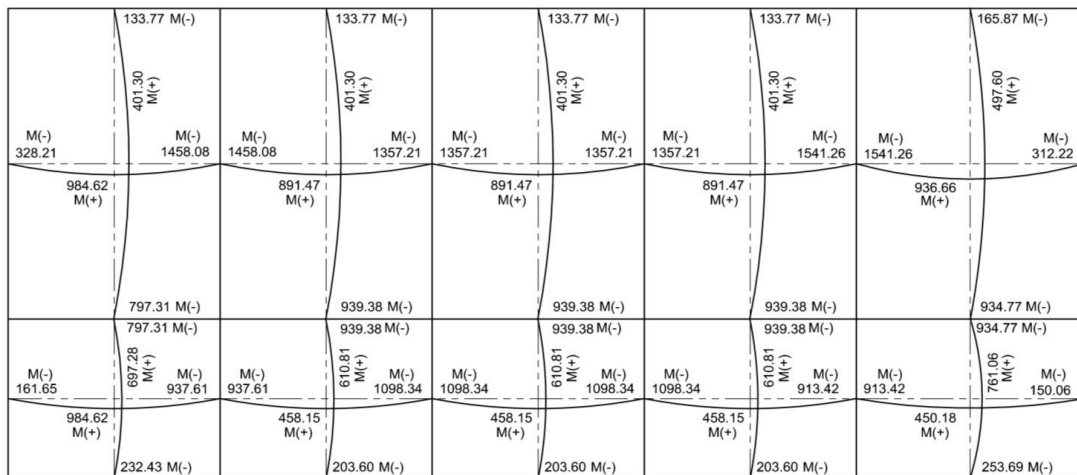
$$MB_2 = M_2 - (M_2 - M_1) * D_2$$

$$MB_2 = 1\,132,09 - (1\,132,09 - 626,11) * 0,66$$

$$MB_2 = 797,31 \text{ kg} - \text{m}$$

Se aplicó el mismo procedimiento para realizar los balances de momentos en todas las losas. Los resultados de los momentos finales se observan en la figura 40.

Figura 40. **Distribución de momentos finales en losas primer nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Datos:

Espesor de losa $t = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ (grado 40)

Ancho unitario $b = 1,00 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

Recubrimiento $= r = 2,5 \text{ cm}$ (ACI-11 7,7,1)

\emptyset refuerzo núm. 3 $= 3/8" = 1,27 \text{ cm}$

Cálculo del peralte efectivo

$$d = t - r - \frac{\phi}{2} = 12 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - \frac{0,9525 \text{ cm}}{2} = 9,02 \text{ cm}$$

El área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$) en una losa se calcula como el 40 % del área de acero mínimo de una viga, usando un ancho unitario de 100 cm.

$A_{s_{\min}}$ en una viga, según el código ACI-11 10.5.1 (10-3):

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,80 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

Pero no menor a:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y}$$

$A_{s_{\min}}$ en una losa aplicándole el 40 % de reducción del acero mínimo de una viga:

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{0,80 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{0,80 * \sqrt{210}}{2810} * 100 * 9,02 = 1,48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0,4 * \frac{14,1 * b * d}{f_y}$$

$$A_{s_{\min}} = 0,40 * \frac{14,1 * 100 * 9,02}{2810} = 1,81 \text{ cm}^2$$

Usar $A_{s_{\min}} = 1,81 \text{ cm}^2$

Con el $A_{s_{\min}}$ se determina el espaciamiento (S) que requiere usando varillas núm. 3 ($A = 0,71 \text{ cm}^2$):

$$\begin{array}{r} 1,81 \text{ cm}^2 - 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 - S \end{array}$$

$$S_{A_{\min}} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{1,81 \text{ cm}^2} = 39,34 \text{ cm}$$

Según el código ACI-11 7.6.5 en losas exceptuando las losas nervadas, el espaciamiento del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor a 3 veces el espesor de la losa ni ser mayor a 45 cm.

$$S_{\max} \leq 3t \leq 3(12 \text{ cm}) \leq 36 \text{ cm}$$

$$S_{\max} \leq 45 \text{ cm}$$

$$S_{A_{\min}} = 39,34 \text{ cm}$$

Como el $S_{As_{min}}$ es mayor al S_{max} , ahora el límite será este último y se procede a calcular el área de acero para cubrir dicho espaciamiento:

$$\begin{aligned} As_{min} & - 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 & - 36 \end{aligned}$$

$$As_{min} = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{36 \text{ cm}} = 1,97 \text{ cm}^2$$

Con el As_{min} calculado para el S_{max} , se procede a encontrar el momento ($M_{As_{min}}$) que dicha área de acero resiste:

$$\begin{aligned} M_{As_{min}} & = \phi * \left[As_{min} * fy * \left(d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b} \right) \right] ; \phi = 0,9 \\ M_{As_{min}} & = 0,9 \left[1,98 * 2810 * \left(9,02 - \frac{1,98 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 44390,46 \text{ kg} - \text{cm} \\ M_{As_{min}} & = 443,90 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

El momento que resiste el acero mínimo $M_{As_{min}}$ (443,90 kg-m) no cubre todos los momentos finales de las losas. Por ello debe calcularse el acero requerido para los momentos mayores y el espaciamiento necesario utilizando varillas núm. 3.

A modo de ejemplo se calculará el acero y el espaciamiento requerido para el momento 328,21 kg-m. Luego se muestra la tabla resumen de todos los momentos mayores con su respectivo As y espaciamiento.

$$M = 328,21 \text{ kg-m}$$

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

$$As = \frac{0,85 * 210}{2 810} * \left[100 * 9,02 - \sqrt{(100 * 9,02)^2 - \frac{328,21 * 100}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$As = 1,46 \text{ cm}^2$$

$$1,46 \text{ cm}^2 - 100 \text{ cm}$$

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

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{1,46 \text{ cm}} = 48,92 \text{ cm}$$

Tabla XXIV. **Espaciamientos de refuerzo a flexión en losas sentido X**

	Momento (kg-m)	As (cm ²)	As min (cm ²)	As varilla (cm ²)	
				Núm. 3	S (cm)
SENTIDO X	328,21	1,46	1,81	0,71	48,92
	984,62	4,49	1,81	0,71	15,87
	1 458,01	6,79	1,81	0,71	10,49
	891,47	4,05	1,81	0,71	17,60
	1 357,21	6,29	1,81	0,71	11,32
	1 541,26	7,21	1,81	0,71	9,89
	936,66	4,26	1,81	0,71	16,72
	312,22	1,38	1,81	0,71	51,45
	161,65	0,71	1,81	0,71	99,97
	487,94	2,18	1,81	0,71	32,69
	937,61	4,27	1,81	0,71	16,70
	458,15	2,04	1,81	0,71	34,86
	1 098,34	5,03	1,81	0,71	14,16
	913,42	4,15	1,81	0,71	17,16
	450,18	2,01	1,81	0,71	35,49
	150,06	0,66	1,81	0,71	107,74

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Espaciamientos de refuerzo a flexión en losas sentido Y**

	Momento (kg-m)	As (cm ²)	As min (cm ²)	As varilla (cm ²)	
				Núm. 3	S (cm)
SENTIDO Y	232,43	1,03	1,81	0,71	69,34
	697,28	3,14	1,81	0,71	22,68
	797,31	3,61	1,81	0,71	19,75
	401,30	1,79	1,81	0,71	39,89
	133,77	0,59	1,81	0,71	120,94
	203,60	0,90	1,81	0,71	79,24
	610,81	2,74	1,81	0,71	25,99
	939,38	4,28	1,81	0,71	16,67
	401,30	1,79	1,81	0,71	39,89
	133,77	0,59	1,81	0,71	120,94
	253,69	1,12	1,81	0,71	63,47
	761,06	3,44	1,81	0,71	20,73
	934,77	4,25	1,81	0,71	16,75
	497,60	2,22	1,81	0,71	32,05
	165,87	0,73	1,81	0,71	97,41

Fuente: elaboración propia.

Nota: ver separaciones finales del acero de refuerzo en las losas del primer nivel en los apéndices, plano núm. 10 correspondientes a losas y vigas.

Según el código ACI-11 7.12.2.1 (a), en losas donde se empleen varillas de acero 40° (2 810 kg/cm²), la cuantía de refuerzo de retracción y temperatura debe ser: $\rho = 0,0020$.

Área de acero por temperatura:

$$As_t = \rho * b * t$$

$$As_t = (0,0020) * (100 \text{ cm}) * (12 \text{ cm}) = 2,40 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} 2,40 \text{ cm}^2 & - 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 & - S \end{aligned}$$

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{2,40 \text{ cm}} = 29,69 \text{ cm}$$

El código ACI-11 capítulo 7.12.2.2 establece que en ningún caso debe colocarse el refuerzo de retracción y temperatura, esto con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni debe exceder los 45 cm.

$$\begin{aligned} S_{\max t} &= 5t \\ S_{\max t} &= 5*(12 \text{ cm}) \\ S_{\max t} &= 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

Como $S < S_{\max t}$ y también $S < 60 \text{ cm}$, el espaciamiento es correcto, por lo tanto, colocar A_s núm. 3 @ 30 cm.

- Chequeo por corte:

Este se realiza en los dos sentidos de la losa en el sentido largo y en el corto. Esto con la finalidad de determinar si el espesor t propuesto es el correcto. Esto se realiza verificando que el corte que resiste el concreto sea mayor al corte que producen las cargas actuantes.

Se verificarán los cortantes actuantes en la losa más crítica con medidas de 4,37 m x 6,14 m.

- Sentido corto

$$C_{TU \text{ salón}} = 1\,107,20 \text{ kg/m}^2$$

$$L = 4,37 \text{ m}$$

$$V_a = \frac{C_{TU} * L}{2}$$

$$V_a = \frac{(1\,107,20 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m}) * 4,37 \text{ m}}{2} = 2\,419,23 \text{ kg}$$

- Sentido largo

$$C_{TU \text{ salón}} = 1\,107,20 \text{ kg/m}^2$$

$$L = 6,14 \text{ m}$$

$$V_a = \frac{C_{TU} * L}{2}$$

$$V_a = \frac{(1\,107,20 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m}) * 6,14 \text{ m}}{2} = 3\,399,10 \text{ kg}$$

- Corte que resiste el concreto

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d ; \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 9,02 = 5\,888,58 \text{ kg}$$

Como $V_c > V_a$ el espesor t propuesto para las losas es correcto.

2.1.7.2. Diseño de vigas

Las vigas son elementos estructurales horizontales que trabajan fundamentalmente a flexión. Estos reciben las cargas de las losas y las transmiten a las columnas.

Serán diseñadas por el método de resistencia última, que se basa en la suposición de que los elementos fallan cuando alcanzan su resistencia última. Esto utilizando cargas factorizadas por medio de las ecuaciones descritas en el apéndice C.2 del código ACI-11 y reduciendo la resistencia de los materiales. Esto por medio del factor de reducción (Φ), dicho factor varía si el miembro estructural trabaja a flexión o a corte.

Los momentos necesarios para realizar el diseño de las vigas se toman de la envolvente de momentos. A manera de ejemplificar el diseño de vigas que será el mismo para todas, se diseñará la viga entre los ejes 11-12 del marco E del tercer nivel.

Viga 11-12, marco E tercer nivel

Datos:

$$\gamma \text{ conc} = 2\,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$\text{rec.} = 4 \text{ cm}$$

$$d = h - \text{rec.} - \varnothing_{\text{estribo}} - \varnothing_{\text{varilla\#6}} / 2 = 50 - 4 - 0,9525 - 1,905 / 2 = 44,10 \text{ cm}$$

m(-) Izq (kg-m)	m(+) (kg-m)	m(-) Der (kg.m)	Vu (kg)
15 027,25	6 967,29	15 122,82	10 393,83

- Acero mínimo

El código ACI-11 capítulo 10.5.1 requiere que en todo elemento estructural sometido a flexión el $A_{s_{\min}}$ debe ser por lo menos:

$$A_{S_{\min}} = \frac{0,80 * \sqrt{f'c}}{f_y} * b * d = \frac{0,80 * \sqrt{210}}{2810} * 30 * 44,10 = 5,46 \text{ cm}^2$$

Pero no menor a:

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 30 * 44,10}{2810} = 6,64 \text{ cm}^2$$

Por lo que se obtiene como $A_{S_{\min}} = 6,64 \text{ cm}^2$

- Acero máximo

$$A_{S_{\max}} = 0,50 * \rho_b * b * d$$

Según el código ACI-11 en el apéndice B.8.4.3 (B.8-1), la cuantía de acero balanceada (ρ_b) debe ser:

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta * f'c * 6120}{f_y * (6120 + f_y)}$$

Si $0 \text{ kg/cm}^2 < f'c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$; entonces $\beta=0,85$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210 * 6120}{2810 * (6120 + 2810)} = 0,037$$

$$A_{S_{\max}} = 0,50 * 0,037 * 30 * 44,10 = 24,48 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo que requiere cada momento

El refuerzo que requiere cada momento se calculara con la ecuación:

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

○ $M(-)_{izq} = 15\ 027,25\ \text{kg-m}$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\ 810} * \left[30 * 44,10 - \sqrt{(30 * 44,10)^2 - \frac{15\ 027,25 * 30}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 14,77\ \text{cm}^2$$

○ $M(+) = 6\ 967,29\ \text{kg-m}$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\ 810} * \left[30 * 44,10 - \sqrt{(30 * 44,10)^2 - \frac{6\ 967,29 * 30}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 6,50\ \text{cm}^2 \quad \text{usar} \quad A_{s_{\min}} = 6,64\ \text{cm}^2$$

○ $M(-)_{der} = 15\ 122,82\ \text{kg-m}$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\ 810} * \left[30 * 44,10 - \sqrt{(30 * 44,10)^2 - \frac{15\ 122,82 * 30}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 14,88\ \text{cm}^2$$

Para el armado longitudinal final de la viga se deben cumplir los siguientes requisitos, según el código ACI-11 capítulo 21:

- ACI-11 capítulo 21.3.2.1: en cualquier sección de un elemento a flexión, tanto para el refuerzo en la cama superior como inferior, la cantidad de refuerzo no debe ser menor al $A_{s_{\min}}$.

- ACI-11 capítulo 21.3.2.1: la cuantía de refuerzo ρ no debe ser mayor a 0,025.
- ACI-11 capítulo 21.3.2.1: al menos deben disponerse de dos barras de refuerzo a lo largo de la viga tanto en la cama superior como inferior.
- ACI-11 capítulo 21.3.2.2: la resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor a la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. ($A_{s_{M+}} \geq 50\% A_{s_{M-}}$)

Refuerzo en cama superior

Se debe seleccionar el área de acero mayor de las siguientes opciones:

- $A_{s_{\min}} = 6,64 \text{ cm}^2$
- $33\% A_{s_{M(-)izq}} = 0,33 * 14,77 \text{ cm}^2 = 4,88 \text{ cm}^2$
- $33\% A_{s_{M(-)der}} = 0,33 * 14,88 \text{ cm}^2 = 4,91 \text{ cm}^2$

El A_s mayor de los cálculos anteriores es el $A_{s_{\min}} = 6,64 \text{ cm}^2$, por lo tanto se colocarán 4 varillas corridas núm. 6 = $11,40 \text{ cm}^2$.

Con las 4 varillas núm. 6 corridas no se cubre totalmente el acero que requieren los momentos negativos. Por ello es necesario cubrirlos con refuerzo adicional en forma de bastones, estos tendrán una longitud de $L/4$, siendo L la longitud total a rostros de la viga.

$$A_{s_{\text{adicional izq}}} = A_{s_{M(-)}} - A_{s_{\text{propuesto}}} = 14,77 \text{ cm}^2 - 11,40 \text{ cm}^2 = 3,37 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{adicional der}}} = A_{s_{M(-)}} - A_{s_{\text{propuesto}}} = 14,88 \text{ cm}^2 - 11,40 \text{ cm}^2 = 3,48 \text{ cm}^2$$

El $A_{s\text{adicional izq}} = 3,37 \text{ cm}^2$ por diseño se cubrirá con 2 bastón núm. 5 = $3,95 \text{ cm}^2$

El $A_{s\text{adicional der}} = 3,48 \text{ cm}^2$ por diseño se cubrirá con 2 bastón núm. 5 = $3,95 \text{ cm}^2$

Refuerzo en cama inferior

Se debe seleccionar el área de acero mayor de las siguientes opciones:

- $A_{s\text{min}} = 6,64 \text{ cm}^2$
- $50 \% A_s M(-)_{\text{izq}} = 0,50 * 14,77 \text{ cm}^2 = 7,39 \text{ cm}^2$
- $50 \% A_s M(-)_{\text{der}} = 0,50 * 6,50 \text{ cm}^2 = 3,25 \text{ cm}^2$
- $50 \% A_s M(+)= 0,50 * 14,88 \text{ cm}^2 = 7,44 \text{ cm}^2$

El A_s mayor de los cálculos anteriores es el $A_{s\text{min}}=7,44 \text{ cm}^2$. Por lo tanto, se colocarán 2 varillas corridas núm. 5 + 2 varillas corridas núm. 5 = $7,92 \text{ cm}^2$.

Además, como el A_s propuesto es mayor al A_s requerido por el momento positivo, no es necesario colocar refuerzo adicional.

• Refuerzo a corte:

Se utiliza para contrarrestar los esfuerzos cortantes en la viga, deben disponerse de estribos cerrados. Si el corte último que producen las fuerzas externas en la viga (V_u) es mayor al corte que resiste el concreto (V_c), se debe calcular el espaciamiento de los estribos. De lo contrario solo se necesitarán estribos por armado tal y como lo requiere el código ACI-11.

$$V_a = 10\,393,83 \text{ kg}$$

$$v_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad ; \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 30 * 44,10 = 8\,636,05 \text{ kg}$$

Debido a que V_U es mayor que V_C se debe usar refuerzo por confinamiento a una distancia mínima de $2h$; donde h es la altura total del elemento, conforme al código ACI 318S-11 en su capítulo 21.5.3.1. Además de verificarse que la longitud crítica por cortante es menor a $2h$, y se logra a través de la siguiente ecuación:

$$L_{\text{conf}} = \frac{L}{2} * \left(1 - \frac{V_c}{V_a}\right)$$

$$L_{\text{conf}} = \frac{6,14}{2} * \left(1 - \frac{8\,636,05}{10\,393,83}\right) = 0,52 \text{ m}$$

$$L_{\text{conf}} < 2h \quad \text{Ok, confinar } 2*h$$

Refuerzo por corte en confinamiento

$$V_s = \frac{V_a - V_c}{\phi} = \frac{10\,393,83 - 8\,636,05}{0,85} = 2\,067,98 \text{ kg}$$

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = \frac{2 * 0,71 * 2\,810 * 44,10}{2\,067,98} = 85,39 \text{ cm}$$

$$S < \frac{d}{4} ; \quad 11,03 \text{ cm} < 85,39 \text{ cm} \quad \text{No chequea}$$

$$\text{Usar} \quad \frac{d}{4} = 11,02 \text{ cm}$$

Equivalente: varilla núm. 3 @ 11,02 cm

- Separación máxima para proveer $A_{s_{\text{min}}}$

$$S = \frac{A_v * f_y}{0,2 * \sqrt{f'_c} * b} = \frac{2 * 0,71 * 2\,810}{0,2 * \sqrt{210} * 30} = 46,06 \text{ cm}^2$$

$$S < \frac{d}{2} \quad \text{no chequea, distancia máxima} = \frac{d}{2}$$

Equivalente a: estribo núm. 3 @ 22 cm

Requerimientos del código ACI-11 para la colocación de estribos:

- ACI-11, capítulo 7.11.1: el refuerzo longitudinal en vigas debe confinarse por medio de estribos transversales de por lo menos núm. 3.
- ACI-11, capítulo 21.3.3.1: deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento a flexión, medida desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos.

Longitud de confinamiento (L_c) = $2 \cdot h$

$$L_c = 2 \cdot (50 \text{ cm}) = 100 \text{ cm}$$

- ACI-11, capítulo 21.3.3.2: el primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 5 cm de la cara del elemento de apoyo.
- ACI-11, capítulo 21.3.3.2: el espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe ser mayor al menor de los siguientes cálculos:
 - $d/4 = (44,10 \text{ cm})/4 = 11,025 \text{ cm}$
 - 8 veces el diámetro de las barras longitudinales:

$$8(\varnothing_{\#6}) = 8 (1,905 \text{ cm}) = 15,24 \text{ cm}$$

- 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento:

$$24(\varnothing_{\#3}) = 24 (0,95 \text{ cm}) = 22,8 \text{ cm}$$

- 30 cm

Por lo que deberá colocarse el primer estribo núm. 3 a 5 cm y estribos núm. 3 @ 10 cm en el resto de la zona de confinamiento. Esta medida es desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la viga, en ambos extremos.

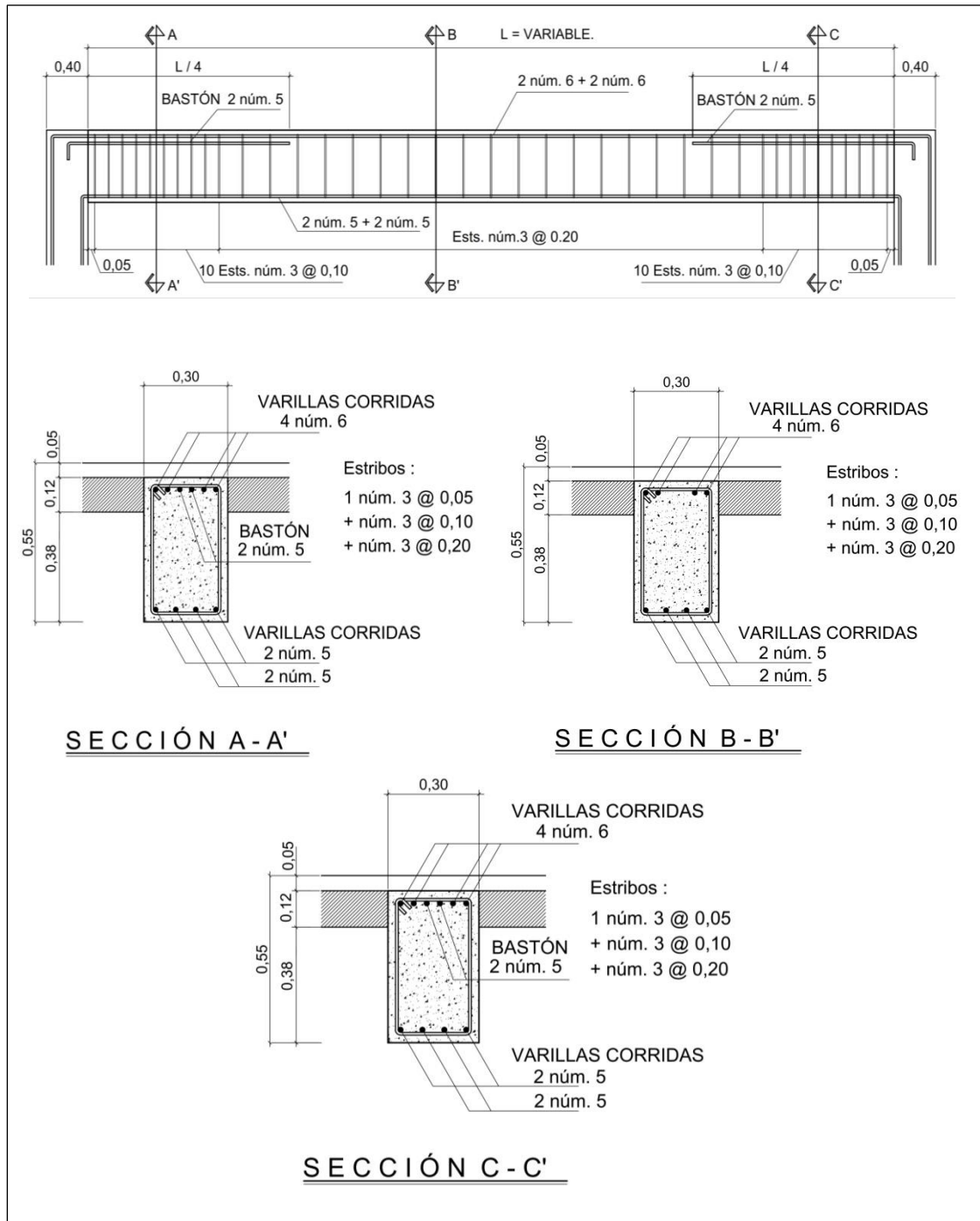
Para el resto de la longitud de la viga en donde no son necesarios los estribos cerrados de confinamiento debe cumplirse con lo siguiente:

- ACI-11, capítulo 21.3.3.4: cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.

$$d/2 = 44,10 \text{ cm} / 2 = 22,05 \text{ cm}$$

Por lo que fuera de la zona de confinamiento de la viga se colocarán estribos núm. 3 @ 20 cm.

Figura 41. Detalle de armado viga 1-2, marco 3 tercer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.7.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos verticales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Están sometidas principalmente a esfuerzos de compresión axial y a momentos flexionantes.

Para el diseño la carga axial es el valor de todas las cargas últimas verticales que actúan dentro del área que tributa a la columna. Los momentos flexionantes pueden existir en un solo sentido o en los dos sentidos, estos son tomados del análisis estructural, específicamente de la envolvente de momentos. Para diseñar la columna se toma el mayor de los momentos actuantes en cada eje, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

Para este caso se diseña por cada nivel únicamente la columna crítica, es decir, la que esté sometida a mayores esfuerzos. En este proyecto la columna crítica es la E-3. Se diseñaron las columnas del primero, segundo y tercer nivel, en esta sección se describe el procedimiento únicamente para la columna del primer nivel.

Datos:

Sección de columna: 0,40 m x 0,40 m

Longitud de efectiva de columna: 3,60 m

Sección de viga: 0,40 m x 0,50 m

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$rec = 4 \text{ cm}$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$d = h - rec. - \emptyset_{estribo} - \emptyset_{varilla\#6}/2 = 40 - 4 - 0,9525 - 1,905/2 = 34,10 \text{ cm}$$

$$CM_{muros} = 140 \text{ kg/m}^2$$

$$CM_{\text{losa}} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$CV_{\text{techo}} = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$CV_{\text{entre piso}} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Área tributaria (At)} = 19,58 \text{ m}^2$$

$$t_{\text{losa}} = 12 \text{ cm}$$

$$M_x = 7\,963,36 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 13\,003,11 \text{ kg-m}$$

$$V_x = 4\,782,63 \text{ kg}$$

$$V_y = 7\,520,27 \text{ kg}$$

- Factor de carga última (FCU)

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

$$CU_{\text{nivel3}} = 1,4 * (288) + 1,7 * (200) = 743,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{nivel2}} = 1,4 * (288 + 140) + 1,7 * (500) = 1\,449,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{nivel1}} = 1,4 * (288 + 140) + 1,7 * (500) = 1\,449,20 \text{ kg/m}^2$$

$$CU_{\text{total}} = 743,20 + 1\,449,20 + 1\,449,20 = 3\,641,60 \text{ kg/m}^2$$

$$FCU = \frac{CU}{CM + CV} = \frac{3\,641,60}{(288 * 3 + 140 * 2) + (200 + 500 * 2)} = 1,55$$

$$PP_{\text{viga}} = b * h * \gamma_c * L = (0,30 \text{ m})(0,50 \text{ m})(2\,400 \text{ kg/m}^3)(8,86 \text{ m}) = 3\,189,60 \text{ kg}$$

- Carga axial (Pu)

$$Pu = (\text{At} * CU) + (PP_{\text{vigas}} * FCU)$$

$$Pu = (19,58 \text{ m}^2 * 3\,641,60 \text{ kg/m}^2) + (3\,189,60 \text{ kg} * 1,55) = 76\,260,75 \text{ kg}$$

$$Pu = 76,26 \text{ ton}$$

Esbeltez (E): es la reducción de resistencia de un elemento sujeto a la compresión axial o a flexocompresión. Esto debido a que la longitud del elemento es grande en comparación con las dimensiones de su sección transversal. La esbeltez está dada por:

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

Donde

K = factor de longitud efectiva

Lu = longitud efectiva (longitud libre entre apoyos)

R = radio de giro

Una manera general de clasificar las columnas debido a su esbeltez es: columna corta si $E < 22$, columna intermedia si $22 < E < 100$ y columna larga si $E > 100$.

El código ACI-11 capítulo 10.13.2, permite despreciar los efectos de la esbeltez cuando $K*Lu/r$ sea menor que 22. De lo contrario deberán magnificarse los momentos de cada eje y proceder a diseñar utilizando los momentos magnificados.

Para determinar el factor de longitud efectiva (K) es necesario determinar el coeficiente que mide el grado de empotramiento (Ψ).

- Coeficiente que mide el grado de empotramiento (Ψ)

Regularmente en las estructuras de concreto reforzado, las columnas se encuentran restringidas por las uniones viga-columna, losa-columna o columna-

zapata. Por ello, el grado de restricción al movimiento (grado de empotramiento) depende de la relación que exista entre las rigideces de estos elementos.

Según el código ACI-11 capítulo 10.12.1, Ψ = relación de $\Sigma(EI/L_u)$ de los elementos a compresión. Esto con respecto a $\Sigma(EI/L)$ de los elementos sometidos a flexión en el mismo plano en un extremo del elemento a compresión.

$$\Psi = \frac{\Sigma \left(\frac{EI}{L_u} \right)_{\text{columna}}}{\Sigma \left(\frac{EI}{L_u} \right)_{\text{viga}}}$$

Donde

E = módulo de elasticidad del concreto (se toma como 1 debido a que todos los elementos serán construidos con el mismo material).

L_u = luz libre entre apoyos del elemento a compresión.

L = luz del elemento a flexión medida centro a centro de los apoyos.

I = inercia del elemento

$$I = \frac{1}{12} * b * h^3$$

- Factor de longitud efectiva (K)

El código ACI-11 comentario 10.12.1, permite calcular el factor de la longitud (K) para elementos no arriostrados a compresión restringidos en ambos extremos:

Para $\Psi_m < 2$

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

Para $\Psi_m \geq 2$

$$k = 0,9 * \sqrt{1 + \Psi_m}$$

Donde Ψ_m es el promedio de los valores del grado de empoderamiento Ψ en los extremos del elemento a compresión. Esto utilizando Ψ_A para el extremo superior y Ψ_B para el extremo inferior.

Ya definidos todos los factores a utilizar se procede a calcular la esbeltez en los dos sentidos X y Y.

- Esbeltez en el sentido X

Inercias

$$I_{columna} = \frac{1}{12} * (0,40) * (0,40)^3 = 0,002134 \text{ m}^4$$

$$I_{viga} = \frac{1}{12} * (0,30) * (0,50)^3 = 0,003125 \text{ m}^4$$

Coefficiente que mide el grado de empotramiento (Ψ)

$$\Psi_A = \frac{\frac{0,002134 \text{ m}^4}{3,60 \text{ m}} + \frac{0,002134 \text{ m}^4}{3,60 \text{ m}}}{\frac{0,003125 \text{ m}^4}{4,07 \text{ m}} + \frac{0,003125 \text{ m}^4}{4,37 \text{ m}}} = 0,80$$

$$\Psi_B = 0 \text{ (empotrado)}$$

$$\Psi_m = \frac{0,80 + 0}{2} = 0,40 < 2$$

Factor de longitud efectiva (K)

$$K = \frac{20 - 0,40}{20} * \sqrt{1 + 0,40} = 1,159$$

Esbeltez (E)

$$E = \frac{K * L_u}{r}$$

Donde

$L_u = 3,60$ m longitud de columna

r = radio de giro, según el ACI-11 capítulo 10.11.2: se puede tomar el radio de giro, r , igual a 0,3 veces la dimensión total de la sección en la dirección en la cual se está analizando, para elementos rectangulares.

$$E = \frac{1,159 * 3,60}{0,30 * (0,40)} = 34,78$$

$$22 < E < 100$$

$$22 < 34,78 < 100$$

Por lo que la columna en el sentido X puede considerarse una columna intermedia y deberá magnificarse el momento en ese sentido.

- Esbeltez en el sentido Y

Coefficiente que mide el grado de empotramiento (Ψ)

$$\Psi_A = \frac{\frac{0,002134 \text{ m}^4}{3,60 \text{ m}} + \frac{0,002134 \text{ m}^4}{3,60 \text{ m}}}{\frac{0,003125 \text{ m}^4}{3,14 \text{ m}} + \frac{0,003125 \text{ m}^4}{6,14 \text{ m}}} = 0,79$$

$$\Psi_B = 0 \text{ (empotrado)}$$

$$\Psi_m = \frac{0,79 + 0}{2} = 0,394 < 2$$

Factor de longitud efectiva (K)

$$K = \frac{20 - 0,394}{20} * \sqrt{1 + 0,394} = 1,157$$

Esbeltez (E)

$$E = \frac{K * L_u}{r}$$

Donde

$L_u = 3,60 \text{ m}$ longitud de columna

r = radio de giro, según el ACI-11 capítulo 10.11.2: se puede tomar el radio de giro, r , igual a 0,3 veces la dimensión total de la sección en la dirección en la cual se está analizando, para elementos rectangulares.

$$E = \frac{1,157 * 3,60}{0,30 * (0,40)} = 34,72$$

$$22 < E < 100$$

$$22 < 34,72 < 100$$

Por lo que la columna en el sentido Y puede considerarse una columna intermedia y deberá magnificarse el momento en ese sentido.

- Magnificación de momentos: se utiliza este procedimiento aproximado de diseño, el cual usa el concepto de magnificador de momento para tomar en cuenta los efectos de la esbeltez en los elementos a compresión. Los momentos calculados a través de un análisis ordinario de primer orden son multiplicados por un magnificador de momento, el cual está en función de la fuerza axial mayorada P_u y de la carga crítica de pandeo P_c de la columna.
 - Factor de magnificación de momentos (δ)

Según el código ACI-11 capítulo 10.12.3 (10-9), la fórmula para calcular el factor de magnificación de momentos es:

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 * P_c}}$$

Donde

C_m = el factor C_m es un factor de corrección que relaciona el diagrama de momentos existente con un diagrama de momentos uniforme

equivalente. Según el código ACI-11 capítulo 10.12.3.1: para marcos con desplazamiento lateral $C_m=1$.

P_u = carga axial última = 76 260,75 kg.

P_c = carga crítica de Euler: según el código ACI-11 capítulo 10.12.3 (10-10) puede determinarse con la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2}$$

EI = rigidez = según el código ACI-11 capítulo 10.12.3 (10-12) puede determinarse con la siguiente fórmula:

$$EI = \frac{0,40 * E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

Donde

E_c = módulo de elasticidad del concreto: según el código ACI-11 capítulo 8.5.1 el módulo de elasticidad del concreto puede considerarse como:

$$E_c = 15\,100 * \sqrt{f'_c}$$
$$E_c = 15\,100 * \sqrt{210 \text{ kg/m}^2} = 218\,819,79 \text{ kg/cm}^2$$

I_g = momento de inercia

$$I_g = \frac{1}{12} * (40 \text{ cm}) * (40 \text{ cm})^3 = 213\,333,33 \text{ cm}^4$$

β_d = relación utilizada para calcular los momentos magnificados en columnas debidos a las cargas permanentes. Según el código ACI-11 capítulo 10.13.6: β_d debe calcularse como la relación entre la máxima carga mayorada que actúa en forma permanente y la máxima carga mayorada total.

$$\beta_d = \frac{CMU}{CU} = \frac{1,40 * (288 * 3 + 140 * 2)}{3\ 641,60} = 0,44$$

Con los datos anteriores se procede a calcular la rigidez:

$$EI = \frac{0,40 * E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

$$EI = \frac{0,4 * (218\ 819,79\ \text{kg/cm}^2)(213\ 333,33\ \text{cm}^4)}{1 + 0,44} = 12\ 968\ 839\ 680,84\ \text{kg} - \text{cm}^2$$

Con todos los datos obtenidos se procede a calcular el factor de magnificación para cada eje en análisis.

- Sentido X

Carga crítica de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 * (12\ 968\ 839\ 680,84\ \text{kg} - \text{cm}^2)}{(1,159 * 3,60)^2} = 734\ 714,48\ \text{kg}$$

Factor de magnificación:

$$\delta_x = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 * P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{76\,260,75 \text{ kg}}{0,70 * (734\,714,48 \text{ kg})}} = 1,1741$$

- Sentido Y

Carga crítica de Euler:

$$P_c = \frac{\pi^2 * (12\,968\,839\,680,84 \text{ kg} - \text{cm}^2)}{(1,157 * 3,60)^2} = 737\,266,97 \text{ kg}$$

Factor de magnificación:

$$\delta_x = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0,75 * P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{76\,260,75 \text{ kg}}{0,70 * (737\,266,97 \text{ kg})}} = 1,1734$$

- Momentos magnificados (momentos de diseño Md)

$$M_{dx} = \delta_x * M_x$$

$$M_{dx} = (1,1741)(7\,963,36 \text{ kg} - \text{m}) = 9\,349,74 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{dy} = \delta_y * M_y$$

$$M_{dy} = (1,1734)(13\,003,11 \text{ kg} - \text{m}) = 15\,257,69 \text{ kg} - \text{m}$$

- Diseño de refuerzo longitudinal:

- Método de la carga inversa: este método de diseño simple y aproximado desarrollado por Bresler. Este consiste en realizar una

aproximación al perfil de la superficie de la falla, produciendo resultados satisfactorios. Aproxima el valor de resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes (P_{ni}). Esto a través de un punto del plano, determinado por tres valores: resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad cero (P_o), resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje x (P_{nx}) y resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje y (P_{ny}).

Para revisar por medio del método de Bresler que la columna sea resistente a los esfuerzos de compresión axial y a los momentos flexionantes, debe proponerse el armado.

Según el código ACI-11 capítulo: 21.4.3.1: el área de refuerzo longitudinal A_s , no debe ser menor que $0,01 A_g$ ni mayor que $0,06 A_g$.

$$0,01 A_g < A_s < 0,06 A_g$$

- $A_{s_{\text{mínimo}}} = 0,01A_g = 0,01(40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}) = 16 \text{ cm}^2$
- $A_{s_{\text{máximo}}} = 0,06A_g = 0,06(40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}) = 96 \text{ cm}^2$
- Área de acero propuesto (A_s)

$$4 \text{ varillas núm. 7} = 4 (3,879 \text{ cm}^2) = 15,52 \text{ cm}^2$$

$$4 \text{ varillas núm. 7} = 4 (3,879 \text{ cm}^2) = 15,52 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total} = 31,04 \text{ cm}^2$$

$$0,01A_g < A_s < 0,06A_g$$

$$16 \text{ cm}^2 < 31,04 \text{ cm}^2 < 96 \text{ cm}^2 \quad \checkmark \text{ ok}$$

Según el ACI-11 comentario R.10.3.6 y 10.3.7: la ecuación para determinar la resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes:

$$\frac{1}{P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

Donde

P_{ni} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

P_o = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad cero.

P_{nx} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje x.

P_{ny} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje y.

El código ACI-11 apéndice C.3.2.2 requiere que a elementos controlados por carga axial se les debe de aplicar un factor =0,70 de reducción para elementos distintos de una sección circular. Por lo que la ecuación para obtener la resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes queda de la siguiente manera:

$$\frac{1}{\phi P_{ni}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}$$

Despejando:

$$\phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}}$$

Donde

ϕP_o = según el código ACI-11 capítulo 10.3.6 (10-2): para elementos con estribos la fórmula de P_o debe ser:

$$\phi P_o = 0,80\phi * [0,85 f'c * (A_g - A_s) + f_y * A_s]$$

$$P_{nx} = k'x * f'c * b * h \quad P_{ny} = k'y * f'c * b * h$$

Para determinar los parámetros $k'x$ y $k'y$ el método de Bresler utiliza las gráficas que se adjuntan en anexos de los diagramas de interacción para diversas condiciones en una columna.

Con los datos obtenidos se procede a verificar si la columna resiste los esfuerzos de compresión axial y los momentos flexionantes de la siguiente manera:

Si $P_{ni} > P_u$, la columna resiste.

$$P_u = \frac{76\,260,75 \text{ kg}}{0.70} = 108\,943,93 \text{ kg}$$

- P_o = resistencia nominal a cargas axiales para excentricidad cero.

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

$$P_o = (0,70)[0,85 * 210(40 * 40 - 28,80) + (2 810)(28,80)] = 252 971,04 \text{ kg}$$

- P_{nx} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje x.

$$P_{nx} = k'x * f'c * b * h$$

$$P_{nx} = (0,56)(210)(40)(40) = 188 160 \text{ kg}$$

- P_{ny} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje y.

$$P_{ny} = k'y * f'c * b * h$$

$$P_{ny} = (0,39)(210)(40)(40) = 131 040 \text{ kg}$$

- P_{ni} = resistencia nominal a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes.

$$\phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}}$$

$$\phi P_{ni} = \frac{1}{\frac{1}{188 160} + \frac{1}{131 040} - \frac{1}{252 971,04}}$$

$$\phi P_{ni} = 111 199,31 \text{ kg}$$

Si $P_{ni} > P_u$, la columna resiste

$$111 199,31 \text{ kg} > 108 943,93 \text{ kg} \quad \checkmark \text{ ok}$$

Por lo tanto la columna resiste los esfuerzos de compresión axial y los momentos flexionantes, el armado longitudinal es de 4 varillas núm. 7 + 4 varillas núm. 7 grado 40.

- Diseño de refuerzo transversal:

Para resistir los esfuerzos de corte producidos por las fuerzas externas en una columna, debe de disponerse refuerzo transversal en forma de estribos para contrarrestar dichos esfuerzos. Es necesario dotar de suficiente ductilidad las columnas y esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos, que es en donde se prevé existirán los mayores esfuerzos. El procedimiento para proveer refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

- Corte último debido a cargas externas

$$V_x = 4\,782,63 \text{ kg}$$

$$V_y = 7\,520,27 \text{ kg}$$

- Corte que resiste el concreto: según el código ACI-11 11.3.1.2 (11-4), el corte que resiste el concreto para un elemento sometido a compresión axial es:

$$V_c = 0,53 * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g} \right) \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde

$$N_u = \text{carga axial} = 76\,260,75 \text{ kg}$$

$$V_c = 0,53 * \left(1 + \frac{76\ 260,75}{140 * 40 * 40}\right) * \sqrt{210} * 40 * 34,10 = 14\ 042,69 \text{ kg}$$

$V_c > V_u$, el corte que resiste el concreto es mayor al corte último producido por las cargas externas. Por lo tanto se colocarán estribos como a continuación se presenta.

El código ACI-11 capítulo 21.4.4.4 requiere que el refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud de confinamiento (L_o) medida desde cada cara del nudo. Esto a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del marco. La longitud (L_o) no debe ser menor que la mayor que:

- La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.

$$L_o = 0,50 \text{ m}$$

- Un sexto de la luz libre del elemento

$$L_o = (1/6)(3,60 \text{ m}) = 0,60 \text{ m}$$

- 0,45 m

Por lo que la longitud de confinamiento tanto en la parte superior como en la parte inferior de la columna será: $L_o = 0,60 \text{ m}$.

El código ACI-11 capítulo 21.4.4.1 b) requiere que el área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no sea menor que la requerida por las ecuaciones:

$$A_{sh} = 0,3 * \frac{S * b_c * f'_c}{f_y} \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right]$$

Donde

S = espaciamiento entre estribos medido centro a centro.

b_c = dimensión transversal del núcleo medida de centro a centro de las ramas exteriores del refuerzo transversal con área A_{sh} .

$$b_c = b - 2 * rec - \emptyset_{varilla\#3}$$

$$b_c = 40 \text{ cm} - 2 * 4 \text{ cm} - 0,9525 \text{ cm} = 31,0475 \text{ cm}$$

A_g = área bruta de la sección transversal de un elemento, medidas desde los bordes exteriores del refuerzo transversal.

$$A_g = b * h$$

$$A_g = 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 1 600 \text{ cm}^2$$

A_{ch} = área de la sección transversal de un elemento, medida desde los bordes exteriores del refuerzo transversal

$$A_{ch} = (b - 2 * rec)^2$$

$$A_{ch} = (40 \text{ cm} - 2 * 4 \text{ cm})^2 = 1 024 \text{ cm}^2$$

A_{sh} = área total del refuerzo transversal

Se utilizarán estribos núm. 3, con un $A_{sh} = 4 * 0,7126 \text{ cm}$. Esto debido a que las ramas perpendiculares a la sección transversal de la columna son 4.

Sustituyendo A_{sh} y despejando para S se obtiene el espaciamiento centro a centro entre estribos:

$$4 * 0,7126 = 0,3 * \frac{S * 31,0475 * 210}{2 810} * \left[\frac{1 600}{1 024} - 1 \right]$$

$$S = 7,279 \text{ cm} \cong 5 \text{ cm}$$

$$A_{sh} = 0,09 * \frac{S * b_c * f'_c}{f_y}$$

$$4 * 0,7126 = 0,09 * \frac{S * 31,0475 * 210}{2 810}$$

$$S = 13,649 \text{ cm}$$

Por lo tanto se propone un espaciamiento entre estribos centro a centro de $S = 5 \text{ cm}$ en la zona de confinamiento.

Además del cálculo anterior de S , el código ACI-11 capítulo 21.4.4.2 requiere que la separación del refuerzo transversal no exceda el menor de:

- La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento

$$S = (1/4)(40 \text{ cm}) = 10 \text{ cm}$$

- Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal núm. 6

$$S = 6 * 1.905 \text{ cm} = 11,43 \text{ cm}$$

- S_o , según lo definido en la siguiente ecuación (mm)

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$$

En donde:

h_x = es el máximo valor de la separación entre ramas del estribo cerrado de confinamiento. $h_x = 15,81 \text{ cm} = 158,1 \text{ mm}$.

S_o = no debe ser mayor a 15 cm ni se necesita tomarlo menor a 10 cm.

$$S_o = 100 + \frac{350 - 158,10}{3} = 163,96 \text{ mm} = 16,39 \text{ cm} \cong 15 \text{ cm}$$

El menor de los tres valores calculados es el de 10 cm, por lo que la separación propuesta $S = 5 \text{ cm}$ no excede los 10 cm, por lo tanto es correcta.

El código ACI-11 capítulo 21.4.4.6 indica que cuando no se requieran estribos de confinamiento a lo largo de la longitud de la columna, el resto de la longitud de la columna debe tener refuerzo transversal en forma de estribo cerrado de confinamiento con un espaciamiento S . Esto medido centro a centro que no exceda de seis veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna o 15 cm.

$$S = 6 * \emptyset_{\text{varilla}\#6} = 6 * 2,22 \text{ cm} = 13,32 \text{ cm}$$

Por lo que la separación de estribos medida centro a centro dentro de la longitud de confinamiento (L_o) será de estribos núm. 3 @ 5 cm, y en el resto de la columna estribos núm. 3 @ 10 cm.

2.1.7.4. Diseño de cimentación

Son elementos estructurales cuyo objetivo es transmitir las cargas de la edificación al suelo, distribuyéndolas de forma que sean disipadas y que no superen el valor soporte del suelo. El tipo de cimentación depende principalmente del tipo de estructura, la naturaleza de las cargas, las condiciones del suelo y su costo. En este caso se diseñan zapatas concéntricas de forma cuadrada y zapatas excéntricas cuadradas.

2.1.7.4.1. Zapata aislada concéntrica

Las zapatas para columnas individuales son por lo general, cuadradas, algunas veces rectangulares y representan el tipo de cimentación más sencillo y económico de construir.

Datos:

γ_{concreto}	= 2,4 ton/m ³
γ_{suelo}	= 1,35 ton/m ³
$f'c$	= 210 kg/cm ²
f_y	= 2 810 kg/cm ²
Desplante (Df)	= 1,25 m
Fcu	= 1,55
Mx	= 9,25 ton-m
My	= 14,07 ton-m
Pu	= 76,26 ton
Vs	= 47,40 ton/m ²
Sección de columna	= 0,40 m*0,40 m
Espesor de zapata asumido (t)	= 0,45 m

Diseño del área de la zapata: para el cálculo del área de la zapata se utilizan las cargas de servicio. Por lo tanto, se dividen la carga última y los momentos últimos dentro del factor de carga FCU.

$$P' = (P_u/FCU) + (b_{col} * h_{col} * L_{col} * \gamma_{concreto})$$

$$P' = (76,26 \text{ ton} / 1,55) + (0,4 \text{ m} * 0,4 \text{ m} * 12,05 \text{ m} * 2,4 \text{ ton/m}^3) = 53,83 \text{ ton}$$

$$M'_x = M_x/FCU = 9,25 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 5,97 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M'_y = M_y/FCU = 14,07 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 9,08 \text{ ton} - \text{m}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata (A_z)

$$A_z = \frac{1,50 * P'}{V_s} = \frac{1,50 * 53,83 \text{ ton}}{47,40 \text{ ton/m}^2} = 1,70 \text{ m}^2$$

Por lo que para cubrir el área anteriormente calculada se diseñará una zapata cuadrada de 1,60 m*1,60 m cubriendo un área de 2,56 m².

Revisión de la presión sobre el suelo: para determinar la presión ejercida sobre el suelo se debe considerar la carga de servicio (P'), el peso del desplante del suelo (P_{suelo}) y el peso de la zapata (P_{zapata}).

$$P = P' + P_{suelo} + P_{zapata}$$

$$P_{suelo} = (A_z - A_{col}) * D_f * \gamma_{suelo} \quad P_{zapata} = A_z * t * \gamma_{concreto}$$

$$P_{suelo} = (2,56 \text{ m}^2 - 0,4 \text{ m} * 0,4 \text{ m})(1,25 \text{ m})(1,35 \text{ ton/m}^3) = 4,05 \text{ ton}$$

$$P_{zapata} = (2,56 \text{ m}^2)(0,45 \text{ m})(2,4 \text{ ton/m}^3) = 2,76 \text{ ton}$$

$$P = 53,83 \text{ ton} + 4,05 \text{ ton} + 2,76 \text{ ton} = 60,64 \text{ ton}$$

La zapata transmite verticalmente al suelo las cargas aplicadas sobre ella por medio de la superficie en contacto con este ejerciendo presión en las cuatro esquinas. El valor de estas presiones se define por la ecuación:

$$q = \frac{P}{A_z} * \left(1 + \frac{6e_x}{B_x} \pm \frac{6e_y}{B_y} \right)$$

Se debe calcular y revisar que la excentricidad en los dos sentidos no sobrepase la excentricidad máxima:

$$e_{\max} = \frac{B}{6} = \frac{1,60}{6} = 0,27 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{M'_x}{P} = \frac{5,97 \text{ ton} - \text{m}}{60,21 \text{ ton}} = 0,098 \text{ m} > e_{\max} \quad \checkmark \text{ok}$$

$$e_y = \frac{M'_y}{P} = \frac{9,08 \text{ ton} - \text{m}}{60,21 \text{ ton}} = 0,150 \text{ m} > e_{\max} \quad \checkmark \text{ok}$$

Con las excentricidades calculadas para ambos lados se determinan las presiones en las cuatro esquinas de la zapata, como se muestra a continuación:

$$q_1 = \frac{60,64 \text{ ton}}{2,56 \text{ m}^2} * \left(1 + \frac{6 * (0,098 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} + \frac{6 * (0,150 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} \right) = 45,73 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_1 = \frac{60,64 \text{ ton}}{2,56 \text{ m}^2} * \left(1 + \frac{6 * (0,098 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} - \frac{6 * (0,150 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} \right) = 19,14 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_1 = \frac{60,64 \text{ ton}}{2,56 \text{ m}^2} * \left(1 - \frac{6 * (0,098 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} - \frac{6 * (0,150 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} \right) = 1,65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_1 = \frac{60,64 \text{ ton}}{2,56 \text{ m}^2} * \left(1 - \frac{6 * (0,098 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} + \frac{6 * (0,150 \text{ m})}{1,60 \text{ m}} \right) = 28,24 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

La presión máxima ejercida en el suelo es $q_1 = 45,73 \text{ ton/m}^2$ y es menor que el valor soporte del mismo $V_s = 47,40 \text{ ton/m}^2$.

La presión mínima es $q_3 = 1,65 \text{ ton/m}^2$ y es mayor a cero, por lo que no existen presiones de tensión y la zapata no sufre volteo.

Por lo tanto, al determinar que las presiones en el suelo están dentro de los rangos. Las dimensiones asumidas para el cálculo del área de la zapata son correctas.

La presión del suelo, en un punto cualquiera de la zapata es distinta a la presión en otro punto de la misma. Para efectos de diseño se determinará una presión constante debajo de la zapata. Aplicando un criterio muy conservador se toma como presión de diseño la presión máxima q_1 , afectada por el factor de carga última (FCU).

$$q_{\text{diseño}} = q_{\text{max}} = 45,73 \text{ ton/m}^2$$
$$q_{\text{dis.u}} = q_{\text{diseño}} * \text{FCU} = (45,73 \text{ ton/m}^2) * (1,55) = 70,88 \text{ ton/m}^2$$

- Diseño del espesor de la zapata

El espesor de la zapata se propone de dimensión $t = 0,45 \text{ m}$. El espesor de la zapata debe resistir los esfuerzos de corte simple, corte flexionante y el punzonamiento provocado por la columna y las cargas actuantes. Por lo tanto, a continuación se chequeará que la zapata sea capaz de resistir el corte simple y el corte provocado por el punzonamiento.

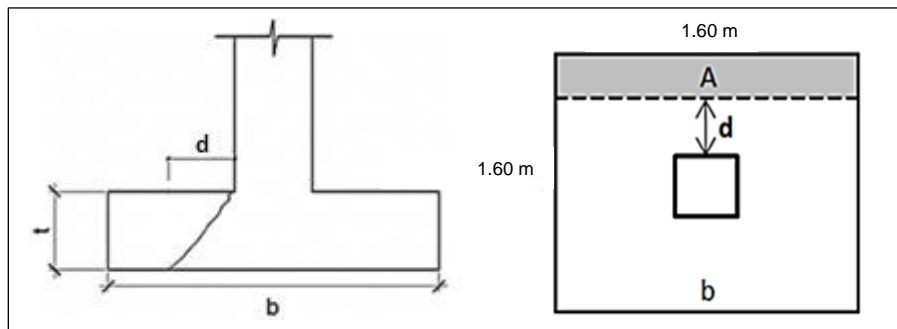
- Chequeo por corte simple:

La sección crítica de la zapata para esfuerzo de corte se localiza en un plano vertical paralelo a la cara de la columna y la falla por esfuerzo cortante en las zapatas ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna. Por tal razón debe compararse en esta distancia si el corte resistente del concreto es mayor que el actuante, de ser así el espesor de la zapata será adecuado.

$$d = t - \text{rec} - \varnothing_{\text{varilla}\#6} / 2$$

$$d = 0,45 \text{ m} - 0,075 \text{ m} - 0,01905 / 2 \quad d = 0,3655 \text{ m}$$

Figura 43. **Esfuerzo de corte simple en zapata**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Corte actuante (V_a)

$$V_a = q_{\text{dis.u}} * A$$

Donde

$$A = (b/2 - t/2 - d) * b$$

$$A = (1,60/2 - 0,45/2 - 0,3655) * 1,60 \text{ m} = 0,34 \text{ m}^2$$

$$V_a = q_{\text{dis}} \cdot u \cdot A = (70,88 \text{ ton/m}^2)(0,34 \text{ m}^2) = 23,76 \text{ ton}$$

- Corte resistente del concreto (V_c): ACI-11 11.3.1.1 (11-3)

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d; \quad \phi = 0,85$$

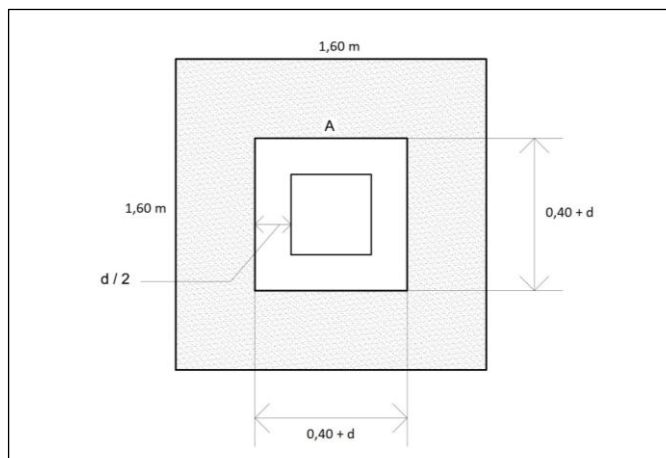
$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 160 * 36,55 = 36\,982,29 \text{ kg} = 38,18 \text{ ton}$$

$V_c > V_a$, el espesor de la zapata resiste el esfuerzo de corte simple.

- Chequeo por corte punzonante:

Este corte es producido por el efecto que provoca la columna al intentar traspasar la zapata. El perímetro de la sección crítica de corte punzonante, siempre se presenta a una distancia $d/2$ a partir del rostro de la columna.

Figura 44. **Esfuerzo de corte punzante en zapata.**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Corte actuante (V_a)

$$V_a = q_{dis} \cdot u \cdot A$$

Donde

$$A = b \cdot b - (0,40 \text{ m} + d)^2$$

$$A = 1,60 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m} - (0,40 \text{ m} + 0,3655 \text{ m})^2 = 1,97 \text{ m}^2$$

$$V_a = (70,88 \text{ ton/m}^2) \cdot (1,97 \text{ m}^2) = 139,93 \text{ ton}$$

- Corte resistente del concreto (V_c):

$$V_c = \phi \cdot 1,06 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d; \quad \phi = 0,85$$

Donde

b_o = perímetro de sección crítica del punzonamiento

$$b_o = 4(0,40 \text{ m} + d) = 4(0,40 \text{ m} + 0,3655 \text{ m}) = 3,0619 \text{ m} = 306,19 \text{ cm}$$

$$V_c = 0,85 \cdot 1,06 \cdot \sqrt{210} \cdot 306,19 \cdot 36,55 = 146\,111,06 \text{ kg} = 146,11 \text{ ton}$$

$V_c > V_a$, el espesor de la zapata resiste el esfuerzo de corte punzonante.

- Diseño del refuerzo por flexión:

El refuerzo se calcula para cubrir un momento flector (M_u) en la zapata, como producto del empuje hacia arriba del suelo. El momento se calcula como para una losa en voladizo y está dado por:

$$M_u = \frac{q_{\text{dis.u}} * L^2}{2} = \frac{70,88 * \left(\frac{1,60}{2} - \frac{0,40}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_u = 12\,758,91 \text{ kg} - \text{m}$$

El área de acero se calcula con la misma ecuación para el refuerzo de una viga. Esto con un ancho unitario de un metro:

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

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\,810} * \left[100 * 36,55 - \sqrt{(100 * 36,55)^2 - \frac{12\,758,91 * 100}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 14,24 \text{ cm}^2$$

El código ACI-11 capítulo 10.5.1 requiere que en todo elemento estructural sometido a flexión el $A_{s_{\text{min}}}$ debe ser:

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 100 * 36,55}{2\,810} = 18,34 \text{ cm}^2$$

Como $A_s < A_{s_{\text{min}}}$, por lo tanto utilizar $A_{s_{\text{min}}}$

Con el $A_{s_{\text{min}}}$ se determina el espaciamiento (S) que se requiere, usando varillas núm. 6 ($A = 2,85 \text{ cm}^2$):

Aplicando una regla de tres:

$$18,34 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{18,34 \text{ cm}} = 15,54 \text{ cm}$$

Por lo tanto, colocar varillas núm. 6 @ 15 cm en ambos sentidos.

- Acero por temperatura

$$A_{s_t} = \rho * b * t$$

$$A_{s_t} = (0,0020) * (160 \text{ cm}) * (45 \text{ cm}) = 14,40 \text{ cm}^2$$

$$14,40 \text{ cm}^2 \quad - \quad 160 \text{ cm}$$

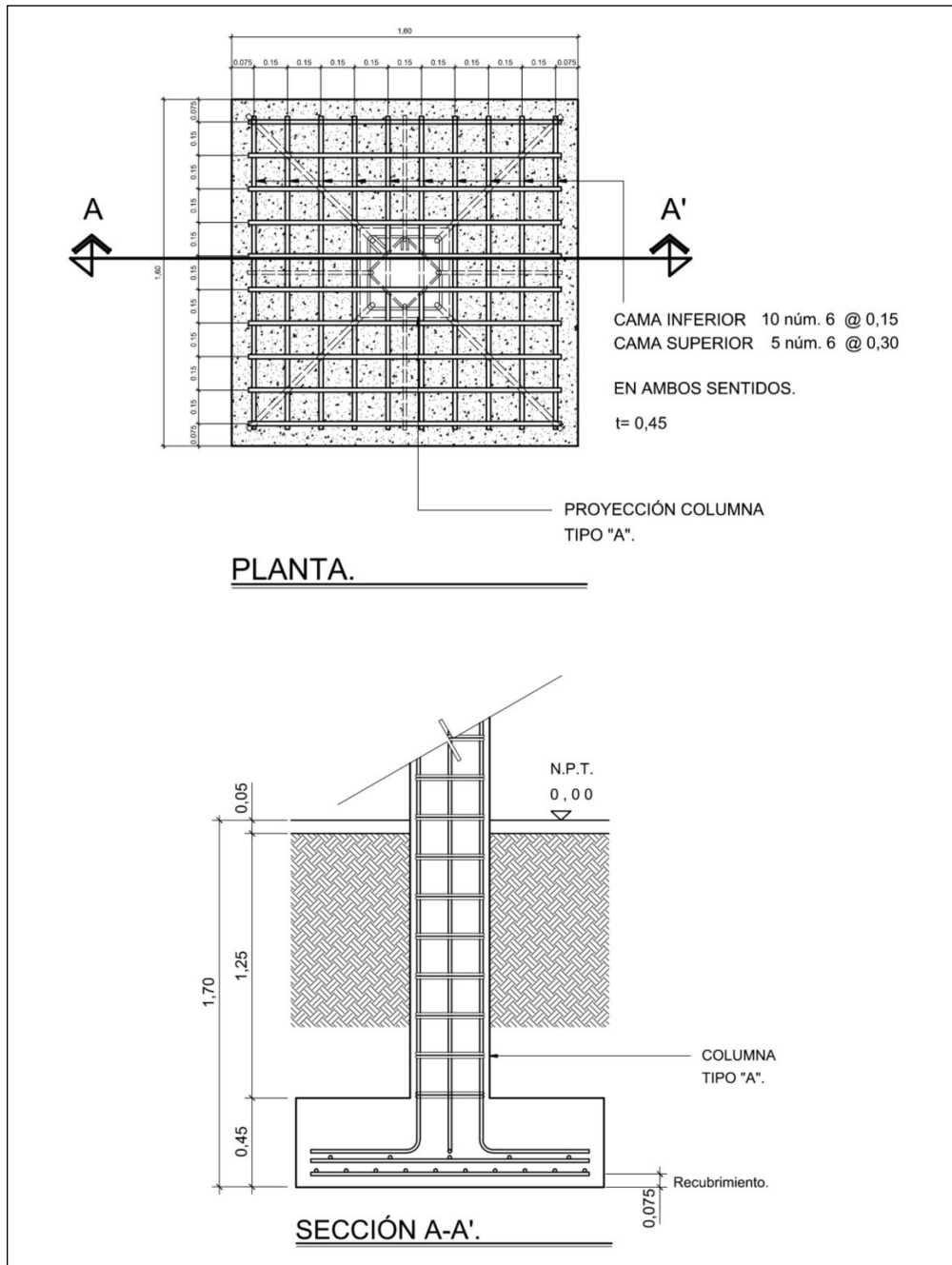
$$2,85 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (160 \text{ cm})}{14,40 \text{ cm}} = 31,66 \text{ cm}$$

Por lo tanto, colocar varillas núm. 6 @ 30 cm en ambos sentidos.

Figura 45. **Detalle de armado de zapata concéntrica aislada**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.7.4.2. Zapata aislada excéntrica de esquina

Este tipo de zapata se utiliza generalmente por la colindancia entre terrenos, para lo cual a este proyecto aplica y se diseñará zapata aislada excéntrica de esquina. La diferencia entre este tipo de zapata y la excéntrica aislada de borde es el área de punzonamiento.

Datos:

γ_{concreto}	= 2,4 ton/m ³
γ_{suelo}	= 1,35 ton/m ³
$f'c$	= 210 kg/cm ²
f_y	= 2 810 kg/cm ²
Desplante (Df)	= 1,25 m
Fcu	= 1,55
Mx	= 9,25 ton-m
My	= 14,07 ton-m
Pu	= 32,71 ton
Vs	= 47,40 ton/m ²

Sección de columna = 0,40 m*0,40 m

Espesor de zapata asumido (t) = 0,45 m

$$P' = (P_u/FCU) = 32,71 \text{ ton} / 1,55 = 21,10 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M'_x = M_x/FCU = 9,25 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 5,97 \text{ ton} - \text{m}$$

$$M'_y = M_y/FCU = 14,07 \text{ ton} - \text{m} / 1,55 = 9,08 \text{ ton} - \text{m}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata (Az)

$$A_z = \frac{1,50 * P'}{V_s} = \frac{1,50 * 21,10 \text{ ton}}{47,40 \text{ ton/m}^2} = 0,667 \text{ m}^2$$

Se propone usar una zapata con dimensiones de 1,60 m por 1,60 m con un área equivalente a 2,56 metros cuadrados.

- Transferencia de las cargas y momentos

$$D = \frac{1,60}{2} - \frac{0,40}{2} = 0,60 \text{ m}$$

$$P_s = 2,56 \text{ m}^2 * 1,35 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1,25 \text{ m} = 4,32 \text{ ton}$$

$$P_{\text{col}} = (0,40 \text{ m} * 0,40 \text{ m}) * 12,05 \text{ m} * 2,40 \text{ ton/m}^3 = 4,63 \text{ ton}$$

$$P_{\text{cim}} = 2,56 \text{ m}^2 * 0,45 \text{ m} * 2,40 \text{ ton/m}^3 = 2,76 \text{ ton}$$

$$P_{\text{CG}} = 21,10 + 4,05 + 4,63 + 2,59 = 32,81 \text{ ton}$$

$$M_{\text{CG}} = -5,97 + 4,63 * 0,60 + 21,10 * 0,60 = 9,47 \text{ ton} - \text{m}$$

- Excentricidad

$$\frac{L}{6} = \frac{1,60}{6} = 0,266 \text{ m}$$

$$e = \frac{M_{\text{CG}}}{P_{\text{CG}}} = \frac{9,47}{32,81} = 0,29 \text{ m} \quad \checkmark \text{ok}$$

$$a = \frac{L}{2} - e = \frac{1,60}{2} - 0,29 = 0,51 \text{ m}$$

$$3a = 3 * 0,51 = 1,53 \text{ m}$$

Como $e > L/6$ la presión máxima sobre el suelo será:

$$q_{\max} = \frac{4 * P_{CG}}{3b * (L - 2 * e)} = \frac{4 * 32,81}{3 * 1,60 * (1,60 - 2 * 0,29)} = 26,73 \text{ ton/m}^2 < V_s$$

- Presiones últimas sobre el terreno

Presión última de diseño

$$q_{\text{dis}} = q_{\max} * F_{cu} = 26,73 * 1,60 = 41,44 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{\text{dis}} = 41,44 \text{ ton/m}^2 * 1,60 \text{ m} = 66,30 \text{ ton/m}$$

Presión última del suelo y el cimiento

$$q_{U(s+cim)} = F_{CU} * (D_f * \gamma_{\text{suelo}} + t * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$q_{U(s+cim)} = 1,55 * (1,25 * 1,35 + 0,45 * 2,4) = 4,29 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{U(s+cim)} = 4,29 \text{ ton/m}^2 * 1,60 \text{ m} = 6,86 \text{ ton/m}$$

Se procede a calcular la ecuación de carga por medio de relación de triángulos:

$$\frac{W_{(x)}}{x} = \frac{66,30}{1,53} \Rightarrow W_{(x)} = 43,21 X \text{ [ton/m}^2]$$

- Chequeo por corte simple

La sección crítica para corte simple se encuentra a una distancia d del rostro de la columna, por lo que se tiene que calcular el corte en este punto.

El corte resistente es:

$$d = t - \text{rec.} - \phi/2 = 45 - 7,5 - 1,91/2 = 36,55 \text{ cm}$$

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d; \quad \phi = 0,85$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 160 * 36,55 = 38\,175,26 \text{ kg} = 38,18 \text{ ton}$$

Sección crítica

$$X1 = 3a - (0,40 + d/2)$$

$$X1 = 1,53 - (0,40 + 0,3654) = 0,77 \text{ m}$$

Del diagrama de cargas se obtiene la ecuación de corte para cualquier posición de X ($0 < X < 1,43$)

$$V_a = \sum FV$$

$$V_a = q_{U_{Scim}} * (L - 3a) + q_{U_{(S+cim)}} * X - 1/2 * X * 43,21X$$

$$V_a = 6,86 * (1,60 - 1,53) + 6,86X - 21,60X^2$$

$$V_a = 0,45 + 6,86X - 21,60X^2$$

Para obtener el corte máximo a una distancia X se deriva el corte máximo, se iguala a cero y se sustituye en la ecuación general del corte.

$$\frac{dV}{dX} = 0 = 6,86 - 43,21X \Rightarrow X_2 = 0,16 \text{ m}$$

$$V_{(0,66)} = 0,45 + 6,86(0,77) - 21,60(0,77)^2 = -7,04 \text{ ton} \downarrow < 36,98 \quad \checkmark \text{ok}$$

$$V_{(0,13)} = 0,45 + 6,86(0,16) - 21,60(0,16)^2 = 1,00 \text{ ton} \uparrow < 36,98 \quad \checkmark \text{ok}$$

- Chequeo por corte punzonante

La sección crítica contra punzonamiento se encuentra a una distancia $d/2$ del rostro de la columna.

$$X1 = 3a - (0,40 + d/2)$$

$$X1 = 1,53 - (0,40 + 0,3654/2) = 0,95 \text{ m}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga se obtiene

$$W_{(x)} = 27,08 \text{ ton/m}^2 * 0,95 \text{ m} = 25,73 \text{ ton/m}^2$$

Calculando el corte punzonante actuante

$$V_a = \sum F_v$$

$$V_a = 32,71 + 2,56 * 0,3398 - \left(\frac{41,44 + 25,73}{2} \right) * 0,3398$$

$$V_a = 22,18 \text{ ton}$$

El corte resistente es

$$V_c = \phi * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o * d; \quad \phi = 0,85$$

$$b_o = 0,583 + 0,583 = 1,166 \text{ m}$$

$$V_c = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 116,6 * 36,55 = 146\ 111,06 \text{ kg} = 55,62 \text{ ton}$$

$V_c > V_a$, el espesor de la zapata resiste el esfuerzo de corte punzonante.

- Diseño a flexión
 - Sentido X

Se debe verificar los momentos críticos en las siguientes condiciones:

Al rostro de la columna

$$X_1 = 1,53 - 0,4 = 1,13$$

Cuando $V=0$ el momento será máximo

$$V_a = 0,45 + 6,86X - 21,60X^2 \Rightarrow \text{de la ecuación cuadrática se obtiene}$$

$$X_1 = -0,0557$$

$$X_2 = 0,37 \leftarrow \text{Respuesta requerida}$$

Sustituyendo en la ecuación de carga

$$W_{(1,13)} = 43,21 \text{ ton/m}^3 * 1,13 \text{ m} = 49,01 \text{ ton/m}$$

$$W_{(0,37)} = 43,21 \text{ ton/m}^3 * 0,37 \text{ m} = 16,14 \text{ ton/m}$$

Haciendo sumatoria de momentos para un punto X se obtiene el momento actuante:

$$M_{(X)} = \frac{6,86 * (X + 0,07)^2}{2} - \frac{W_{(X)} * X^2}{6}$$

Momento actuante a rostro de la columna $X = 1,13 \text{ m}$ y $W = 49,01 \text{ ton-m}$

$$M_{(1,03)} = \frac{6,86 * (1,13 + 0,07)^2}{2} - \frac{49,01 * 1,13^2}{6} = -5,57 \text{ ton} - \text{m}$$

Momento actuante a rostro de la columna $X = 0,37$ m y $W = 16,14$ ton-m

$$M_{(1,03)} = \frac{6,85 * (0,37 + 0,07)^2}{2} - \frac{16,14 * 0,37^2}{6} = 0,29 \text{ ton} - \text{m}$$

Refuerzo mínimo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 160 * 36,55}{2810}$$

$$A_{s_{\min}} = 29,34 \text{ cm}^2$$

Momento resistido por $A_{s_{\min}}$

$$M_{A_{s_{\min}}} = \phi * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right] ; \phi = 0,90$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,90 \left[29,34 * 2810 \left(36,55 - \frac{29,34 * 2810}{1,7 * 210 * 160} \right) \right] = 2604931,00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 26,05 \text{ ton} - \text{m}$$

Se colocara $A_{s_{\min}}$, ya que el momento que resiste es mayor que los momentos actuantes.

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$29,34 \text{ cm}^2 \quad - \quad 160 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (160 \text{ cm})}{29,34 \text{ cm}} = 15,54 \text{ cm}$$

Por lo tanto, colocar varillas núm. 6 @ 15 cm en sentido X.

- Acero por temperatura

$$\begin{aligned}A_{s_t} &= \rho * b * t \\A_{s_t} &= (0,0020) * (160 \text{ cm}) * (45 \text{ cm}) \\A_{s_t} &= 14,40 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$\begin{aligned}14,40 \text{ cm}^2 &- 160 \text{ cm} \\2,85 \text{ cm}^2 &- S\end{aligned}$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (160 \text{ cm})}{14,40 \text{ cm}} = 31,66 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas núm. 6 @ 30 cm en sentido X, en la cama superior como refuerzo por temperatura.

- Sentido Y

El momento a rostro de la columna en el sentido Y será:

$$M_U = \frac{66,30 * (1,20)^2}{2} - \frac{6,86 * (1,20)^2}{2} = 42,79 \text{ ton} - \text{m}$$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2 * 810} * \left[160 * 34,64 - \sqrt{(160 * 34,64)^2 - \frac{42 * 791,59 * 160}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 52,81 \text{ cm}^2$$

Refuerzo mínimo:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 160 * 34,65}{2 810}$$

$$A_{s_{\min}} = 27,81 \text{ cm}^2$$

Momento resistido por $A_{s_{\min}}$

$$M_{A_{s_{\min}}} = \phi * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right] ; \phi = 0,90$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,90 \left[27,81 * 2 810 \left(34,64 - \frac{27,81 * 2 810}{1,7 * 210 * 160} \right) \right] = 2 340 449,77 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 23,40 \text{ ton} - \text{m}$$

Se colocará A_s , ya que el momento que resiste es mayor que el área del momento resistido por el $A_{s_{\min}}$.

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$52,81 \text{ cm}^2 \quad - \quad 160 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 \quad - \quad S$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (160 \text{ cm})}{52,81 \text{ cm}} = 8,63 \text{ cm}$$

Por lo tanto colocar varillas núm. 6 @ 10 cm en sentido Y.

- Acero por temperatura

$$A_{s_t} = \rho * b * t$$

$$A_{s_t} = (0,0020) * (160 \text{ cm}) * (45 \text{ cm}) = 14,40 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

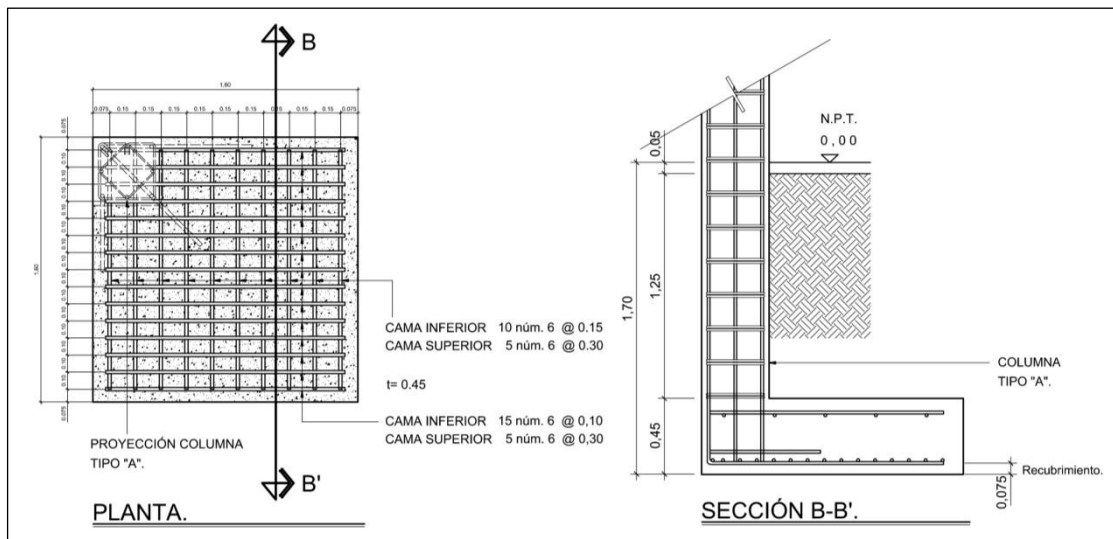
$$14,40 \text{ cm}^2 - 160 \text{ cm}$$

$$2,85 \text{ cm}^2 - S$$

$$S = \frac{(2,85 \text{ cm}^2) * (160 \text{ cm})}{14,40 \text{ cm}} = 31,66 \text{ cm}$$

Se colocarán varillas núm. 6 @ 30 cm en sentido Y, en la cama superior como refuerzo por temperatura.

Figura 46. **Detalle de armado de zapata excéntrica de esquina**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.7.5. Diseño de gradas

La forma, disposición y ubicación que se le da a una escalera depende principalmente de las dimensiones e importancia de la edificación. También del espacio que el proyecto les otorgue, del material y tipo de construcción escogida. Para una ubicación correcta se debe tomar en cuenta que la circulación en los diferentes niveles no sea problemática. Además, debe tener iluminación y ventilación aceptable.

El que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones garantizan la comodidad de una escalera.

$$C \leq 20 \text{ cm}$$

$$H > C$$

$$2C + H \leq 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

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

$$C \cdot H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Donde

C = contrahuella

H = huella

Datos

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga de acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Ancho} = 3,00 \text{ m}$$

- Relaciones de comodidad

$$C = 17 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 29 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2 * 17 \text{ cm} + 29 \text{ cm} = 63 \text{ cm} \leq 64 \text{ cm}$$

$$C + H = 17 \text{ cm} + 29 \text{ cm} = 46 \text{ cm}$$

$$C * H = 17 \text{ cm} * 29 \text{ cm} = 493 \text{ cm}^2$$

- Número de escalones mínimo

$$h/C = 3,60 \text{ m}/0,17 \text{ m} = 21,17 \approx 21 \text{ escalones (contrahuellas)}$$

- Número de huellas

$$\text{Número de contrahuellas} - 1 = 21 - 1 = 20 \text{ huellas}$$

Por lo tanto, se obtienen 21 contrahuellas de 17 cm y 20 huellas de 29 cm antes del descanso.

- Espesor de la losa

Se debe calcular la longitud inclinada de la losa, para calcular los momentos actuantes en la misma.

$$D = \sqrt{2,70^2 + 1,80^2} = 3,25 \text{ m}$$

$$t = L/24 = 3,25/24$$

$$t \approx 13 \text{ cm}$$

Por lo anterior, se tomará un espesor de 13 cm.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

$$\text{Peso propio de la escalera (PP)} = \gamma_c * (t + C/2)$$

$$\text{PP} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 (0,13 \text{ m} + 0,17 \text{ m}/2) = 516 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} = 516 \text{ kg/m}^2 + 50 \text{ kg/m}^2 = 566 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva (CV)

$$\text{Escaleras públicas} = 500 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última

$$\text{CU} = W = 1,4 * \text{CM} + 1,7 * \text{CV}$$

$$\text{CU} = 1,4 * (566 \text{ kg/m}^2) + 1,7 * (500 \text{ kg/m}^2) = 1\,642,40 \text{ kg/m}$$

Analizando solamente para un metro, se tiene:

$$\text{CU} = 1\,642,40 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 1\,642,40 \text{ kg/m}$$

- Calculo de momentos

$$M_{(+)} = \frac{\text{CU} * L^2}{9} = \frac{1\,642,40 * 3,25^2}{9} = 1\,927,54 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{CU * L^2}{14} = \frac{1\,642,40 * 3,25^2}{14} = 1\,239,13 \text{ kg} - \text{m}$$

- Área de acero mínimo

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm} - 2,50 \text{ cm} - 0,95/2 = 10 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1 * b * d}{f_y} = \frac{14,1 * 100 * 10}{2\,810}$$

$$A_{S_{\min}} = 5,02 \text{ cm}^2$$

- Rea de refuerzo que requieren los momentos

- $M_{(+)} = 1\,927,54 \text{ kg} - \text{m}$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\,810} * \left[100 * 10 - \sqrt{(100 * 10)^2 - \frac{1\,927,54 * 100}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 8,14 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 4

$$8,14 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

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

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{8,14 \text{ cm}^2} = 8,72 \text{ cm}$$

$$\circ \quad M_{(-)} = 1\,239,13 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2\,810} * \left[100 * 10 - \sqrt{(100 * 10)^2 - \frac{1\,239,13 * 100}{0,003825 * 210}} \right]$$

$$A_s = 5,10 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 3

$$5,10 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

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

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{5,10 \text{ cm}^2} = 13,92 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, tanto el armado superior como inferior se realizará con varillas núm. 3 @10 cm.

- Acero por temperatura

$$A_{s_t} = \rho * b * t$$

$$A_{s_t} = (0,0020) * (100 \text{ cm}) * (13 \text{ cm}) = 2,60 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento utilizando varillas núm. 6

$$2,60 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm}$$

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

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2) * (100 \text{ cm})}{2,60 \text{ cm}^2} = 27,38 \text{ cm}$$

2.1.7.6. Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias

En esta sección se describirán los criterios necesarios para el diseño de las instalaciones hidráulicas y las instalaciones sanitarias del proyecto presentado.

2.1.7.6.1. Instalaciones hidráulicas

El sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito cuenta con 11 lavamanos, 12 inodoros, 6 orinales, 1 lavatrastos, 3 duchas y 1 grifo de servicio. El proyecto se proveerá de agua potable en cantidad y presión suficiente, para satisfacer las necesidades y servicio de los usuarios, tomando las siguientes consideraciones:

- El servicio de agua potable será continuo durante las 12 horas del día.
- La dotación mínima aceptable es de 200 litros/persona/día.
- En puntos estratégicos, instalar válvulas de control, que permitan aislar tramos de tubería para operaciones de mantenimiento; sin dejar sin servicio al resto del edificio.
- En subramales se utilizara PVC de 1/2 pulgada de diámetro
- Las tuberías deben colocarse lo más apartado posible de las de drenaje y nunca a nivel inferior que estas.
- En los puntos de cruce entre tubería de agua y drenaje, las primeras deben quedar por lo menos 20 centímetros, por encima protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1 metro, a cada lado del cruce.

- Cálculo de la línea principal de conducción:

De acuerdo con la tabla XXVI se le asigna un número de unidades de gasto o unidades Hunter (UH) a cada uno de los artefactos sanitarios en función del tipo. Estos quedan de la siguiente manera:

Lavamanos UH = 2

Inodoro con tanque UH = 5

Mingitorios UH = 3

Grifo para patio UH = 1

Ducha UH = 4

Tabla XXVI. **Unidades de gasto para tuberías de distribución**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua Fria	Agua caliente
Tina		2	1.50	1.50
Lavarropa		3	2	2
Bidet		1	0.75	0.75
Ducha		2	1.50	1.50
Inodoro	Con tanque	3	3	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	6	6	---
Lavadero	Cocina	3	2	2
Lavadero	Repostero	3	2	2
Máq. Lavaplatos	Combinación	3	2	2
Lavatorio	Corriente	1	0.75	0.75
Lavadero de Ropa	Mecánico	4	3	3
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 48.

Número total de UH primer nivel

4 lavamanos x 2 UH = 8 UH

4 inodoros con tanque x 5 UH = 20 UH

3 mingitorios con tanque x 3 UH = 9 UH

1 grifos para patio x 1 UH = 1 UH

1 ducha x 4 UH = 4 UH

UH total: 42 UH

El número total de UH = 42 UH (29 UH con tanque y 13 UH con válvula).

Tabla XXVII. **Gastos probables para el método de Hunter (lt/s)**

No. de	Gasto		No. de	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	1.00	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

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 50.

Con el número total de UH, y utilizando la tabla XXI se tiene un gasto probable de 1,78 lt/s (0,95 lt/s con tanque y 1,78 lt/s con válvula).

Estimando una velocidad de 1 m/s, una altura de niveles de 3,60 m para cada uno de los niveles y tubería de PVC, se calcula el diámetro con la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1\,173,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f}}$$

Por lo tanto, el diámetro a utilizar para la línea de distribución que alimenta los tres niveles será de PVC de diámetro 3/4 de pulgada.

2.1.7.6.2. Instalaciones sanitarias

Es el medio por el cual se evacua, transporta y se tratan las excretas y desechos líquidos, lejos de donde se producen. Las aguas residuales son producidas por las actividades humanas relacionadas con el consumo de agua potable. Las tuberías enterradas para el drenaje sanitario deberán tener una pendiente mínima de 2 % y una pendiente máxima de 6 %. Utilizando la tabla XXVIII se asigna un número de unidades mueble (um) y un diámetro de tubería a cada mueble. Esto dependiendo de la clase de instalación. Este proyecto considerará una instalación de primera clase, y con una pendiente de 2 %.

Tabla XXVIII. **Cálculo del diámetro de las derivaciones simples**

Tipo de mueble o aparato sanitario	Número de unidades mueble (um)	Diámetro (pul)
Lavamanos	4	2
Inodoro con tanque	4	4
Mingitorios	3	2
Drenaje en piso	6	4

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos se determina utilizar tubería de PVC de diámetro de 4". Esto para todas las derivaciones simples y para las derivaciones en columnas (bajadas).

Tabla XXIX. **Unidades de descarga y diámetro en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de Casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p. 71.

2.1.7.6.3. Instalaciones pluviales

Al fin de evitar que el agua se acumule o sus corrientes causen daños y molestias a la población, se construye el sistema pluvial por medio del cual se

conducen las aguas producto de lluvias o precipitaciones hacia sitios más seguros para su vertido y ser trasladadas hacia los colectores municipales, debiendo diseñarse el sistema de acuerdo con los siguientes requerimientos:

- Las bajadas deben ubicarse, si es posible, en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.

En este proyecto se dispondrán de cinco bajadas de agua pluvial para drenar agua del techo. El diámetro para cada una de ellas se calcula:

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

Donde

Q = caudal m³/s

C = coeficiente de escorrentía del concreto (0,90)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área a drenar (Ha)

Para la intensidad de lluvia se utilizarán los datos que proporciona la estación meteorológica de Magdalena Milpas Alta, la cual tiene una lectura máxima de intensidad de lluvia de 191,80 mm/h, con la cual se diseñara las instalaciones pluviales de este proyecto.

El área a drenar por cada bajada será de 84,41 m² o 0,00844 hectáreas.

$$Q = \frac{0,90 * 191,80 \text{ mm/h} * 0,00844 \text{ ha}}{360} = 0,0040 \text{ m}^3/\text{s} = 4,05 \text{ lt/s}$$

Luego se calcula el diámetro de la tubería. Esto por medio de la ecuación de Manning, de la siguiente manera:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Como se utilizará tubería de PVC se estima un coeficiente de rugosidad $n = 0,009$ y se estimará una pendiente de 1,00 %, quedando:

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,0040 * 0,009}{0,01^{1/2}} \right)^{3/8} = 7,95 \text{ cm}$$

Por lo tanto, para las bajadas de agua pluvial se utilizará tubería PVC de 4" de diámetro.

2.1.7.7. Diseño de instalaciones eléctricas

El sistema eléctrico estará constituido por 1 tablero general de distribución, 9 circuitos de iluminación (3 circuitos por nivel) y 3 circuitos de fuerza (1 por nivel), en ambos casos con un máximo de 10 unidades por circuito. La forma como se determinó el sistema eléctrico fue por medio del método del total de potencia que son los watts o kilowatts que suman todas las lámparas, tomacorrientes de cada nivel.

- Primer nivel
 - 19 lámparas de 40 watts de 2 tubos por lámpara = $19 * 2 * 40$ watts = 1 520 watts
 - 9 tomacorrientes de 300 watts cada uno = 2 700 watts

- Total = 4 220 watts

Con base en lo especificado en la norma, y teniendo una potencia de 4 220 watts, se colocarán en el primer nivel 4 circuitos, 3 para iluminación y 1 para fuerza.

- Segundo nivel

- 16 lámparas de 40 watts de 2 tubos por lámpara = $16 \cdot 2 \cdot 40$ watts = 1 280 watts
- 9 tomacorrientes de 300 watts cada uno = 2 700 watts
- Total = 3 980 watts

Con base en lo especificado en la norma, y teniendo una potencia de 3 980 watts, se colocarán en el segundo nivel 4 circuitos, 3 para iluminación y 1 para fuerza.

- Tercer nivel

- 16 lámparas de 40 watts de 2 tubos por lámpara = $16 \cdot 2 \cdot 40$ watts = 1 280 watts
- 9 tomacorrientes de 300 watts cada uno = 2 700 watts
- Total = 3 980 watts

Con base en lo especificado en la norma, y teniendo una potencia de 3 980 watts, se colocarán en el segundo nivel 4 circuitos, 3 para iluminación y 1 para fuerza.

- Conductores

Para el cálculo del calibre de la iluminación se debe determinar la corriente de los circuitos para cada nivel. En este caso se calculará el circuito que mayor potencia genera entre los tres niveles:

8 lámparas de 40 watts de 2 tubos por lámpara

$$P = 8 * 2 * 40 \text{ watts} = 640 \text{ watts}$$

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{640 \text{ watts}}{120 \text{ V}} = 5,33 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada lámpara es de 3,00 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2 % de caída de voltaje es 12 AWG.

Para el cálculo del calibre de fuerza se debe determinar la corriente del circuito para cada nivel. Esto tomando en cuenta el uso simultáneo de los tomacorrientes. En este caso se calculará el circuito que mayor potencia genera entre los tres niveles:

9 tomacorrientes de 300 watts cada uno

$$P = 9 * 300 \text{ watts} = 2\,700 \text{ watts}$$

$$I_{\text{iluminación}} = \frac{P}{V} = \frac{2\,700 \text{ watts}}{120 \text{ V}} = 22,50 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente es de 3 metros, se determina que el calibre del conductor requerido por seguridad y para cargas nominales de 120 V con un 2 % de caída de voltaje es 12 AWG.

Debido a que la corriente es de 5,33 A para iluminación y de 22,50 A para fuerza, se colocará un flip on de 15 amperios por cada circuito de iluminación y un flip on de 20 amperios por cada circuito de fuerza.

Dando como resultado el uso en el primer nivel de 3 flip on para iluminación y 1 flip on para fuerza. En el segundo nivel de 3 flip on para iluminación y 1 flip on para fuerza y para el tercer nivel 3 flip on para iluminación y 1 flip on para fuerza, (ver planos de iluminación y fuerza).

- Tubería y ductos: se utilizará tubería plástica (poliducto) de diámetro 3/4" para los circuitos de iluminación, y se utilizará tubo PVC eléctrico de diámetro 3/4" para los circuitos de fuerza. Para la protección del cableado se instalará tubo poliducto de 1 1/4" de pulgada empotrado en losas y paredes.

2.1.8. Planos constructivos

Para este proyecto de ampliación se elaboraron los siguientes planos:

- Arquitectura:
 - Planta arquitectónica
 - Planta de cotas
 - Elevaciones y secciones
 - Planta de acabados

- Estructura:
 - Planta de losas
 - Planta de cimentación
 - Detalles estructurales

- Instalaciones:
 - Planta de agua potable
 - Planta de drenaje sanitario y pluvial
 - Planta de iluminación
 - Planta de fuerza

2.1.9. Presupuesto

La tabla XXX corresponde a la estimación del presupuesto final del diseño de ampliación del instituto básico:

Tabla XXX. Costos unitarios de renglones de trabajo

RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS

proyecto:

DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO BÁSICO, 2DA AVENIDA ZONA 1, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA

CÓDIGO	NOMBRE DE RENGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES Y LIMPIEZA GENERAL	1,00	UNIDAD	Q 11 358,62	Q 11 358,62
2,00	NIVELACIÓN Y TRAZO	975,00	M2	Q 12,37	Q 12 060,75
CIMIENTO EDIFICIO					
3,00	CORTE DE TERRENO	530,00	M3	Q 70,45	Q 37 338,50
4,00	EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS EDIFICIO	154,85	ML	Q 104,10	Q 16 119,89
5,00	CIMIENTO CORRIDO T1 EDIFICIO	154,85	ML	Q 768,38	Q 118 983,64
6,00	CIMIENTO CORRIDO T2 EDIFICIO	4,07	ML	Q 323,30	Q 1 315,83
7,00	ZAPATA TIPO 1 EDIFICIO	19,00	UNIDAD	Q 3 531,12	Q 67 091,28
8,00	EXCAVACIÓN DE ZAPATA 1	55,51	M3	Q 235,38	Q 13 066,71
9,00	ZAPATA TIPO 2 EDIFICIO	8,00	UNIDAD	Q 3 645,98	Q 29 167,84

Continuación de la tabla XXX.

10.00	EXCAVACIÓN DE ZAPATA 2	23,37	M3	Q	235,99	Q	5 516,03
11.00	LEVANTADO DE MURO DE CIMENTACIÓN T-1	92,91	M2	Q	207,07	Q	19 238,87
12.00	LEVANTADO DE MURO DE CIMENTACIÓN T-2	1,63	M2	Q	614,77	Q	1 000,85
13.00	RELLENO Y COMPACTACIÓN EDIFICIO	73,39	M3	Q	235,26	Q	17 265,37
14.00	VIGA DE AMARRE	16,96	ML	Q	236,66	Q	4 013,75
15.00	SOLERA HIDRÓFUGA	158,92	ML	Q	181,77	Q	28 886,89
	PRIMER NIVEL						
16.00	SOLERA INTERMEDIA PRIMER NIVEL	122,10	ML	Q	184,62	Q	22 542,10
17.00	SOLERA SILLAR PRIMER NIVEL	16,88	ML	Q	242,51	Q	4 093,57
18.00	SOLERA DINTEL PUERTAS PRIMER NIVEL	4,80	ML	Q	302,11	Q	1 450,13
19.00	COLUMNA A PRIMER NIVEL	130,95	ML	Q	1 406,32	Q	184 157,60
20.00	COLUMNA B PRIMER NIVEL	19,40	ML	Q	488,50	Q	9 476,90
21.00	COLUMNA C PRIMER NIVEL	111,55	ML	Q	184,13	Q	20 539,70
22.00	COLUMNA D PRIMER NIVEL	53,35	ML	Q	79,11	Q	4 220,52
23.00	VIGAS TIPO 1 PRIMER NIVEL	55,68	ML	Q	1 085,33	Q	60 431,17
24.00	VIGAS TIPO 2 PRIMER NIVEL	91,61	ML	Q	757,04	Q	69 352,43
25.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 PRIMER NIVEL	220,40	M2	Q	268,61	Q	59 200,30
26.00	LOSA TRADICIONAL PRIMER NIVEL	281,00	M2	Q	761,54	Q	213 992,74
27.00	MURO LATERAL DE CONTENCIÓN	78,89	M2	Q	339,88	Q	26 813,13
28.00	GRADAS PRIMER NIVEL	30,84	M2	Q	2 054,09	Q	63 348,14
	SEGUNDO NIVEL						
29.00	SOLERA INTERMEDIA SEGUNDO NIVEL	122,10	ML	Q	184,88	Q	22 573,85
30.00	SOLERA SILLAR SEGUNDO NIVEL	16,88	ML	Q	242,51	Q	4 093,57
31.00	SOLERA DINTEL PUERTAS SEGUNDO NIVEL	4,80	ML	Q	302,11	Q	1 450,13
32.00	COLUMNA A SEGUNDO NIVEL	97,20	ML	Q	1 546,76	Q	150 345,07
33.00	COLUMNA B SEGUNDO NIVEL	14,40	ML	Q	453,36	Q	6 528,38
34.00	COLUMNA C SEGUNDO NIVEL	82,80	ML	Q	220,08	Q	18 222,62
35.00	COLUMNA D SEGUNDO NIVEL	39,60	ML	Q	106,88	Q	4 232,45
36.00	VIGAS TIPO 1 SEGUNDO NIVEL	55,68	ML	Q	1 085,33	Q	60 431,17
37.00	VIGAS TIPO 2 SEGUNDO NIVEL	91,61	ML	Q	762,24	Q	69 828,81
38.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 SEGUNDO NIVEL	259,48	M2	Q	264,97	Q	68 754,42
39.00	LOSA TRADICIONAL SEGUNDO NIVEL	281,00	M2	Q	761,54	Q	213 992,74
40.00	GRADAS PRIMER NIVEL	30,84	M2	Q	2 054,09	Q	63 348,14
	TERCER NIVEL						
41.00	SOLERA INTERMEDIA TERCER NIVEL	122,10	ML	Q	184,88	Q	22 573,85
42.00	SOLERA SILLAR TERCER NIVEL	17,97	ML	Q	238,87	Q	4 292,49
43.00	SOLERA DINTEL PUERTAS TERCER NIVEL	5,70	ML	Q	278,79	Q	1 589,10
44.00	COLUMNA A TERCER NIVEL	97,20	ML	Q	1 546,76	Q	150 345,07
45.00	COLUMNA B TERCER NIVEL	14,40	ML	Q	459,90	Q	6 622,56
46.00	COLUMNA C TERCER NIVEL	82,80	ML	Q	220,08	Q	18 222,62
47.00	COLUMNA D TERCER NIVEL	39,60	ML	Q	106,88	Q	4 232,45
48.00	VIGAS TIPO 1 TERCER NIVEL	55,68	ML	Q	1 085,33	Q	60 431,17
49.00	VIGAS TIPO 2 TERCER NIVEL	91,61	ML	Q	762,24	Q	69 828,81
50.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 TERCER NIVEL	259,48	M2	Q	264,97	Q	68 754,42
51.00	SOLERA DE REMATE	67,74	ML	Q	197,52	Q	13 380,00
52.00	MURO DE PROTECCIÓN DE TERRAZA TERCER NIVEL	94,84	M2	Q	274,90	Q	26 070,42
53.00	LOSA TRADICIONAL TERCER NIVEL	281,00	M2	Q	761,54	Q	213 992,74
54.00	GRADAS PRIMER NIVEL	30,84	M2	Q	2 054,09	Q	63 348,14

Continuación de la tabla XXX.

INSTALACIONES						
55,00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	220,00	ML	Q	75,39	Q 16 585,80
56,00	INSTALACIÓN SANITARIA Y PLUVIAL	195,00	ML	Q	139,02	Q 27 108,90
57,00	ACOMETIDA ELÉCTRICA	1,00	ML	Q	4 082,18	Q 4 082,18
58,00	ILUMINACIÓN	51,00	UNIDAD	Q	776,35	Q 39 593,85
59,00	FUERZA	27,00	UNIDAD	Q	588,54	Q 15 890,58
60,00	LEVANTADO DE MUROS DE 10*19*39 SERVICIO SANITARIO	47,50	M2	Q	241,94	Q 11 492,15
61,00	SOLERA DE CIMENTACIÓN	25,00	ML	Q	265,43	Q 6 635,75
62,00	SOLERA INTERMEDIA MUROS DE SERVICIO SANITARIO	50,00	ML	Q	93,67	Q 4 683,50
63,00	INSTALACIÓN DE INODORO	12,00	UNIDAD	Q	1 948,56	Q 23 382,72
64,00	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS	11,00	UNIDAD	Q	1 018,18	Q 11 199,98
65,00	MINGITORIOS	6,00	UNIDAD	Q	1 000,00	Q 6 000,00
66,00	CONSTRUCCIÓN DE CISTERNA DE 18 M3	1,00	UNIDAD	Q	51 197,54	Q 51 197,54
67,00	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE HIDRONEUMÁTICO	1,00	UNIDAD	Q	7 500,00	Q 7 500,00
68,00	INSTALACIÓN DE TINACO DE 2,500 LTS	1,00	UNIDAD	Q	2 800,00	Q 2 800,00
ACABADOS						
69,00	REPELLOS Y CERNIDOS	1896,10	M2	Q	117,03	Q 221 900,70
70,00	ALISADO DE VIGAS RESALTADAS	441,87	ML	Q	208,35	Q 92 063,61
71,00	AZULEJO EN BAÑOS	110,00	M2	Q	187,29	Q 20 601,90
72,00	PISO GRANITO	1050,00	M2	Q	239,80	Q 251 790,00
73,00	VENTANERÍA METAL	135,00	M2	Q	850,00	Q 114 750,00
74,00	PUERTA TIPO 1	6,00	UNIDAD	Q	2 430,75	Q 14 584,50
75,00	PUERTA TIPO 2	5,00	UNIDAD	Q	1 800,00	Q 9 000,00
76,00	PUERTA TIPO 3	12,00	UNIDAD	Q	1 259,66	Q 15 115,92
77,00	PUERTA TIPO 4	3,00	UNIDAD	Q	1 015,17	Q 3 045,51
78,00	PISO EXTERIOR DE CONCRETO	375,00	M2	Q	254,77	Q 95 538,75
79,00	PINTURA EN PAREDES	1896,10	M2	Q	55,56	Q 105 347,37
CANCHA POLIDEPORTIVA						
80,00	PREPARACIÓN DE BASE PARA CANCHA POLIDEPORTIVA	448,00	M2	Q	70,00	Q 31 360,00
81,00	PLANCHAS DE CONCRETO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA	448,00	M2	Q	350,00	Q 156 800,00
82,00	TABLEROS Y PINTURA CANCHA POLIDEPORTIVA	488,00	M2	Q	52,10	Q 25 424,80
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						Q 3 915 004,45

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Cronograma físico-financiero

La tabla XXXI corresponde a al cronograma físico-financiero, se tiene estimado la duración de seis meses para la construcción del proyecto.

Tabla XXXI. Cronograma físico-financiero

RESUMEN DE PRECIOS UNITARIOS							
proyecto:							
DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL INSTITUTO BÁSICO, 2DA AVENIDA ZONA 1, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS							
CÓDIGO	NOMBRE DE RENGLÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
TRABAJOS PRELIMINARES							
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES Y LIMPIEZA GENERAL	Q	11 358,62				
2.00	NIVELACIÓN Y TRAZO	Q	12 060,75				
CIMIENTO EDIFICIO							
3.00	CORTE DE TERRENO	Q	37 338,50				
4.00	EXCAVACIÓN DE CIMENTOS EDIFICIO	Q	16 119,89				
5.00	CIMIENTO CORRIDO T1 EDIFICIO	Q	118 983,64				
6.00	CIMIENTO CORRIDO T2 EDIFICIO	Q	1 315,83				
7.00	ZAPATA TIPO 1 EDIFICIO	Q	67 091,28				
8.00	EXCAVACIÓN DE ZAPATA 1	Q	13 066,71				
9.00	ZAPATA TIPO 2 EDIFICIO	Q	29 167,84				
10.00	EXCAVACIÓN DE ZAPATA 2	Q	5 516,03				
11.00	LEVANTADO DE MURO DE CIMENTACIÓN T-1	Q	19 238,87				
12.00	LEVANTADO DE MURO DE CIMENTACIÓN T-2	Q	1 000,85				
13.00	RELLENO Y COMPACTACIÓN EDIFICIO	Q	17 265,37				
14.00	VIGA DE AMARRE	Q	4 013,75				
15.00	SOLERA HIDRÓFUGA	Q	28 886,89				
PRIMER NIVEL							
16.00	SOLERA INTERMEDIA PRIMER NIVEL	Q	22 542,10				
17.00	SOLERA SILLAR PRIMER NIVEL	Q	4 093,57				
18.00	SOLERA DINTEL PUERTAS PRIMER NIVEL	Q	1 450,13				
19.00	COLUMNA A PRIMER NIVEL	Q	184 157,60				
20.00	COLUMNA B PRIMER NIVEL			Q	9 476,90		
21.00	COLUMNA C PRIMER NIVEL			Q	20 539,70		
22.00	COLUMNA D PRIMER NIVEL			Q	4 220,52		
23.00	VIGAS TIPO 1 PRIMER NIVEL			Q	60 431,17		
24.00	VIGAS TIPO 2 PRIMER NIVEL			Q	69 352,43		
25.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 PRIMER NIVEL			Q	59 200,30		
26.00	LOSA TRADICIONAL PRIMER NIVEL			Q	213 992,74		
27.00	MURO LATERAL DE CONTENCIÓN			Q	26 813,13		
28.00	GRADAS PRIMER NIVEL			Q	63 348,14		
SEGUNDO NIVEL							
29.00	SOLERA INTERMEDIA SEGUNDO NIVEL			Q	22 573,85		
30.00	SOLERA SILLAR SEGUNDO NIVEL			Q	4 093,57		
31.00	SOLERA DINTEL PUERTAS SEGUNDO NIVEL			Q	1 450,13		
32.00	COLUMNA A SEGUNDO NIVEL			Q	150 345,07		
33.00	COLUMNA B SEGUNDO NIVEL			Q	6 528,38		
34.00	COLUMNA C SEGUNDO NIVEL			Q	18 222,62		
35.00	COLUMNA D SEGUNDO NIVEL			Q	4 232,45		
36.00	VIGAS TIPO 1 SEGUNDO NIVEL			Q	60 431,17		
37.00	VIGAS TIPO 2 SEGUNDO NIVEL			Q	69 828,81		
38.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 SEGUNDO NIVEL			Q	68 754,42		
39.00	LOSA TRADICIONAL SEGUNDO NIVEL			Q	213 992,74		
40.00	GRADAS PRIMER NIVEL			Q	63 348,14		

Continuación de la tabla XXXI.

	TERCER NIVEL						
41.00	SOLERA INTERMEDIA TERCER NIVEL			Q	22 573,85		
42.00	SOLERA SILLAR TERCER NIVEL			Q	4 292,49		
43.00	SOLERA DINTEL PUERTAS TERCER NIVEL			Q	1 589,10		
44.00	COLUMNA A TERCER NIVEL			Q	150 345,07		
45.00	COLUMNA B TERCER NIVEL			Q	6 622,56		
46.00	COLUMNA C TERCER NIVEL			Q	18 222,62		
47.00	COLUMNA D TERCER NIVEL			Q	4 232,45		
48.00	VIGAS TIPO 1 TERCER NIVEL			Q	60 431,17		
49.00	VIGAS TIPO 2 TERCER NIVEL			Q	69 828,81		
50.00	LEVANTADO DE MUROS DE 14*19*39 TERCER NIVEL			Q	68 754,42		
51.00	SOLERA DE REMATE			Q	13 380,00		
52.00	MURO DE PROTECCIÓN DE TERRAZA TERCER NIVEL			Q	26 070,42		
53.00	LOSA TRADICIONAL TERCER NIVEL			Q	213 992,74		
54.00	GRADAS PRIMER NIVEL					Q	63 348,14
	INSTALACIONES						
55.00	INSTALACIÓN HIDRÁULICA			Q	16 585,80		
56.00	INSTALACIÓN SANITARIA Y PLUVIAL			Q	27 108,90		
57.00	ACOMETIDA ELÉCTRICA			Q	4 082,18		
58.00	ILUMINACIÓN			Q	39 593,85		
59.00	FUERZA			Q	15 890,58		
60.00	LEVANTADO DE MUROS DE 10*19*39 SERVICIO SANITARIO			Q	11 492,15		
61.00	SOLERA DE CIMENTACIÓN			Q	6 635,75		
62.00	SOLERA INTERMEDIA MUROS DE SERVICIO SANITARIO			Q	4 683,50		
63.00	INSTALACIÓN DE INODORO			Q	23 382,72		
64.00	INSTALACIÓN DE LAVAMANOS			Q	11 199,98		
65.00	MINGITORIOS			Q	6 000,00		
66.00	CONSTRUCCIÓN DE CISTERNA DE 18 M3			Q	51 197,54		
67.00	INSTALACIÓN DE EQUIPO DE HIDRONEUMÁTICO			Q	7 500,00		
68.00	INSTALACIÓN DE TINACO DE 2,500 LTS			Q	2 800,00		
	ACABADOS						
69.00	REPELLOS Y CERNIDOS			Q	221 900,70		
70.00	ALISADO DE VIGAS RESALTADAS			Q	92 063,61		
71.00	AZULEJO EN BAÑOS			Q	20 601,90		
72.00	PISO GRANITO			Q	251 790,00		
73.00	VENTANERÍA METAL					Q	114 750,00
74.00	PUERTA TIPO 1					Q	14 584,50
75.00	PUERTA TIPO 2					Q	9 000,00
76.00	PUERTA TIPO 3					Q	15 115,92
77.00	PUERTA TIPO 4					Q	3 045,51
78.00	PISO EXTERIOR DE CONCRETO					Q	95 538,75
79.00	PINTURA EN PAREDES					Q	105 347,37
	CANCHA POLIDEPORTIVA						
80.00	PREPARACIÓN DE BASE PARA CANCHA POLIDEPORTIVA					Q	31 360,00
81.00	PLANCHAS DE CONCRETO PARA CANCHA POLIDEPORTIVA					Q	156 800,00
82.00	TABLEROS Y PINTURA CANCHA POLIDEPORTIVA					Q	25 424,80
		Q	594 668,22	Q	554 042,45	Q	657 133,93
			15,19 %		14,15 %		16,79 %
						Q	660 335,70
						Q	877 857,30
						Q	570 966,85
							14,58 %

Fuente: elaboración propia.

2.1.11. Análisis de riesgo

En la tabla XXXII se presenta el análisis de riesgo conforme al formato requerido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN):

Tabla XXXII. Análisis de riesgo

Tabla No 1 (según Guía AGRIP)

ANTECEDENTES Y PRONÓSTICOS DE LAS AMENAZAS QUE PODRÍAN AFECTAR AL PROYECTO			
DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	MUNICIPIO	MAGDALENA MILPAS ALTAS
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ZONA 5; CABECERA	Coordenadas GTM	X: 14°32'28.35" N
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO INSTITUTO BÁSICO, 2DA AVENIDA ZONA 1, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ.		Y: 90°40'35.40" O
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ		
Nombre del Formulador	BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ	Fecha:	13 DE SEPTIEMBRE DE 2017

Instrucciones:

1. Llenar la tabla No. 1, completando lo solicitado desde el numeral 1 al 4.
2. Marque con una X aquellas amenazas que se han presentado (antecedentes), así como aquellas que aún cuando no se han presentado, se podrían manifestar en un futuro (pronóstico), en el área de influencia del proyecto. En el espacio de comentarios agregar información que considere oportuna para aclarar la respectiva selección de la amenaza.
3. Marque con una X aquellas amenazas que por antecedentes o pronósticos pueden afectar la vida útil del proyecto propuesto.

Amenazas	1. Antecedentes y pronósticos de amenazas del área de influencia del proyecto			2. Amenazas que afectan al proyecto propuesto
	Antecedentes	Pronósticos	Comentarios	
Terremotos (sismos)	SISMOS SUCITADOS E LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS	SE TIENE COMO ANTECEDENTES 2 SISMOS POR AÑO A BAJA ESCALA	PRODUCIDOS POR REACOMODO DE LAS PLACAS TECTÓNICAS EN RELACIÓN A LA CERCANÍA VOLCANICA.	X
Tsunamis (maremotos)				
Erupciones Volcánicas (ceniza, piroclásticos, lahares, lava, gases, entre otros.)				
Deslizamientos				
Derrumbes				
Hundimientos				
Inundaciones				

Continuación de la tabla XXXII.

Naturales	Huracanes o depresiones tropicales					
	Olas ciclónicas (mareas altas)					
	Sequías					
	Desertificación					
	Heladas (congelación)	TEMPORADA FRÍA DEL ÚLTIMO CUATRIMESTRE	ONDAS DE FRÍO; CAMBIO CLIMÁTICO	PRODUCIDOS POR EL INCREMENTO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA TEMPORADA DURANTE LOS ÚLTIMOS 4 MESES DEL AÑO	X	
	Onda de frío (masas de aire frío)	TEMPORADA FRÍA DEL ÚLTIMO CUATRIMESTRE	ONDAS DE FRÍO; CAMBIO CLIMÁTICO	PRODUCIDOS POR EL INCREMENTO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA TEMPORADA DURANTE LOS ÚLTIMOS 4 MESES DEL AÑO	X	
	Ola de calor (Temperaturas altas fuera del promedio normal)	TEMPORADA DE VERANO DEL PRIMER CUATRIMESTRE	ONDAS DE CALRO; CAMBIO CLIMÁTICO	PRODUCIDOS POR EL INCREMENTO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO DE LA TEMPORADA DE VERANO EN LOS PRIMEROS 4 MESES DEL AÑO	X	
	Radiación solar intensa					
	Vientos fuertes					
	Sedimentación					
		ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA				
Socio-naturales	Incendios forestales					
	Erosión (hídrica o eólica)					
	Deforestación					
	Agotamiento acuíferos					
	Desecamientos de ríos					
		ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA				
	Incendios estructurales					
	Derrames hidrocarburos					
	Contaminación por uso de agroquímicos					

Continuación de la tabla XXXII.

Antropogénicas	Contaminación del aire	FOSAS SÉPTICAS RESIDUALES ARTESANALES COLAPSADAS	PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	PRODUCIDO ESPECIALMENTE POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, QUE MITIGUE EL COLAPSO Y LA PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE A SU VEZ GENEREN INCONVENIENTES GASTRO INTESTINALES	X
	Contaminación por ruido				
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)				
	Contaminación por desechos sólidos				
	Contaminación por desechos líquidos	FOSAS SÉPTICAS RESIDUALES ARTESANALES COLAPSADAS	PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	PRODUCIDO ESPECIALMENTE POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, QUE MITIGUE EL COLAPSO Y LA PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE A SU VEZ GENEREN INCONVENIENTES GASTRO INTESTINALES	X
	Epidemias	FOSAS SÉPTICAS RESIDUALES ARTESANALES COLAPSADAS	PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	PRODUCIDO ESPECIALMENTE POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, QUE MITIGUE EL COLAPSO Y LA PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE A SU VEZ GENEREN INCONVENIENTES GASTRO INTESTINALES	X
	Plagas que afectan a humanos o procesos productivos				
	Aglomeraciones				
	Explosiones				
	Hundimientos por colapso de drenajes o acción del hombre.	FOSAS SÉPTICAS RESIDUALES ARTESANALES COLAPSADAS	PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS	PRODUCIDO ESPECIALMENTE POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, QUE MITIGUE EL COLAPSO Y LA PROLIFERACIÓN DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS QUE A SU VEZ GENEREN INCONVENIENTES GASTRO INTESTINALES	X
	Manifestaciones violentas				
	Grupos delincuenciales				
	Linchamientos				
	Conflictos sociales				
	Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)				
		ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA			
	3	¿Se conoce la recurrencia de amenazas que afectan la zona en general y/o específica del proyecto propuesto?			EN SU ACTUALIDAD LA COLONIA SE VE AFECTADA POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO QUE MITIGUE LA PROLIFERACION. EN SU ACTUALIDAD LA COLONIA SE VE AFECTADA POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO QUE MITIGUE LA PROLIFERACION.
4	¿Se dispone de suficiente información para continuar con el análisis de amenazas que pueden afectar al proyecto propuesto? Tales como: Información histórica, técnica y científica, mapas de amenazas y otras fuentes.			EN SU ACTUALIDAD LA COLONIA SE VE AFECTADA POR NO CONTAR CON UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO QUE MITIGUE LA PROLIFERACION.	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

2.1.12. Evaluación ambiental inicial

En la tabla XXXIII se presenta la evaluación ambiental inicial conforme al formato requerido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN):

Tabla XXXIII. Evaluación de impacto ambiental inicial

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Diagnóstico Ambiental (DA), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>Núm. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar): MEJORAMIENTO INSTITUTO BÁSICO, SEGUNDA AVENIDA ZONA UNO, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Diseño de ampliación del instituto de educación básica, Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: PEDRO ALCANTARA PÉREZ VELÁSQUEZ.</p> <p>B) De la empresa: Razón social: NO APLICA Nombre comercial: NO APLICA Núm. De escritura Constitutiva: Fecha de constitución: NO APLICA Patente de Sociedad Registró núm. NO APLICA Folio núm. NO APLICA Libro núm. NO APLICA Patente de Comercio Registro núm. NO APLICA Folio núm. NO APLICA Libro núm. NO APLICA Núm. De Finca 1,873 Folio núm. 373 Libro núm. 64E de SACATEPÉQUEZ Donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. SEGUNDA AVENIDA ZONA UNO, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ. Número de Identificación Tributaria (NIT): 624800-4</p>	

Continuación de la tabla XXXIII.

NSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7830-2306 / 7830-2302 Correo electrónico: dmpmagdalenama@gmail.com		
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, núm.ero de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
SEGUNDA AVENIDA ZONA UNO, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.		
Especificar coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas geográficas Datum WGS84
14° 32' 28.35" N		
90° 40' 35.40" O		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, núm.ero de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1ra. Avenida y 4ta. Calle B-9 Zona 1 de Magdalena Milpas Altas, Departamento de Sacatepéquez.		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo.		
II. INFORMACIÓN GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de la actividad, explicando las etapas siguientes:		
Operación	Abandono	
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos <ul style="list-style-type: none"> Trabajos preliminares • Trabajos preliminares y limpieza general Cimiento edificio <ul style="list-style-type: none"> • Excavación de cimientos edificio • Cimiento corrido t1 edificio • Zapata tipo 1 edificio • Levantado de cimentación edificio • Relleno y compactación edificio • Viga de amarre • Solera hidrófuga Primer nivel <ul style="list-style-type: none"> • Solera intermedia primer nivel • Solera entrepiso primer nivel • Solera entrepiso + dintel v primer nivel • Solera sillar primer nivel • Solera dintel puertas primer nivel • Columna a primer nivel • Columna b primer nivel • Columna c primer nivel • Vigas tipo 1 primer nivel • Vigas tipo 2 primer nivel • Levantado de muros de 14*19*39 primer nivel Segundo nivel <ul style="list-style-type: none"> • Solera intermedia segundo nivel • Solera entrepiso segundo nivel • Solera entrepiso + dintel v segundo nivel • Solera sillar segundo nivel • Solera dintel puertas segundo nivel • Columna a segundo nivel • Columna b segundo nivel • Columna c segundo nivel • Vigas tipo 1 segundo nivel • Vigas tipo 2 segundo nivel • Levantado de muros de 14*19*39 segundo nivel Instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre - Camiones para retiro de material sobrante. - Almacenamiento de material sobrante en botadero autorizado por la municipalidad. - Señalización en obstrucciones peatonales. - Proceso administrativo en fase de liquidación parcial. - Documentos que acrediten el proyecto de su fase fisico y financiero. - Una memoria en la que se describa el objeto de las obras, que recogerá los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, detallándose los factores de todo orden que haya que tener en cuenta. - Los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución. - El pliego de prescripciones técnicas particulares donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista. - Un presupuesto integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración. - Un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, del tiempo y coste. - Las referencias de todo tipo en que se fundamentará el replanteo de la obra. - Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reclamatorio. 	

Continuación de la tabla XXXIII.

<ul style="list-style-type: none"> • Levantado de muros de 14*19*39 segundo nivel • Instalaciones • Instalación hidráulica • Acometida eléctrica • Iluminación • Fuerza • Instalación de inodoro • Instalación de lavamanos • Mingitorios • Construcción de cisterna de 18 m3 • Acabados • Repellos y cernidos • Alisado de vigas resaltadas • Azulejo en baños • Piso granito • Ventanería metal • Puerta tipo 1 • Puerta tipo 2 • Puerta tipo 3 • Pintura en paredes 	<ul style="list-style-type: none"> - Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario. - El estudio de seguridad y salud o, en su caso, el estudio básico de seguridad y salud, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras.
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: 2 122,24 m²</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 2 122,24 m²</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: 2 122,24 m²</p>	

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p style="text-align: center;"> NORTE TERRENO AGRÍCOLA SUR TERRENO AGRÍCOLA ESTE TERRENO AGRÍCOLA OESTE VIVIENDA </p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, entre otros.): El proyecto de instituto básico ubicado al final de la 2da. Avenida de la zona número uno de la cabecera municipal, su topografía presenta un terreno netamente plano con una edificación existente inconclusa, equivalente a 2,122.24 metros cuadrados. En la cual se retomará la remoción de estructura dañada y dar finalización en acabados.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 33%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 33%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Terreno agrícola</td> <td style="text-align: center;">Norte</td> <td style="text-align: center;">1,00 ml</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Terreno agrícola</td> <td style="text-align: center;">Sur</td> <td style="text-align: center;">1,00 ml</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Terreno agrícola</td> <td style="text-align: center;">Este</td> <td style="text-align: center;">1,00 ml</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Vivienda</td> <td style="text-align: center;">Oeste</td> <td style="text-align: center;">10,00 ml</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Terreno agrícola	Norte	1,00 ml	Terreno agrícola	Sur	1,00 ml	Terreno agrícola	Este	1,00 ml	Vivienda	Oeste	10,00 ml
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO														
Terreno agrícola	Norte	1,00 ml														
Terreno agrícola	Sur	1,00 ml														
Terreno agrícola	Este	1,00 ml														
Vivienda	Oeste	10,00 ml														
<p>II.5 Dirección del viento: VIENTO PREDOMINANTE DE NORTE A SUR.</p>																
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (X)</p> <p>Detalle la información: En función a que el centro educativo expone una estructura inconclusa, lo que a su vez en su fase de construcción los operarios serian victimas derivado al mal manejo de herramientas manuales como eléctricas, como el de traslado de materiales de contrición entre otros aspectos laborales.</p>																
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras NO APLICA</p> <p>b) Número de empleados por jornada 10 OPERARIOS Total empleados 10 OPERARIOS</p>																
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p>El uso del agua será utilizado en la mezcla de materiales de construcción.</p>																

Continuación de la tabla XXXIII.

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	200 lts/día.	Servicio Público	Aplicación en obra civil	Uso para componentes.	Cisterna
	Pozo	No	No	No	No	No	No
	Agua especial	No	No	No	No	No	No
	Superficial	No	No	No	No	No	No
Combustible	Otro	No	No	No	No	No	No
	Gasolina	No	No	No	No	No	No
	Diésel	No	No	No	No	No	No
	Bunker	No	No	No	No	No	No
	Glp	No	No	No	No	No	No
	Otro	No	No	No	No	No	No
Lubricantes	Solubles	Si	5 lts/día	Empresa	Aplicación en obra civil	Uso para componentes.	Galones
	No solubles	No	No	No	No	No	No
Refrigerantes		No	No	No	No	No	No
Otros		No	No	No	No	No	No

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la actividad, producen gases o partículas (ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

- Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, entre otros.) producidos por uso de herramienta y equipo durante la jornada diurna de ejecución en el proyecto.
- Demolición de pavimento de cancha existente + rampa de acceso.
- Demolición de muros de mampostería en sanitarios y dirección existente.
- Limpieza de fosa séptica existente.
- Desmontaje de lámina existente en techos de salones, sanitarios y cocina.
- Trazo y zanjeo en cimentación como el uso de material de construcción (parihuela). Según sea el caso.

MITIGACIÓN

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

- Se realiza el trabajo minucioso para evitar que las partículas se dispersen en el ambiente y afecten la privacidad de las familias en relación a ornato y salud.
- Lo trabajadores portan su equipo de seguridad al momento de realizar los trabajos, portando lo siguiente: Mascarillas, Cacos y Chalecos.
- El área del proyecto se mantendrá húmeda para evitar que las partículas de polvo sean reducidas al mínimo.
- Se trabajara con horarios establecidos para evitar vibración a cualquier hora.
- Se dará mantenimiento periódico a la maquinaria y equipo para disminuir la emisión de gases.

Continuación de la tabla XXXIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Producido por maquinaria y equipo. Utilizada en obra: bibrocompactador, cierra eléctrica, entre otros. <p>III.4 En donde se genera el sonido o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Al momento de utilizar maquinaria y equipo, en la fase de acabados e instalaciones. ➤ De igual forma al utilizar bibro compactador, mezcladora de concreto en su fase de cimentación y columnas. ➤ Al igual que al momento de uso de vehículos al momento del traslado de materiales de construcción. <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se trabajará en horarios diurnos para reducir el impacto sonoro. ➤ Se trabajará en horarios establecidos para disminuir el impacto sonoro. ➤ Se dará mantenimiento periódico a la maquinaria y equipo para disminuir el impacto sonoro. ➤ Se implementará de equipo de proyección a operarios al momento del tipo de actividad a realizar dentro de la obra civil. 	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, entre otros.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se generarán olores de baja escala producidas especialmente al momento de la cocción de alimentos. ➤ En consecuencia a la proliferación de olores derivado a la aplicación de pintura en el centro educativo. ➤ Al momento del uso de letrinas móviles para el uso exclusivo de operarios en obra. ➤ Como en la aplicación de pegado en tuberías en formato pvc dentro del área de hidráulica, pluvial y sanitaria (actividades). <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En consecuencia a la proliferación de olores derivado a la aplicación de pintura en el edificio municipal, se coordina con personal administrativo y del ejecutor, el recorrido constante con el fin de evitar los derramamientos constantes puesto que el mismo emana olor por haber sido preparado con solventes. ➤ Gasto de operación y mantenimiento de letrinas móviles al servicio de los operarios en obra. ➤ Implementación de equipo a operarios al resguardo de su salud. ➤ Implementación de área de trabajo en limpieza constante, derivado de disipar cualquier inconveniente en el ambiente producidos por combinaciones de materiales constructivos. ➤ Implementación de aspectos higiénicos propios de los operarios. 	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) Mezcla de las anteriores d) Otro; <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El agua que se generan son la mezcla de materiales sobrantes, generadas principalmente por la actividad constructiva y de los trabajos domésticos que se generan al momento de la cocción y manipulación de alimentos, teniendo un caudal en baja escala dentro de las líneas principales de la localidad. <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios: 4 servicios sanitarios: letrinas móviles al servicio de la obra civil.</p>	

Continuación de la tabla XXXIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
<ul style="list-style-type: none"> a) Sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento: Derivado al uso de letrinas móviles dentro de la obra civil. d) Caudal a tratar e) Entre otros. 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior	
<p>La descarga final de aguas residuales, en una planta de tratamiento autorizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, derivado a que las descargas se generan y se concentraran en letrinas móviles que a su vez tengan su gasto de operación y mantenimiento correspondiente de confirmada a la empresa subcontratada para prestar el servicio de letrinas que a su vez efectuara su descarga y limpieza dentro de la zona, según cronograma de actividades expresada para el caso.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)	
<ul style="list-style-type: none"> > Recolector de agua de lluvia o de vertientes, a través de canales recolectores laterales en calles y avenidas de acuerdo a bombeos central y lateral, como la adaptación de rejillas. Definidas el líneas pluviales subterráneas al ingreso del proyecto. 	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1 000 libras por día 	
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, entre otros.):	
<ul style="list-style-type: none"> > Desechos sólidos o basura común producida por el uso constante en la manipulación de alimentos. > Desechos sólidos o basura de proceso definido por el uso constante de materiales de construcción. 	
V.3. Partiendo de la base que todos los desechos peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
<ul style="list-style-type: none"> > No se generan desechos peligrosos tales como corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos entre otros, derivado a que el uso constante de materiales son de tipo constructivo excluyendo lo descrito con anterioridad. 	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método o equipo utilizado	
<ul style="list-style-type: none"> > Si, derivado al tratamiento de desechos comunes se tiene la implementación del tren de aseo municipal: ARRENDAMIENTO DE CAMIÓN EN RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ. 	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado	
<ul style="list-style-type: none"> > Se utiliza un vehículo tipo camión con una capacidad de 1,50 toneladas, con dirección de hacia AMSA. 	
V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?	
<ul style="list-style-type: none"> > NO APLICA. 	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)	
<ul style="list-style-type: none"> > Todos los desechos son tratados en: Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán AMSA. 	

Continuación de la tabla XXXIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 180kW/Hr	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público: <u>Se utiliza a través de los contadores del suministro municipal.</u>	
b) Sistema privado	
c) generación propia	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI X, (Condensadores) NO _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
➤ Sin duda alguna para lograr el ahorro de energía es indispensable darle el uso adecuado en tiempo y forma, adicionalmente incentivar y delegar a todo el personal hacer uso del servicio en forma eficaz, especialmente en herramientas y equipo de tipo eléctrico.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ENTRE OTROS.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros: Animales domésticos y plantas.	
Especificar información:	
➤ Derivado a que en su entorno al centro escolar, se manifiestan en sus colindancias viviendas, que cuentan con animales domésticos, y dentro del edificios plantas como jardineras que se expresan en su actualidad y mismos que serán modificadas en reguardo a la jardinizacion a implantar al centro.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
➤ Los trabajos no presentan inconveniente en el tema puesto que el lugar es totalmente urbano.	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X)	
Por qué?	
➤ Porque el proyecto se realiza en el área céntrica urbana de la localidad. Y siendo este la remodelación del centro educativo, no afecta a la biodiversidad de la comunidad. Especialmente a la colonia 11 de agosto.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos:	Tres vehículos.
b) Tipo de vehículo:	Motocicleta, Pick-Up y Camión de carga.
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa:	Alrededor de 50 m² Calle.
d) Horario de circulación vehicular:	7:00 am – 17:00 pm.
e) Vías alternas:	Calle de ingreso y egreso.
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?	
➤ NO APLICA.	

Continuación de la tabla XXXIII.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico:	NO APLICA
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico:	NO APLICA
c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico:	NO APLICA
Ampliar información de la respuesta seleccionada: NO APLICA.	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)	
IX.4 Qué tipo de molestias? NO APLICA.	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?	
OPERACIONES A REALIZARSE CON EFICIENCIA EFICAZMENTE, MANIFESTANDO UNA BAJO IMPACTO EN LA OPERACIONES CONSTRUCTIVAS.	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué?	
MEJORAMIENTO INSTITUTO BASICO, SEGUNDA AVENIDA ZONA UNO, CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b) <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c) <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:	
➤ La remodelación no representa riesgo a la salud de los pobladores puesto que los materiales que se utilizan tienen un secado o fraguado a corde a cálculo de diseño el cual no perjudica los alrededores y vecinos.	
X.3 riesgos ocupacionales:	
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores	
<input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores	
Ampliar información:	
➤ NO APLICA DEBIDO AL USO DE PROTECCION EN OPERARIOS, RESPECTO A SU INTEGRIDAD.	
Equipo de protección personal	
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()	
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:	
➤ Cascos, Chalecos, Mascarillas, arnés, guantes, lentes de protección, protector de sonido y uso de calzado a corde a actividad entre otros.	
X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población o trabajadores?	
➤ Se tomaron medidas para no afectar la salud de las personas a través de poder laborar en horarios neutros de concurrencia de personas y así evitar molestias para las personas.	
➤ Implementación de proyección en operarios.	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

CONCLUSIONES

1. La ampliación del edificio de tres niveles para educación básica del municipio de Magdalena Milpas Altas, se elaboró con todos los criterios requeridos para brindar seguridad y comodidad para las diferentes actividades de docencia, basados en requerimientos arquitectónicos y estructurales establecidos ACI-318-11 y la normativa AGIES; además se beneficiará al sector estudiantil al tener un recinto más amplio para la educación escolar.
2. Se desarrolló la planificación del proyecto que consistió en el diseño de un edificio de tres niveles, en el presente trabajo de graduación se presentan, memoria de cálculo, juego de planos, presupuesto y el cronograma físico y financiero, estimándose el tiempo de construcción del proyecto a lo largo de 6 meses.
3. De acuerdo al resultado de la investigación practicada en función a las necesidades con las cuenta el municipio de Magdalena Milpas Altas, el consejo municipal planteo las carencias con las que cuenta en el casco urbano, pero debido a la falta de infraestructura escolar para atender a la creciente demanda estudiantil, se priorizó el proyecto de ampliación del instituto básico, por lo que cuando se culmine la construcción del edificio se beneficiará un aproximado de 800 estudiantes, entre el casco urbano y lugares aledaños.

4. El costo monetario para la construcción de este proyecto, el cual cuenta con salones para docencia, servicios sanitarios, cancha deportiva y módulo de gradas para el ingreso a cada uno de los niveles es de Q 4 058,07 por metro cuadrado, mientras que el total del proyecto es de Q 3 915 004,45; el valor por metro cuadrado de construcción para los proyectos de construcción, según la municipalidad oscila entre Q 4 375,98 por lo cual se tiene una discrepancia entre Q 317,91 entre los costos que maneja la municipalidad y los planteados en este proyecto.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Magdalena Milpas Altas:

1. Por ser este un proyecto de gran relevancia debido a la creciente población estudiantil, se recomienda hacer las gestiones necesarias para obtener el financiamiento para la ejecución de este proyecto.
2. Garantizar el uso de materiales de buena calidad para construcción en el proyecto, ya que de esta manera se asegura la resistencia y durabilidad para la cual fue diseñada la estructura.
3. Una vez construido el edificio para el instituto de educación básica, designar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para que la edificación cumpla con su tiempo de servicio.
4. Regirse bajo las medidas de impacto ambiental proporcionadas por las entidades correspondientes, para mermar la mitigación de daños en el medio ambiente y los pobladores del municipio de Magdalena.

BIBLIOGRAFÍA

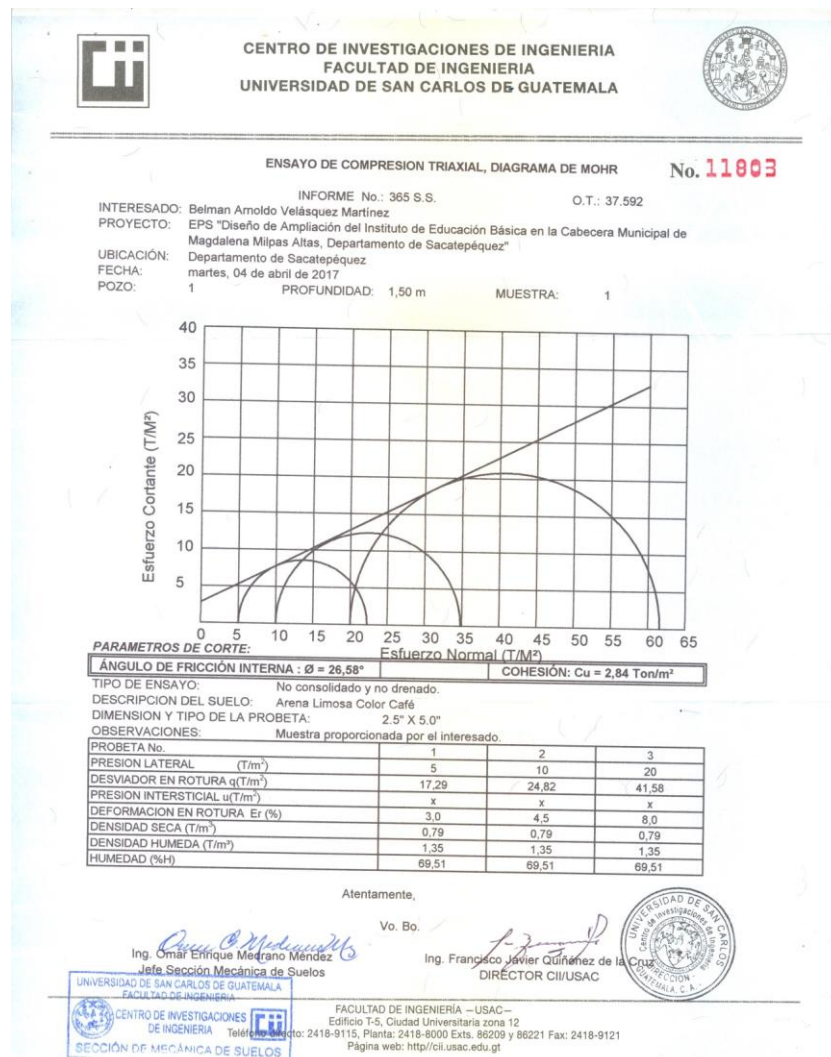
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: 2010.
2. ARTHUR H. Nilson. *Diseño de estructuras de concreto*. 13 a. edición; Colombia: Editorial McGraw-Hill, 2001. 722 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenón. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1999. 259 p.
4. Comité del American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. ACI 318-11.
5. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4 a. edición; México: International Thomson, 2001. 880 p.
6. HIBBELER, Russell C. *Análisis estructural*. 3 a ed. México: Prentice Hall. 2012. 598 p.
7. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. *Plan de desarrollo Magdalena Milpas Altas Sacatepéquez*. Guatemala: Segeplan. 2010. 26 p.

8. TÁNCHEZ GARCÍA, José. *Diseño del edificio escolar de dos niveles, en el paraje Xeúl y carretera hacia el cantón Chicachelaj, municipio de Almolonga, Quetzaltenago*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 50 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los estudios de suelos

Anexo 1a. Ensayo de compresión triaxial



Fuente: USAC. Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 1c. Ensayo de los límites de Atterberg.



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



INFORME No. 363 S.S.

O.T.: 37.592

No. **11801**

Interesado: Belman Arnoldo Velásquez Martínez

Proyecto: EPS "Diseño de Ampliación del Instituto de Educación Básica en la Cabecera Municipal de Magdalena Milpas Altas, Departamento de Sacatepéquez"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Departamento de Sacatepéquez

FECHA: jueves, 10 de agosto de 2017

RESULTADOS:

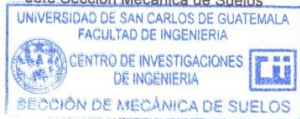
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Omar E. Medrano
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



Vo.Bo.

Francisco Javier Quirón
Ing. Francisco Javier Quirón de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC



Anexo 2a. **Coefficientes de sitio Fa, Fv**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0
D	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	1.7	1.2	1.0	0.9	0.9
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
E	3.2	2.8	2.6	2.4	2.4
F	se requiere evaluación específica -- ver sección 4.4.1				

Fuente: AGIES NSE 2-10, *Norma de seguridad estructural*. p. 15.

Anexo 2b. **Factores Na, Nv (periodos cortos y largos de vibración)**

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)		
	≤ 2 km	5 km	≥ 10 km
A	1.25	1.12	1.0
B	1.12	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar la distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km
 Nota 2: utilizar el factor N_s que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Tipo de fuente	Distancia horizontal más cercana a fuente sísmica (Nota 1)			
	≤ 2 km	5 km	10 km	≥ 15 km
A	1.4	1.2	1.1	1.0
B	1.2	1.1	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Nota 1: tomar distancia horizontal a la proyección horizontal de la fuente sísmica sobre la superficie; no considerar las porciones del plano de falla cuya profundidad exceda 10 km
 Nota 2: utilizar el factor N_v que mayor haya salido al cotejar todas las fuentes relevantes

Fuente: AGIES NSE 2-10, *Norma de seguridad estructural*. p. 24-25.

Anexo 3. **Coeficientes para momentos negativos en losas**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 378.

Anexo 4. **Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas**

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
l_b	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036 $C_{b,dl}$ 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040 $C_{b,dl}$ 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045 $C_{b,dl}$ 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050 $C_{b,dl}$ 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056 $C_{b,dl}$ 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061 $C_{b,dl}$ 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068 $C_{b,dl}$ 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074 $C_{b,dl}$ 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081 $C_{b,dl}$ 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088 $C_{b,dl}$ 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095 $C_{b,dl}$ 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 379.

Anexo 5. **Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
1.00									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50									
$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 380.

Anexo 6. Fe de erratas AGIES



FE DE ERRATAS

Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala.

Edición "beta" del 11 de junio de 2013

Errores de texto encontrados hasta el 11 de junio de 2013

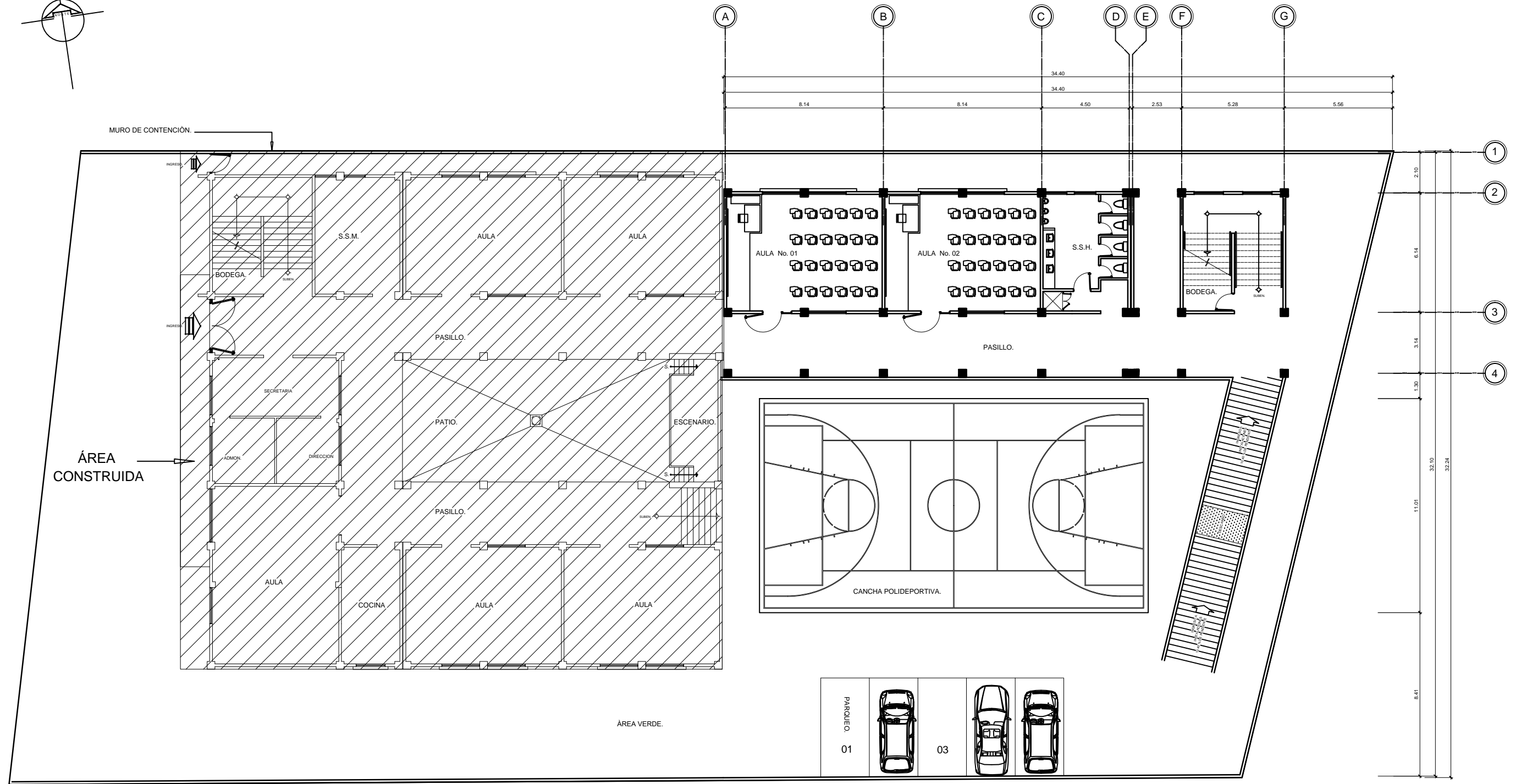
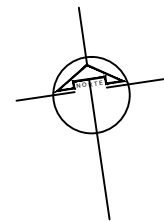
NSE1-10

- Sección 3.1.5 Dice como título "Obras importantes". Debe decir "Obras importantes y especiales"
- Sección 3.1.5.2 dice "Instalaciones de salud públicos y privados". Debe decir "Instalaciones de salud públicas y privadas".
- Sección 5.2.3 inciso e) dice "Cargas vivas y de acabados utilizadas en el cálculo estructural". Debe decir "Cargas vivas y cargas muertas superpuestas utilizadas en el cálculo estructural".

NSE2-10

- Sección 4.3.3.4 dice $T_s = \frac{S_{1c}}{S_{cs}}$. Debe decir $T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}}$.
- Sección 3.4, tabla 3-1 carga viva para balcones de vivienda en la columna W_v dice "500", debe decir "300".
- Sección 8.2.2 dice "Excepto que para diseñar muro y columnas, la ecuación CR5 puede limitarse a". Debe decir "Excepto que para diseñar muros, columnas y cimientos, la ecuación CR5 puede limitarse a".
- Sección 9.2.4 inciso 3) dice "No se podrán aplicar estas reducciones a los cimientos de sistemas estructurales de péndulo invertido (sistema E5, norma NSE3)". Debe decir "No se podrán aplicar estas reducciones a los cimientos de sistemas estructurales de columnas voladizas o péndulo invertido (sistema E5, norma NSE3)".
- Anexo A, No. 42 dice Departamento "Atitlán" debe decir "Sololá".
- Anexo A, No. 118 dice Departamento "Atitlán" debe decir "Sololá".
- Anexo A, No. 134 dice Departamento "Atitlán" debe decir "Sololá".
- Anexo A, No. 166 dice Departamento "Atitlán" debe decir "Sololá".

Fuente: AGIES NSE 2010. *Fe de erratas*. p. 1-2.



PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

PLANTA AMOBLADA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
 Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
 2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
 2011 22908

CONTENIDO:
 PLANTA AMOBLADA

DISEÑO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

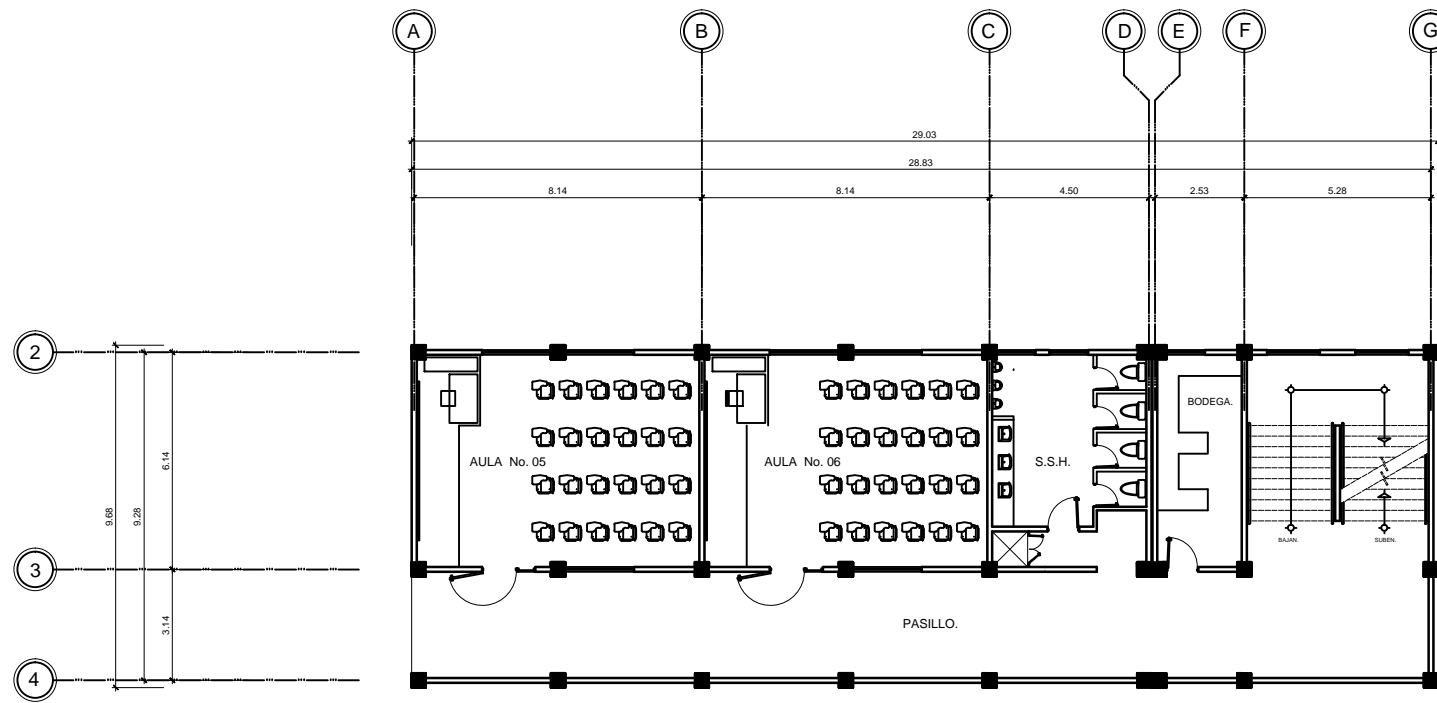
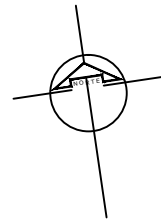
FECHA:
 SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
 INDICADA

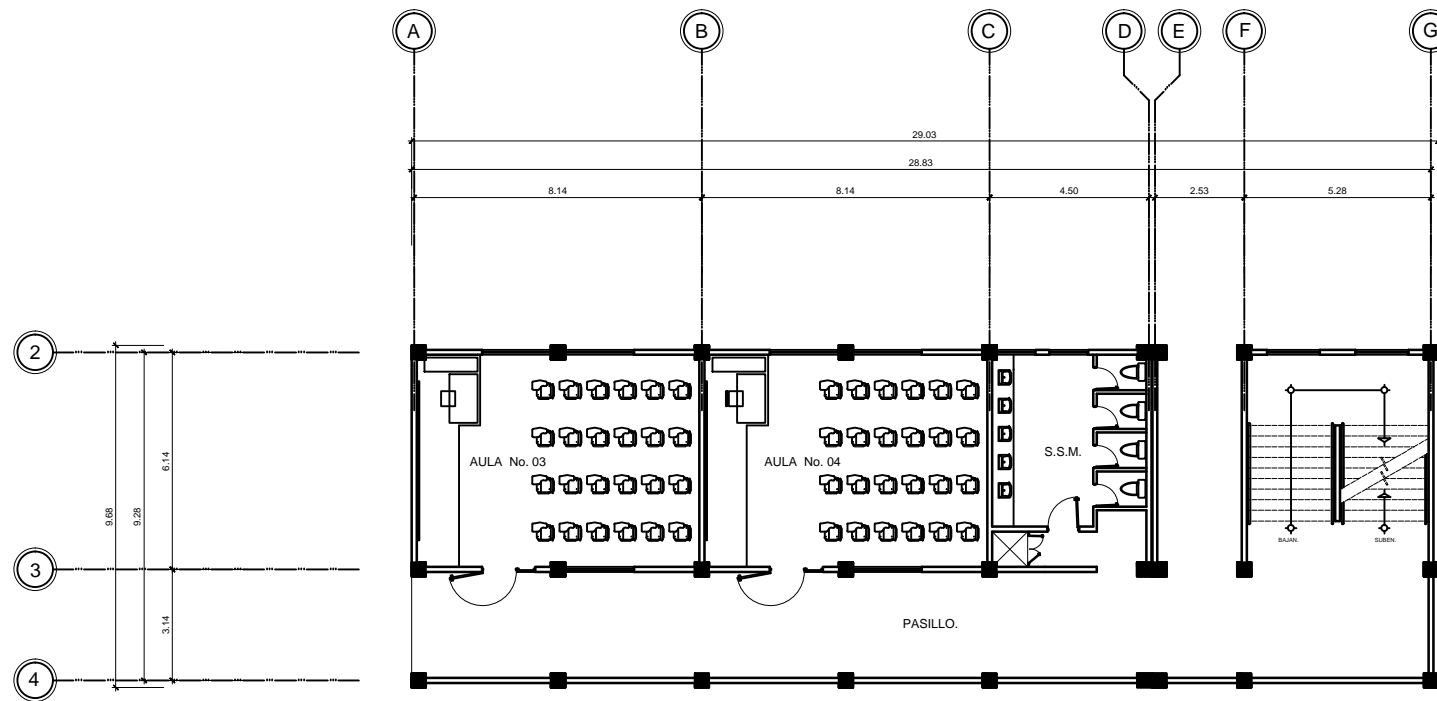
REVISO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



T E R C E R N I V E L .

ESCALA 1:100

PLANTA AMOBLADA.



S E G U N D O N I V E L .

ESCALA 1:100

PLANTA AMOBLADA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
PLANTA AMOBLADA.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

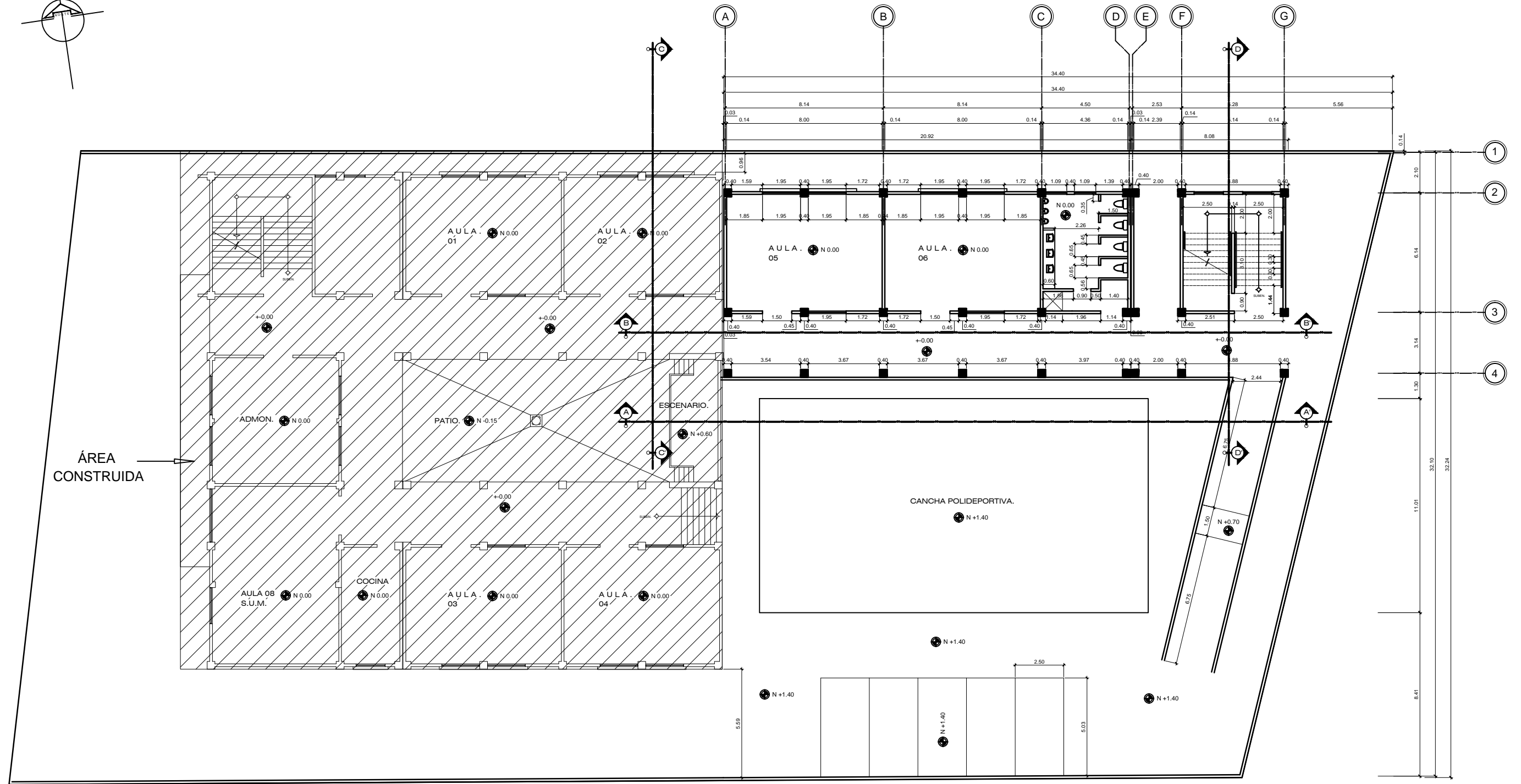
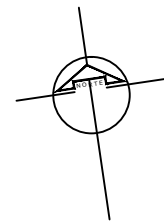
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100
COTAS + NIVELES.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
COTAS + NIVELES.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

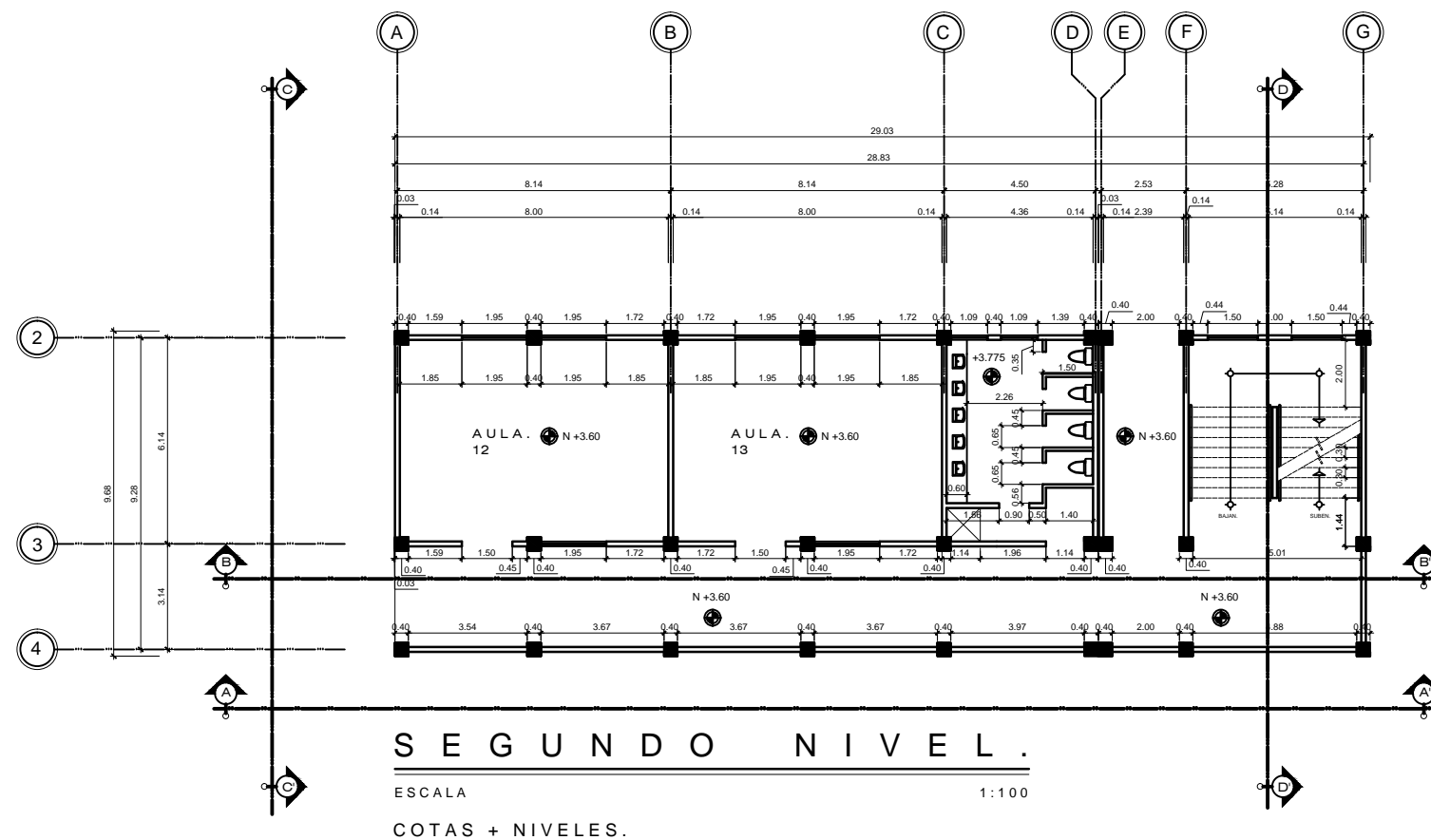
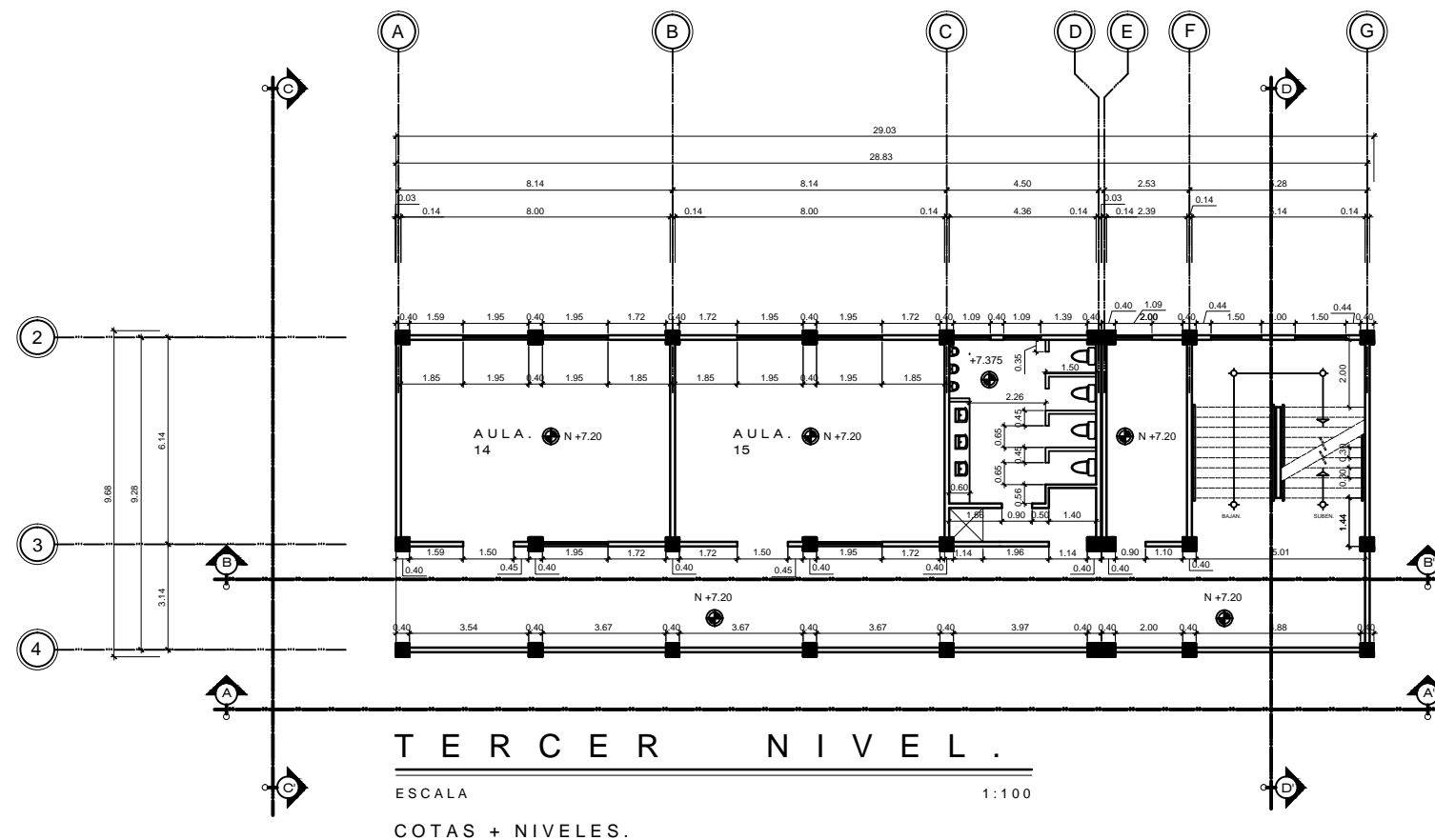
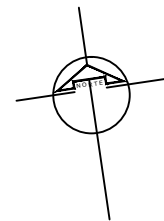
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
COTAS + NIVELES.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

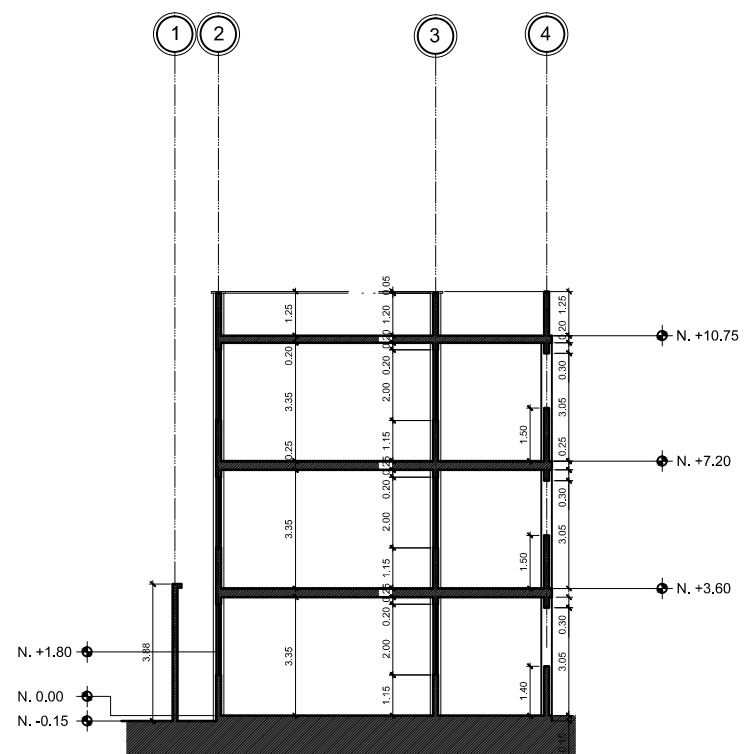
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

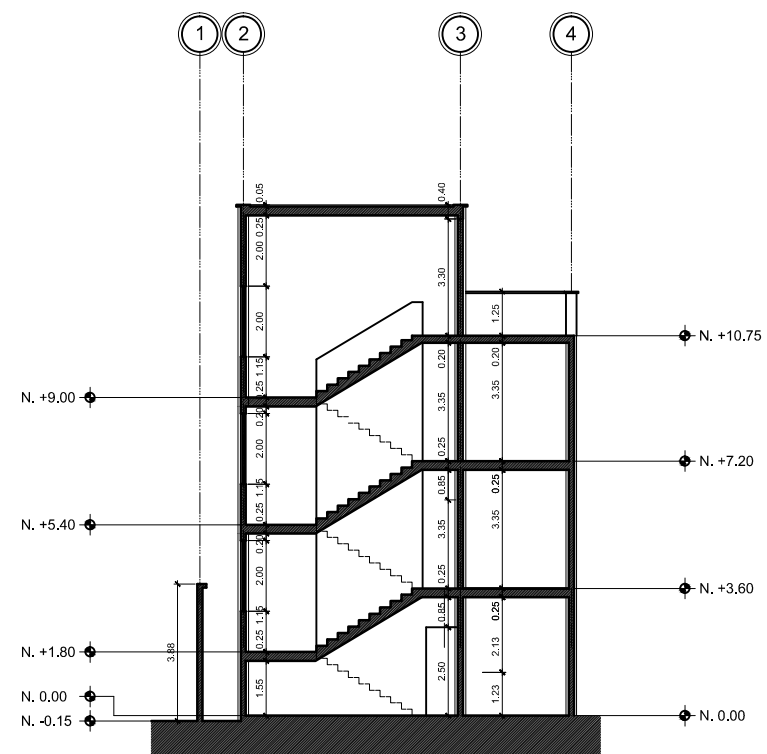
ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



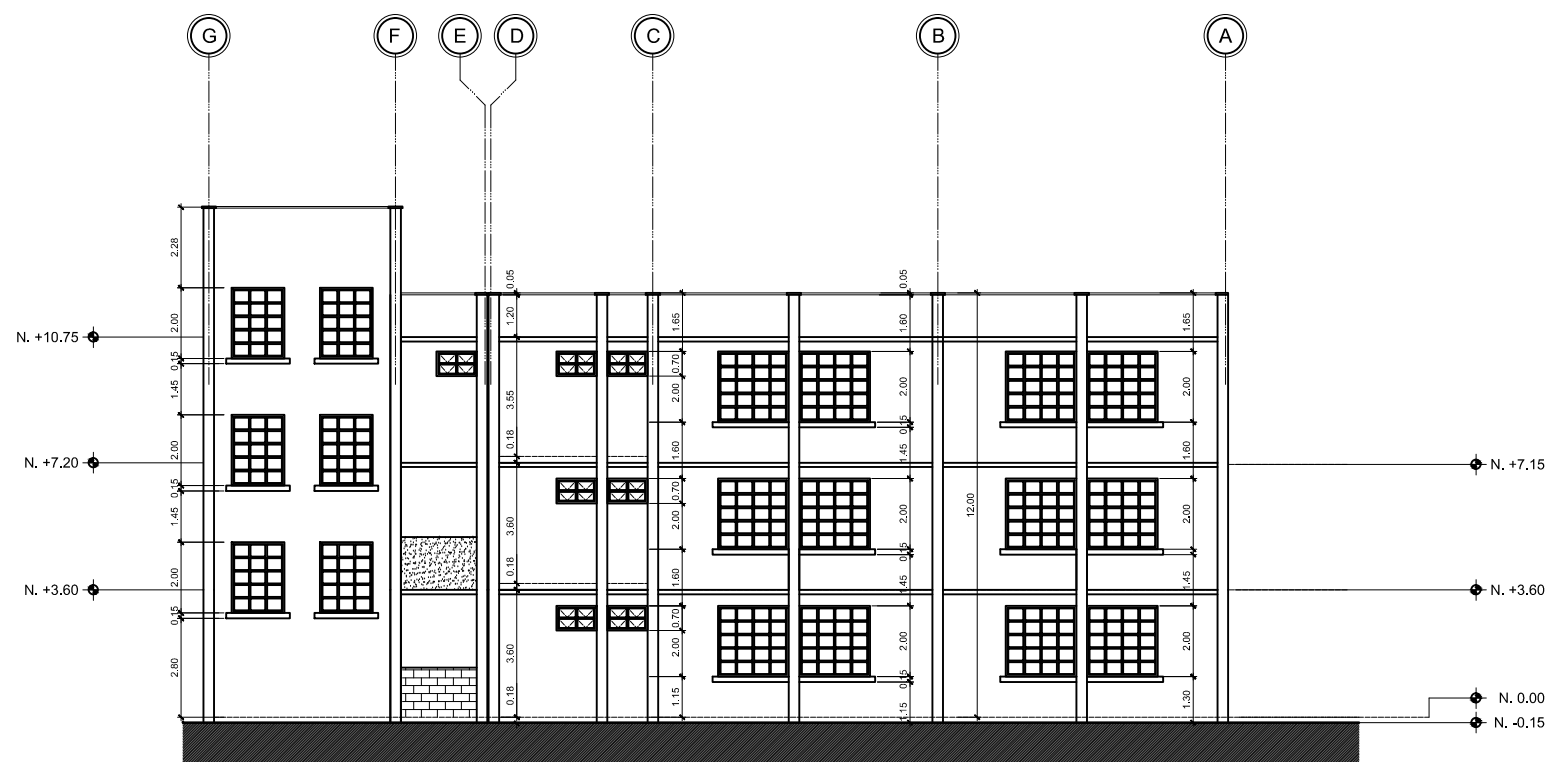
SECCIÓN C-C'

ESCALA 1:100



SECCIÓN D-D'

ESCALA 1:100



ELEVACIÓN NORTE.

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO: SECCIONES
C-C' D-D' + ELEVACIÓN NORTE.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

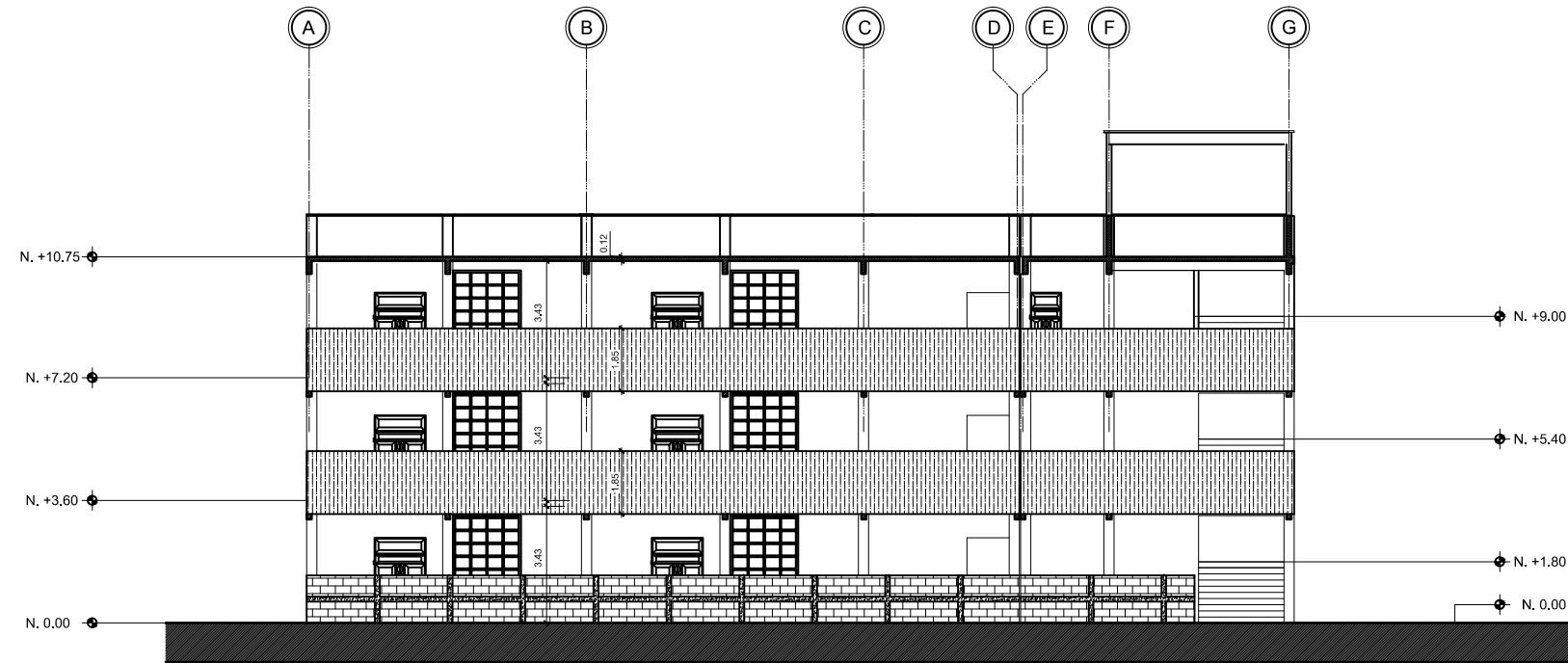
DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

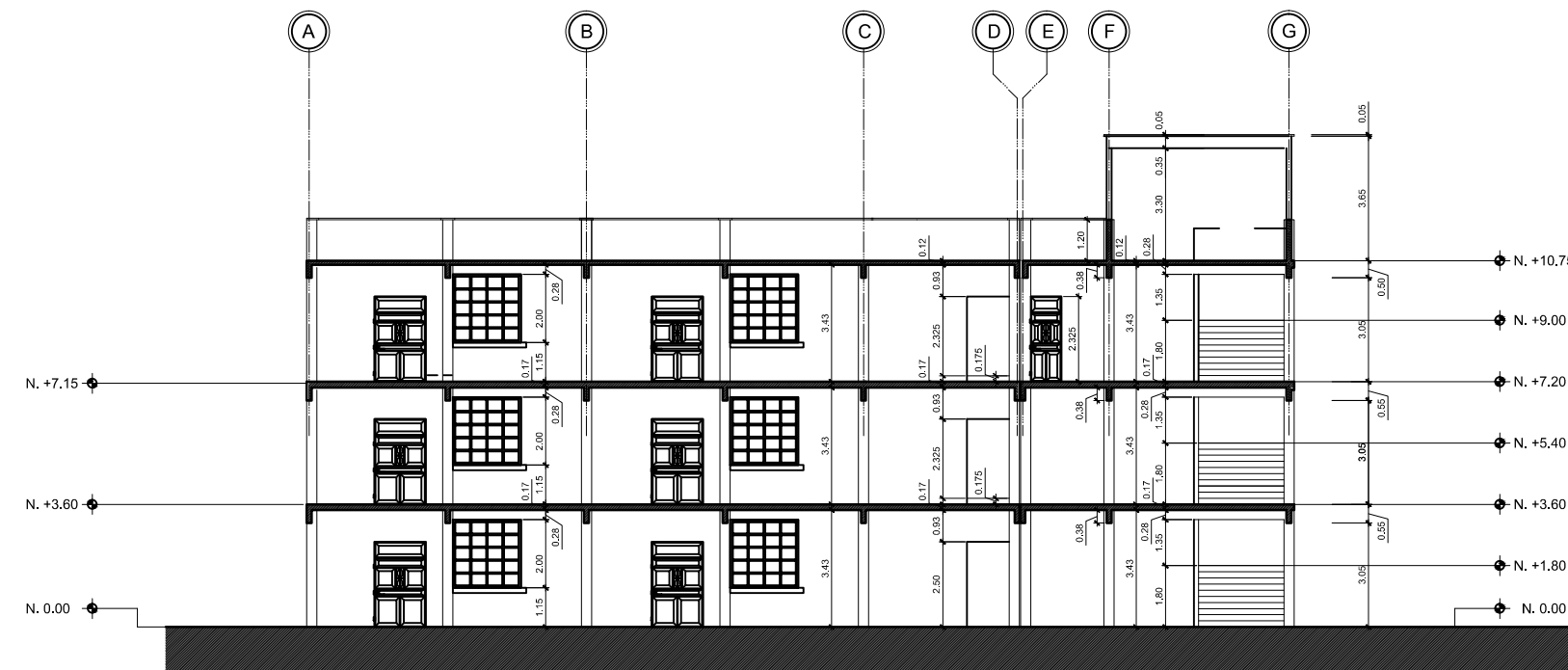
REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

HOJA:
05



SECCIÓN A-A'

ESCALA 1:100



SECCIÓN B-B'

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO: SECCIONES
A-A' B-B'.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

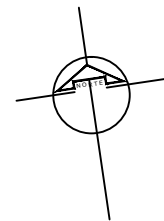
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

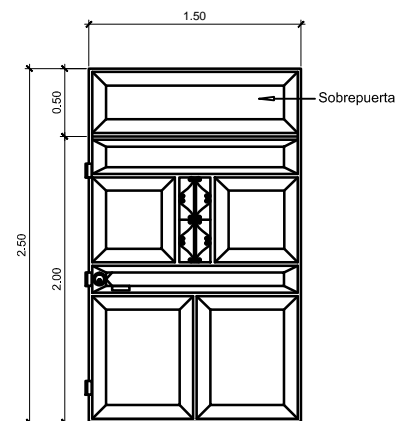


NOMENCLATURA	
SIMB.	REFERENCIAS
	ACABADO EN CIELO
	ACABADO EN PARED
	ACABADO EN PISO
	TIPO DE PUERTA
	ANCHO DE PUERTA
	REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO EN CIELO
	REPELLO + CERNIDO VERTICAL + 2 MANOS DE PINTURA
	PISO GRANITO DE MÁRMOL
	GRAMA (ÁREA VERDE)
	TORTA DE CONCRETO
	AZULEJO NACIONAL
	SILLAR
	SILLAR
	DINTEL
	TIPO DE VENTANA
	SILLAR
	DINTEL
	AZULEJO EN BAÑO GENERALES A 120 M.
	AZULEJO EN COCINA ALTIMA DE + 0.90 a 1.60 m.

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	1.50m	2.50m	6 unidades	METAL
P-2	0.90m	2.50m	5 unidades	METAL
P-3	0.65m	1.80m	12 unidades	METAL
P-4	0.92m	2.10m	3 unidades	METAL

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.15 m	3.15 m	18 unidades	2.00 m	2.00 m
V-2	1.15 m	3.15 m	6 unidades	1.50 m	2.00 m
V-3	2.45 m	3.15 m	7 unidades	1.14 m	0.70 m

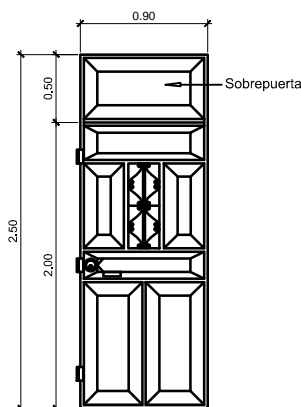
NOTA:
LA ESTRUCTURA DE LAS VENTANAS SERÁ DE HIERRO ANGULAR
CON UNA RETÍCULA TIPO BalcÓN + VIDRIO CLARO DE 8 mm.



PUERTA P-1

MATERIAL: METAL

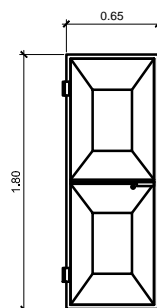
ESCALA 1:25



PUERTA P-2

MATERIAL: METAL

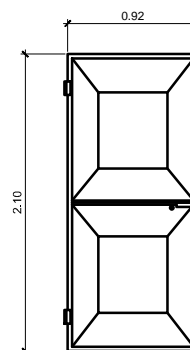
ESCALA 1:25



PUERTA P-3

MATERIAL: METAL

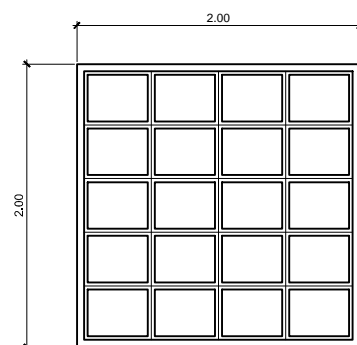
ESCALA 1:25



PUERTA P-4

MATERIAL: METAL

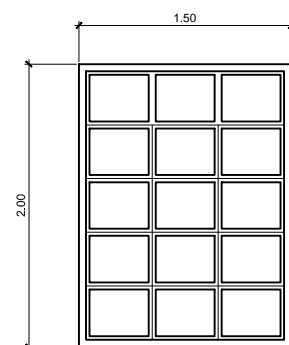
ESCALA 1:25



PUERTA V-1

MATERIAL: METAL, VIDRIO 8 MM.

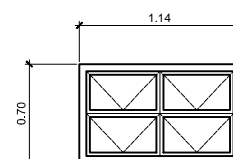
ESCALA 1:25



PUERTA V-2

MATERIAL: METAL, VIDRIO 8 MM.

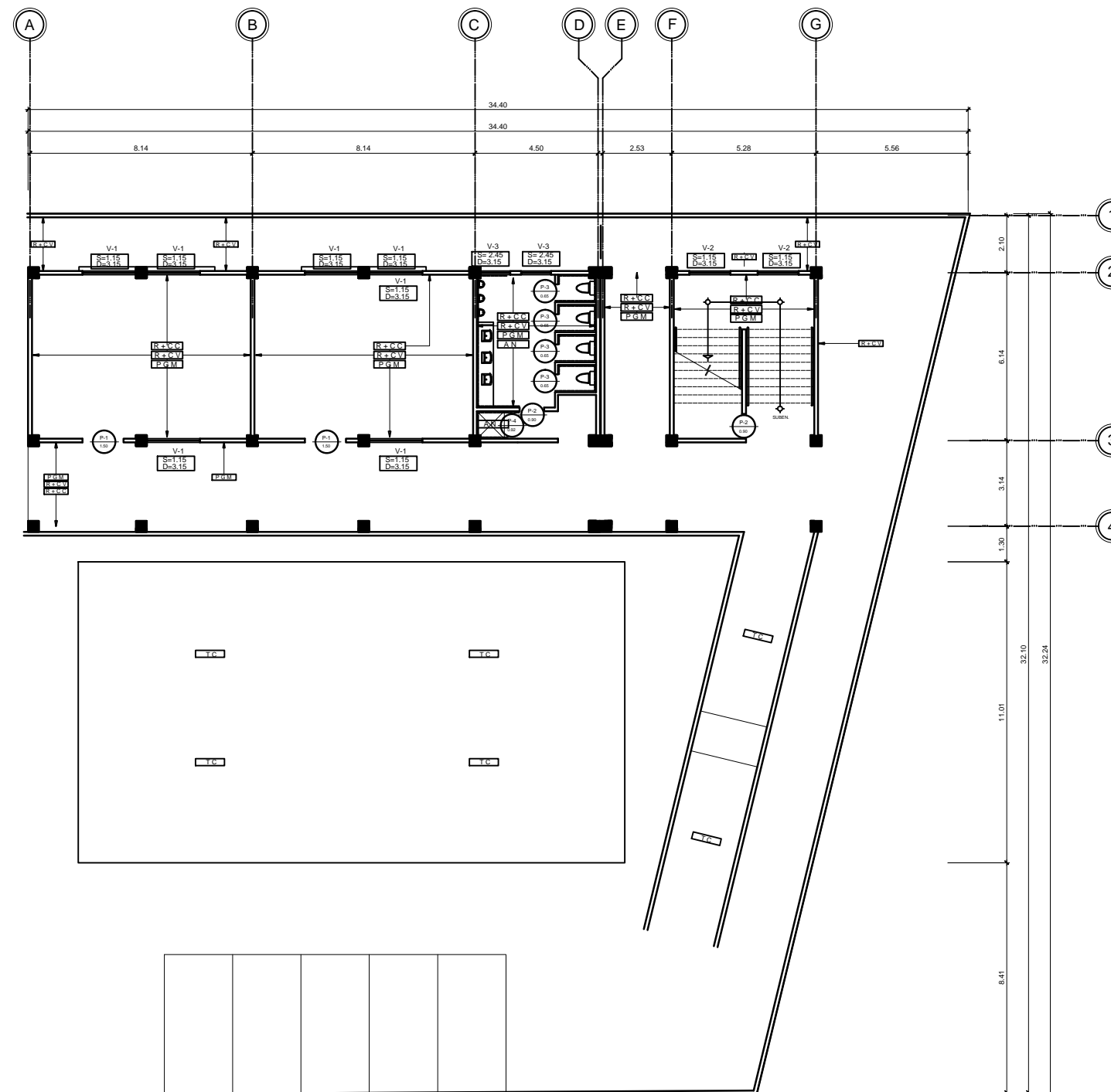
ESCALA 1:25



PUERTA V-3

MATERIAL: METAL, VIDRIO 8 MM.

ESCALA 1:25



PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

ACABADOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
ACABADOS.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

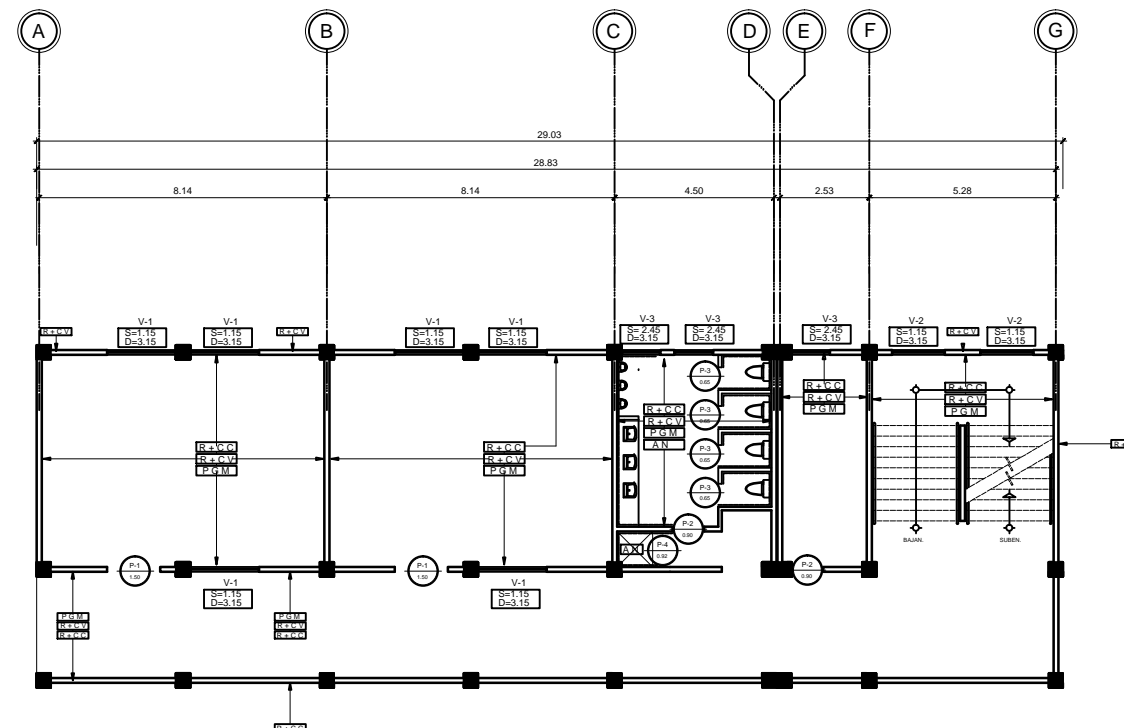
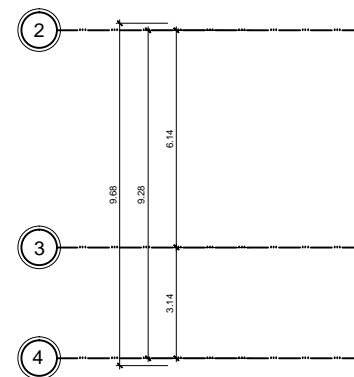
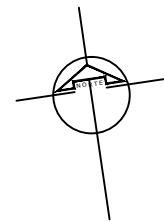
ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

HOJA:

07

19



TERCER NIVEL.

ESCALA 1:100

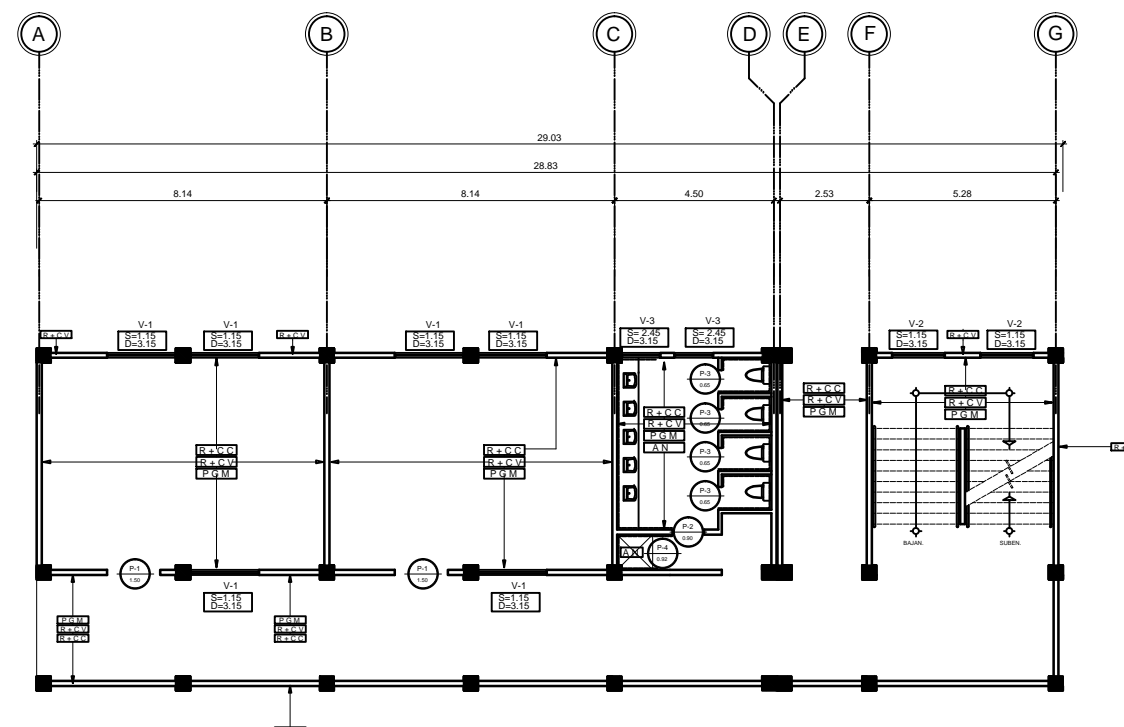
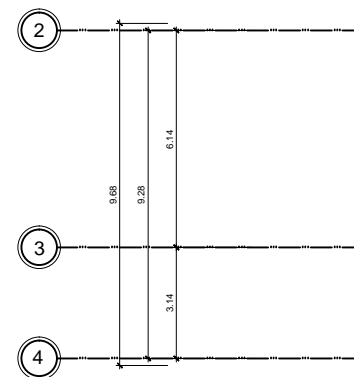
ACABADOS.

NOMENCLATURA	
SIMB.	REFERENCIAS
	ACABADO EN CIELO
	ACABADO EN PARED
	ACABADO EN PISO
	TIPO DE PUERTA
	ANCHO DE PUERTA
	REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO EN CIELO
	REPELLO + CERNIDO VERTICAL + 2 MANOS DE PINTURA
	PISO GRANITO DE MÁRMOL
	GRAMA (ÁREA VERDE)
	TORTA DE CONCRETO
	AZULEJO NACIONAL
	SILLAR
	DINTEL
	TIPO DE VENTANA
	SILLAR
	DINTEL
	AZULEJO EN BAÑO GENERALES A 120 M.
	AZULEJO EN COCINA ALTURA DE + 0.90 a 1.80 m.

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	1.50m	2.50m	6 unidades	METAL
P-2	0.90m	2.50m	5 unidades	METAL
P-3	0.65m	1.80m	12 unidades	METAL
P-4	0.92m	2.10m	3 unidades	METAL

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
V-1	1.15 m	3.15 m	18 unidades	2.00 m	2.00 m
V-2	1.15 m	3.15 m	6 unidades	1.50 m	2.00 m
V-3	2.45 m	3.15 m	7 unidad	1.14 m	0.70 m

NOTA:
LA ESTRUCTURA DE LAS VENTANAS SERÁ DE HIERRO ANGULAR
CON UNA RETÍCULA TIPO BALCÓN + VIDRIO CLARO DE 5 mm.



SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1:100

ACABADOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
ACABADOS.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

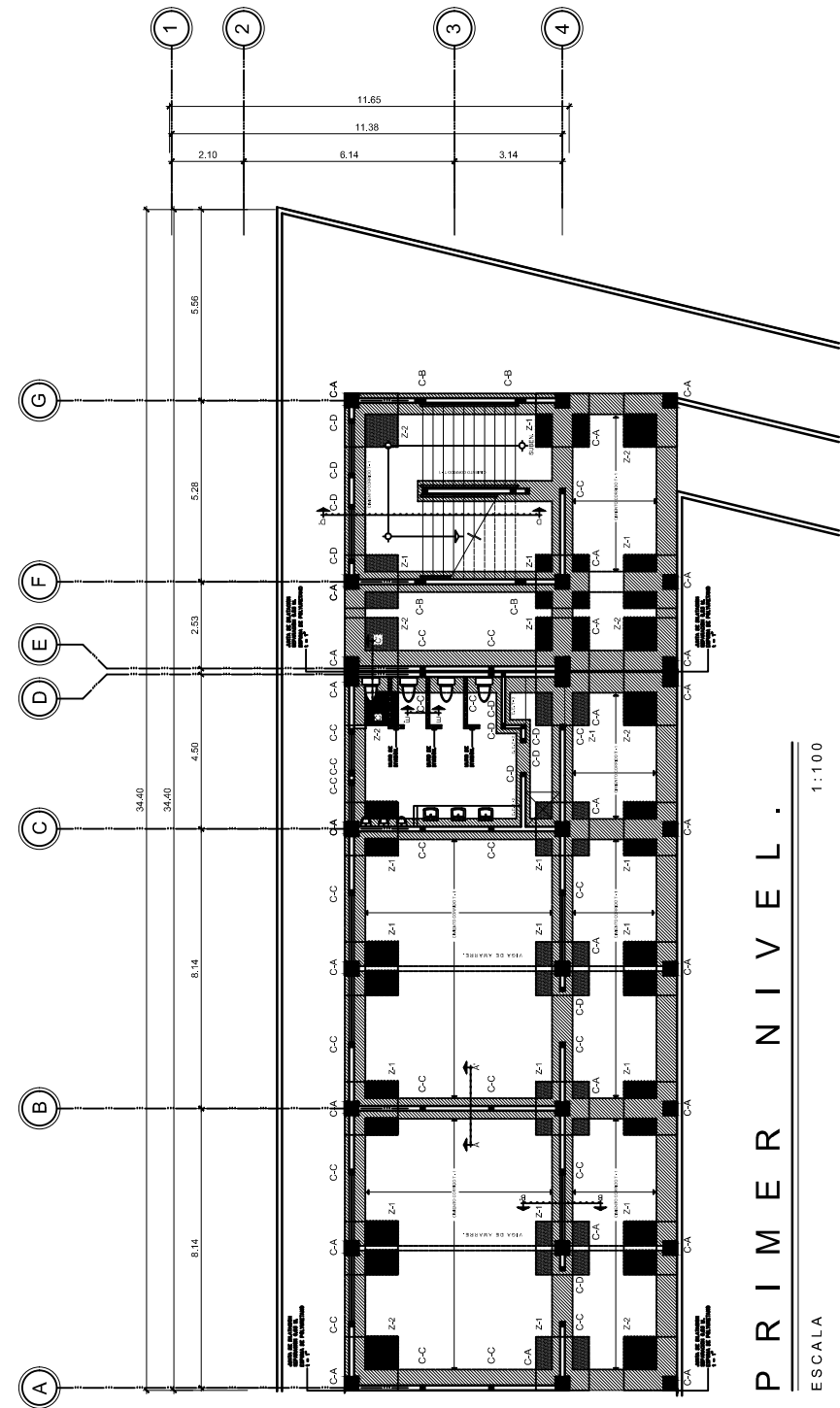
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



PRIMER NIVEL.

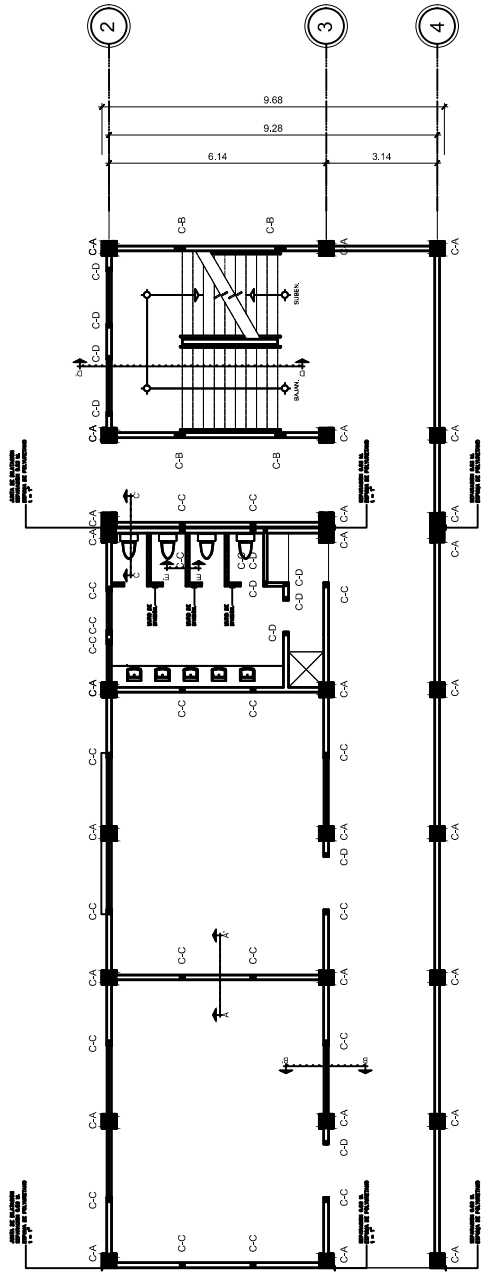
ESCALA 1:100

CIMENTACIÓN Y COLUMNAS.

ESPECIFICACIONES DE TRASLAPES Y ANCLAJES.			
BARRA No.	TRASLAPE EN COLUMNAS.	TRASLAPE EN VIGAS Y LOSAS.	ANCLAJES.
3	0.30	0.40	0.30
4	0.40	0.60	0.40
5	0.50	0.70	0.50
6	0.60	0.80	0.60
7	0.80	0.90	0.70
8	0.90	1.10	0.80
9	1.10	1.30	1.00
10	1.30	1.50	0.30

ACERO GRADO 40 MEDIDAS LEGITIMAS
 CONCRETO 3000 LB / PUL.G. 2
 BLOCK DE 25 KG / CM 2

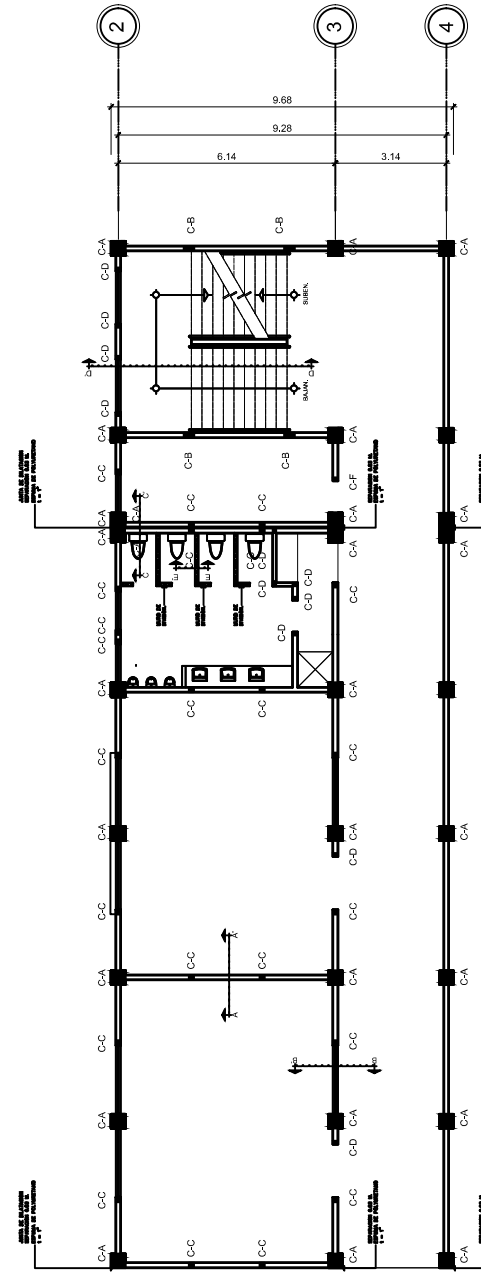
RECURRIMIENTOS MINIMOS
 CIMENTACION : 2"
 COLUMNAS : 1"



SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1:100

CIMENTACIÓN Y COLUMNAS.



TERCER NIVEL.

ESCALA 1:100

CIMENTACIÓN Y COLUMNAS.

NOTA:
 VER DETALLES DE:
 COLUMNAS, CIMIENTOS Y ZAPATAS
 EN HOJA No. 15 / 28



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
 Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
 2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
 2011 22908

CONTENIDO:
 CIMENTACIÓN Y COLUMNAS.

DISEÑO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

FECHA:
 SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

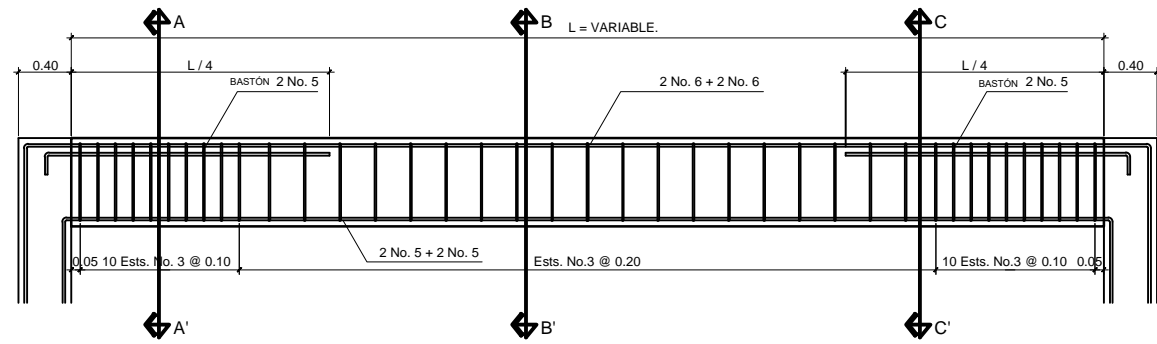
CALCULO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
 INDICADA

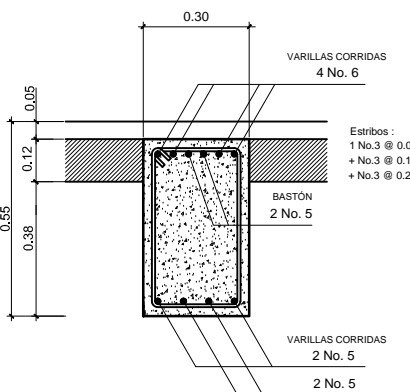
REVISO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

VIGA 01

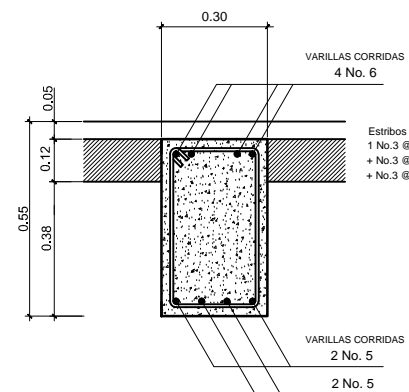
ESC. INDICADA.



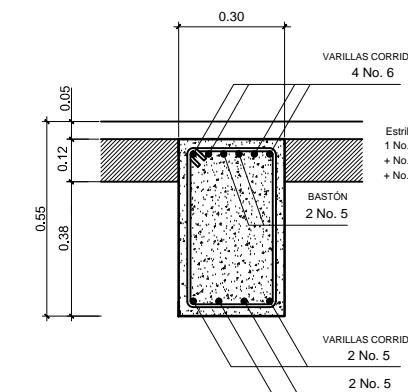
ELEVACIÓN
ESC. 1:20



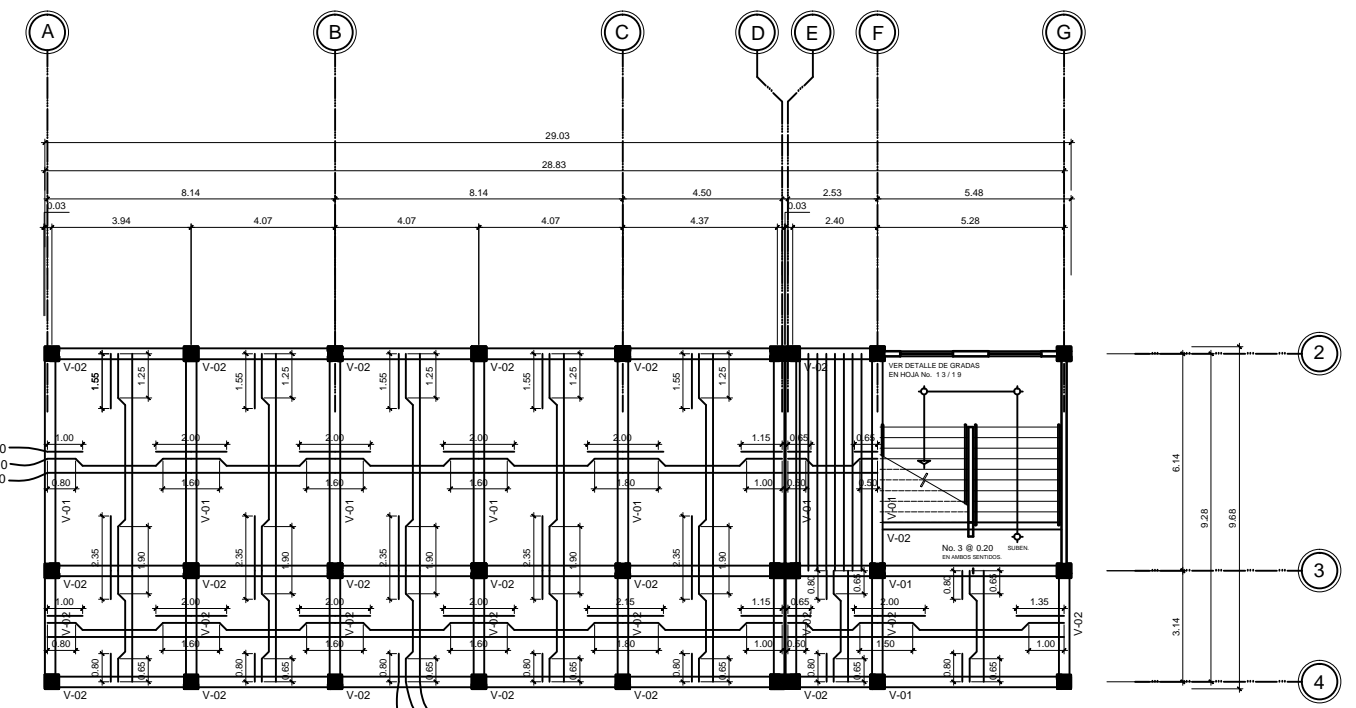
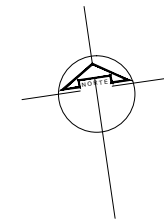
SECCION A-A'
ESC. 1:10



SECCION B-B'
ESC. 1:10



SECCION C-C'
ESC. 1:10



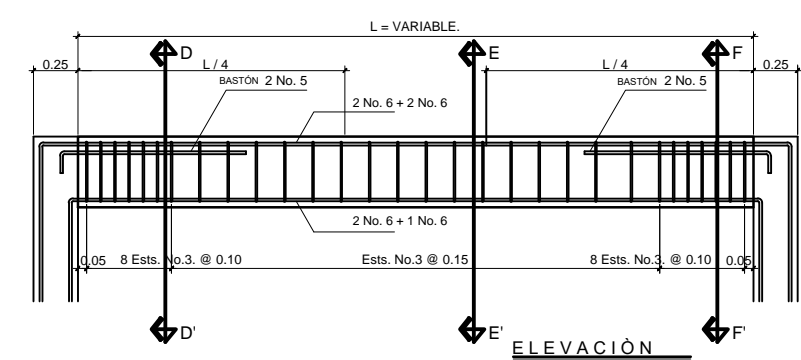
PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

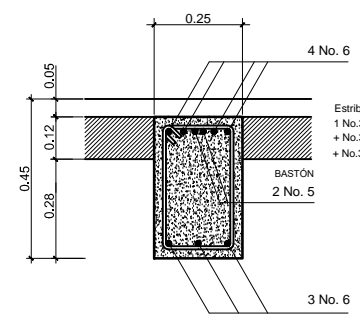
LOSAS Y VIGAS.

VIGA 02

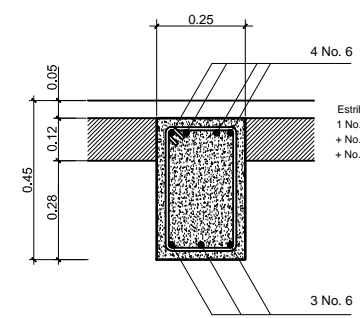
ESC. INDICADA.



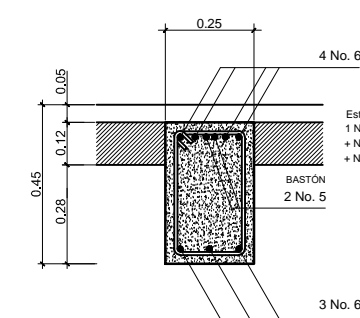
ELEVACIÓN
ESC. 1:20



SECCION D-D'
ESC. 1:10



SECCION E-E'
ESC. 1:10



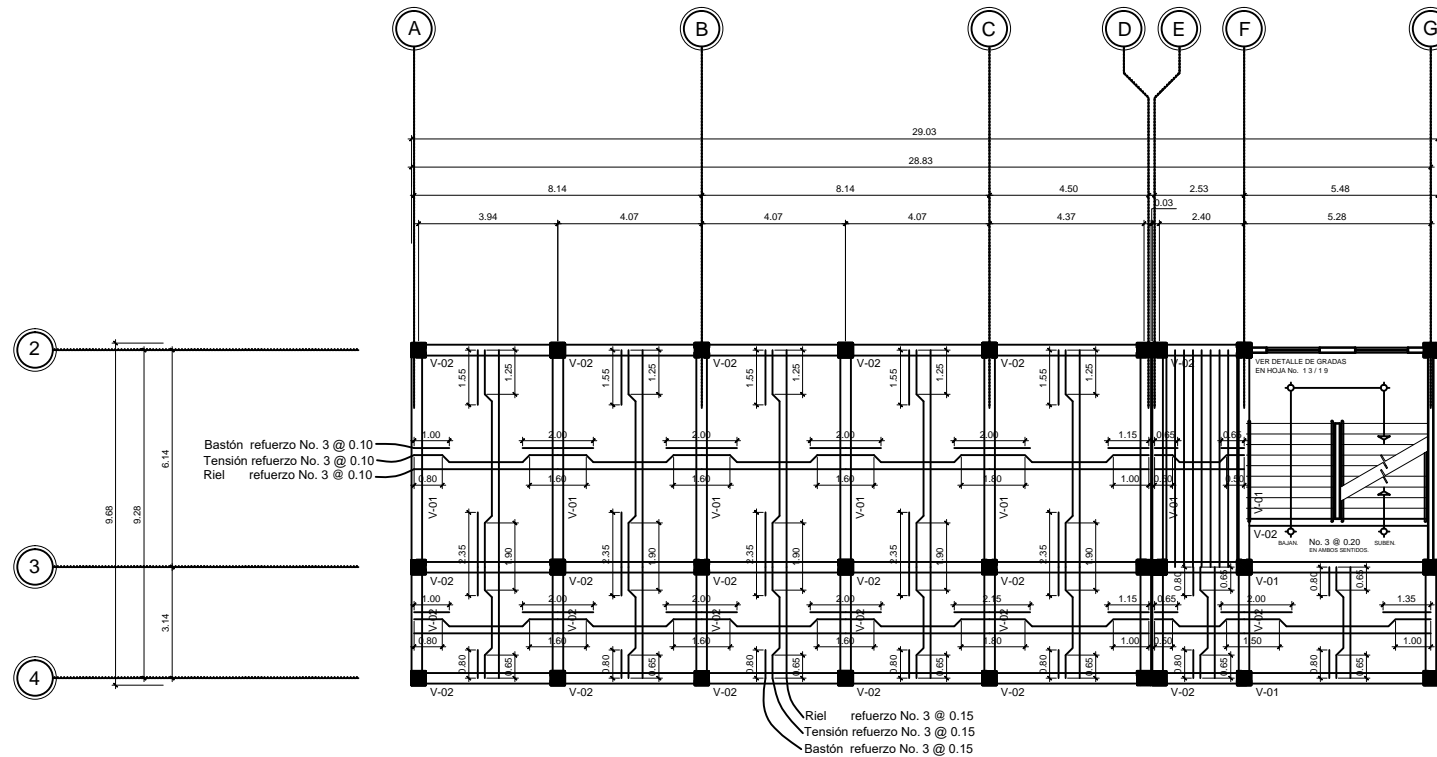
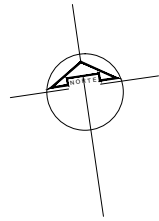
SECCION F-F'
ESC. 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ: 2011 22908	CONTENIDO: LOSAS Y VIGAS
DISEÑO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ	FECHA: SEPTIEMBRE DE 2017
CÁLCULO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ	REVISÓ: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



SENTIDO "X"

Riel refuerzo No. 3 @ 0.10
Tensión refuerzo No. 3 @ 0.10
Bastón refuerzo No. 3 @ 0.10

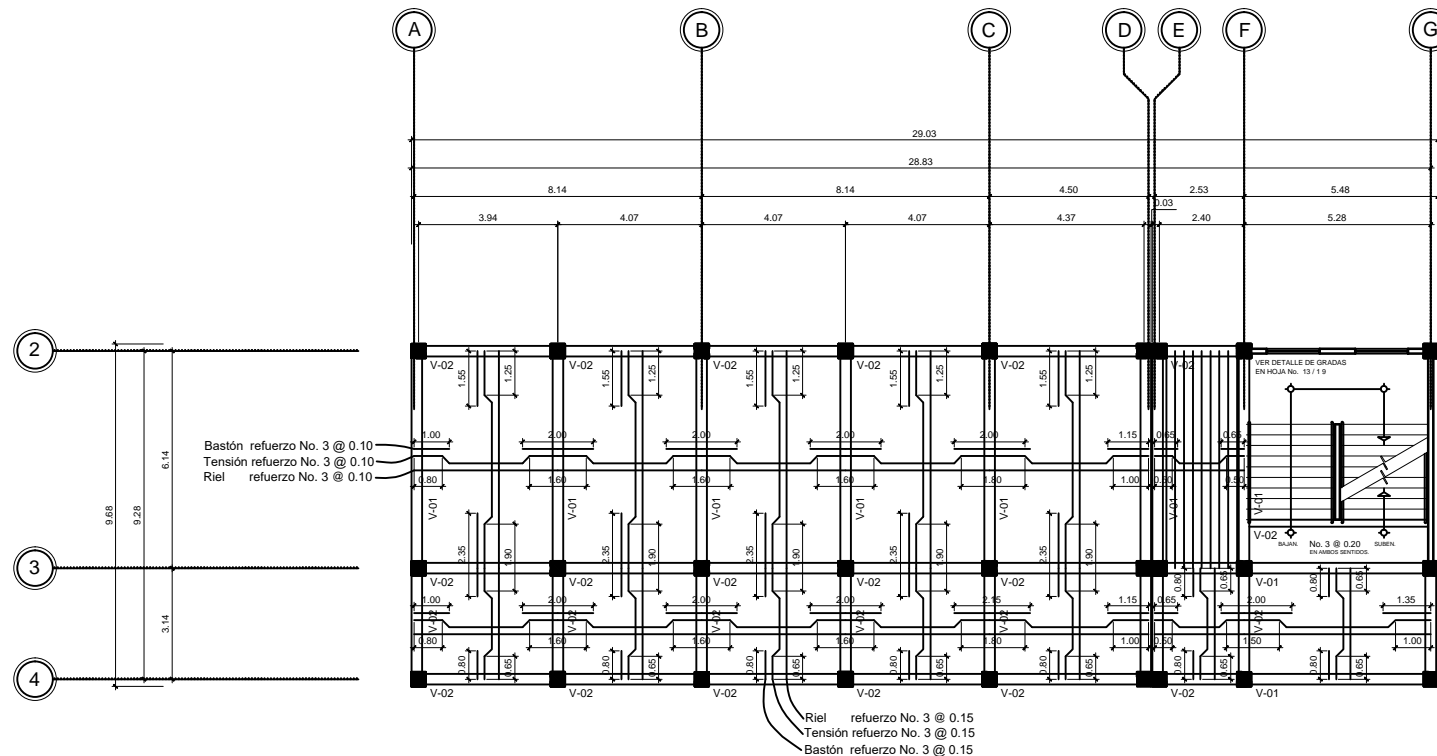
SENTIDO "Y"

Riel refuerzo No. 3 @ 0.15
Tensión refuerzo No. 3 @ 0.15
Bastón refuerzo No. 3 @ 0.15

TERCER NIVEL.

ESCALA 1 : 100

LOSAS Y VIGAS.



SENTIDO "X"

Riel refuerzo No. 3 @ 0.10
Tensión refuerzo No. 3 @ 0.10
Bastón refuerzo No. 3 @ 0.10

SENTIDO "Y"

Riel refuerzo No. 3 @ 0.15
Tensión refuerzo No. 3 @ 0.15
Bastón refuerzo No. 3 @ 0.15

SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1 : 100

LOSAS Y VIGAS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
LOSAS Y VIGAS.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

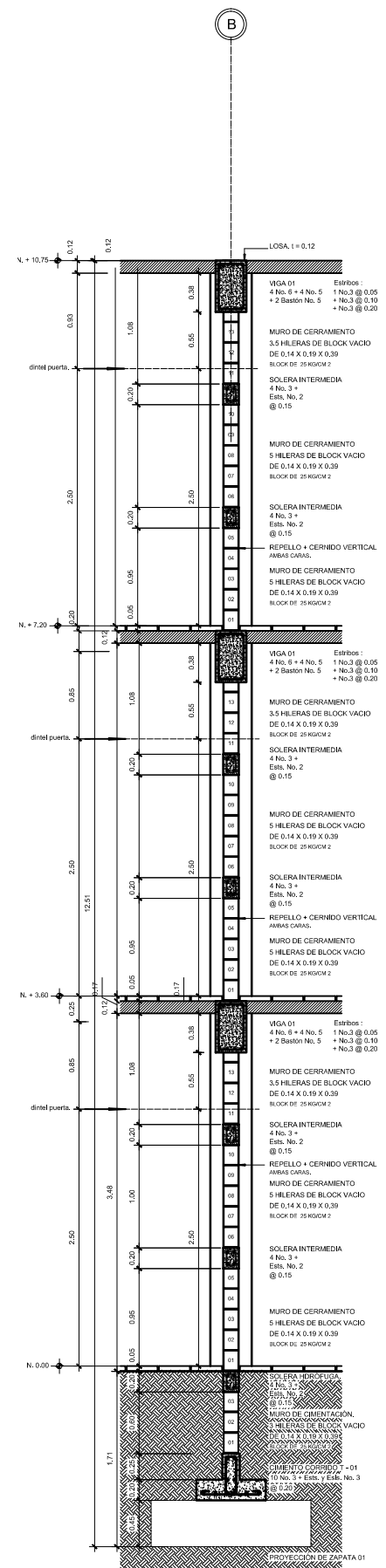
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

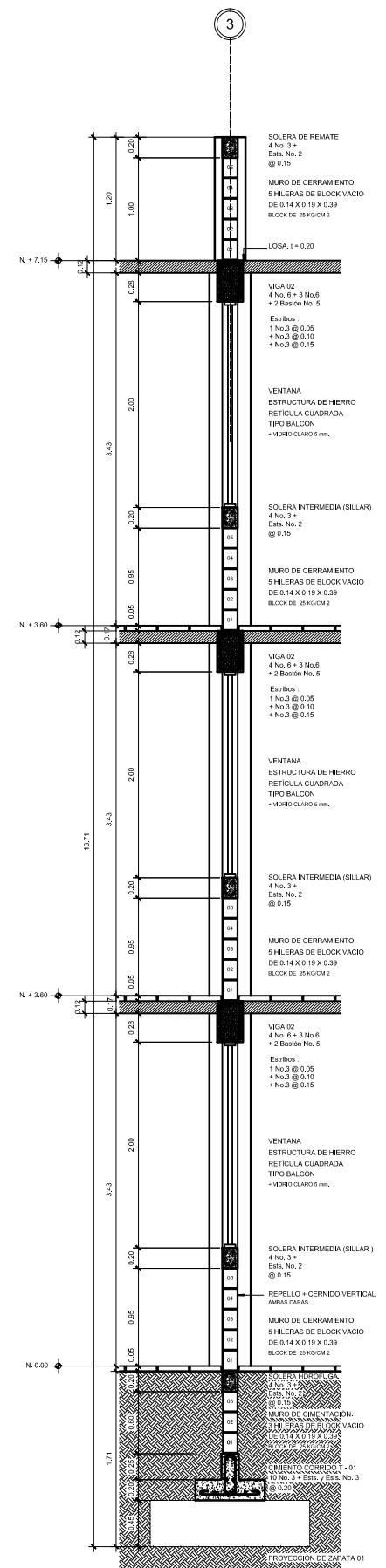
CÁLCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

ESCALA:
INDICADA

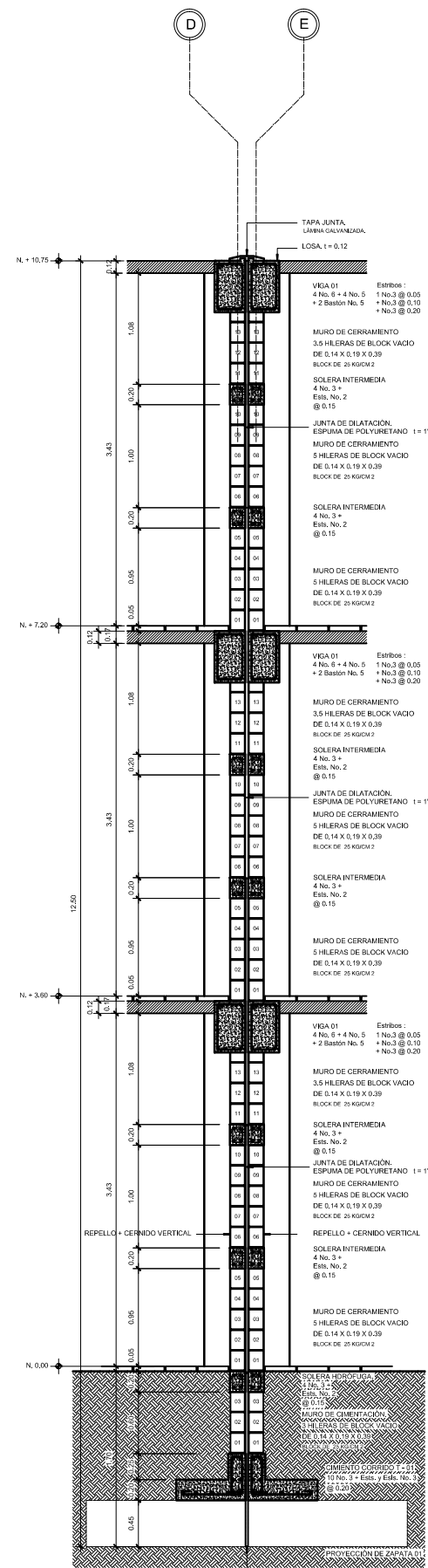
REVISÓ:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.



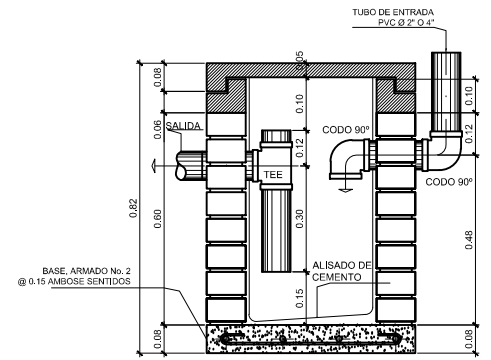
COARTE A-A'
ESC. 1:30



COARTE B-B'
ESC. 1:30

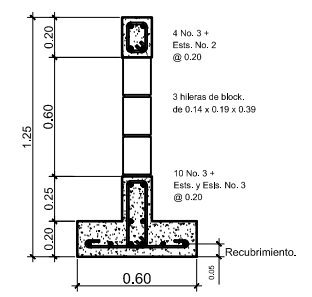


COARTE C-C'
ESC. 1:30

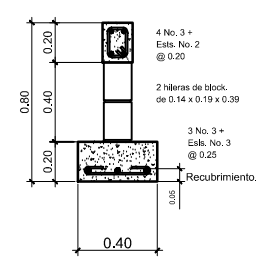


COARTE A-A'
ESC. 1:10

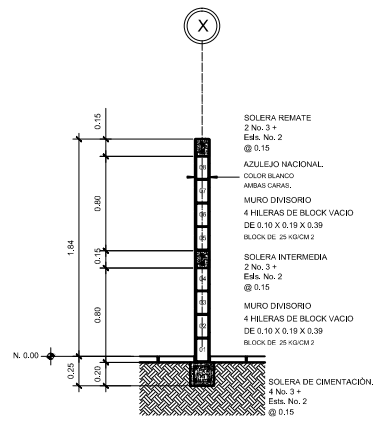
CAJA TRAMPA DE GRASA
ESC. 1:10



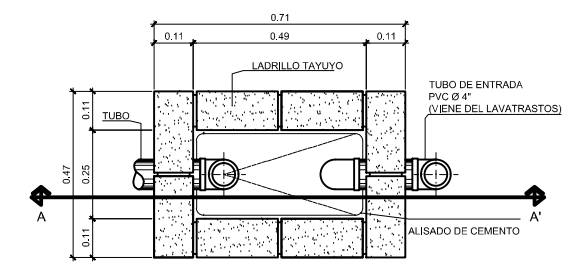
CIMENTO CORRIDO T-1
ESC. 1:20



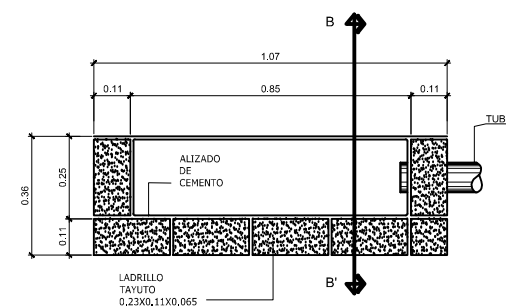
CIMENTO CORRIDO T-2
ESC. 1:20



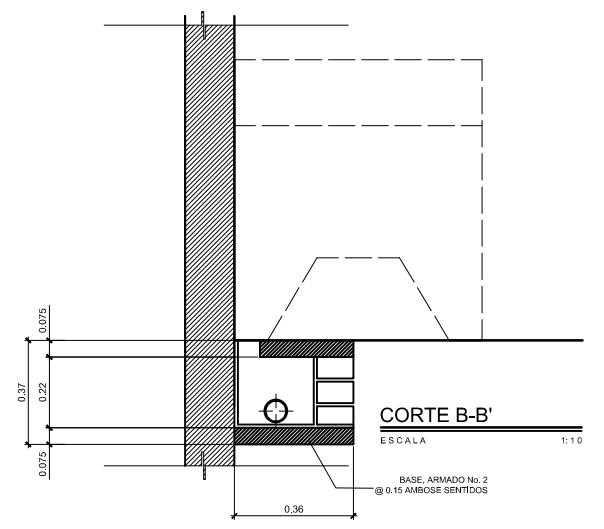
COARTE E-E'
ESC. 1:30



PLANTA
ESC. 1:10



PLANTA
ESC. 1:10



COARTE B-B'
ESC. 1:10

CAJA PARA PILA
ESC. 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
DETALLES CONSTRUCTIVOS.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

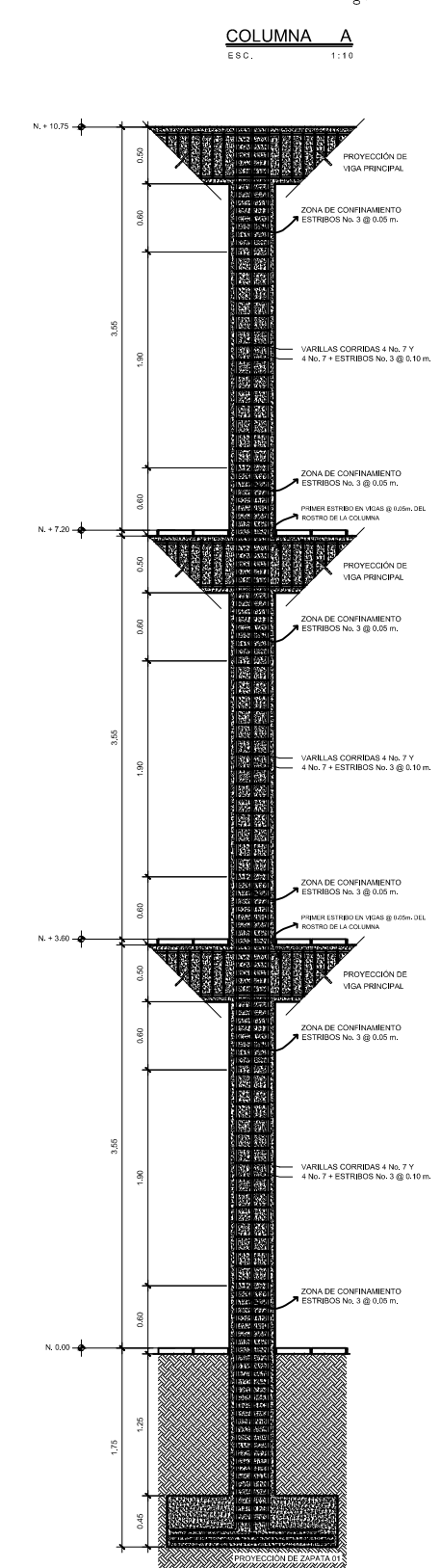
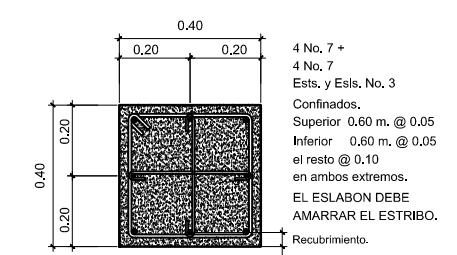
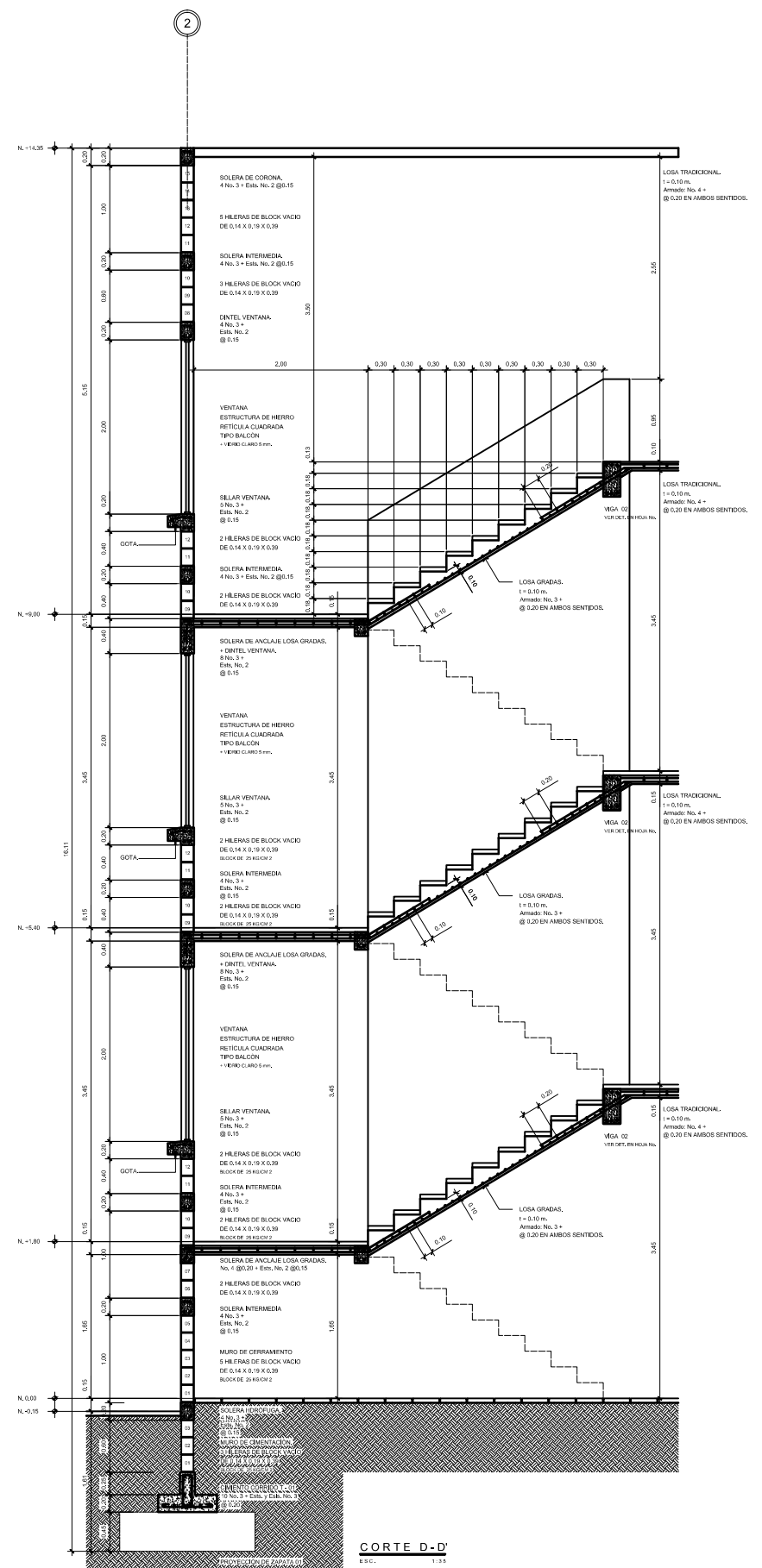
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

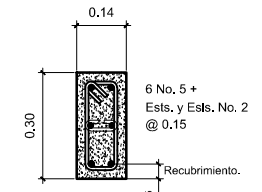
CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

ESCALA:
INDICADA

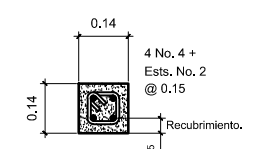
REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.



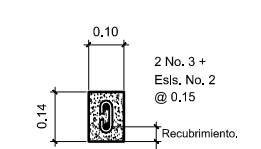
DETALLE DE ARMADO DE COLUMNA. E.S.C. 1:30



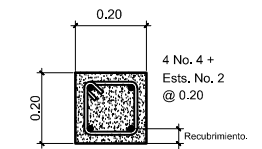
COLUMNA B. E.S.C. 1:10



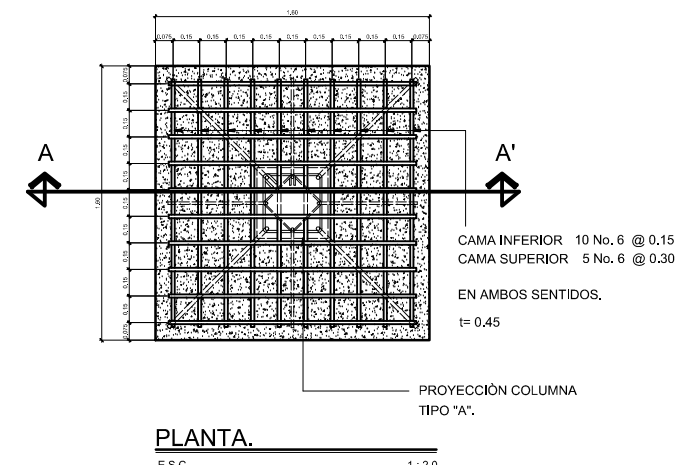
COLUMNA C. E.S.C. 1:10



COLUMNA D. E.S.C. 1:10



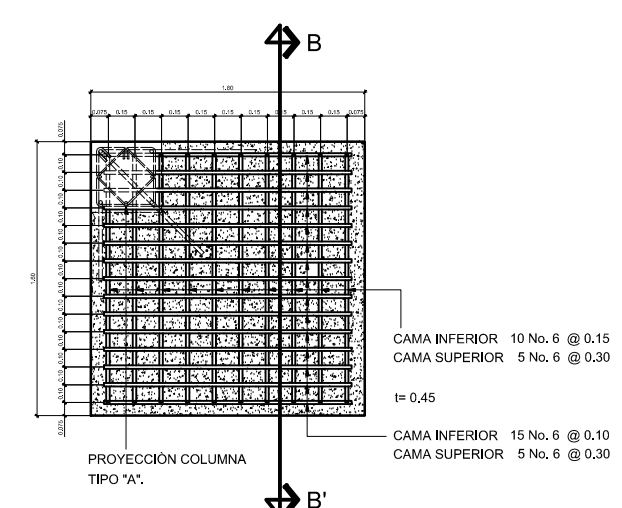
SOLERA CIMENTACIÓN. E.S.C. 1:10



PLANTA. E.S.C. 1:20



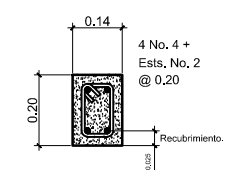
DETALLE DE ZAPATA Z-1. E.S.C. 1:20



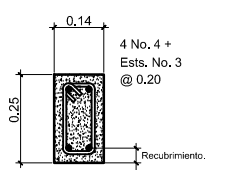
PLANTA. E.S.C. 1:20



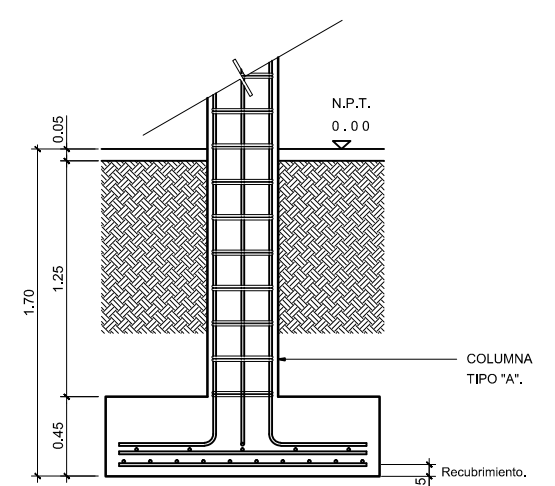
DETALLE DE ZAPATA Z-2. E.S.C. 1:20



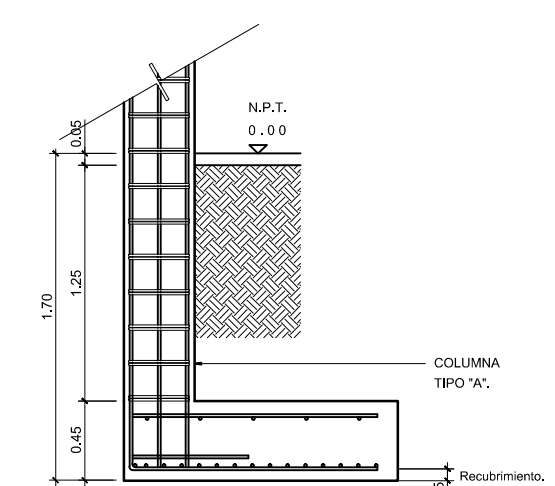
VIGA DE AMARRE. E.S.C. 1:10



DINTEL PUERTAS. E.S.C. 1:10



SECCIÓN A-A'. E.S.C. 1:20



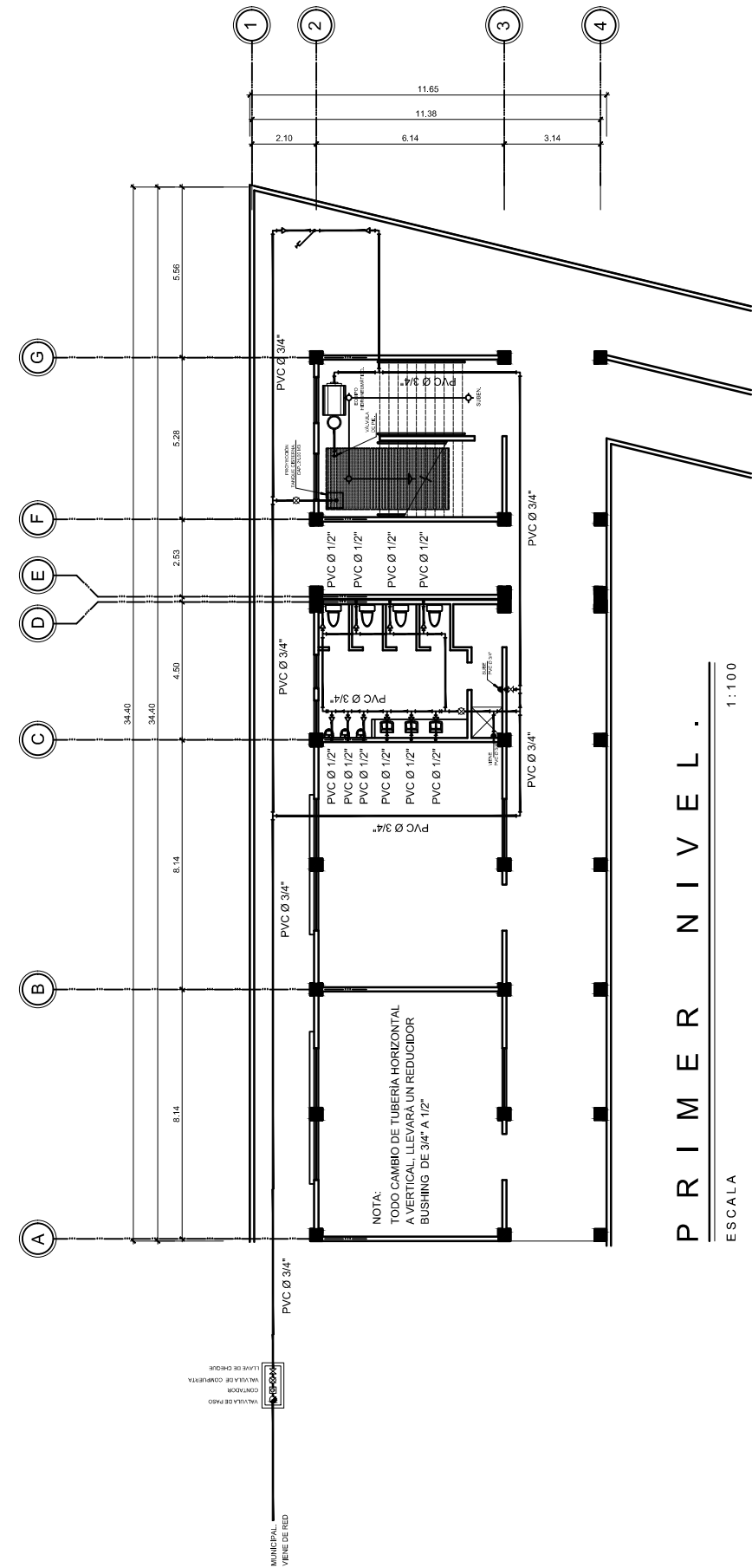
SECCIÓN B-B'. E.S.C. 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ: 2011 22908	CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS.
DISEÑO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.	FECHA: SEPTIEMBRE DE 2017
CALCULO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.	DIBUJO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.
REVISÓ: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.	ESCALA: INDICADA

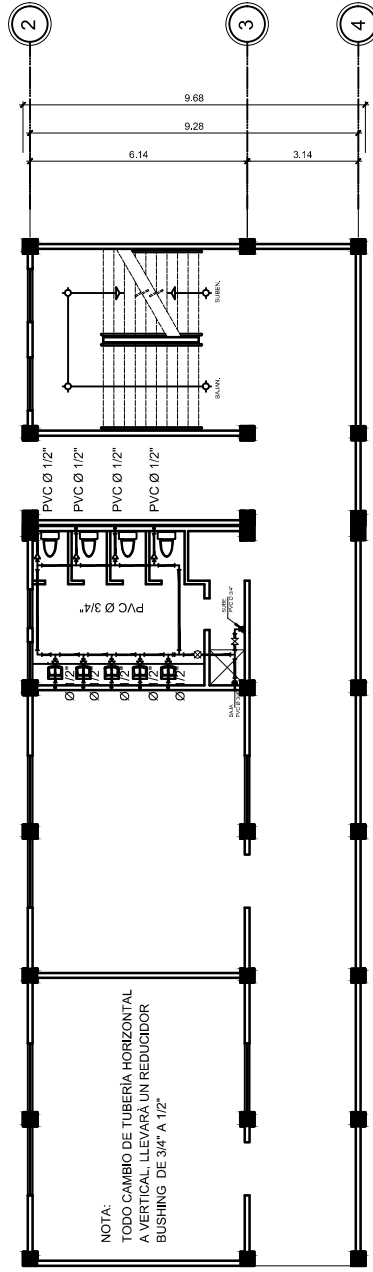


PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.

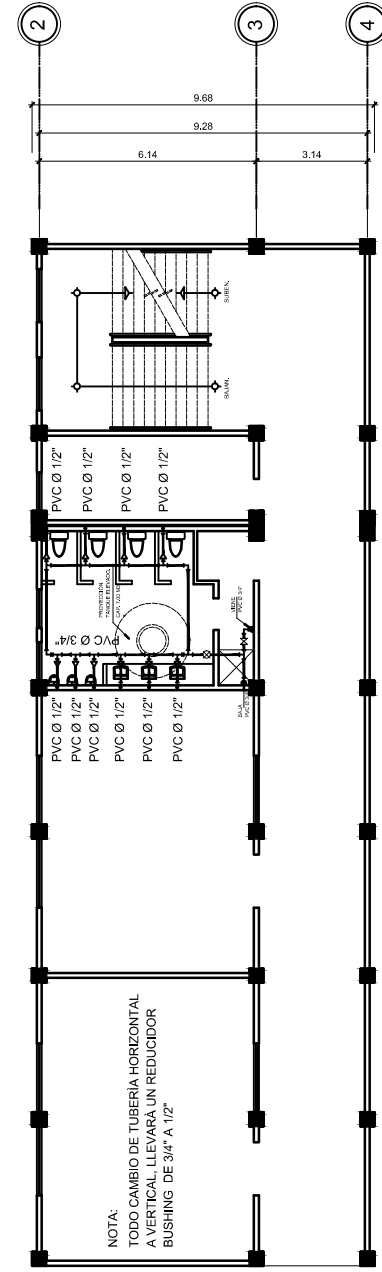
SIMB.	REFERENCIAS.	TIPO
	LLAVE DE CHEQUE	
	LLAVE DE PASO	
	CONTADOR	
	LLAVE DE CIERRE	
	TUBERIA PVC PARA AGUA POTABLE DIAMETRO INDICADO	
	TEE A 90° HORIZONTAL	
	CODO A 90° HORIZONTAL	
	GRIFO CON ROSCA P/ MANGUERA Ø 3/4"	
	TEE A 90° DIAMETRO INDICADO, VERTICAL	
	CODO A 90° DIAMETRO INDICADO, VERTICAL	
	REDUCIDOR BUSHING DE 3/4" A 1/2"	



SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.



TERCER NIVEL.

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN HIDRÁULICA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
 Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
 2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
 2011 22908

CONTENIDO:
 INSTALACION HIDRÁULICA.

DISEÑO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

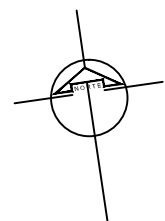
FECHA:
 SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

CALCULO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
 INDICADA

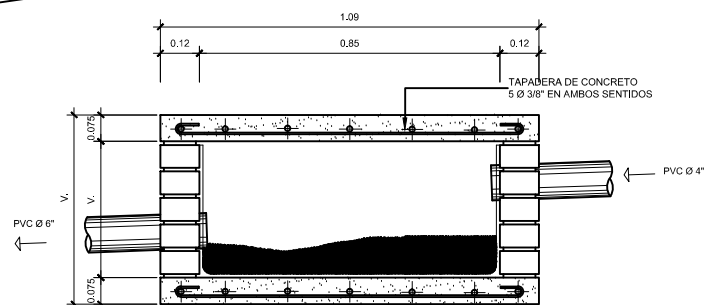
REVISO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ



CAJA UNIÓN. U 3

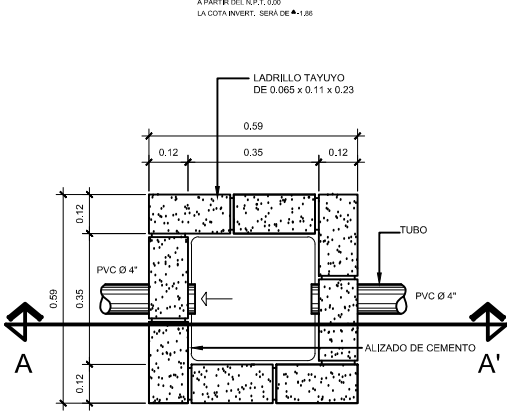
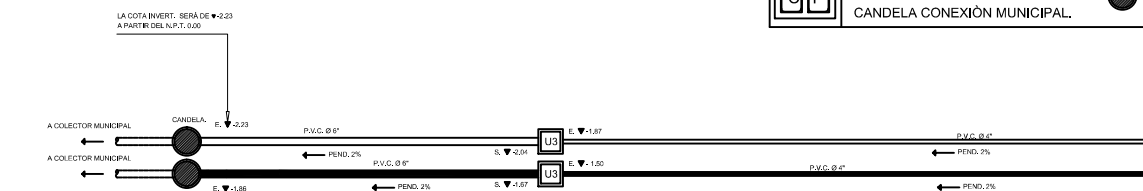
ESC. 1:10

P. DRENAJES.

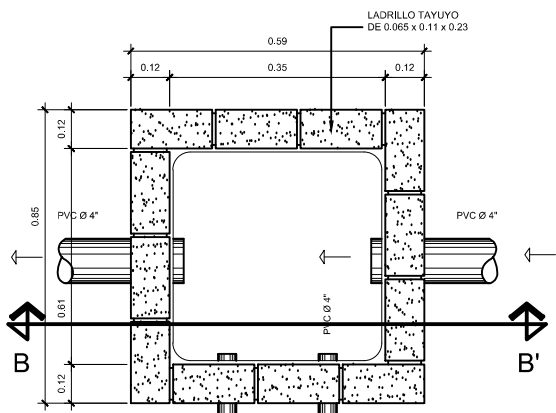


SECCIÓN C-C.
ESC. 1:10

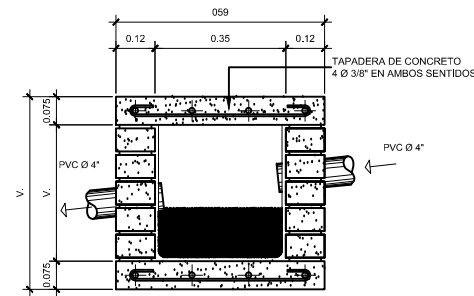
NOMENCLATURA	
	TUBERIA AGUAS PLUVIALES.
	TUBERIA AGUAS NEGRAS.
	B.A.N. BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	B.A.P. BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	TEE SANITARIA VERTICAL
	SIFON TERMINAL + PICHACHA
	CODO A 45°
	YEE A 45°
	SENTIDO PENDIENTE 2% MINIMO.
	INDICA DIAMETRO TUBERIA.
	CAJA UNION. U3
	CAJA UNION. TIPO 2 U2
	CAJA UNION. TIPO 3 U-3
	CAJA CON REPOSADERA. RE
	CAJA PARA PILA. CP
	CANDELA CONEXIÓN MUNICIPAL.



PLANTA.
ESC. 1:10

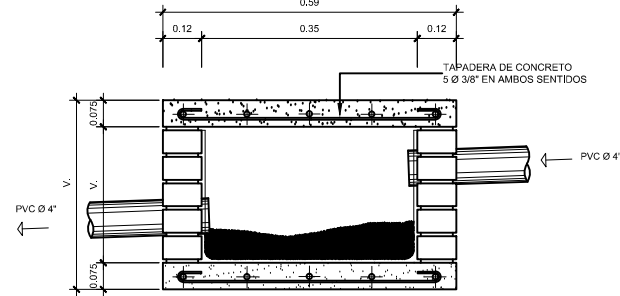


PLANTA.
ESC. 1:10



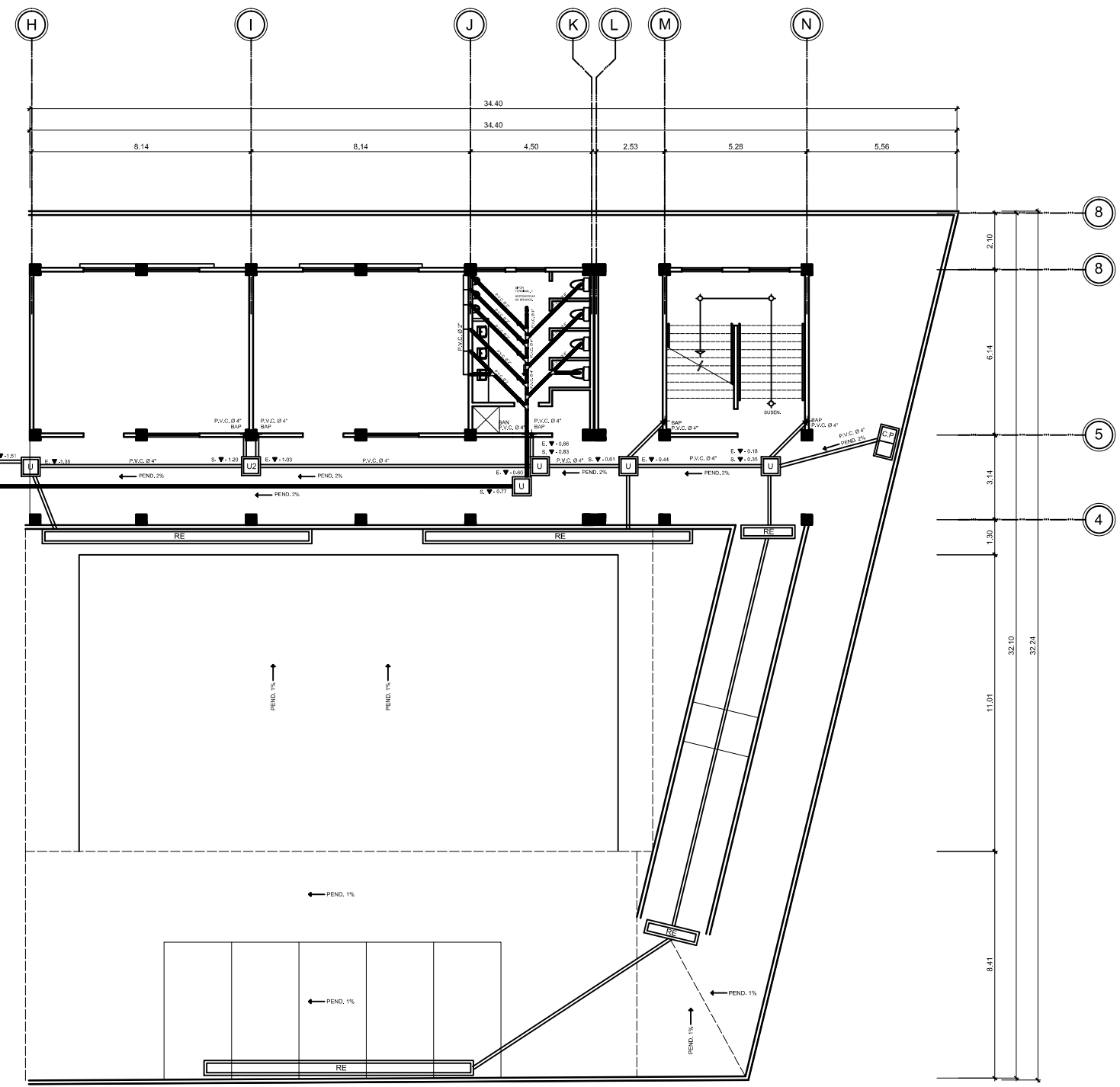
SECCIÓN A-A.
ESC. 1:10

CAJA UNIÓN. U
ESC. 1:10
P. DRENAJES.



SECCIÓN B-B.
ESC. 1:10

CAJA UNIÓN. U 2
ESC. 1:10
P. DRENAJES.



PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

DRENAJE SANITARIO - PLUVIAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
DRENAJE SANITARIO - PLUVIAL.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

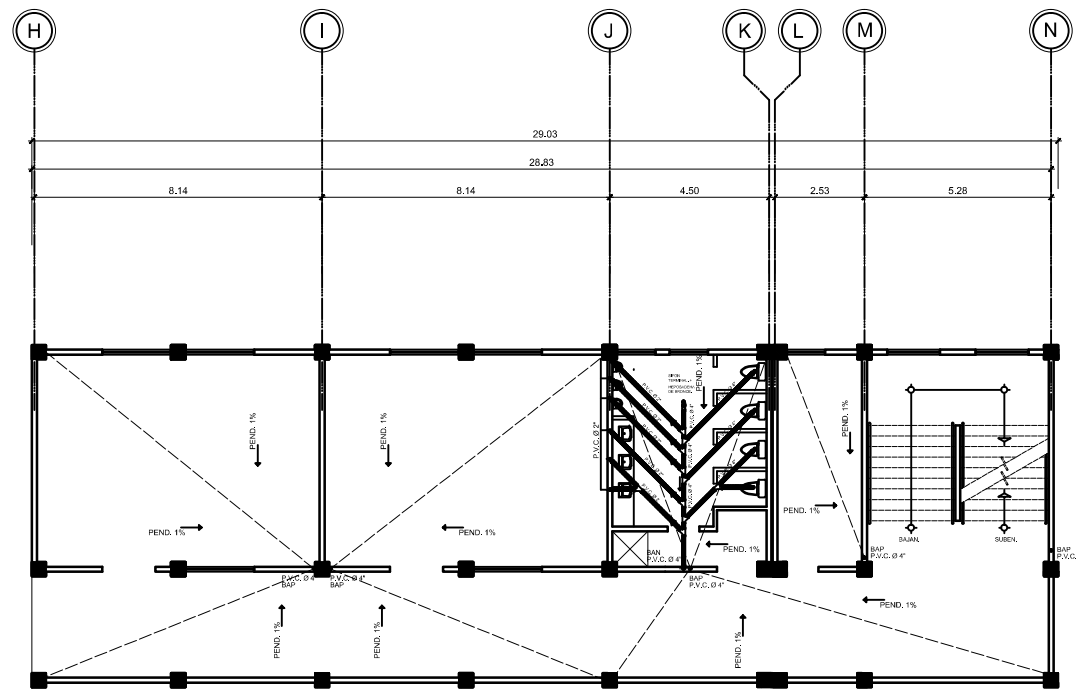
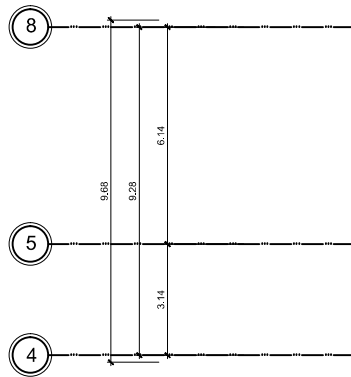
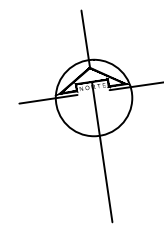
DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

ESCALA:
INDICADA

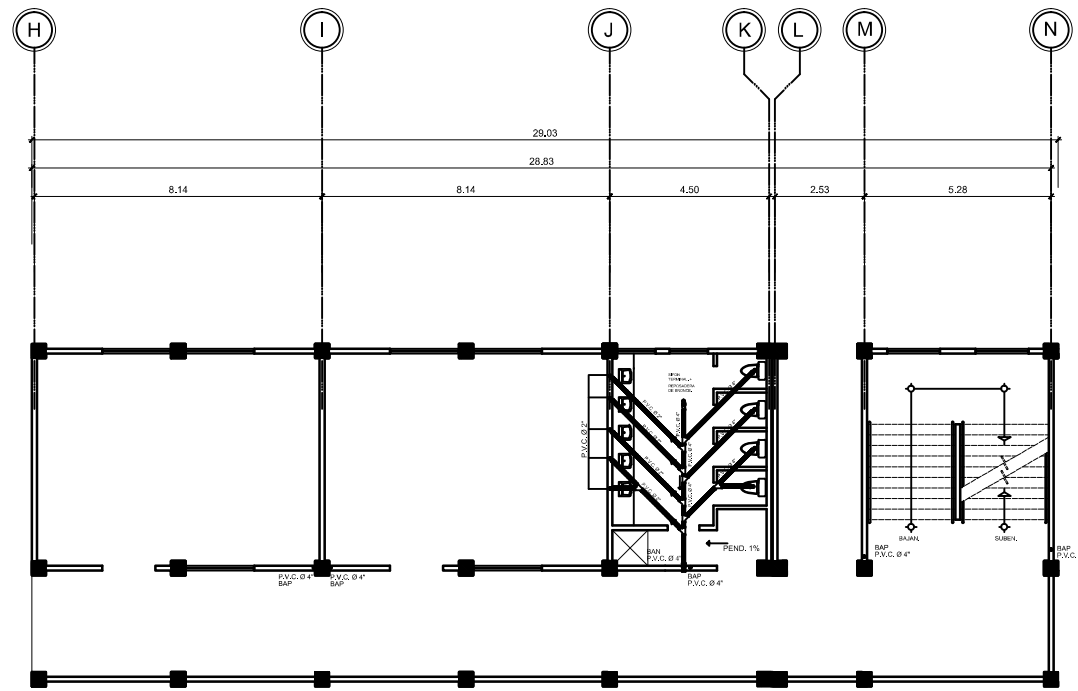
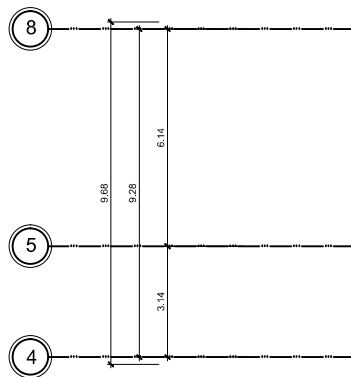
REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

HOJA:
15



TERCER NIVEL.

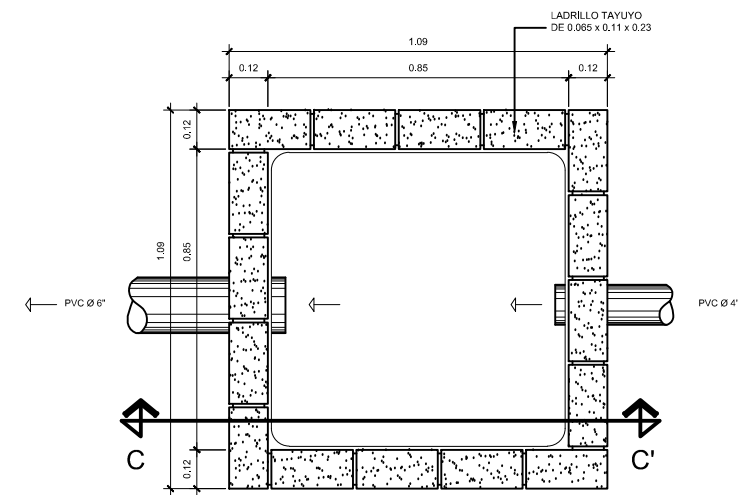
ESCALA 1:100
DRENAJE SANITARIO - PLUVIAL.



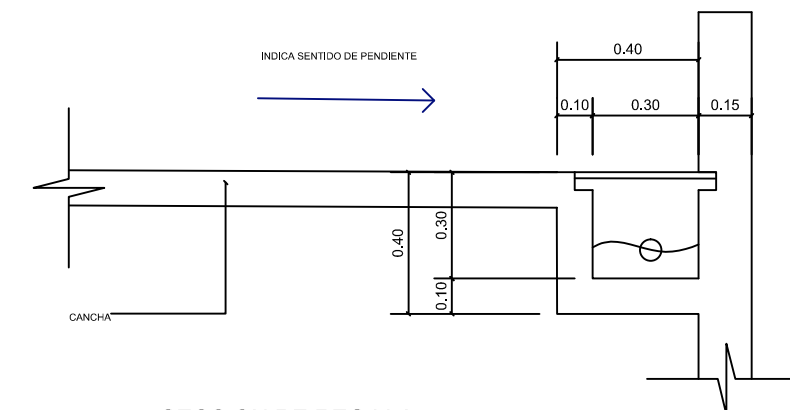
SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1:100
DRENAJE SANITARIO - PLUVIAL.

NOMENCLATURA	
	TUBERIA AGUAS PLUVIALES.
	TUBERIA AGUAS NEGRAS.
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	TEE SANITARIA VERTICAL
	SIFON TERMINAL + PICHACHA
	CODO A 45°
	YEE A 45°
	SENTIDO PENDIENTE 2% MINIMO.
	INDICA DIAMETRO TUBERIA.
	CAJA UNION.
	CAJA UNION. TIPO 2
	CAJA UNION. TIPO 3
	CAJA CON REPOSADERA.
	CAJA PARA PILA.
	CANDELA CONEXIÓN MUNICIPAL.

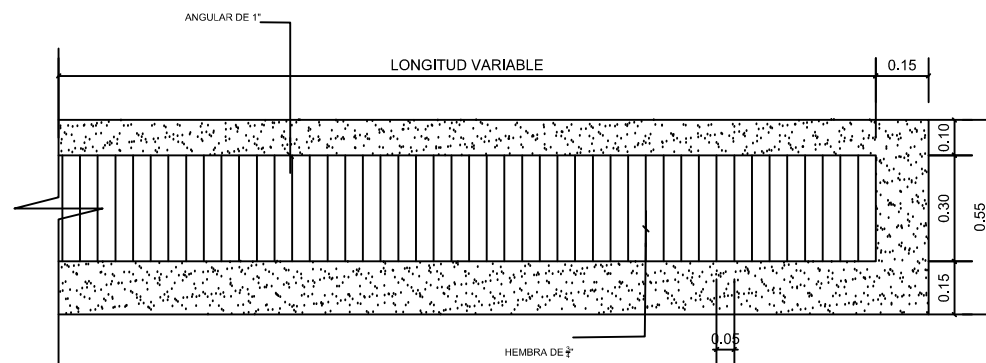


PLANTA.
ESC. 1:10



SECCION DE REGILLA

DETALLE DE REGILLA ESCALA: 1/10



PLANTA DE REGILLA

DETALLE DE REGILLA ESCALA: 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO:
DRENAJE SANITARIO - PLUVIAL.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

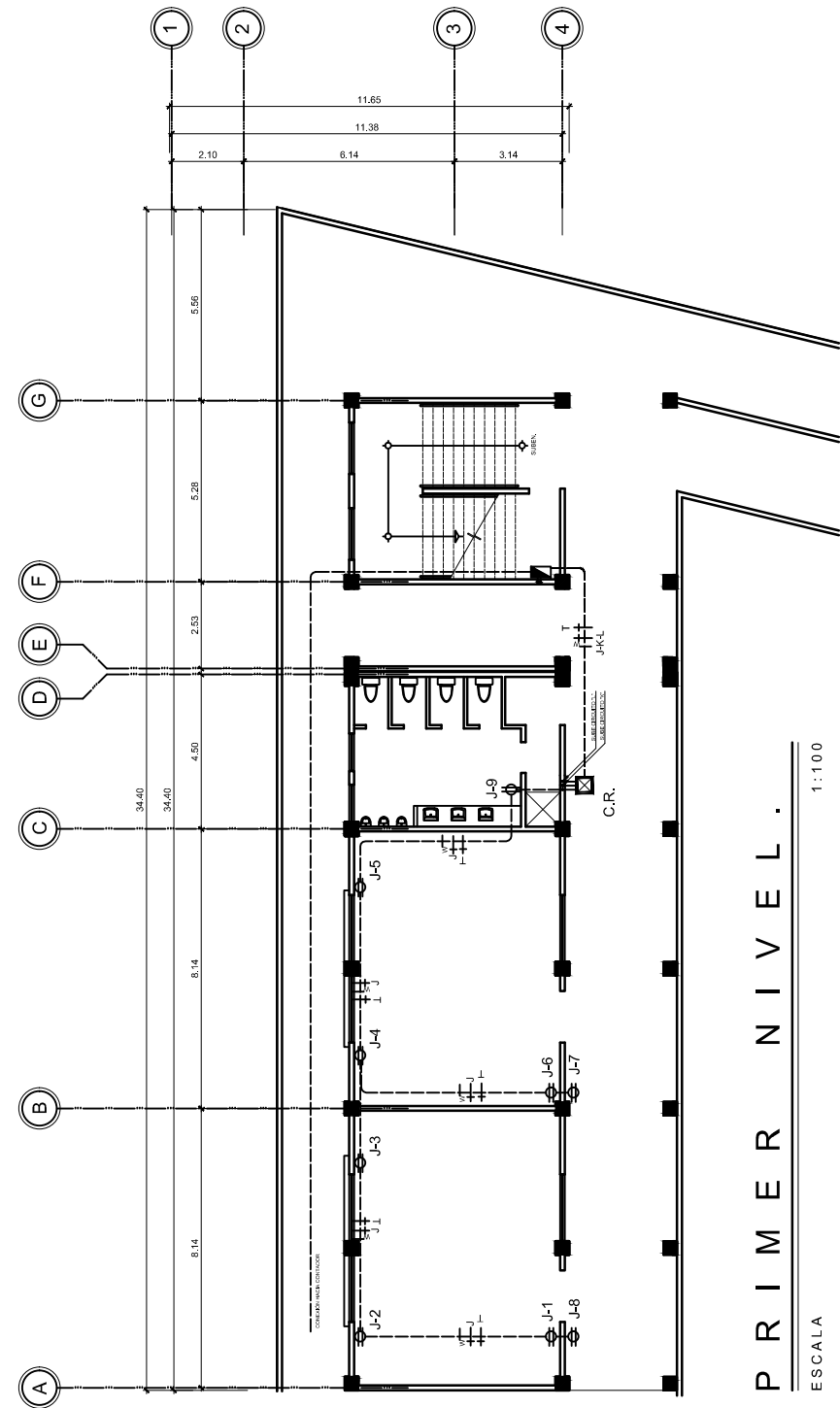
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

CÁLCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

ESCALA:
INDICADA

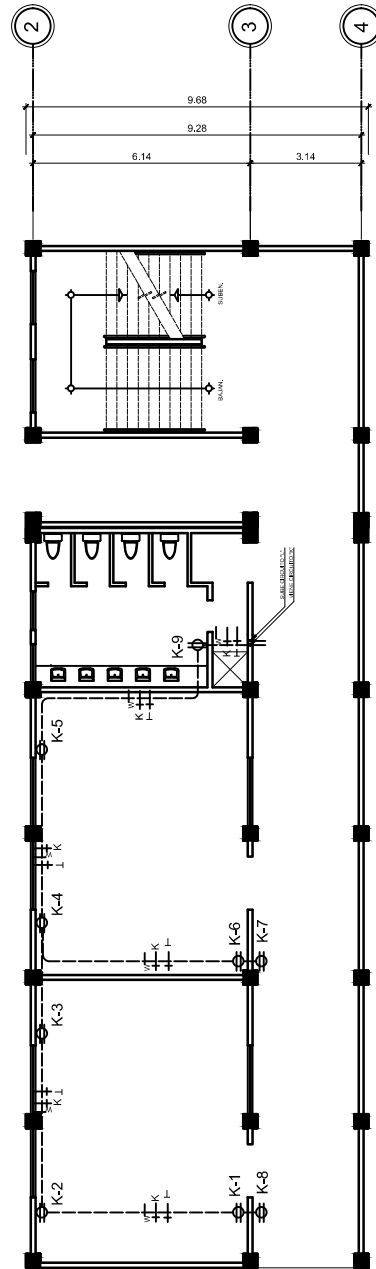
REVISÓ:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.



PRIMER NIVEL .

ESCALA 1:100

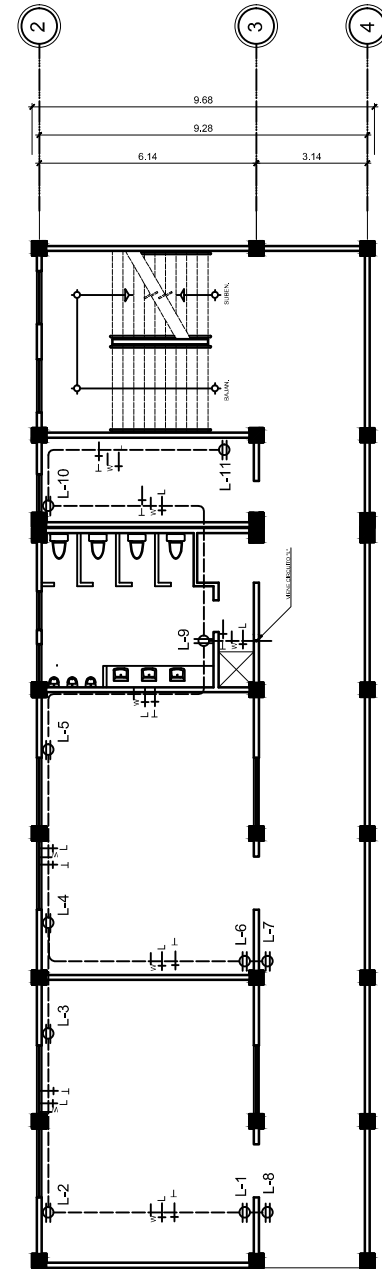
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - FUERZA .



SEGUNDO NIVEL .

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - FUERZA .



TERCER NIVEL .

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - FUERZA .

SIM.	REFERENCIA	SIM.
	CONTADOR h = 1.80	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS.	
	TOMACORRIENTE DOBLE h = 0.40	
	TOMACORRIENTE 220 h = 0.40	
	TUBO POLIDUCTO BAJO SUELO	
	LÍNEA NEUTRA	
	LÍNEA POSITIVA	
	LÍNEA DE TIERRA	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
2011 22908

CONTENIDO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA.

DISEÑO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

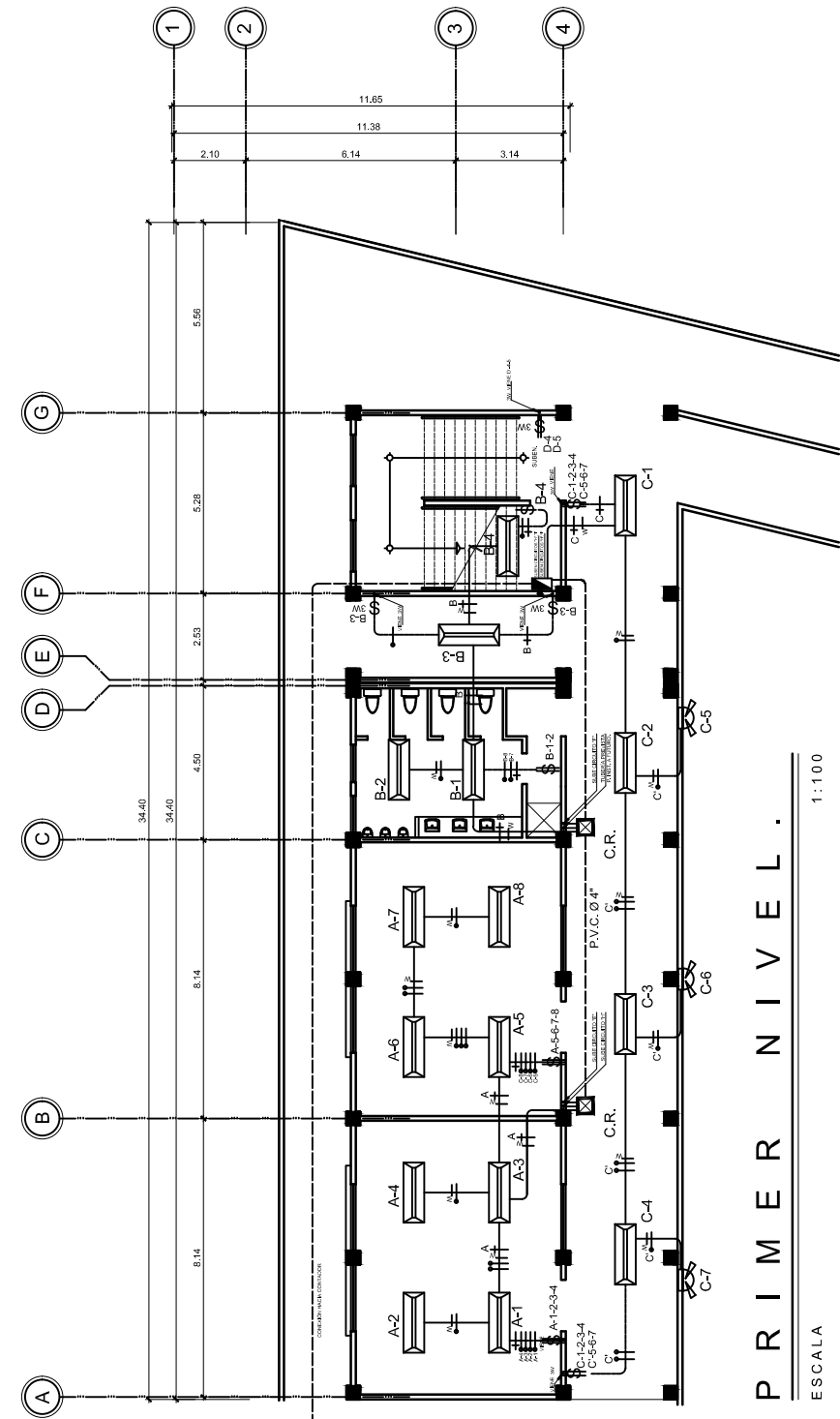
FECHA:
SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

CALCULO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

ESCALA:
INDICADA

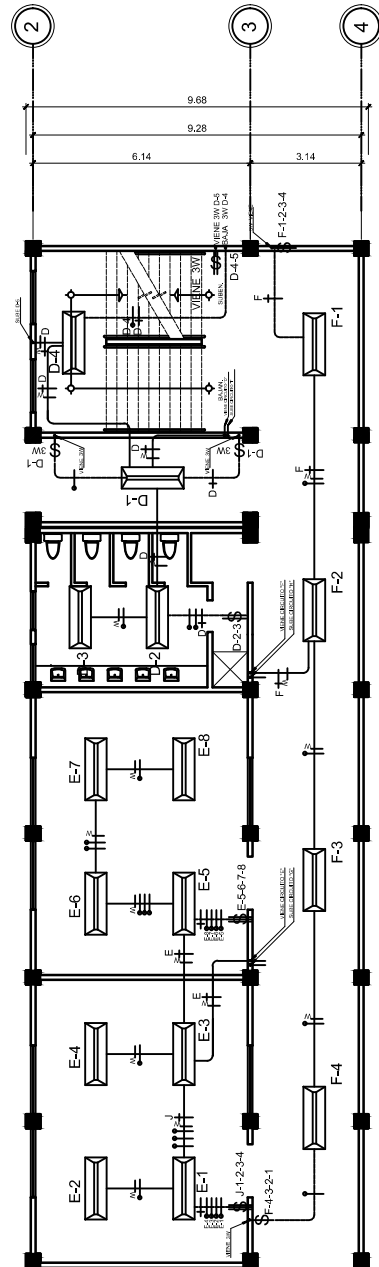
REVISO:
BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.



PRIMER NIVEL.

ESCALA 1:100

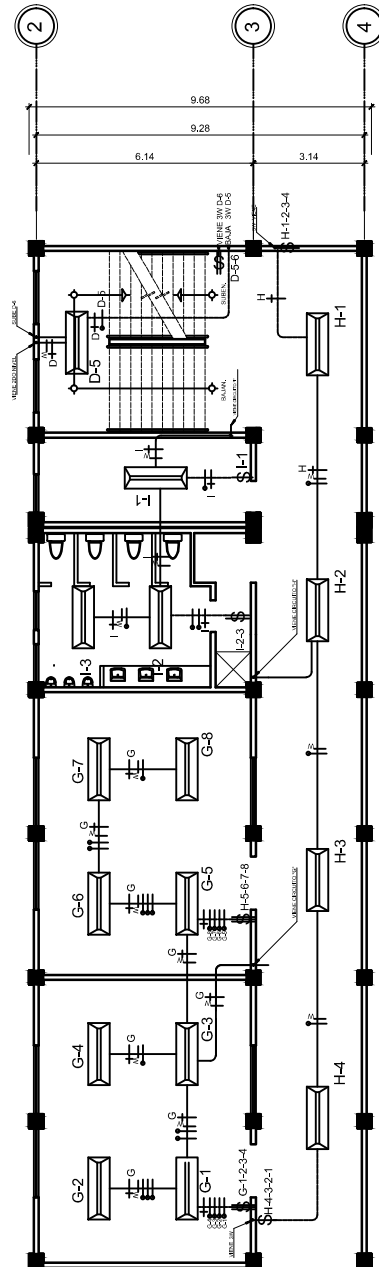
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - LUZ.



SEGUNDO NIVEL.

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - LUZ.



TERCER NIVEL.

ESCALA 1:100

INSTALACIÓN ELÉCTRICA - LUZ.

SIM.	REFERENCIA	SIM.
	CONTADOR h= 1.80	
	TABLERO DE DISTRIBUCION	
	LAMPARA DE CIELO	
	REFLECTOR	
	OJO DE BUEY	
	LINEA POSITIVA	
	LINEA NEUTRA	
	LINEA RETORNO	
	INTERRUPTOR DOBLE H= 1.10	
	INTERRUPTOR TRIPLE H= 1.10	
	INTERRUPTOR THREE WAY H=1.10	
	POLIDUCTO SUBTERRANEO	
	POLIDUCTO EN CIELO	
	CAJA DE REGISTRO.	C.R.
	P.V.C. Ø 4"	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
 Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
 2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ:
 2011 22908

CONTENIDO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN.

DISEÑO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

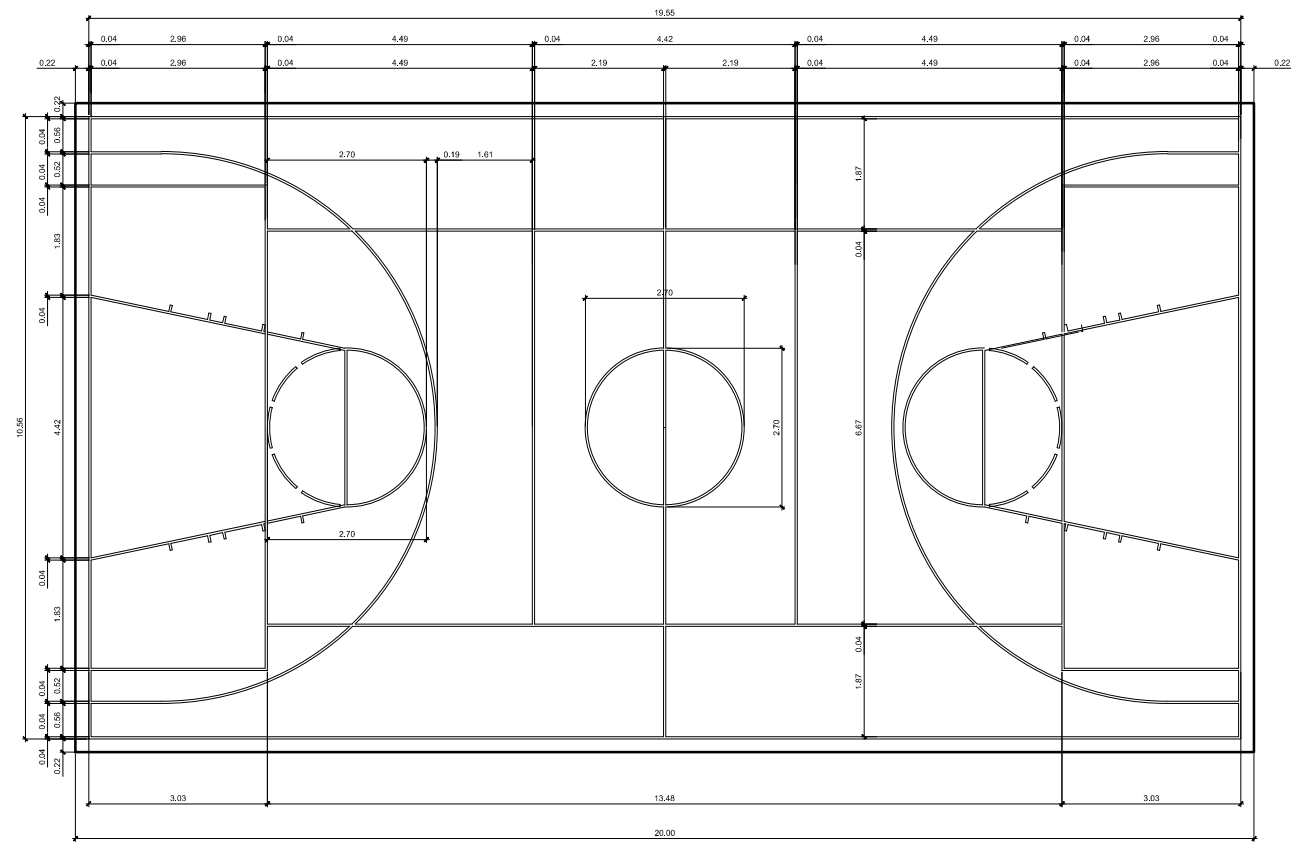
FECHA:
 SEPTIEMBRE DE 2017

DIBUJO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.

CALCULO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ

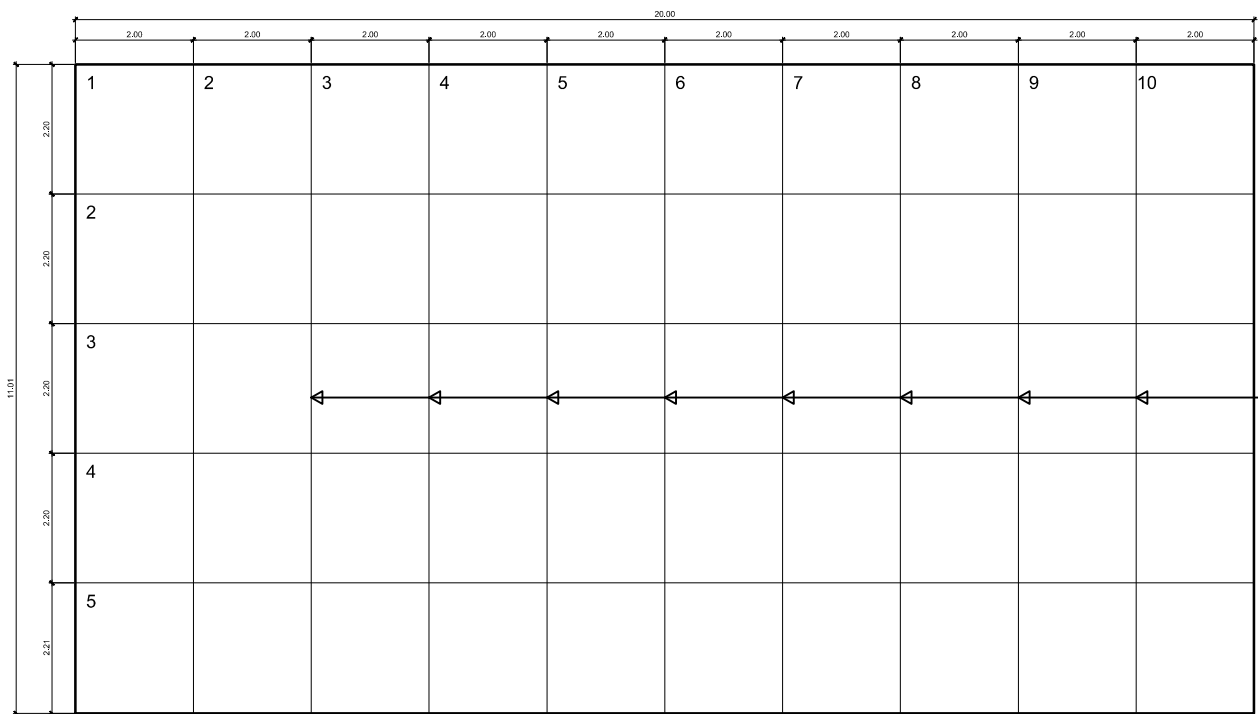
ESCALA:
 INDICADA

REVISO:
 BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.



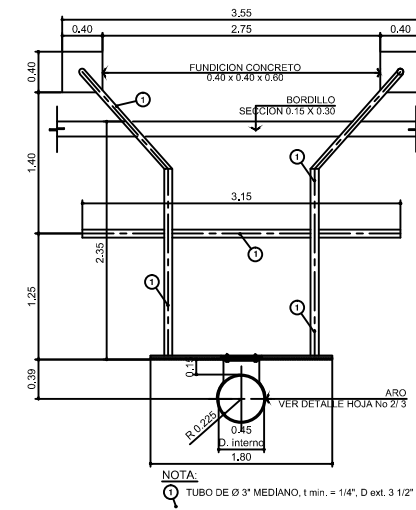
PLANTA ACOTADA.

CANCHA POLIDEPORTIVA. ESCALA 1 : 6 0



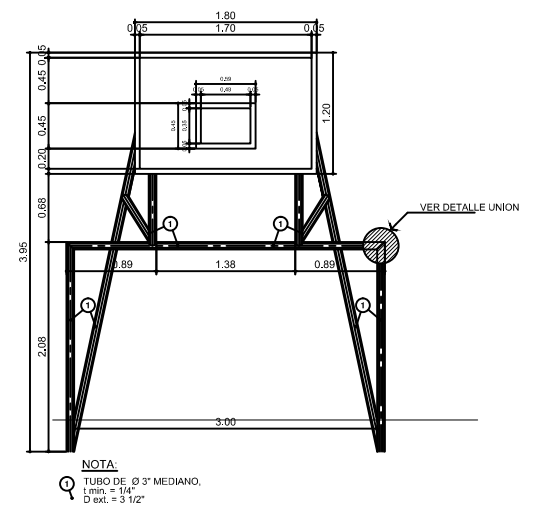
DETALLE DE CANCHA POLIDEPORTIVA.

E S C . INDICADA.



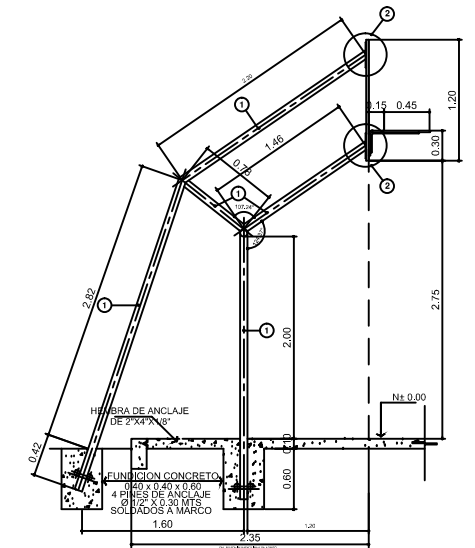
PLANTA

MARCO Y TABLERO ESCALA 1: 35



ELEVACION FRONTAL

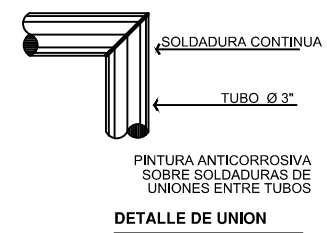
MARCO Y TABLERO ESCALA 1: 35



ELEVACION LATERAL

MARCO Y TABLERO ESCALA 1: 35

- NOTAS:**
- 1.- VER LAS AREAS A PINTAR EN PLANTA ACOTADA.
 - 2.- EL GROSOR DE LA LINEAS DE MARCAJE SERA DE 0.05 m. CON LAS INDICACIONES DE LA PLANTA, SE UTILIZARA PINTURA ESPECIAL PARA CANCHAS DEPORTIVAS.
 - 3.- LA PINTURA DEBE DE SER ESPECIAL PARA CANCHAS DEPORTIVAS.
 - 4.- SE LE APLICARA UNA CAPA SELLADORA EN TODA EL AREA DE LA CANCHA A BASE DE MEZCLA DE ARENA SILICA + EMBULLIDO.



DETALLE DE UNION

PLANTA ARMADO Y MODULACIÓN DE PISO.

CANCHA POLIDEPORTIVA. ESCALA 1 : 6 0



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S. Ingeniería Civil 2017.

PROYECTO:
Diseño De Ampliación Del Instituto De Educación Básica.
LUGAR:
2da. Avenida Zona 1, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

CARNÉ: 2011 22908	CONTENIDO: DETALLES CANCHA POLIDEPORTIVA.
DISEÑO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.	FECHA: SEPTIEMBRE DE 2017
CÁLCULO: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.	REVISÓ: BELMAN ARNOLDO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ.