



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

**DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Erick Fernando Martínez Hernández

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ERICK FERNANDO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

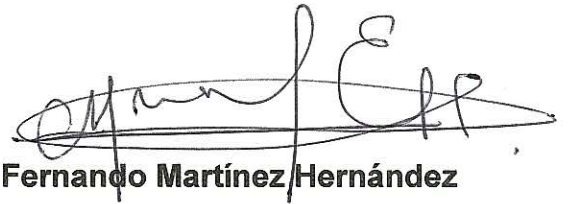
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR
DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha marzo de 2011.



Erick Fernando Martínez/Hernández



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
10 de octubre de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Erick Fernando Martínez Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala,
28 de agosto de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Erick Fernando Martínez Hernández, con Carnet No. 200517835, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 09 de agosto de 2013
Ref.EPS.DOC.856.08.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Erick Fernando Martínez Hernández** con carné No. **200517835**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ. GUATEMALA”**.

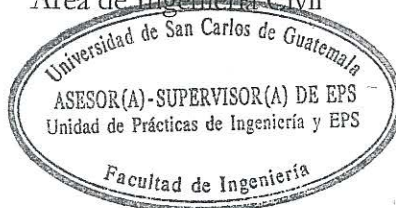
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Erick Fernando Martínez Hernández, titulado DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico 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 LA ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERÍO CANDELARIA Y LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Erick Fernando Martínez Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz 
Decano



Guatemala, noviembre de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

- Mis madres** Aura Marina Hernández Arenas y Clara Luz Arenas Escobar, por todo su amor y confianza depositada en mí, de no ser por ellas que nunca dejaron de creer en mí, todo esto no fuera posible. Este acto se lo merecen ustedes que siempre han estado a mi lado.
- Mi hermana** Suly Aracely Martínez Hernández, por ser el más grande ejemplo de superación profesional que he tenido en la vida y que me demostró con hechos que todo este esfuerzo y sacrificio en verdad valía la pena.
- Mis hermanos** Cristian y Mildred Martínez, porque siempre me han brindado su apoyo en los buenos y malos momentos de mi vida.
- Mis sobrinos** Valerye, Jeffrey, Sara, porque así como a mí un día, estar entre el público me sirvió para anhelar este momento, espero causar el mismo efecto en ellos. Ustedes saben que cuentan con todo mi apoyo.
- Mi maestro** Humberto René Moraga, por haberme cambiado la vida y demostrado que todo podía ser diferente si me esforzaba.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por darme vida nueva y dejarme llegar hasta este momento, por sus bendiciones derramadas en mí y en mi familia, por esas tres mujeres que pusiste en mi camino para guiarme y apoyarme en el camino de la vida, gracias Señor, nunca nos desampares y guíanos para seguir en tu camino.

Mi madre

Clara Luz Arenas Escobar, por ser el pilar fundamental en mi familia y nunca habernos desamparado a mis hermanos y a mí, por ser un ejemplo de lucha y coraje para enfrentar la vida

Mi madre

Aura Marina Hernández Arenas, no solo haberme dado la vida, sino al transcurrir de la misma, te convertiste en mi mejor amiga, infinitas gracias por todo tu apoyo y esfuerzo que solo Dios sabe lo que tu estarías dispuesta a dar por mí, te digo hoy; este logro es tuyo porque siempre has confiado en mí a pesar de las circunstancias, tu deberías estar aquí recibiendo este reconocimiento y no yo, porque sin ti, nunca lo hubiera logrado.

Mi hermana

Suly Martínez Hernández, por tu apoyo incondicional en todos mis proyectos de vida, por compartir conmigo todos tus logros, los cuales son mi mayor ejemplo y deseo de superación. Por siempre inyectarme ánimos para hacer mis sueños realidad, espero seguir a lo largo del camino de la vida compartiéndolos contigo.

Mis tíos y tías

Carmelina y Manuel Álvarez, Rosendo y Antonia, Glenda y Alejandro, Manuel Arenas, que si no tuve la oportunidad de tener una figura paterna, el Señor me bendijo con ustedes, porque su apoyo hacia mí, siempre fue inmenso y desinteresado.

Mis amigos

Moisés, Gustavo, Hugo: que fueron mis compañeros de infancia y adolescencia, con los cuales vivimos innumerables situaciones, de las cuales si las volviera a vivir tendrían que estar ustedes a mi lado. Byron Velásquez, que fue un ejemplo de superación y perseverancia, gracias por tu apoyo, que para mí siempre serás la figura que me faltó en la vida. Luis Alvarado que fuiste mi mejor amigo y compañero en esta casa de estudios, gracias por tu apoyo. Así mismo, Allan, Héctor, Josué, Mauricio, Alejandro, mil gracias por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIX
RESUMEN	XXV
OBJETIVOS	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. CARACTERIZACIÓN DE LA ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.....	1
1.1. Reseña histórica	1
1.2. Ubicación geográfica.....	1
1.3. Extensión territorial	2
1.4. Población	3
1.5. Aspectos socioeconómicos.....	3
1.5.1. Vivienda	3
1.5.2. Servicios	4
1.5.3. Agua.....	4
1.5.4. Extracción de basura	4
1.5.5. Puesto de salud	4
1.5.6. Educación escolar.....	5
1.5.7. Migraciones.....	5
1.5.8. Organización geográfica y social	5
1.6. Aspectos culturales.....	6
1.6.1. Alimentación.....	7

1.7.	Priorización de necesidades	7
1.7.1.	Saneamiento básico: alcantarillado sanitario para el caserío Los Pirires	7
1.7.2.	Educación: escuela de arte para el caserío Candelaria	8
2.	DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE DEL CASERÍO CANDELARIA DE LA ALDEA MONTÚFAR, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.....	9
2.1.	Descripción del proyecto	9
2.2.	Localización.....	10
2.3.	Análisis de suelos.....	10
2.3.1.	Resultados del ensayo triaxial	12
2.4.	Diseño arquitectónico	14
2.5.	Selección del sistema estructural	17
2.6.	Análisis estructural.....	17
2.6.1.	Predimensionamiento	18
2.6.1.1.	Predimensionamiento de losas	19
2.6.1.2.	Predimensionamiento de vigas	21
2.6.1.3.	Predimensionamiento de columnas	21
2.7.	Integración de cargas	22
2.7.1.	Integración de cargas gravitacionales	23
2.7.1.1.	Método del área tributaria.....	23
2.7.2.	Integración de cargas laterales (sísmicas).....	25
2.7.2.1.	Cálculo del peso total del edificio	25
2.7.2.2.	Cálculo del corte basal por el método del UBC 97	29
2.7.3.	Cálculo del centro de masa por nivel	37
2.7.4.	Cálculo del centro de rigidez.....	41

2.7.5.	Cálculo del incremento de cortante por torsión	45
2.7.6.	Distribución horizontal de la fuerza cortante	47
2.7.7.	Cálculo de las fuerzas horizontales finales	53
2.8.	Análisis estructural	56
2.8.1.	Análisis estructural por el método de Kani	57
2.8.2.	Análisis estructural por software	64
2.9.	Resultados de diseño.....	66
2.9.1.	Envolvente de momentos.....	75
2.10.	Diseño estructural	79
2.10.1.	Diseño de losas.....	80
2.10.1.1.	Balaceo de momentos	87
2.10.1.2.	Proceso de diseño	89
2.10.2.	Diseño de vigas principales.....	95
2.10.2.1.	Diseño a corte.....	100
2.10.3.	Diseño de columnas.....	105
2.10.4.	Diseño de zapatas	120
2.10.5.	Diseño de gradas	132
2.11.	Presupuesto.....	138
2.12.	Cronograma de ejecución	144
2.13.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	146
2.13.1.	Identificación de impactos ambientales.....	147
2.13.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	149
3.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.....	153
3.1.	Descripción del proyecto.....	153
3.2.	Estudios topográficos.....	154
3.2.1.	Planimetría	155

3.2.2.	Altimetría.....	155
3.3.	Parámetros de diseño.....	156
3.3.1.	Elección del sistema a utilizar.....	156
3.3.2.	Selección de ruta.....	157
3.3.3.	Desfogue.....	157
3.3.4.	Período de diseño.....	158
3.3.5.	Población futura.....	158
3.3.5.1.	Tasa de crecimiento.....	159
3.4.	Cálculo de caudales.....	159
3.4.1.	Dotación.....	160
3.4.2.	Factor de retorno.....	160
3.4.3.	Factor de flujo instantáneo o de Harmond.....	160
3.4.4.	Caudal sanitario.....	161
3.4.4.1.	Caudal comercial o industrial.....	163
3.4.4.2.	Caudal medio.....	164
3.4.4.3.	Factor de caudal medio.....	164
3.4.5.	Caudal de diseño.....	165
3.5.	Criterios de diseño.....	166
3.5.1.	Velocidades máximas y mínimas.....	166
3.5.2.	Pendientes.....	166
3.5.3.	Cotas Invert.....	167
3.5.3.1.	Cota Invert de Salida (CIS).....	168
3.5.3.2.	Cota Invert de Entrada (CIE).....	168
3.5.4.	Diámetro de tuberías.....	169
3.5.5.	Profundidades de las tuberías.....	169
3.5.6.	Coeficientes de rugosidad.....	169
3.5.7.	Relaciones hidráulicas.....	170
3.6.	Obras complementarias.....	171
3.6.1.	Conexiones domiciliarias.....	172

3.6.2.	Cajas de registro o candela domiciliar	172
3.6.3.	Tuberías secundarias.....	172
3.6.4.	Pozos de visita.....	173
3.7.	Ejemplo del proceso de diseño hidráulico.....	174
3.8.	Propuesta tratamiento de aguas residuales.....	183
3.8.1.	Fosas sépticas	183
3.8.2.	Pozos de absorción.....	184
3.9.	Presupuesto.....	184
3.10.	Cronograma de ejecución.....	188
3.11.	Estudio financiero	189
3.11.1.	Valor Presente Neto (VPN)	189
3.11.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	190
3.12.	Operaciones y mantenimiento de la red.....	190
3.13.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	194
3.13.1.	Identificación de impactos ambientales.....	195
3.13.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	197
3.13.3.	Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario	198
	3.13.2.1. Análisis de riesgo.....	198
	3.13.2.2. Plan de contingencia	198
	CONCLUSIONES	201
	RECOMENDACIONES	203
	BIBLIOGRAFÍA	205
	APÉNDICES	207
	ANEXOS.....	213

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez	2
2.	Planta de conjunto escuela de arte Candelaria	10
3.	Planta típica del edificio de aulas, módulo 01	18
4.	Área tributaria para losas en 2 sentidos.....	24
5.	Área tributaria de columna.....	25
6.	Fuerzas por nivel en un edificio	34
7.	Posición final de CM y CR en el nivel 2	44
8.	Posición final de CM y CR en el nivel 1	45
9.	Fuerzas de diseño finales, nivel 2.....	55
10.	Fuerzas de diseño finales, nivel 1	55
11.	Modelo matemático para cargas gravitacionales, eje C.....	56
12.	Diagrama de momentos para carga muerta, eje C, por el método de Kani.....	64
13.	Diagrama de momentos para carga muerta, eje C, por Etabs versión 9.5	65
14.	Diagrama de momentos por carga muerta, eje 2, sentido X.....	66
15.	Diagrama de momentos por carga viva, eje 2, sentido X.....	67
16.	Diagrama de momentos por sismo, eje 2, sentido X	67
17.	Diagrama de corte por carga muerta, eje 2, sentido X.....	68
18.	Diagrama de corte por carga viva, eje 2, sentido X	68
19.	Diagrama de corte por sismo, eje 2, sentido X	69
20.	Diagrama de momentos por carga muerta, eje C, sentido Y	70
21.	Diagrama de momentos por carga viva, eje C, sentido Y	71

22.	Diagrama de momentos por sismo, eje C, sentido Y.....	72
23.	Diagrama de corte por carga muerta, eje C, sentido Y.....	73
24.	Diagrama de corte por carga viva, eje C, sentido Y	74
25.	Diagrama de corte por sismo, eje C, sentido Y	75
26.	Diagrama de momentos de diseño final por envolvente, eje 2, sentido X	76
27.	Diagrama de corte de diseño final por envolvente, eje 2, sentido X	77
28.	Diagrama de momentos de diseño final por envolvente, eje C, sentido Y	78
29.	Diagrama de corte de diseño final por envolvente, eje C, sentido Y	79
30.	Nomenclatura de losas y área tributaria a corte	81
31.	Momentos del método 3, para losa del primer nivel [kg-m]	87
32.	Momentos de diseño, balanceados para losa nivel 1 [kg-m]	89
33.	Armado de losa en primer nivel.....	93
34.	Armado de losa en segundo nivel	94
35.	Armado final de vigas del eje C, nivel 1	104
36.	Armado final de vigas del eje C, nivel 2.....	104
37.	Coefficiente de empotramiento para columna C2.....	106
38.	Detalles de armado para columna C2, primer nivel.....	119
39.	Área tributaria para corte directo	126
40.	Área tributaria para chequeo por punzonamiento.....	128
41.	Detalle de armado de zapata aislada típica.....	131
42.	Integración de cargas en escalones	133
43.	Detalle de armado de gradas	137
44.	Cronograma de ejecución de la escuela de arte Candelaria	145
45.	Distribución de sectores en el alcantarillado sanitario caserío Los Pirires	154

TABLAS

I.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi	12
II.	Resultados del ensayo triaxial	13
III.	Cargas gravitacionales utilizadas en el análisis estructural	26
IV.	Peso de elementos estructurales nivel 2.....	27
V.	Peso de elementos estructurales nivel 1.....	28
VI.	Pesos totales por nivel.....	28
VII.	Coeficientes para análisis sísmico por el método del UBC 97	30
VIII.	Coeficientes de respuesta sísmica (Cs) por el método del UBC 97	31
IX.	Distribución vertical del cortante basal.....	35
X.	Peso de ejes en sentido X, nivel 2	35
XI.	Peso de ejes en sentido Y, nivel 2	36
XII.	Peso de ejes en sentido Y, nivel 1	36
XIII.	Cálculo de centro de masa sentido X, nivel 2	37
XIV.	Cálculo de centro de masa sentido Y, nivel 2	38
XV.	Cálculo de centro de masa sentido X, nivel 1	39
XVI.	Cálculo de centro de masa sentido Y, nivel 1	40
XVII.	Cálculo de centro de rigidez en sentido X, nivel 2	43
XVIII.	Cálculo de centro de rigidez en sentido Y, nivel 2	44
XIX.	Distribución horizontal del corte en sentido X, nivel 2.....	48
XX.	Distribución horizontal del corte en sentido Y, nivel 2.....	48
XXI.	Distribución horizontal del corte en sentido X, nivel 1	49
XXII.	Distribución horizontal del corte en sentido Y, nivel 1	49
XXIII.	Fuerza cortante y excentricidades en nivel 2.....	50
XXIV.	Fuerza cortante y excentricidades en nivel 1	51
XXV.	Cortantes finales, sentido X, nivel 2	51
XXVI.	Cortantes finales, sentido Y, nivel 2	52

XXVII.	Cortantes finales, sentido X, nivel 1	52
XXVIII.	Cortantes finales, sentido Y, nivel 1	53
XXIX.	Fuerzas finales aplicadas a ejes X.....	53
XXX.	Fuerzas finales aplicadas a ejes Y.....	54
XXXI.	Rigideces relativas	57
XXXII.	Factores de giro (μ).....	58
XXXIII.	Momentos fijos (M_{fik}) [kg/m]	59
XXXIV.	Factor de corrimiento (r_{ik})	60
XXXV.	Momentos finales por carga muerta, eje C, método de Kani	62
XXXVI.	Armado de viga entre ejes 3-2 del marco del eje C, nivel 1	98
XXXVII.	Armado de viga entre ejes 2-1 del marco del eje C, nivel 1	99
XXXVIII.	Carga axial máxima de diseño en columna C2.....	109
XXXIX.	Carga teórica admisible recomendada.....	121
XL.	Cargas de diseño de gradas	134
XLI.	Presupuesto módulo 01, escuela de arte caserío Candelaria....	138
XLII.	Presupuesto módulo 02, escuela de arte caserío Candelaria....	141
XLIII.	Coeficiente de rugosidad	170
XLIV.	Parámetros de diseño para el alcantarillado sanitario caserío Los Pirires, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez	175
XLV.	Datos de entrada para tramo inicial	176
XLVI.	Datos de entrada para tramo continuo.....	179
XLVII.	Presupuesto de sector 01, alcantarillado sanitario Los Pirires ...	185
XLVIII.	Presupuesto de sector 02, alcantarillado sanitario Los Pirires ...	185
XLIX.	Presupuesto de sector 03, alcantarillado sanitario Los Pirires ...	186
L.	Presupuesto general del alcantarillado sanitario Los Pirires.....	187
LI.	Cronograma de ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario Los Piriries.....	188
LII.	Relaciones hidráulicas	210

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_{pozo}	Altura de pozo
a	Altura del bloque rectangular equivalente de esfuerzos del concreto
H_f	Altura final de pozos de visita
H_o	Altura inicial de pozos de visita
H_z	Ancho de zapata
A_s	Área de acero de fuerza a tracción o compresión
$A_{s\text{máx}}$	Área de acero máximo
$A_{s\text{mín}}$	Área de acero mínimo
A_c	Área de corte
A_g	Área de sección transversal gruesa
A_z	Área de zapata

A	Área factible para conectar ilícitamente
b_c	Base de columna
b_v	Base de viga
q_u	Capacidad de carga última
P_u	Carga axial mayorada
CM	Carga Muerta
CV	Carga Viva
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q_{com}	Caudal comercial
q_d	Caudal de diseño
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{med}	Caudal medio

cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
n	Coeficientes de rugosidad de Manning
Ch	Contrahuella de gradas
V_g	Cortante gravitacional
V_p	Cortante por capacidad
Cf	Cota final de terreno
Co	Cota inicial del terreno
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
ρ_b	Cuantía balanceada
ρ	Cuantía de acero de refuerzo
ρ_{máx}	Cuantía máxima
ρ_{mín}	Cuantía mínima

ϵ_s	Deformación unitaria a compresión del concreto
Δ_o	Desplazamiento lateral relativo (deriva)
d	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal a tracción
dH	Distancia horizontal a ejes de pozos de visita
X_{CM}	Distancia sobre el eje X del centro de masa
X_{CR}	Distancia sobre el eje X del centro de rigidez
Y_{CM}	Distancia sobre el eje Y del centro de masa
Y_{CR}	Distancia sobre el eje Y del centro de rigidez
So	Espaciamiento de confinamiento
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
$S_{m\acute{a}x}$	Espaciamiento máximo
$S_{m\acute{i}n}$	Espaciamiento mínimo
Est	Estación

ed_x	Excentricidad de diseño sobre el eje X
ed_y	Excentricidad de diseño sobre el eje Y
e_x	Excentricidad directo sobre el eje X
e_y	Excentricidad directo sobre el eje Y
f_{qm}	Factor de caudal medio
F_f	Factor de flujo
F_i	Factor de infiltración
\emptyset	Factor de reducción de resistencia
FR	Factor de retorno
β_1	Fracción de la distancia desde la fibra de deformación unitaria máxima al eje neutro C
V_e	Fuerza cortante de diseño correspondiente al desarrollo de la resistencia probable
F_m	Fuerza sísmica de cada marco
Hab	Habitantes

h/m	Hombres/mujeres
Hu	Huella de gradas
I	Intensidad de lluvia
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
l	Litro
L_b	Longitud de bastones
L_T	Longitud de tubería
L_v	Longitud en voladizo
L_t	Longitud total
m	Metro
E_s	Módulo de elasticidad del acero
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
M_{pr}	Momento de resistencia probable

$M_{m\acute{a}x}$	Momento máximo
M_{ux}	Momento mayorado sobre el eje X
M_{uy}	Momento mayorado sobre el eje Y
No. Var	Número de varillas de recuezo
S_{tub}	Pendiente de tubería
$S\%$	Pendiente del terreno
d_z	Peralte de zapata
%	Porcentaje
q_a	Presión de contacto admisible
$q_{m\acute{a}x}$	Presión de diseño máxima
$q_{mn}$	Presión de diseño mínima
plg	Pulgada
Rh	Radio hidráulico
f'_c	Resistencia a compresión del concreto

V_s	Resistencia a cortante proporcionada por el refuerzo a corte
f_y	Resistencia a fluencia del acero
f_s	Resistencia a tracción del acero por la resistencia probable
V_c	Resistencia la cortante proporcionada por el concreto
k	Rigidez
s	Segundos
r	Tasa de crecimiento
ton	Tonelada
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad a sección parcialmente llena
Viv	Viviendas
Vol	Volumen

GLOSARIO

ACI 318	Instituto Americano del Concreto (por sus siglas en inglés). Comité 318: Reglamento Estructural para Edificaciones.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Alcantarillado sanitario	Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales.
ASTM	Asociación Americana para Pruebas y Materiales (por sus siglas en inglés).
Bajada de cargas	Procedimiento que consiste en cuantificar y acumular las cargas desde el nivel más alto, hasta el primero para transmitirlo a la cimentación.
Caudal	Volumen de agua que pasa en una sección de flujo por unidad de tiempo.
Capacidad de carga	Esfuerzo máximo por unidad de área que el suelo puede soportar antes que ocurra la falla por cortante.

Cargas de servicio	También llamadas cargas de trabajo, son todo tipo de carga que se espera que actúe sobre una estructura, sin factores de carga.
Cargas mayoradas	Llamadas cargas de diseño, son las cargas de servicio multiplicadas por su un factor de carga.
Composición estratigráfica	Disposición en capas o estratos sucesivos que constituyen un suelo.
Concéntrico	Se aplica a objetos que comparten el mismo centro.
Cota Invert	Distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
Cuantía	Porcentaje de acero relativo al área de la sección transversal efectiva del concreto.
Diagrama de interacción	Representación gráfica de valores internos de carga axial y momento flexionante, que la columna es capaz de soportar.
Dotación	Volumen de agua consumida por un habitante durante un día.
Elemento estructural	Es cada una de las partes en que puede dividirse una estructura a efectos de su diseño.

Envolvente	Es la superposición de los valores que representan los esfuerzos máximos y mínimos en un elemento estructural.
Esbeltez	Relación que existe entre la sección transversal de un elemento y su longitud.
Espaciamiento	Separación del refuerzo transversal de un elemento.
Estructura	Es la unidad resistente constituida por una diversidad de materiales que tiene como objetivo soportar cargas.
Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación entre dos puntos de referencia.
Falla súbita	Falla de tipo frágil, acompañada de deformaciones de pequeña magnitud, antes del colapso total o parcial.
Fluencia	Deformación brusca que se produce cuando un material esta sometido a un esfuerzo constante.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

Manto freático	Manto de agua subterránea, que se localiza entre dos capas de suelos relativamente permeables.
Pendiente	Inclinación respecto de una línea horizontal.
Pilotes	Elemento constructivo utilizado para cimentar una estructura a un estrato más profundo de mayor resistencia.
Plataforma	Modificación por corte y relleno del terreno natural para tener una superficie plana.
Profundidad de desplante	Profundidad a la cual se cimentará la base de una zapata.
Pozo de visita	Obra que facilita el acceso para la inspección y limpieza de las tuberías.
Retracción	Disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo.
Tratamiento	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para poder reutilizarla.

UBC

Código Uniforme de la Edificación (por sus siglas en inglés).

Vida útil de la estructura

Período durante el cual una estructura es capaz de mantener el nivel requerido de resistencia y servicio.

RESUMEN

Como parte importante de los objetivos del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se incluye el apoyo técnico a la Dirección Municipal de Planificación (DMP), mediante la planificación de proyectos de infraestructura que permitan solventar una problemática actual de carácter urgente, que limita el correcto desarrollo y calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

En virtud de lo anterior, se resume en este documento las etapas más importantes de la planificación de los proyectos asignados por la DMP, para su diseño y planteamiento de soluciones viables y factibles.

Para una mejor comprensión, el documento se ha dividido en 3 capítulos. El capítulo 1: contiene la información monográfica del área de influencia, donde se ha caracterizado la zona que resultará beneficiada con la ejecución de los proyectos planteados. El capítulo 2: detalla el procedimiento de diseño para la escuela de arte para el caserío Candelaria, de la aldea Montúfar; contiene el conjunto de criterios que fundamentan el diseño, los cuales se basan en códigos aceptados de manera internacional, utilizados en la práctica actual en Guatemala, debido a que brindan estructuras con una muy buena respuesta a eventos sísmicos comunes en el país.

Finalmente, el capítulo 3 resume el procedimiento para el diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío Los Pirires, de la aldea Montúfar, el cual esta basado en las disposiciones mínimas requeridas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la cual brinda un diseño conservador que

permitirá que el proyecto cumpla a cabalidad con su función durante toda su vida útil.

Cabe resaltar que en ambos proyectos, se hace énfasis en los estudios complementarios para una correcta preparación y evaluación de proyectos a nivel de perfil, como lo es el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), estudios financieros, presupuesto y cronograma de ejecución.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo del municipio de San Juan Sacatepéquez, específicamente a la comunidad de la aldea Montúfar, mediante el planteamiento de soluciones viables a los problemas y necesidades de educación y saneamiento que el municipio presenta, beneficiando a la población y mejorando su calidad de vida.

Específicos

1. Apoyar técnicamente a la Dirección Municipal de Planificación (DMP), y principalmente a la comunidad del municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Proveer de un proyecto de saneamiento básico que mejore la calidad de vida del caserío Los Pirires, aldea Montúfar, a través de la planificación del alcantarillado sanitario para la comunidad.
3. Incentivar el arte y la cultura como complemento de la educación en la comunidad del caserío Candelaria, aldea Montúfar, mediando la planificación de una escuela de arte que cumpla con los requisitos mínimos de infraestructura y servicios.
4. Cumplir con los objetivos del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en cuanto al servicio y proyección social de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), permite al estudiante universitario contribuir a solventar los diferentes problemas sociales enfrentados por las comunidades rurales, así como al desarrollo social de la república en los aspectos de factibilidad, planificación, diseño, ejecución y supervisión de obras civiles, es decir, infraestructura y servicios básicos.

Como aporte social hacia las comunidades pertenecientes al municipio de San Juan Sacatepéquez de Guatemala y mediante el estudio de priorización de proyectos, se determinó que es necesaria la planificación y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Los Pirires, el cual constará de línea central de conducción, pozos de visita y conexiones domiciliarias, además se identificó la necesidad de apoyar el diseño de la escuela de arte del caserío Candelaria que albergará las oficinas administrativas, salón de exposiciones y salones de clases de esta institución, así como los espacios necesarios para el desarrollo de las actividades a realizar por dicho establecimiento. Estos proyectos contribuirán a fortalecer el desarrollo social y cultural de dichas comunidades.

Las fases del estudio, incluyen componentes de planificación, diseño, integración de costos directos e indirectos, presupuesto y juego de planos, de acuerdo con las bases y estándares de diseño reconocidos en el medio guatemalteco.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

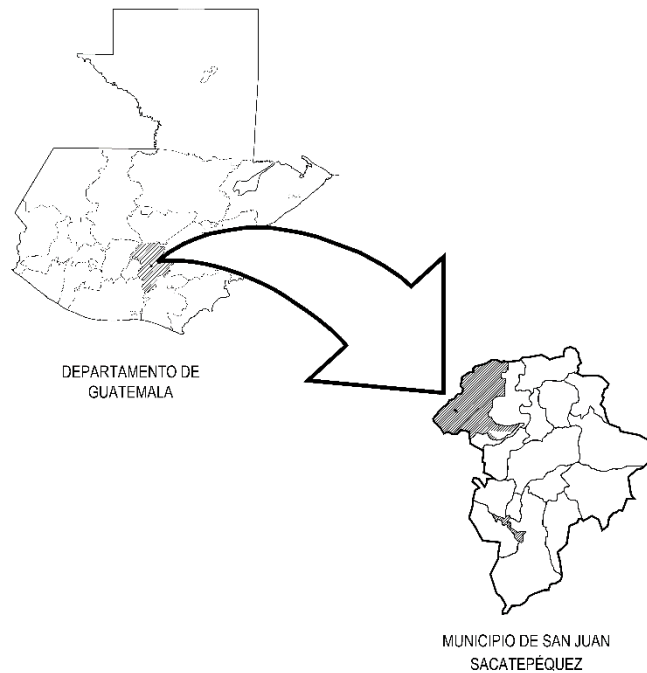
1.1. Reseña histórica

Según historias de los lugareños, inicialmente se llamó *Cheziak*, que significa en el idioma Cakchiquel; palo de paxte, pues este árbol era muy abundante en la región. Posteriormente lo cambiaron a *Puluc*, derivado en aquel tiempo, del apellido de la mayoría de sus habitantes. En 1 910 la aldea adquiere el nombre de Montúfar en honor al poeta y escritor José Batres Montúfar.

1.2. Ubicación geográfica

La distancia de la ciudad Guatemala a la aldea, es de 43 kilómetros, y desde San Juan Sacatepéquez, es de 14 kilómetros sobre la ruta a las Verapaces; ambas carreteras están asfaltadas. Los caminos que llevan a los caseríos son de terracería, aunque recientemente han sido balastrados y se encuentran relativamente en buenas condiciones. El transporte que utilizan los habitantes para movilizarse hacia la ciudad, son buses del transporte extraurbano, y de la aldea hacia poblaciones cercanas, caseríos o comunidades, regularmente utilizan *pick-ups*.

Figura 1. **Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

1.3. Extensión territorial

Su extensión es de 70 kilómetros cuadrados, esta rodeada por la Sierra Madre. Su nivel sobre el mar, es de 1 615 metros. Delimita al oeste con San Martín Jilotepeque, Chimaltenango; al este con Realhuit, Cerro Alto, al norte con el caserío los Pirires y al sur con la aldea Sacsuy. El grupo étnico predominante en la aldea Montúfar, son los mayas cakchiqueles, quienes constituyen el 85 por ciento de la población. El 15 por ciento restante son ladinos.

1.4. Población

La aldea tiene un total de 7 395 habitantes, 3 715 de sexo masculino y 3 680 de sexo femenino. La población económicamente activa la comprenden el 57 por ciento de la población, incluyendo niños y ancianos. El sueldo promedio oscila entre 1 500,00 y 1 800,00 quetzales al mes. Generalmente los salarios más altos los obtienen quienes se dedican a la albañilería o tienen negocios propios. Uno de los medios principales de ingresos, esta relacionado con las remesas familiares que envían parientes de miembros de la población provenientes de Estados Unidos de América.

1.5. Aspectos socioeconómicos

Las fuentes de empleo son: 2 fábricas de blocks para la construcción y una plantación de macadamia. Existe producción de textiles, bordados, cestos, cohetes y lazos, agricultura, cosecha del maíz y frijol, maicillo, café, caña de azúcar, banano, aguacate y otras verduras, resulta otra forma para afianzarse de ingresos. Durante la estación lluviosa también se cosechan hongos de San Juan y aguacate.

1.5.1. Vivienda

Las viviendas que están construidas en el centro de la aldea, son de block, piso de cemento y techo de lámina. En las comunidades más alejadas, en su mayoría, las viviendas son de techo de bajareque o lámina y piso de tierra. Se observan también algunas construcciones de block y cemento.

1.5.2. Servicios

Uno de los primeros servicios públicos con los que contó la aldea, por la intervención de un comité local y del señor José Osorio, fue la luz eléctrica en 1973, mismo año en que se construyó la escuela y se introdujo el agua entubada en el casco de la aldea.

1.5.3. Agua

El área central y 3 caseríos, se benefician con un sistema de distribución de agua, a través de pozos con bomba, contando con este servicio todo el día, lo que permite un nivel de salubridad medio.

1.5.4. Extracción de basura

En el casco central de Montúfar, trabaja un tren de aseo, que es un camión recolector que recorre las calles una vez por semana. Este servicio es privado y tiene un costo por casa de 30 quetzales.

1.5.5. Puesto de salud

Tiene un servicio de atención por parte de un enfermero auxiliar y un estudiante universitario de práctica supervisada, quienes atienden de lunes a viernes de 8 a 16 horas. Un equipo de 8 comadronas de los distintos caseríos, brindan atención elemental cuando hay un problema de salud que les es consultado. Además de estos servicios, las comadronas ofrecen charlas formativas en temas relacionados con la misma.

1.5.6. Educación escolar

En el centro de la aldea se encuentran ubicadas 4 escuelas y 1 instituto de educación básica en la jornada vespertina. A pesar de la existencia de estos centros educativos, Montúfar tiene un 65 por ciento de analfabetismo, encabezado por el sector femenino.

1.5.7. Migraciones

Algunas familias realizan migraciones estacionales o permanentes en busca de mayor participación en actividades agrícolas y de un mejor salario. Los principales sitios hacia los que se dan las migraciones, son la ciudad capital, Santa Rosa Taxisco y la costa sur. Muchos han emigrado hacia Estados Unidos de América.

1.5.8. Organización geográfica y social

Se subdivide en 4 caseríos principales que son: Candelaria, Sajquies, San Jerónimo y el casco urbano de Montúfar. El terreno presenta múltiples colinas y depresiones, por ejemplo; Candelaria y Sajquies, se ubican en la cima de 2 colinas, mientras San Jerónimo se encuentra en un área más baja. Montúfar es atravesado por una serie de ríos, como el de San Miguel, Rialema, Patatzalaj, Realhiut, Pixcayá y otros riachuelos.

Cada uno de los caseríos, es atendido por un alcalde auxiliar y un grupo de concejales, los cuales son electos por la comunidad y su misión fundamental, es velar por el mejoramiento de la misma.

Existe un comité promejoramiento y desarrollo, cuyos principales miembros son líderes femeninas. El enfermero auxiliar del Puesto de Salud, es la persona que asesora y colabora con distintos proyectos de mejoramiento que se propongan en la población y que se relacione con el área de la salud.

1.6. Aspectos culturales

Los habitantes de Montúfar, practican tradiciones y costumbres particulares del grupo dominante Maya Cakchiquel, quienes tienen la visión de que el tener un número significativo de hijos, les da poder y es un símbolo de futura estabilidad económica, ya que entre más hijos tengan, mayor es la probabilidad de tener más y mejores fuentes de ingresos económicos en el futuro.

La unión familiar es muy apreciada, tanto así que al casarse cada hijo deberá construir su vivienda en el mismo terreno donde viven los padres, lo que dificulta los sistemas de saneamiento e infraestructura.

Un aspecto importante, es el papel que juegan los ancianos (abuelos (as), suegros (as) padres), ya que son personas muy respetadas, debido a la función de orientadores con la juventud. Un ejemplo claro, es la gran influencia que ejercen las suegras sobre sus nueras en situaciones como el parto o la formación de los niños y niñas.

En relación a los roles de hombres y mujeres, niños y niñas; en la mayoría de las familias se concibe que la mujer debe dedicarse a los quehaceres de la casa, función que es transmitida de generación en generación, razón por la cual, no consideran importante que las niñas asistan a la escuela. Los niños

por su parte, son formados para realizar tareas de agricultura y trabajar fuera de la casa.

1.6.1. Alimentación

Los habitantes de Montúfar basan su alimentación en el consumo de granos, tales como; el frijol y maíz, las carnes rojas las incluye esporádicamente.

El plato típico del lugar, es el pinol y es consumido para ocasiones festivas. Este se prepara con carne de pavo en salsa de miltomate y maíz tostado, acompañado de diversas especias.

1.7. Priorización de necesidades

Considerando los datos monográficos de la aldea Montúfar, el trabajo de campo realizado y los aspectos socioeconómicos, culturales e infraestructura, se han delimitado las siguientes necesidades:

1.7.1. Saneamiento básico: alcantarillado sanitario para el caserío Los Piries

Por la falta de un plan de educación sanitaria, se presenta en las comunidades problemas causados por los desechos humanos, que sin un tratamiento apropiado, representan un peligro de varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea, entre otras.

Aún cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga para otras comunidades

aguas abajo. Por esta razón, un buen sistema de recolección de aguas residuales es obsoleto, si no se plantea la necesidad de tratarla antes de descargarla al cuerpo receptor.

1.7.2. Educación: escuela de arte para el caserío Candelaria

La base del desarrollo económico, social y cultural de cualquier comunidad, es la educación. Las personas que no tienen acceso a educación, tienen limitadas las posibilidades de desarrollarse y mejorar su calidad de vida.

La educación de las artes en un país rico en cultura milenaria, como lo es Guatemala, es de suma importancia para mantener viva esta riqueza cultural que pocos países en el mundo tienen. Lamentablemente el acceso a la educación fundamental es limitada, por lo que es lógico pensar que la educación de las artes esta descuidada en estos tiempos. Pese a ello, las comunidades rurales han manifestado a la municipalidad, su interés en tener un establecimiento específico y complementario a la escuela tradicional para compartir el conocimiento artístico entre los jóvenes estudiantes.

2. DISEÑO DE LA ESCUELA DE ARTE DEL CASERÍO CANDELARIA DE LA ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

2.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene por objeto, brindar la infraestructura necesaria para que la comunidad del caserío Candelaria de la aldea Montúfar, complemente la educación existente en el área, con la expresión de las artes en todas sus disciplinas. Para ello se proyecta la construcción de 2 edificios de 2 niveles que alberguen a los estudiantes, áreas de recreación y de convivencia albergados en los límites del terreno de 1 300 metros cuadrados, del cual dispone la comunidad.

Considerando cubrir las áreas más importantes del arte, se han incluido los siguientes ambientes:

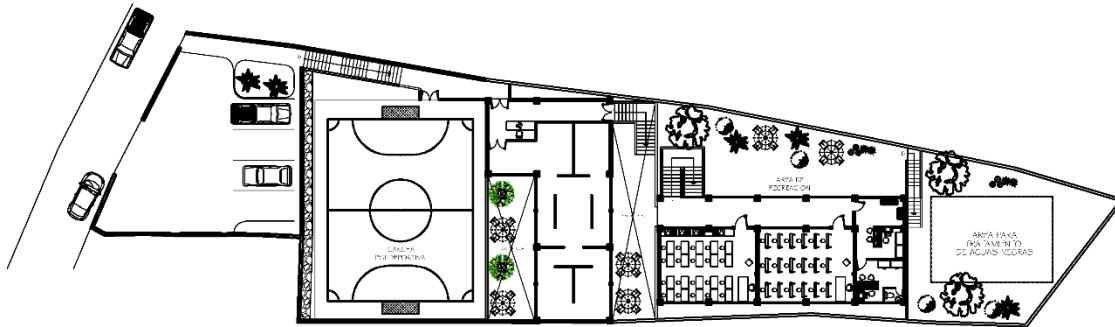
- Salón de música
- Sala de fotografía
- Salón de escultura
- Salón de pintura

Cada salón de clase cuenta con iluminación y ventilación natural, y su capacidad óptima, es de 40 estudiantes por salón.

Además, se ha incluido un edificio de servicios con cafetería y salón de exposiciones para hacer que el proyecto sea auto sostenible a largo plazo.

También se han incluido las respectivas áreas administrativas y servicios sanitarios necesarios, según la capacidad de los edificios.

Figura 2. **Planta de conjunto escuela de arte Candelaria**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.2. Localización

El terreno destinado para la realización del proyecto, se encuentra ubicado en el caserío Candelaria, aldea Montúfar, la cual esta aproximadamente a 14 kilómetros de la cabecera de San Juan Sacatepéquez. Cuenta con todos los servicios básicos de agua, luz, drenaje sanitario y un fácil acceso por medio de calles pavimentadas.

2.3. Análisis de suelos

El estudio de suelos, es una parte fundamental en todo proyecto estructural, debido a que define el tipo, dimensiones y disposiciones de la cimentación que deberá transmitir las cargas de la estructura al suelo.

La cohesión de un suelo y su ángulo de fricción interna, son componentes del esfuerzo de corte, que pueden obtenerse de diferentes maneras, entre ellas la prueba de compresión triaxial, que es la que se utilizó en este proyecto.

Para calcular la capacidad de carga del suelo, la teoría propuesta por el Dr. Karl Terzaghi, ha demostrado ser lo suficientemente aproximada para todos los casos en su aplicación práctica. Sin embargo, debido a que el Dr. Terzaghi desarrolló su teoría, únicamente para el caso de cimentaciones continuas, se debe utilizar la ecuación modificada para el caso de cimentaciones cuadradas que exhiben falla general por corte, que se describe a continuación:

$$q_u = [(1,3 \times C \times N_c) + (\gamma \times D_f \times N_q) + (0,4 \times \gamma \times B \times N_\gamma)]$$

Donde:

q_u = capacidad de carga última [ton/m²]

C = cohesión del suelo [ton/m²]

γ = peso específico del suelo [ton/m³]

D_f = profundidad de desplante de la cimentación [m]

B = dimensión de la zapata [m]

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga, que están en función del ángulo ϕ de fricción interna del suelo

Los factores de capacidad de carga expuestos y utilizados en la ecuación de Terzaghi, se obtienen de expresiones que involucran al ángulo de fricción interna del suelo, y para una fácil aplicación, algunos autores han desarrollado datos tabulados, de los cuales se pueden obtener, para su aplicación. Una de estas tablas, se muestra a continuación.

Tabla I. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_f^*	ϕ	N_c	N_q	N_f^*
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

*Según Kumbhojkar (1993)

Fuente: Das, Draja M. Principios de ingeniería de cimentaciones. p. 158.

2.3.1. Resultados del ensayo triaxial

Para el ensayo de compresión triaxial, que es del tipo no consolidado y no drenado, se analizó una muestra inalterada de suelo de 1 pie cúbico de volumen, a una profundidad de 2 metros. Según la caracterización de la muestra, el suelo es limo-arenoso color café, que posee los siguientes parámetros del esfuerzo de corte (ver apéndice 1).

Tabla II. **Resultados del ensayo triaxial**

Parámetros del esfuerzo de corte	
Ángulo de fricción interna	$\phi = 28,81^\circ$
Cohesión	$C = 3,80 \text{ ton/m}^2$
Peso específico del suelo	$\gamma = 1,45 \text{ ton/m}^3$

Fuente: elaboración propia.

Para determinar los factores de carga que se utilizará en la ecuación modificada del Dr. Terzaghi, se hará uso del ángulo de fricción interna del suelo y de la tabla I, que proporcionan los siguientes valores:

$$N_c = 34,24$$

$$N_q = 19,98$$

$$N_\gamma = 16,18$$

Se propone usar una profundidad de desplante de 1,50 metros y una sección en planta de la zapata de 2,00 x 2,00 metros.

- Cálculo de la capacidad de carga máxima del suelo

$$q_u = (1,3 \times 3,80 \times 34,24) + (1,17 \times 1,50 \times 19,98)$$

$$+ (0,4 \times 1,45 \times 2,00 \times 16,18)$$

$$q_u = 222,979 \text{ ton/m}^2$$

La carga admisible neta se define como:

$$q_a = \frac{q_u - D_f \gamma_{\text{suelo}}}{FS}$$

Donde:

q_a = capacidad admisible neta del suelo [ton/m²]

q_u = capacidad de carga máxima del suelo [ton/m²]

D_f = desplante de cimentación [m]

γ_{suelo} = peso específico del suelo [ton/m³]

FS = factor de seguridad

Puede usarse un factor de seguridad de 3 a 5, por lo que se tiene que:

$$q_a = \frac{222,979 - (1,50 \times 1,45)}{5} \rightarrow q_a = 44,16 \text{ ton/m}^2$$

2.4. Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico de cada edificio, se utilizaron los criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos, del Ministerio de Educación (MINEDUC), del 2007. Los principales criterios a considerar son:

- Confort visual: debido a las distintas actividades que se desempeñan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se requiere de un determinado nivel de iluminación. La iluminación, dependiendo de la fuente que la produce, se puede dividir en 2 tipos; natural y artificial, la cual se debe distribuir sobre todos los puntos del ambiente.

- Iluminación natural: para su mejor aprovechamiento, las ventanas deben ser orientadas hacia el norte franco. Para mejorar las condiciones de iluminación, la ubicación de ventanas debe ser en muros opuestos, o sea iluminación bilateral. La sumatoria de los vanos de las ventanas, no debe ser menor de $\frac{1}{3}$ del área de piso del ambiente.
- Iluminación artificial: para los centros educativos se debe proyectar como obligatoria en la jornada nocturna; en un día lluvioso es la única fuente de iluminación. Debe ser distribuida uniformemente, ser difusa y evitar conos de sombra.
- Confort térmico: pretende lograr una ventilación natural adecuada, con el objetivo de renovar continua o periódicamente el aire de un ambiente cerrado.

Esto se logra diseñando cada ventana con un porcentaje adecuado del vano destinado para la ventilación. El área mínima de ventana utilizada para ventilar, debe ser de $\frac{1}{5}$ del área de piso.

- Confort acústico: busca lograr las condiciones óptimas para reducir las interferencias del ruido entre los distintos ambientes, por medio de materiales de construcción que aíslen los ruidos.

Los criterios arquitectónicos a nivel de conjunto que deben considerarse son:

- **Accesibilidad:** un centro educativo debe tener accesos preferentemente en calles de poco tránsito, con facilidad de afluencia de personas y vehículos. Los accesos al centro educativo, deben ser en un número reducido para mayor control del ingreso y egreso.
- **Servicios:** el terreno debe contar con los servicios públicos primordiales, entre ellos: agua potable, electricidad, drenajes, transportes, teléfono, entre otros.
- **Sectorización de edificios y espacios dentro del terreno:** el diseño debe contemplar distinción entre los sectores educativo, administrativo, servicios y circulación, de manera que las actividades de un sector, no interfieran con las de los otros, pero al mismo tiempo debe existir una adecuada vinculación entre ellos.
- **Emplazamiento:** el 40 por ciento de la superficie del terreno, debe ser ocupada por edificios techados y el 60 por ciento restante, por espacios libres, destinados a áreas verdes, recreación, estacionamientos, entre otros.

Considerando los requisitos mínimos del MINEDUC, se considera pertinente considera que la altura del edificio sea:

- **Altura de primer nivel:** 4,50 metros del nivel de desplante de la zapata.
- **Altura del segundo nivel:** 3,00 metros de piso a cielo.

2.5. Selección del sistema estructural

Cualquier sistema estructural actual, tendrá una respuesta favorable, siempre y cuando se tenga un estricto control en el diseño, materiales y sobre todo, ejecución del mismo. Al elegir un sistema estructural, se debe considerar la mano de obra disponible.

Debido a esto, se ha optado por elegir el sistema de marcos rígidos, resistentes a momentos de concreto reforzado, ya que si se diseña de acuerdo a los estándares sísmicos aprobados a nivel internacional, y se controlan los procesos críticos en la ejecución, su respuesta a un evento sísmico es controlable y previsible.

2.6. Análisis estructural

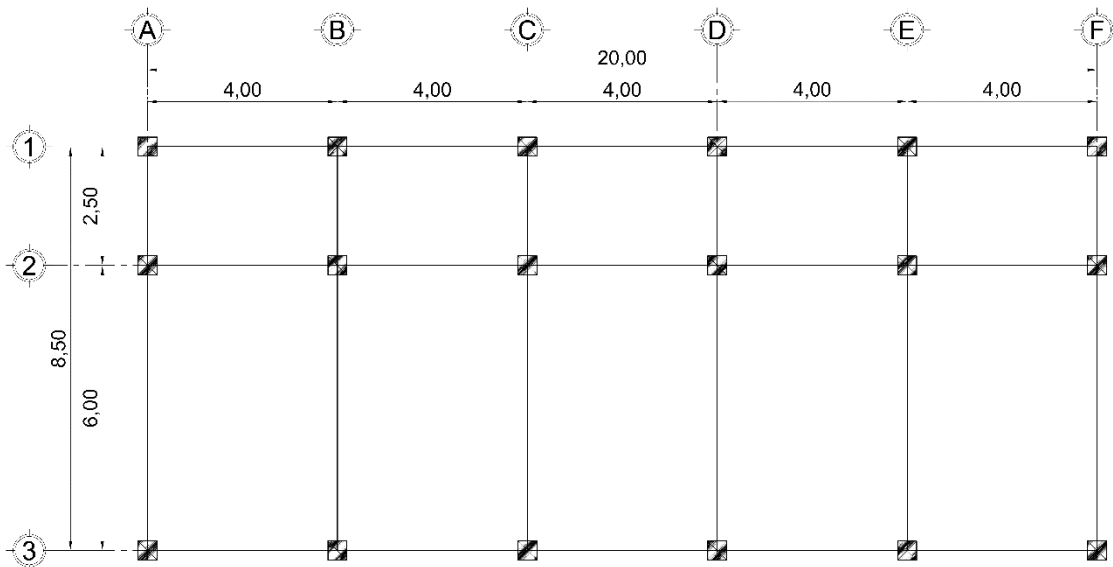
El proceso de diseño que se presenta a continuación, corresponde a lo establecido por la práctica usual, que ha demostrado ser una opción útil en el diseño estructural. El proceso inicia con el análisis estructural, que puede ser manual o con el apoyo de software específico. En este documento, se hará una comparativa de ambos métodos.

En las secciones siguientes, se ejemplificará el proceso de análisis estructural y diseño estructural del módulo 01, que es el edificio de aulas crítico para la escuela de arte del caserío Candelaria. La figura 3 esquematiza el modelo de la planta típica.

2.6.1. Predimensionamiento

Debido a que en el análisis estructural se involucran las dimensiones de los miembros estructurales, el primer paso, es asumir un tamaño inicial para los mismos, lo que hace que el diseño sea iterativo y se necesite afinar varias veces para llegar a un diseño óptimo. Diversos autores han propuesto métodos de predimensionamiento, los cuales se presentan a continuación.

Figura 3. Planta típica del edificio de aulas, módulo 01



Fuente: elaboración propia.

2.6.1.1. Predimensionamiento de losas

El criterio para predimensionar el espesor de una losa, depende de la forma de trabajo que tendrá la misma, es decir si trabaja en 1 sentido o en 2 sentidos; esto se puede determinar utilizando la siguiente relación:

$$m = \frac{A}{B}$$

Donde:

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

Si $m = \frac{A}{B} \leq 0,5$, trabaja en un sentido

Si $m = \frac{A}{B} > 0,5$, trabaja en dos sentidos

Se tienen entonces 2 tipos de losas con diferentes dimensiones:

- Losa en pasillos

$$(2,50 \times 4,00) \rightarrow m = \frac{2,50}{4,00} = 0,63 > 0,5 \text{ (losa en 2 sentidos)}$$

- Losa en aulas

$$(4,00 \times 6,00) \rightarrow m = \frac{4,00}{6,00} = 0,67 > 0,5 \text{ (losa en 2 sentidos)}$$

Como todas las losas trabajan en 2 sentidos, el criterio para determinar el espesor, es mediante el uso de la siguiente expresión:

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

Donde:

t = espesor de la losa

P = perímetro de la losa

Calculando los espesores respectivos:

- Losa en pasillos

$$t = \frac{2(400 + 250)}{180} = 7,22 \text{ cm}$$

- Losa en aulas

$$t = \frac{2(600 + 400)}{180} = 11,11 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, se usa un espesor uniforme de 12 centímetros.

2.6.1.2. Predimensionamiento de vigas

Para predimensionar vigas, los diseñadores estructurales guatemaltecos recomiendan que la altura h de la viga, tenga una relación de 6 a 8 centímetros, por metro lineal del claro y que el ancho b sea de $1/3$ a $1/2$ de h .

$$h = 0,08 \times 6,00 = 48 \text{ cm}$$

$$b = 0,50 \times 48 = 24 \text{ cm}$$

Por criterio se uniformizarán las dimensiones de todas las vigas principales, a las siguientes dimensiones:

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

2.6.1.3. Predimensionamiento de columnas

El código ACI 318-05 en la sección 21.4.1.1 establece que la dimensión mínima para elementos sometidos a flexión y carga axial (columnas) pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momentos, no debe ser menor de 30 centímetros. La sección 21.4.1.2 establece que la relación entre la dimensión menor y la dimensión mayor no debe ser menor de 0,4.

En virtud de lo anterior, se proponen las siguientes dimensiones:

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

2.7. Integración de cargas

Las cargas para su fácil interpretación se pueden dividir en 2 grandes grupos, que son básicos e indispensables para el concepto estructural de cualquier modelo matemático que represente una edificación; estas son:

- Cargas gravitacionales: actúan a favor de la gravedad y se subdividen en cargas muertas y vivas.
 - Cargas muertas: son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y en posición durante la vida útil de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta esta constituida por el peso propio de la estructura y la carga restante esta conformada por acabados, rellenos, accesorios de las instalaciones y muebles fijos. Esta puede calcularse con una buena aproximación a partir de las dimensiones de la estructura y la densidad del material.
 - Cargas vivas: estas por el contrario, pueden estar aplicadas total o parcialmente o no estar presentes, y también es posible cambiarlas de ubicación. Su magnitud y distribución son inciertas en determinado momento; además sus máximas intensidades a lo largo de la vida útil de la estructura no se conocen con precisión.

Las cargas vivas mínimas que pueden aplicarse a entresijos y techos, se pueden encontrar generalmente en códigos.

- Cargas laterales: son causadas por situaciones ambientales, principalmente de cargas sísmicas, nieve, viento y presión del suelo (en el caso de muros de contención o estructuras subterráneas).

2.7.1. Integración de cargas gravitacionales

Para poder incluir las cargas adecuadas de la estructura a los miembros estructurales correspondientes, existen varios métodos manuales y de uso de software. A continuación se presenta el método más utilizado en el análisis manual de estructuras.

2.7.1.1. Método del área tributaria

Es el área de influencia de carga de un elemento estructural y debería incluir toda porción de la construcción, en la cual si se aplica una carga, se afecta la fuerza interna en la sección que se está considerando. En estructuras continuas como casi la totalidad de las que se construyen actualmente, las fuerzas internas en una sección son afectadas por las cargas aplicadas en cualquier punto de la estructura.

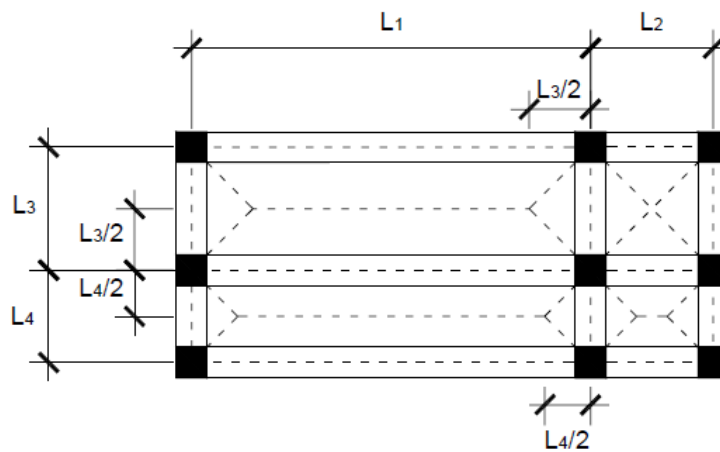
Existen algunas reglas sencillas para determinar el área tributaria y están basadas en la localización de las líneas en que la fuerza cortante sería nula, si sólo hubiera transmisión de momentos en una dirección; a continuación se ampliará la información respecto del diseño de las áreas tributarias.

- Área tributaria de losas en 2 sentidos

El área tributaria de 2 elementos portantes, se separa por las bisectrices de los ángulos que estos forman.

Es decir, que las áreas tributarias en elementos (vigas) que trabajan en 2 sentidos, tendrán forma trapezoidal en dirección al lado más largo del elemento analizado y forma triangular en sentido corto de dicho elemento. Cuando las losas son simétricas, las áreas tributarias de las vigas serán triángulos. En la figura 4, se ilustra lo expuesto anteriormente en un sistema de piso con losa en 2 direcciones y vigas principales.

Figura 4. **Área tributaria para losas en 2 sentidos**

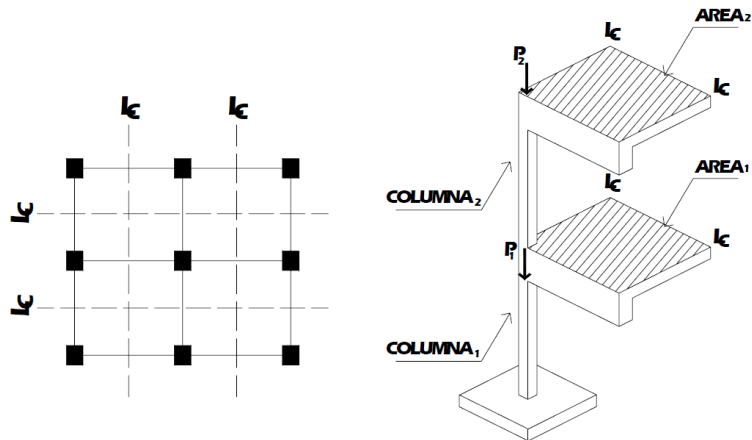


Fuente: Paola Paredes. Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural. p. 26.

- **Áreas tributarias en columnas**

Se hace notar que el área tributaria en columnas, esta limitada por las líneas medias de los tableros adyacentes, sin tener en consideración que se trate de losas en 1 o 2 sentidos. En la figura 5 se ilustra el área tributaria de una columna.

Figura 5. Área tributaria de columna



Fuente: Sic García, Ángel. Guía teórica y práctica del curso de concreto Armado 2. p. 203.

2.7.2. Integración de cargas laterales (sísmicas)

Para determinada estructura, las fuerzas sísmicas pueden determinarse mediante análisis dinámicos elásticos o inelásticos, teniendo en cuenta las aceleraciones esperadas del terreno y las características de masa, rigidez y amortiguamiento de la estructura.

El procedimiento a seguir, se presenta a continuación.

2.7.2.1. Cálculo del peso total del edificio

Las cargas y pesos para la estructura, se muestran en la tabla III. Para la determinación del peso de un nivel, hay que tomar en cuenta los pesos de todos los elementos estructurales, de la manera siguiente:

- El peso de las columnas del primer nivel, debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.
- El peso de las columnas de los niveles intermedios, debe tomarse de la mitad de las columnas del nivel inferior a la mitad de las columnas del nivel superior.

Tabla III. **Cargas gravitacionales utilizadas en el análisis estructural**

Cargas vivas	Carga [kg/m²]	Cargas muertas	Carga [kg/m²]
Aulas/oficinas	300	Pañuelos	100
Pasillos/gradas	500	Acabados en losa	25
Baños	300	Impermeabilizante	10
Techo sin acceso	100	Accesorios colgantes	60
Pesos específicos	Peso [kg/m³]	Piso + mortero	120
Concreto armado	2 400	Muros [kg/m]	220

Fuente: elaboración propia.

En las tablas siguientes; se considera el 25 por ciento de la carga viva, justificado por el grado de incerteza que se tiene al considerar el estado de la estructura al momento del sismo.

- Pesos por nivel
 - Segundo nivel

Tabla IV. **Peso de elementos estructurales nivel 2**

Elemento estructural	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]
Vigas principales	253,00	[kg/m]	111	28 083,00
Losa final	508,00	[kg/m ²]	170	86 360,00
Columnas entrepisos/final	1 060,00	[kg/col]	18	9 540,00
Muros en entrepisos/final	550,00	[kg/m]	69	18 975,00
25% Carga viva en losa final	100,00	[kg/m ²]	170	4 250,00
PESO TOTAL			147 208,00	[kg]
			147,21	[Ton]

Fuente: elaboración propia.

- Primer nivel

Tabla V. **Peso de elementos estructurales nivel 1**

Elemento estructural	Peso unitario	Unidad	Cantidad	Peso [kg]
Vigas principales	253,00	[kg/m]	111	28 083,00
Losa entrepiso	498,00	[kg/m ²]	170	84 660,00
Columnas nivel 1	1 696,00	[kg/col]	18	24 804,00
Muros nivel 1	880,00	[kg/m]	69	49 335,00
25% Carga viva promedio en losa entrepiso	400,00	[kg/m ²]	170	17 000,00
PESO TOTAL			203 882,00	[kg]
			203,88	[Ton]

Fuente: elaboración propia.

- Peso total de la estructura

Tabla VI. **Pesos totales por nivel**

Nivel	Peso carga muerta [kg]	Peso carga viva [kg]	Peso total del nivel [kg]
Segundo nivel	142 958,00	4 250,00	147 208,00
Primer nivel	186 882,00	17 000,00	203 882,00
TOTALES (kg)	329 840,00	21 250,00	351 090,00
TOTALES (ton)	329,84	21,25	351,09

Fuente: elaboración propia.

2.7.2.2. Cálculo del corte basal por el método del UBC 97

El corte basal es la carga lateral impuesta por la excitación sísmica, y por ser una fuerza inercial depende del peso de la estructura y del período de vibración que indica su origen dinámico. El proceso del UBC es el siguiente:

- Período fundamental de vibración

Del método propuesto por el UBC, se tiene que:

$$T = C_t (h_n)^{3/4}$$

Donde:

T = período de vibración de la estructura en segundos

$C_t = 0,0731$, para pórticos de hormigón reforzado resistente a momentos

h_n = altura en metros del edificio

$$T = 0,0731(7,50)^{3/4} = 0,3313 < 0,70 \text{ segundos}$$

Como el período es menor de 0,70 segundos, no existe fuerza en la cúspide de la estructura ($F_t = 0$).

- Coeficientes sísmicos

Tabla VII. **Coeficientes para análisis sísmico por el método del UBC 97**

Coeficiente	Valor
Tipo de perfil de suelo	Tipo D (S_d)
Zona sísmica (Z)	$Z = 0,40$
Respuesta del terreno	$C_v=0,64N_v$ $C_a=0,44N_a$
Tipo de lugar de origen del sismo	Tipo B
Cercanía a la fuente de origen	$N_a=1,00$ $N_v=1,20$
Factor de modificación de respuesta (R)	$R = 8,50$
Factor de importancia (I)	$I = 1,00$

Fuente: elaboración propia.

- Coeficiente de respuesta sísmica (C_s)

Basado en las expresiones indicadas en la sección 16 del volumen 2 del UBC 97, y los datos de la tabla VII, se presenta la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Coefficientes de respuesta sísmica (Cs) por el método del UBC 97**

Ecuación	Resultado
$C_s = \frac{C_v I}{RT}$	$C_s = \frac{[(0,64)(1,20)](1,00)}{(8,50)(0,3313)} \rightarrow C_s = 0,2727$
$C_s \leq \frac{2,50 C_a I}{R}$	$C_s \leq \frac{2,50[(0,44)(1,00)](1,00)}{8,50} \rightarrow C_s \leq 0,1294$
$C_s \geq 0,11 C_a I$	$C_s \geq 0,11[(0,44)(1,00)](1,00) \rightarrow C_s \geq 0,0484$
$C_s \geq \frac{0,80 Z N_v I}{R}$	$C_s \geq \frac{0,80(0,40)(1,20)(1,00)}{8,50} \rightarrow C_s \geq 0,0450$

Fuente: elaboración propia, con programa Excel

Debe considerarse que la primera expresión esta limitada al resultado obtenido con la segunda, y esta a su vez, debe satisfacer los límites obtenidos con las últimas 2 expresiones.

Por lo tanto, el coeficiente de respuesta sísmico, es: $C_s = 0,1294$. Y el valor del cortante basal de diseño para ambos sentidos, X y Y, es como sigue:

$$V_b = C_s W = (0,1294)(351\ 090,00)$$

$$V_b = 45\ 431,05 \text{ kg} = 45,43 \text{ ton}$$

- Distribución de fuerzas por nivel

El código UBC 97 en la sección 1630,5, establece que la fuerza total debe distribuirse sobre la altura de la estructura de conformidad con las fórmulas siguientes:

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

Donde:

V = cortante basal de diseño

F_t = fuerza de piso superior

F_i = fuerza por nivel i

La fuerza concentrada F_t en la parte superior, la cual es adicional a F_n , debe determinarse de la fórmula:

$$F_t = 0,07 T V$$

Pero F_t no será mayor que $0,25V$ y será 0 cuando $T \leq 0,7$ segundos.

Esta fuerza concentrada en el último nivel F_t , se incluye para tomar en cuenta el efecto de látigo que un sismo produce en una estructura. Si el edificio es bastante rígido, su período fundamental de vibración T , será muy corto y el efecto de látigo será despreciable comparado con el de un edificio más flexible, cuyo período fundamental de vibración será más largo. Lo anterior es la razón por la que $F_t = 0$, cuando el período es muy corto.

La parte restante del esfuerzo de corte basal, debe distribuirse sobre la altura de la estructura, incluyendo el nivel n, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$F_x = \frac{(V - F_t) w_x h_x}{\sum_{i=1}^n w_i h_i}$$

Donde:

F_i , F_x = fuerza sísmica de diseño aplicada al nivel i , n ó x , respectivamente.

F_t = la parte del esfuerzo de corte basal, V , que se considera concentrada en

la parte superior de la estructura, además de F_n .

h_i , h_x = altura en metros, sobre la base hasta el nivel i , n ó x , respectivamente.

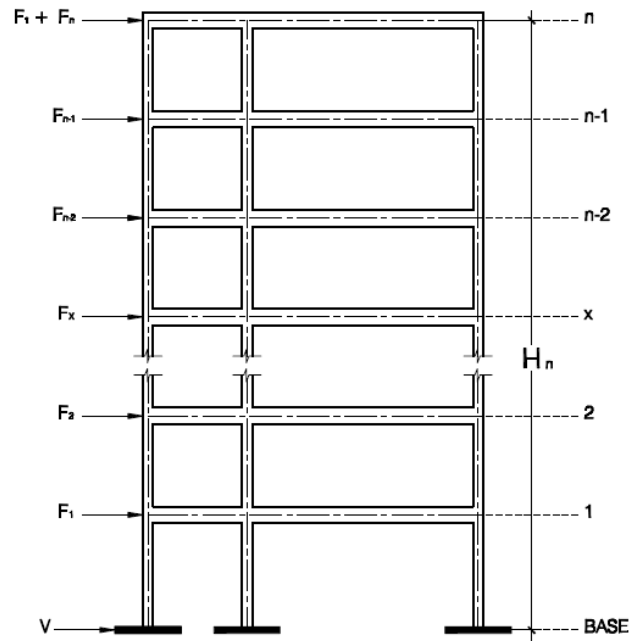
T = período fundamental de vibración, en segundos, de la estructura, en la dirección bajo consideración

V = la fuerza lateral o esfuerzo cortante total de diseño en la base

w_i , w_x = la porción de W ubicada o asignada al nivel i ó x , respectivamente.

La sección 1630.6 del UBC 97, establece que el esfuerzo cortante de diseño por piso, V_x en cualquier piso, es la suma de las fuerzas F_t y F_x sobre ese piso. V_x debe distribuirse en los diversos elementos del sistema vertical resistente a fuerzas laterales (sismorresistentes) en proporción de sus rigideces, considerando la rigidez del diafragma; según lo muestra la figura siguiente:

Figura 6. Fuerzas por nivel en un edificio



Fuente: Tampán Corado, Rolando Antonio. Guía teórica y práctica para uso de software de ETABS para diseño de estructuras de concreto. p. 64.

El cortante basal de diseño, tiene la misma magnitud para los ejes X y Y, además la fuerza en la cúspide es cero en ambos sentidos ($F_t = 0$); entonces la distribución de fuerzas por nivel para las 2 direcciones (X y Y) es la misma. Las fuerzas por nivel se resumen en la tabla siguiente:

Tabla IX. **Distribución vertical del cortante basal**

	Peso (w_x) [kg]	Altura (h_x) [m]	$(w_x) \cdot (h_x)$ [kg.m]	Fuerza de piso (F_x) [kg]
	147 208,00	7,50	1.104 060,00	24 812,21
	203 882,00	4,50	917 469,00	20 618,84
TOTAL	351 090,00	--	2.021 529,00	45 431,05

Fuente: elaboración propia.

- Efectos torsionales
 - Pesos por eje

Tabla X. **Peso de ejes en sentido X, nivel 2**

	VIGAS		LOSA		MUROS		CARGA VIVA		TOTAL EJE [kg]
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	253,00	[kg/m]	508,00	[kg/m ²]	550,00	[kg/m]	100,00	[kg/m ²]	
Eje	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad		
1	20,00	-	-	4,00	-	-	-	7 260,00	
2	20,00	-	-	16,00	-	-	-	13 860,00	
3	20,00	-	-	20,00	-	-	-	16 060,00	
LOSA	-	-	170,00	-	-	-	-	86 360,00	
CARGA VIVA	-	-	-	-	-	-	170,00	17 000,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Peso de ejes en sentido Y, nivel 2**

	VIGAS		COLUMNAS		MUROS		TOTAL EJE [kg]
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	253,00	[kg/m]	1 060,00	[kg/col]	550,00	[kg/m]	
Eje	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
A	8,50		3,00		6,00		8 630,50
B	8,50		3,00		0,00		5 330,50
C	8,50		3,00		6,00		8 630,50
D	8,50		3,00		0,00		5 330,50
E	8,50		3,00		8,50		10 005,50
F	8,50		3,00		8,50		10 005,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Peso de ejes en sentido Y, nivel 1**

	VIGAS		COLUMNAS		MUROS		TOTAL EJE [kg]
	Peso	Unidad	Peso	Unidad	Peso	Unidad	
	253,00	[kg/m]	1 696,00	[kg/col]	880,00	[kg/m]	
Eje	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	
A	8,50		3,00		6,00		12 518,50
B	8,50		3,00		0,00		7 238,50
C	8,50		3,00		6,00		12 518,50
D	8,50		3,00		0,00		7 238,50
E	8,50		3,00		8,50		14 718,50
F	8,50		3,00		8,50		14 718,50

Fuente: elaboración propia.

2.7.3. Cálculo del centro de masa por nivel

Con los valores anteriores de peso por ejes, se puede calcular el centro de masa de cada nivel, con respecto a un punto de referencia definido, de la manera siguiente:

$$\bar{X}_{cm} = \frac{\sum(w_i x_i)}{\sum w_i} \quad ; \quad \bar{Y}_{cm} = \frac{\sum(w_i y_i)}{\sum w_i}$$

Donde:

$\bar{X}_{cm}, \bar{Y}_{cm}$ = centro de masa

x_i, y_i = distancia del eje coordenado al centro geométrico del elemento

w_i = peso del elemento

Tabla XIII. Cálculo de centro de masa sentido X, nivel 2

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	$(w_x) \cdot (h_x)$ [kg.m]
1	7 260,00	10,00	72 600,00
2	13 860,00	10,00	138 600,00
3	16 060,00	10,00	160 600,00
A	8 630,50	0,00	0,00
B	5 330,50	4,00	21 322,00
C	8 630,50	8,00	69 044,00
D	5 330,50	12,00	63 966,00
E	10 005,50	16,00	160 088,00
F	10 005,50	20,00	200 110,00

Continuación de la tabla XIII.

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
Losa	86 360,00	10,00	863 600,00
Carga viva losa 01	17 000,00	10,00	170 000,00
SUMATORIA	188 473,00	-----	1 919 930,00

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{X}_{cm} = \frac{1\,919\,939,00}{188\,473,00} = 10,19 \text{ m}$$

Tabla XIV. **Cálculo de centro de masa sentido Y, nivel 2**

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
1	7 260,00	8,50	61 710,00
2	13 860,00	6,00	83 160,00
3	16 060,00	0,00	0,00
A	8 630,50	4,25	36 679,63
B	5 330,50	4,25	22 654,63
C	8 630,50	4,25	36 679,63
D	5 330,50	4,25	22 654,63
E	10 005,50	4,25	42 523,38
F	10 005,50	4,25	42 523,38

Continuación de la tabla XIV.

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
Losa	86 360,00	4,25	367 030,00
Carga viva losa 01	17 000,00	4,25	72 250,00
SUMATORIA	188 473,00	[kg]	787 865,25

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{Y}_{cm} = \frac{787\ 865,25}{188\ 473,00} = 4,18\text{ m}$$

Tabla XV. **Cálculo de centro de masa sentido X, nivel 1**

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
1	8 580,00	10,00	85 800,00
2	19 140,00	10,00	191 400,00
3	22 660,00	10,00	226 600,00
A	12 518,50	0,00	0,00
B	7 238,50	4,00	28 954,00
C	12 518,50	8,00	100 148,00
D	7 238,50	12,00	86 862,00
E	14 718,50	16,00	235 496,00
F	14 718,50	20,00	294 370,00

Continuación de la tabla XV.

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
Losa	84 660,00	10,00	846 600,00
Carga viva losa 01	28 800,00	8,00	230 400,00
Carga viva losa 02	20 000,00	8,00	160 000,00
Carga viva losa 03	10 200,00	18,00	183 600,00
SUMATORIA	262 991,00	[kg]	2 670 230,00

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{X}_{cm} = \frac{2\,670\,230,00}{262\,991,00} = 10,15 \text{ m}$$

Tabla XVI. **Cálculo de centro de masa sentido Y, nivel 1**

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
1	8 580,00	8,50	72 930,00
2	19 140,00	6,00	114 840,00
3	22 660,00	0,00	0,00
A	12 518,50	4,25	53 203,63
B	7 238,50	4,25	30763,63
C	12 518,50	4,25	53 203,63

Continuación de la tabla XVI.

Eje	Peso (w_x) [kg]	Distancia (x_i) [m]	(w_x)*(h_x) [kg.m]
D	7 238,50	4,25	30 763,63
E	14 718,50	4,25	62 553,63
F	14 718,50	4,25	62 553,63
Losa	84 660,00	4,25	359 805,00
Carga viva losa 01	28 800,00	3,00	86 400,00
Carga viva losa 02	20 000,00	7,25	145 000,00
Carga viva losa 03	10 200,00	4,25	43 350,00
SUMATORIA	262 991,00	[kg]	1 115 366,75

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{Y}_{cm} = \frac{1\ 115\ 366,75}{262\ 991,00} = 4,24\ \text{m}$$

2.7.4. Cálculo del centro de rigidez

Se utilizó el procedimiento simplificado para el cálculo de la rigidez de los elementos verticales, no considerando estrictamente las condiciones de los apoyos, de la manera siguiente:

$$K = \frac{Ebt}{H \left[\left(\frac{H}{t} \right)^2 + 3 \right]}$$

Donde:

K = rigidez relativa

b = ancho de la sección

t = altura de la sección

H = luz libre del elemento

E = módulo de elasticidad del concreto

El módulo de elasticidad del concreto, se define de la siguiente manera, según el ACI-08:

$$E = 15\,100\sqrt{f'_c} = 15\,100\sqrt{280}$$

$$E = 252\,671,33 \text{ kg/cm}^2$$

- Columnas primer nivel:

$$K = \frac{(252\,671,33)(40)(40)}{(400) \left[\left(\frac{400}{40} \right)^2 + 3 \right]} = 29\,437,44 \text{ kg/cm}$$

- Columnas segundo nivel:

$$K = \frac{(252\,671,33)(40)(40)}{(250) \left[\left(\frac{250}{40} \right)^2 + 3 \right]} = 38\,445,09 \text{ kg/cm}$$

Conociendo la rigidez de los elementos verticales que resisten las cargas horizontales, el centro de rigidez se calcula de acuerdo a:

$$\bar{X}_{cr} = \frac{\sum(K_{yi} x_i)}{\sum K_{yi}} \quad ; \quad \bar{Y}_{cr} = \frac{\sum(K_{xi} y_i)}{\sum K_{xi}}$$

Donde:

$\bar{X}_{cr}, \bar{Y}_{cr}$ = centro de rigidez

x_i, y_i = distancia del eje coordinado al centro rigidez de cada elemento

K_{yi}, K_{xi} = rigidez del elemento

Debido a la simetría y homogeneidad de elementos estructurales en ambos niveles, el centro de rigidez es igual para los 2 niveles.

Tabla XVII. **Cálculo de centro de rigidez en sentido X, nivel 2**

Ejes Y	No. Col.	Rigidez de columna (K_{col})	Rigidez de eje (K_{yi})	Distancia al centroide (x_i) [m]	$(K_{yi}) \cdot (x_i)$
A	3	38 445,09	115 335,26	0,00	0,00
B	3	38 445,09	115 335,26	4,00	461 341,05
C	3	38 445,09	115 335,26	8,00	922 682,10
D	3	38 445,09	115 335,26	12,00	1 384 023,16
E	3	38 445,09	115 335,26	16,00	1 845 364,21
F	3	38 445,09	115 335,26	20,00	2 306 705,26
SUMATORIA	18,00	230 670,53	692 011,58	----	6 920 115,78

Fuente: elaboración propia.

$$\bar{X}_{cr} = \frac{6\,920\,115,78}{692\,011,58} = 10,00 \text{ m}$$

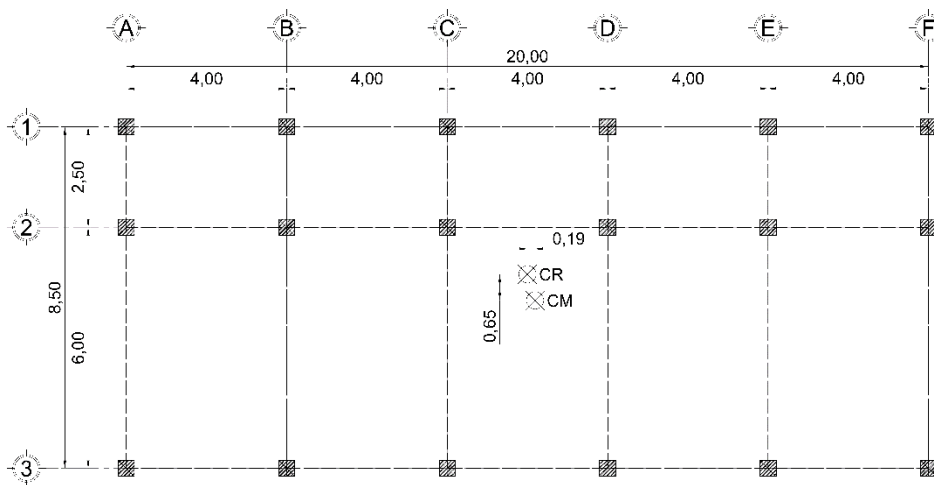
Tabla XVIII. **Cálculo de centro de rigidez en sentido Y, nivel 2**

Ejes X	No. de columnas	Rigidez de columna (K_{col})	Rigidez de eje (K_{xi})	Distancia al centroide (y_i) [m]	$(K_{xi}) \cdot (Y_i)$
1	6	38 445,09	230 670,53	8,50	1 960 699,47
2	6	38 445,09	230 670,53	6,00	1 384 023,16
3	6	38 445,09	230 670,53	0,00	0,00
SUMATORIA	18,00	115 335,26	692 011,58	----	3 344 722,63

Fuente: elaboración propia.

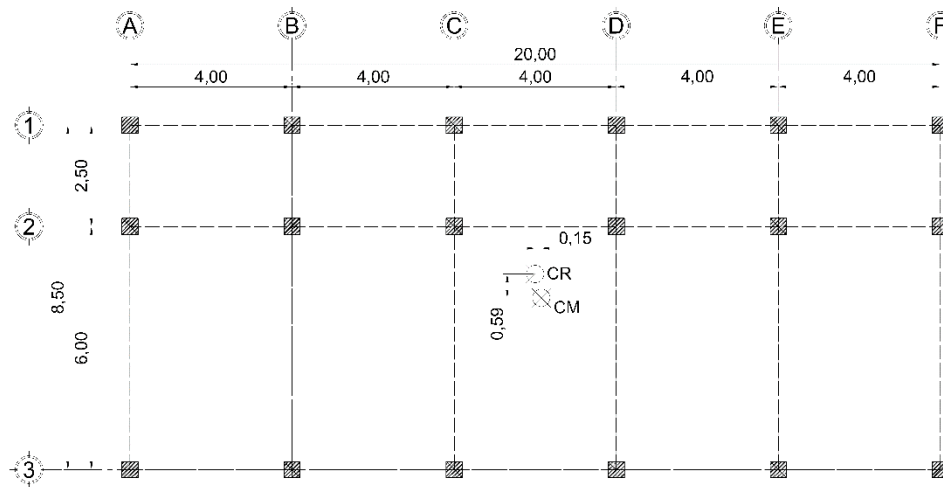
$$\bar{Y}_{cr} = \frac{3\,344\,722,63}{692\,011,58} = 4,83 \text{ m}$$

Figura 7. **Posición final de CM y CR en el nivel 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Posición final de CM y CR en el nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

2.7.5. **Cálculo del incremento de cortante por torsión**

Los autores: Enrique Bazán y Roberto Meli Piralla, en su libro titulado: Diseño sísmico de edificios, ejemplifican de gran manera el procedimiento sugerido por el Reglamento de Construcción de la ciudad de México para el incremento de la fuerza cortante por efecto de la excentricidad real y accidental.

El procedimiento puede resumirse en tablas de cálculo que se presentan a continuación, y se fundamentan en el siguiente procedimiento:

- Se calculan las rigideces de entrepiso de los elementos resistentes en ambas direcciones y en todos los entrepisos.
- Se evalúa la fuerza horizontal F_x aplicada al centro de gravedad de cada nivel i para las 2 direcciones.

- Se obtiene la cortante en cada entrepiso, V_x .
- Se determina la posición del centro de torsión o rigidez en cada entrepiso.

La fuerza cortante sobre un elemento resistente, es igual a la suma de 2 efectos: el debido a la fuerza cortante del entrepiso supuestamente actuando en el centro de torsión, y el causado por el momento torsionante. Si la dirección analizada del sismo es paralela al eje X, se obtienen las cortantes siguientes:

En los elementos resistentes X, por efecto de la fuerza cortante aplicada en el centro de torsión:

$$\frac{V_x R_{jx}}{\sum R_{jx}}$$

En los elementos resistentes X, por efecto de torsión:

$$\frac{M_t R_{jx} y_{jt}}{\left(\sum R_{jx} y_{jt}^2 + \sum R_{jy} x_{jt}^2\right)}$$

En los elementos resistentes Y, por efecto de torsión:

$$\frac{M_t R_{jy} x_{jt}}{\left(\sum R_{jx} y_{jt}^2 + \sum R_{jy} x_{jt}^2\right)}$$

Donde:

V_x = cortante en el entrepiso considerado en la dirección X

x_{jt}, y_{jt} = distancias del elemento resistente j al respectivo centro de torsión

M_t = momento torsionante de diseño

R_{jx}, R_{jy} = rigidez lateral del elemento en dirección X, y Y

M_t es igual al producto de V_x por la más desfavorable de las siguientes excentricidades:

$$e_1 = 1,5e_s + 0,1b$$

$$e_2 = e_s - 0,1b$$

Donde:

e_s = excentricidad directa

e_1 , e_2 = excentricidades de diseño

b = mayor dimensión del entrepiso medida perpendicularmente a V_x

Para cada elemento resistente, se investiga si e_1 o e_2 produce efectos más desfavorables. Se lleva a cabo un análisis similar con las fuerzas en el sentido Y.

Para cada elemento resistente, se calculan las cortantes debidas al 100 por ciento de las fuerzas sísmicas en la dirección X más 30 por ciento de las fuerzas sísmicas en la dirección Y, y viceversa. Rige el mayor de los resultados.

2.7.6. Distribución horizontal de la fuerza cortante

Luego de calculadas las fuerzas que actúan en cada nivel, esta debe repartirse en todos los elementos de resistencia lateral de cada nivel. Además debe considerarse el incremento de dicha fuerza por los efectos torsionantes calculados en las secciones anteriores.

Tabla XIX. **Distribución horizontal del corte en sentido X, nivel 2**

Ejes Y	Rigidez de eje (K_{yi})	Dist. al CR (X_{ti}) [m]	$(K_{yi}) \times (X_{ti})$	$(K_{yi}) \times (X_{ti})^2$	$\frac{K_{yi}}{\sum K_{yi}}$	$\frac{K_{yi} X_{ti}}{J_t}$
A	115 335,26	-10,00	-1 153 352,63	11 533 526,30	0,16667	-0,02806
B	115 335,26	-6,00	-692 011,58	4 152 069,47	0,16667	-0,01684
C	115 335,26	-2,00	-230 670,53	461 341,05	0,16667	-0,00561
D	115 335,26	2,00	230 670,53	461 341,05	0,16667	0,00561
E	115 335,26	6,00	692 011,58	4 152 069,47	0,16667	0,01684
F	115 335,26	10,00	1 153 352,63	11 533 526,30	0,16667	0,02806
SUM.	692 011,58	----	-----	32 293 873,63	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Distribución horizontal del corte en sentido Y, nivel 2**

Ejes X	Rigidez de eje (K_{xi})	Dist. al CR (Y_{ti}) [m]	$(K_{xi}) \times (Y_{ti})$	$(K_{xi}) \times (Y_{ti})^2$	$\frac{K_{xi}}{\sum K_{xi}}$	$\frac{K_{xi} Y_{ti}}{J_t}$
1	230 670,53	3,67	845 791,93	3 101 237,07	0,33	0,02
2	230 670,53	1,17	269 115,61	313 968,22	0,33	0,01
3	230 670,53	-4,83	-1 114 907,54	5 388 719,79	0,33	-0,03
SUM.	692 011,58	----	-----	8 803 925,07	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Distribución horizontal del corte en sentido X, nivel 1**

Ejes Y	Rigidez de eje (K_{yi})	Dist. al CR (X_{ti}) [m]	$(K_{yi}) \times (X_{ti})$	$(K_{yi}) \times (X_{ti})^2$	$\frac{K_{yi}}{\sum K_{yi}}$	$\frac{K_{yi} X_{ti}}{J_t}$
A	29 437,44	-10,00	-294 374,36	2 943 743,63	0,16667	-0,03
B	29 437,44	-6,00	-176 624,62	1 059 747,71	0,16667	-0,02
C	29 437,44	-2,00	-58 874,87	117 749,75	0,16667	-0,01
D	29 437,44	2,00	58 874,87	117 749,75	0,16667	0,01
E	29 437,44	6,00	176 624,62	1 059 747,71	0,16667	0,02
F	29 437,44	10,00	294 374,36	2 943 743,63	0,16667	0,03
SUM.	176 624,62	----	-----	8 242 482,16	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Distribución horizontal del corte en sentido Y, nivel 1**

Ejes X	Rigidez de eje (K_{xi})	Dist. al CR (Y_{ti}) [m]	$(K_{xi}) \times (Y_{ti})$	$(K_{xi}) \times (Y_{ti})^2$	$\frac{K_{xi}}{\sum K_{xi}}$	$\frac{K_{xi} Y_{ti}}{J_t}$
1	58 874,87	3,67	215 874,53	791 539,95	0,33333	0,02058
2	58 874,87	1,17	68 687,35	80 135,24	0,33333	0,00655
3	58 874,87	-4,83	-84 561,88	1 375 382,44	0,33333	-0,02713
SUM.	176 624,62	----	-----	2 247 057,64	1,00	0,00

Fuente: elaboración propia.

Tómese en cuenta que la inercia rotacional, J , que se utiliza en los cálculos anteriores, se define de la siguiente manera:

$$J_t = \sum (K_{x_i} y_{t_i}^2 + K_{y_i} x_{t_i}^2)$$

Donde:

J_t = inercia rotacional

K_{x_i}, K_{y_i} = rigidez lateral del elemento en sentido X y Y

x_{t_i}, y_{t_i} = distancia del centro de rigidez al centro de masa del elemento.

Con los datos anteriores, puede construirse una tabla para resumir los valores de la fuerza cortante y excentricidades para cada sentido y en cada nivel, como sigue:

Tabla XXIII. **Fuerza cortante y excentricidades en nivel 2**

	Fuerza de corte (V)	Excentricidad de diseño 1 (e_1)	Excentricidad de diseño 2 (e_2)	Mom. Tors. 1 (M_{t1})	Mom. Tors. 2 (M_{t2})	Momento máximo en la dirección ortogonal (M_0)
X	24 812,21	-1,825	0,200	-45 282,28	4 962,44	56 695,90
Y	24 812,21	2,285	-1,810	56 695,90	-44 910,10	45 282,28

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Fuerza cortante y excentricidades en nivel 1

	Fuerza de corte (V)	Excentricidad de diseño 1 (e ₁)	Excentricidad de diseño 2 (e ₂)	Mom. Tors. 1 (M _{t1})	Mom. Tors. 2 (M _{t2})	Momento máximo en la dirección ortogonal (M ₀)
X	45 431,05	-1,735	0,260	-78 822,86	11 812,07	101 084,08
Y	45 431,05	2,225	-1,850	101 084,08	-84 047,44	78 822,86

Fuente: elaboración propia.

Siguiendo el procedimiento del reglamento mexicano para la consideración del sismo en 2 direcciones, y el aumento del valor de las fuerzas cortantes debido a la excentricidad en planta, se presentan las siguientes tablas de cálculos:

Tabla XXV. Cortantes finales, sentido X, nivel 2

Ejes X	$\frac{K_{xi}}{\sum K_{xi}}$	$\frac{K_{xi}y_{ti}}{J_t}$	Corte directo (V)	Corte por torsión (V ₁)	Corte por torsión (V ₂)	Corte máximo (V _{max})	Corte torsion. dir. Ortog. (V ₀)	Corte final combo 1 (V _{xy1})	Corte final combo 2 (V _{xy2})
1	0,33333	0,02058	8 270,736	-931,909	102,127	8 372,863	1 166,801	8 722,904	3 678,660
2	0,33333	0,00655	8 270,736	-296,516	32,495	8 303,231	371,255	8 414,608	2 862,224
3	0,33333	-0,02713	8 270,736	1 228,425	-134,622	9 499,161	-1 538,055	9 960,578	4 387,804
SUM.	1,00	0,00	24 812,21	0,00	0,00	---	0,00	27 098,09	10 928,69

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Cortantes finales, sentido Y, nivel 2

Ejes Y	$\frac{K_{yi}}{\sum K_{yi}}$	$\frac{K_{yi}x_{ti}}{J_t}$	Corte directo (V)	Corte por torsión (V ₁)	Corte por torsión (V ₂)	Corte máximo (V _{max})	Corte torsion. dir. Ortog. (V ₀)	Corte final combo 1 (V _{xy1})	Corte final combo 2 (V _{xy2})
A	0,16667	-0,02806	4 135,368	-1 591,092	1 260,340	5 395,708	-1 270,784	5 776,943	2 889,497
B	0,16667	-0,01684	4 135,368	-954,655	756,204	4 891,572	-762,471	5 120,313	2 229,942
C	0,16667	-0,00561	4 135,368	-318,218	252,068	4 387,436	-254,157	4 463,683	1 570,388
D	0,16667	0,00561	4 135,368	318,218	-252,068	4 453,587	254,157	4 529,834	1 590,233
E	0,16667	0,01684	4 135,368	954,655	-756,204	5 090,023	762,471	5 318,764	2 289,478
F	0,16667	0,02806	4 135,368	1 591,092	-1 260,340	5 726,460	1 270,784	6 107,695	2 988,722
SUM.	1,00	0,00	24 812,21	0,00	0,00	---	0,00	31 317,23	13 558,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Cortantes finales, sentido X, nivel 1

Ejes X	$\frac{K_{xi}}{\sum K_{xi}}$	$\frac{K_{xi}y_{ti}}{J_t}$	Corte directo (V)	Corte por torsión (V ₁)	Corte por torsión (V ₂)	Corte máximo (V _{max})	Corte torsion. dir. Ortog. (V ₀)	Corte final combo 1 (V _{xy1})	Corte final combo 2 (V _{xy2})
1	0,33333	0,02058	15 143,682	-1 622,173	243,092	15 386,774	2 080,308	16 010,867	6 696,341
2	0,33333	0,00655	15 143,682	-516,146	77,348	15 221,030	661,916	15 419,604	5 228,225
3	0,33333	-0,02713	15 143,682	2 138,319	-320,440	17 282,001	-2 742,225	18 104,668	7 926,825
SUM.	1,00	0,00	45 431,05	0,00	0,00	---	0,00	49 535,14	19 851,39

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Cortantes finales, sentido Y, nivel 1**

Ejes Y	$\frac{K_{yi}}{\sum K_{yi}}$	$\frac{K_{yi}X_{ti}}{J_t}$	Corte directo (V)	Corte por torsión (V ₁)	Corte por torsión (V ₂)	Corte máximo (V _{max})	Corte torsion. dir. Ortog. (V ₀)	Corte final combo 1 (V _{xy1})	Corte final combo 2 (V _{xy2})
A	0,16667	-0,02806	7571,841	-2836,784	2358,675	9930,516	-2212,054	10 594,132	5 191,209
B	0,16667	-0,01684	7571,841	-1702,071	1415,205	8987,046	-1327,233	9 385,215	4 023,346
C	0,16667	-0,00561	7571,841	-567,357	471,735	8043,576	-442,411	8 176,299	2 855,484
D	0,16667	0,00561	7571,841	567,357	-471,735	8139,198	442,411	8 271,921	2 884,170
E	0,16667	0,01684	7571,841	1702,071	-1415,205	9273,912	1327,233	9 672,081	4 109,406
F	0,16667	0,02806	7571,841	2836,784	-2358,675	10408,625	2212,054	11 072,241	5 334,642
SUM.	1,00	0,00	45 431,05	0,00	0,00	---	0,00	57 171,89	24 398,26

Fuente: elaboración propia.

2.7.7. Cálculo de las fuerzas horizontales finales

El procedimiento anterior, se refleja en un aumento de las fuerzas horizontales aplicadas a cada entrepiso de la estructura como efecto de la acción sísmica que se ha considerado en el análisis.

Tabla XXIX. **Fuerzas finales aplicadas a ejes X**

Ejes X	NIVEL 2	NIVEL 1
	F _{piso de diseño final} (F _{pxy})	F _{piso de diseño final} (F _{pxy})
1	8 722,90	7 287,96
2	8 414,61	7 005,00
3	9 960,58	8 144,09
SUM.	27 098,09	22 437,05

Fuente: elaboración propia.

El cortante basal final es 49 535,14 kilogramos.

Tabla XXX. **Fuerzas finales aplicadas a ejes Y**

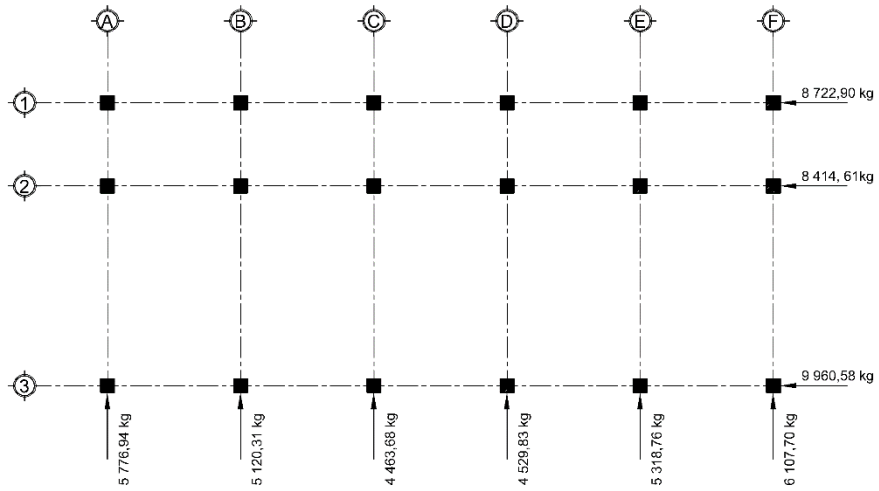
	NIVEL 2	NIVEL 1
Ejes Y	F_{piso de diseño final} (F_{pxy})	F_{piso de diseño final} (F_{pxy})
A	5 776,94	4 817,19
B	5 120,31	4 264,90
C	4 463,68	3 712,62
D	4 529,83	3 742,09
E	5 318,76	4 353,32
F	6 107,70	4 964,55
SUM.	31 317,23	25 854,66

Fuente: elaboración propia.

El cortante basal final es 57 171,89 kilogramos.

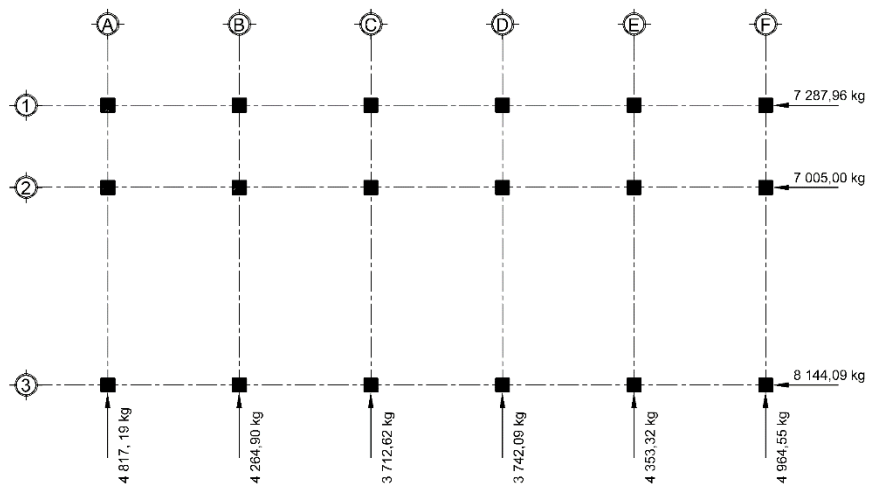
Es importante notar que el valor del cortante basal final, es mayor al calculado con el método del UBC, lo que demuestra que la excentricidad en planta tiene consecuencias considerables, y es de esta manera que se toma en cuenta en el análisis estructural.

Figura 9. **Fuerzas de diseño finales, nivel 2**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Fuerzas de diseño finales, nivel 1**



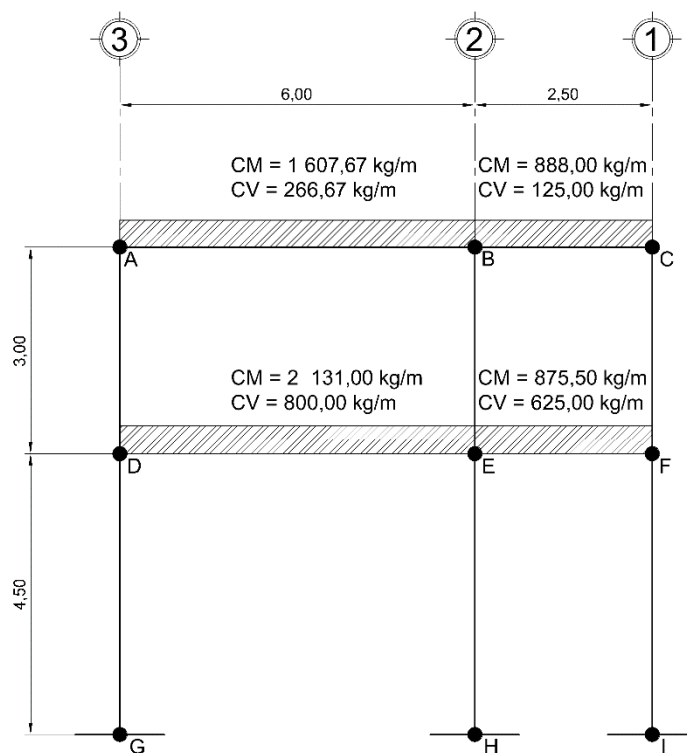
Fuente: elaboración propia.

2.8. Análisis estructural

A continuación se muestra el modelo típico de análisis que se utilizó para el análisis y diseño en este trabajo, para el eje C.

En la siguiente figura, se muestra el marco C y las cargas gravitacionales aplicadas, bajo el criterio de cargas tributarias estudiado en párrafos anteriores. Este mismo modelo se utiliza para hacer la comparación de resultados entre el método de Kani y el uso de software.

Figura 11. Modelo matemático para cargas gravitacionales, eje C



Fuente: elaboración propia.

2.8.1. Análisis estructural por el método de Kani

A continuación se analiza el marco del eje C, bajo carga muerta por el método numérico indicado por Kani. El proceso a seguir es iterativo y se muestra a continuación (ver identificación de nudos en la figura 11).

- Inercia de sección

$$I_{\text{viga}} = \frac{1}{12} \times 0,25 \times 0,50^3 = 2,60 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$I_{\text{col}} = \frac{1}{12} \times 0,40 \times 0,40^3 = 2,13 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

- Rigidez relativa

$$k_{ik} = \frac{I}{L}$$

Donde:

k_{ik} = rigidez relativa [m^3]

I = inercia de sección [m^4]

L = luz entre apoyos[m]

Tabla XXXI. Rigideces relativas

Rigidez relativa (K) [m^3]			
K_{AB}	4,34 E-04	K_{DG}	4,74 E-04
K_{BC}	1,04 E-03	K_{BE}	7,11 E-04
K_{DE}	4,34 E-04	K_{EH}	4,74 E-04
K_{EF}	1,04 E-03	K_{CF}	7,11 E-04
K_{AD}	7,11 E-04	K_{FI}	4,74 E-04

Fuente: elaboración propia.

- Factor de giro

$$\mu = -\frac{1}{2} \times \frac{k_{jk}}{\sum k_{jk}}$$

Donde:

$$\sum \mu_{\text{nudo}} = -\frac{1}{2}$$

Tabla XXXII. Factores de giro (μ)

Factor de Giro (μ)					
AB	-0,190	Nudo A	---	---	-0,50
AD	-0,310		---	---	
BA	-0,099	Nudo B	BE	-0,163	-0,50
BC	-0,238		---	---	
CB	-0,297	Nudo C	---	---	-0,50
CF	-0,203		---	---	
DA	-0,220	Nudo D	DE	-0,134	-0,50
DG	-0,146		---	---	
ED	-0,082	Nudo E	EB	-0,134	-0,50
EF	-0,196		EH	-0,089	
FE	-0,234	Nudo F	FI	-0,106	-0,50
FC	-0,160		---	---	

Fuente: elaboración propia.

- Momento fijo

$$M_{f_{ik}} = \frac{1}{12} \times W \times L^2$$

Donde:

$M_{f_{ik}}$ = momento fijo [kg-m]

W = carga distribuida [kg/m]

L = luz entre apoyos [m]

Tabla XXXIII. **Momentos fijos ($M_{f_{ik}}$) [kg/m]**

Momentos fijos ($M_{f_{ik}}$) [kg/m]				
AB	-4823,01	Nudo A	BA	4823,01
BC	-462,50	Nudo B	CB	462,50
DE	-6393,00	Nudo D	ED	6393,00
EF	-455,99	Nudo F	FE	455,99

Fuente: elaboración propia.

- Factor de corrimiento

$$r_{ik} = -\frac{3}{2} \times \frac{k_{col\ ik}}{\sum k_{col\ ik}}$$

Donde:

$$\sum r_{ik} = -\frac{3}{2}$$

Tabla XXXIV. **Factor de corrimiento (r_{ik})**

Factor de corrimiento (r_{ik})					
Nivel 1	AD	-0,50	Nivel 2	DG	-0,50
	BE	-0,50		EH	-0,50
	CF	-0,50		FI	-0,50
SUMATORIA		-1,50	SUMATORIA		-1,50

Fuente: elaboración propia.

- Primera iteración

La secuencia es: F-C-B-A-D-E

- Nudo F

$$455,99 \times -0,160 = -72,81$$

$$455,99 \times -0,234 = -106,65$$

$$455,99 \times -0,106 = -48,54$$

- Nudo C

$$[462,50 + (-72,81)] \times -0,203 = -79,05$$

$$[462,50 + (-72,81)] \times -0,297 = -115,80$$

- Nudo B

$$[4\ 360,51 + (-115,80)] \times -0,163 = -690,15$$

$$[4\ 360,51 + (-115,80)] \times -0,238 = -1010,97$$

$$[4\ 360,51 + (-115,80)] \times -0,099 = -421,24$$

- Nudo A

$$[-4\ 823,01 + (-421,24)] \times -0,31 = 1\ 628,29$$

$$[-4\ 823,01 + (-421,24)] \times -0,19 = 993,83$$

- Nudo D

$$[-6\ 393,00 + (1\ 628,29)] \times -0,22 = 1\ 046,26$$

$$[-6\ 393,00 + (1\ 628,29)] \times -0,146 = 697,51$$

$$[-6\ 393,00 + (1\ 628,29)] \times -0,134 = 638,59$$

- Nudo E

$$[5\ 937,01 + (638,59) + (-106,65) + (-690,15)] \times -0,134 = -772,18$$

$$[5\ 937,01 + (638,59) + (-106,65) + (-690,15)] \times -0,082 = -471,30$$

$$[5\ 937,01 + (638,59) + (-106,65) + (-690,15)] \times -0,089 = -514,79$$

$$[5\ 937,01 + (638,59) + (-106,65) + (-690,15)] \times -0,196 = -1\ 131,13$$

- Columnas del nivel 2

$$[(1\ 628,29) + (1\ 046,26) + (-690,15) + (-772,18) + (-79,05) + (-72,81)] \times -0,50 = -530,18$$

- Columnas del nivel 1

$$[(697,51) + (-514,79) + (-48,54)] \times -0,50 = -67,09$$

Luego de 10 iteraciones se obtienen los momentos finales por el método de Kani de la manera siguiente:

$$M = M_{f_{ik}} + M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Donde:

$M_{f_{ik}}$ = momento de empotramiento

M'_{ik} = momento debido al giro del nudo i

M'_{ki} = momento debido al giro del nudo k

M''_{ik} = momento debido al desplazamiento del nudo i

Tabla XXXV. **Momentos finales por carga muerta, eje C, método de Kani**

Nudo		$M_{f_{ik}}$	M'_{ik}	M'_{ki}	M''_{ki}	Momento
A	AB	-4823,01	913,68	-383,05	0,00	-3378,69
	AD	0,00	1496,98	1489,13	-1104,46	3378,63
B	BA	4823,01	-383,05	913,68	0,00	4970,59
	BC	-462,50	-919,32	380,39	0,00	-1920,76
	BE	0,00	-627,59	-690,26	-1104,46	-3049,90
C	CB	462,50	380,39	-919,32	0,00	303,96
	CF	0,00	259,68	280,98	-1104,46	-304,11
D	DE	-6393,00	908,89	-421,30	0,00	-4996,52
	DA	0,00	1489,13	1496,98	-1104,46	3370,77
	DG	0,00	992,75	0,00	-359,95	1625,55

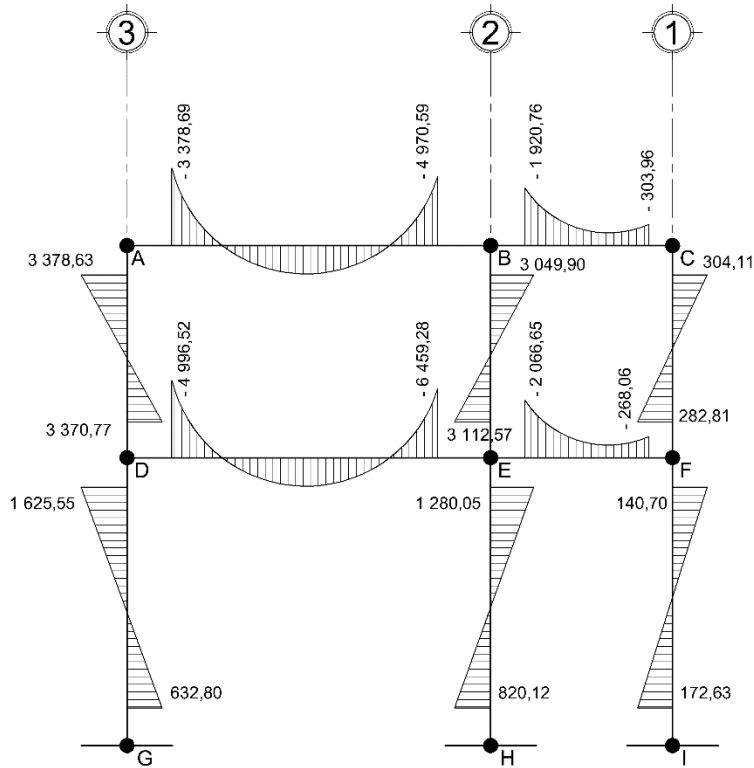
Continuación de la tabla XXXV.

Nudo		M_{ik}	M'_{ik}	M'_{ki}	M''_{ki}	Momento
E	EF	-455,99	-1011,13	411,60	0,00	-2066,65
	ED	6393,00	-421,30	908,89	0,00	6459,28
	EB	0,00	-690,26	-627,59	-1104,46	-3112,57
	EH	0,00	-460,18	0,00	-359,70	-1280,05
F	FC	0,00	280,98	259,68	-1104,46	-282,81
	FI	0,00	187,32	0,00	-359,95	140,70
	FE	455,99	411,60	-1011,13	0,00	268,06
G	GD	0,00	0,00	992,75	-359,95	632,80
H	HE	0,00	0,00	-460,18	-359,95	-820,12
I	IF	0,00	0,00	187,32	-359,95	-172,63

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el diagrama de momentos obtenido por el método de Kani.

Figura 12. **Diagrama de momentos para carga muerta, eje C, por el método de Kani**



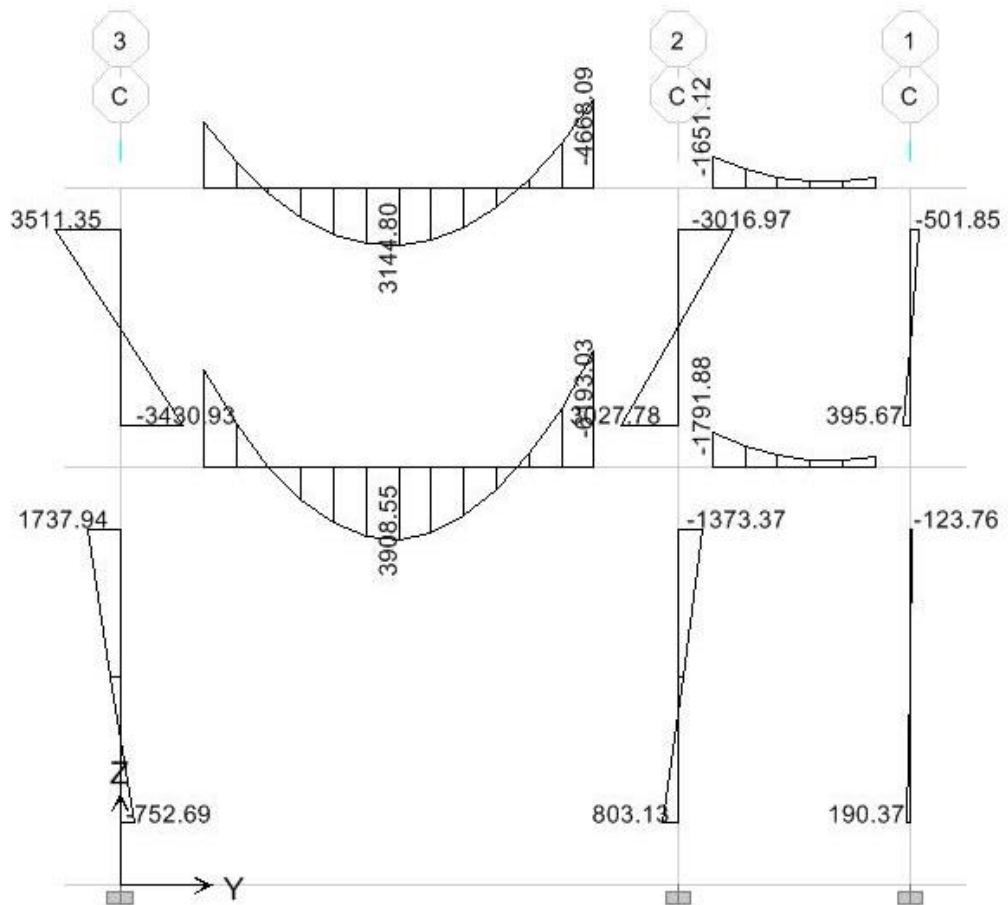
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.8.2. Análisis estructural por software

Se utilizó como software de análisis estructural, Etabs 9.5. Realizando el modelamiento, las configuraciones y análisis correspondiente, se obtuvo los resultados mostrados en la figura 13.

Es importante notar la gran similitud en los valores de momento, así como en la forma del diagrama, lo que indica que es aceptable utilizar el software para el análisis posterior.

Figura 13. Diagrama de momentos para carga muerta, eje C, por Etabs versión 9.5

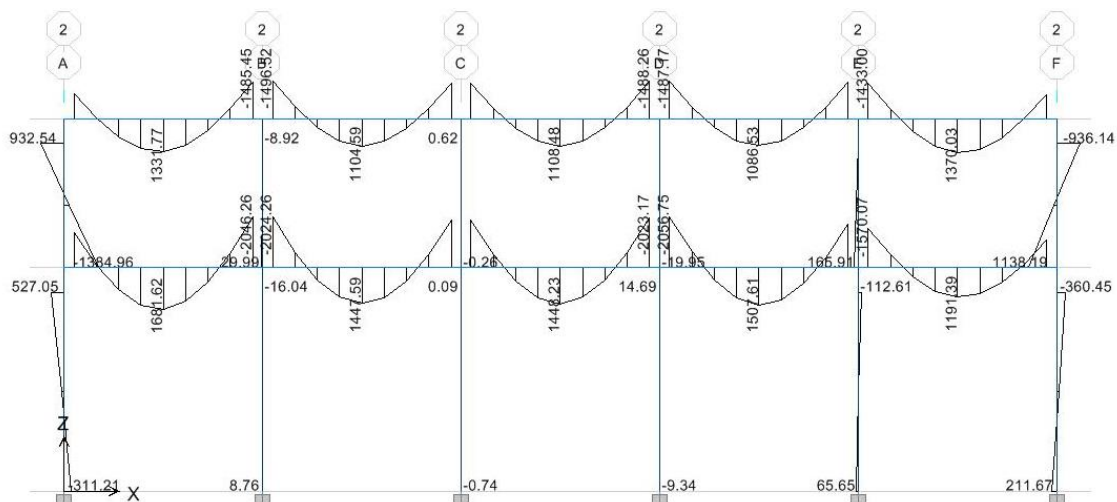


Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

2.9. Resultados de diseño

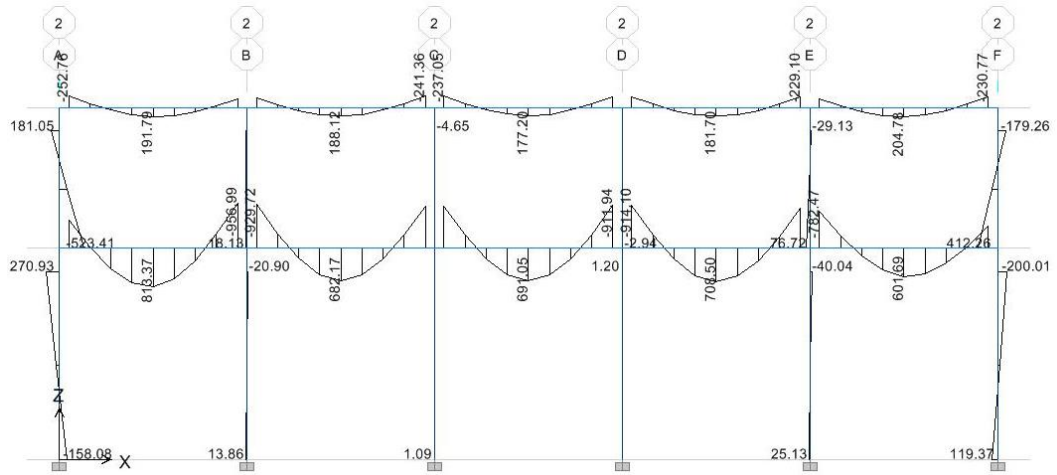
Luego de la comparativa de resultados entre el análisis manual y el realizado por Etabs, se concluye que los resultados del software son congruentes con la metodología tradicional, por lo que serán estos los que se utilicen para el diseño de los miembros estructurales.

Figura 14. Diagrama de momentos por carga muerta, eje 2, sentido X



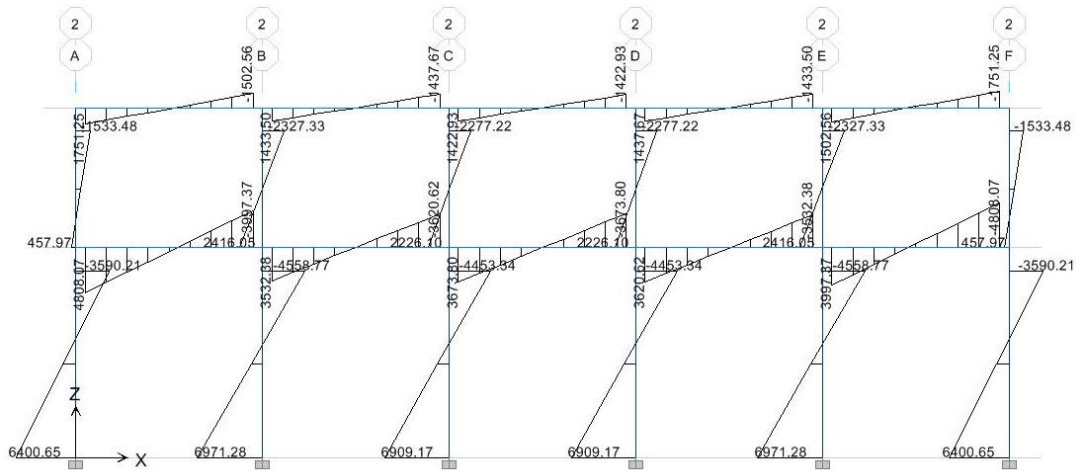
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 15. Diagrama de momentos por carga viva, eje 2, sentido X



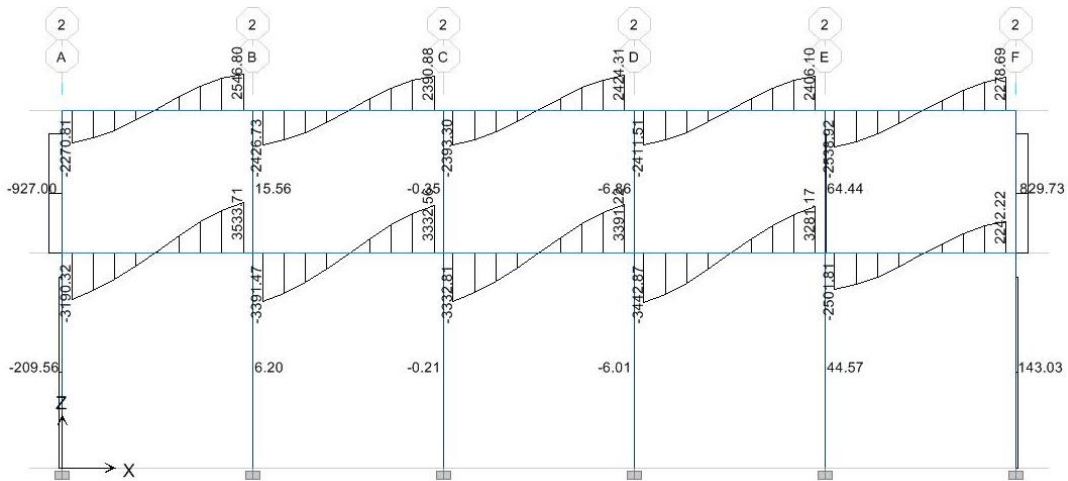
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 16. Diagrama de momentos por sismo, eje 2, sentido X



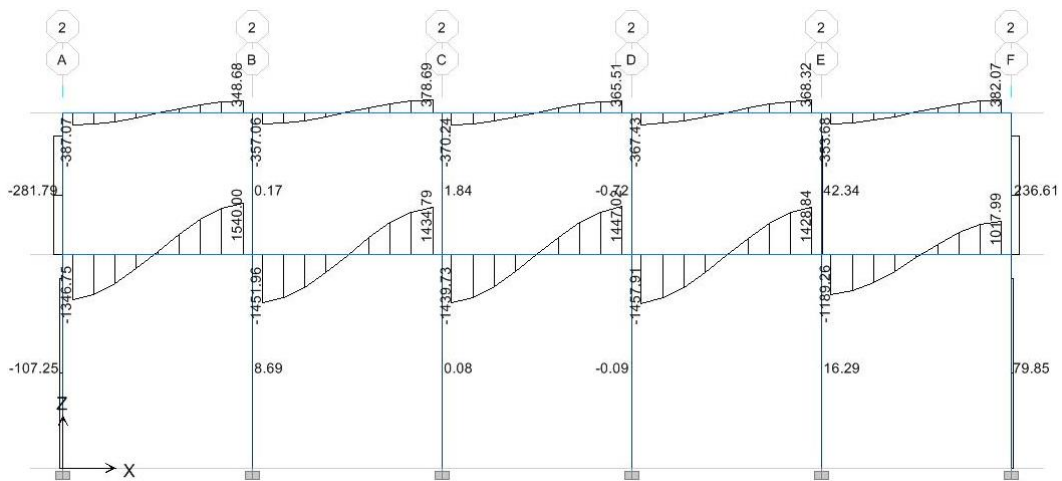
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 17. Diagrama de corte por carga muerta, eje 2, sentido X



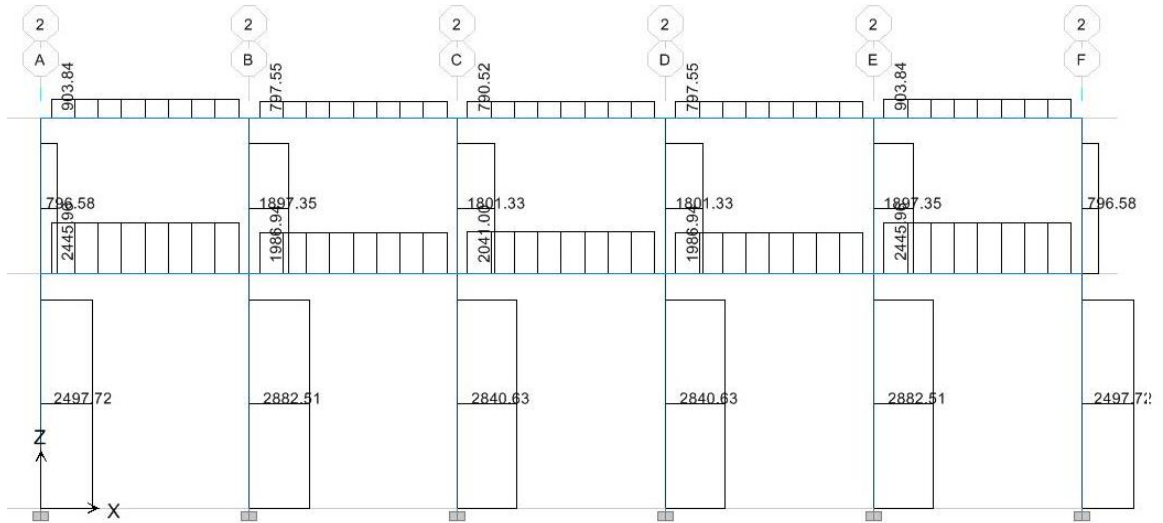
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 18. Diagrama de corte por carga viva, eje 2, sentido X



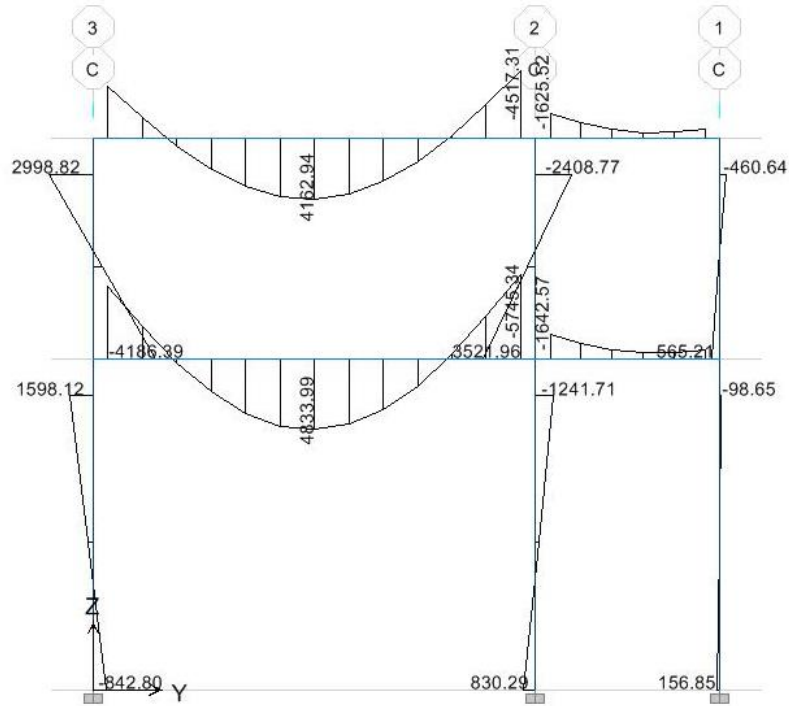
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 19. Diagrama de corte por sismo, eje 2, sentido X



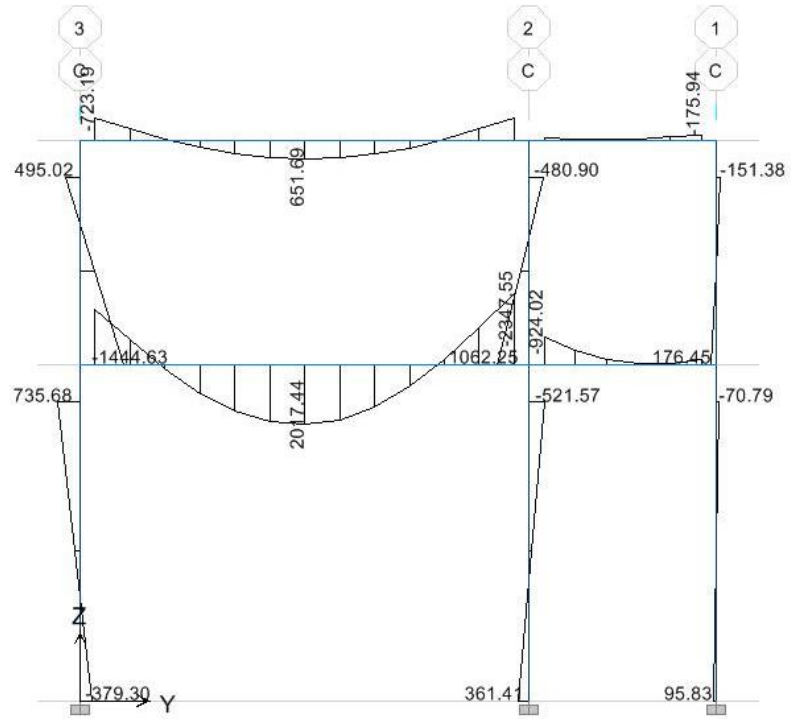
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 20. Diagrama de momentos por carga muerta, eje C, sentido Y



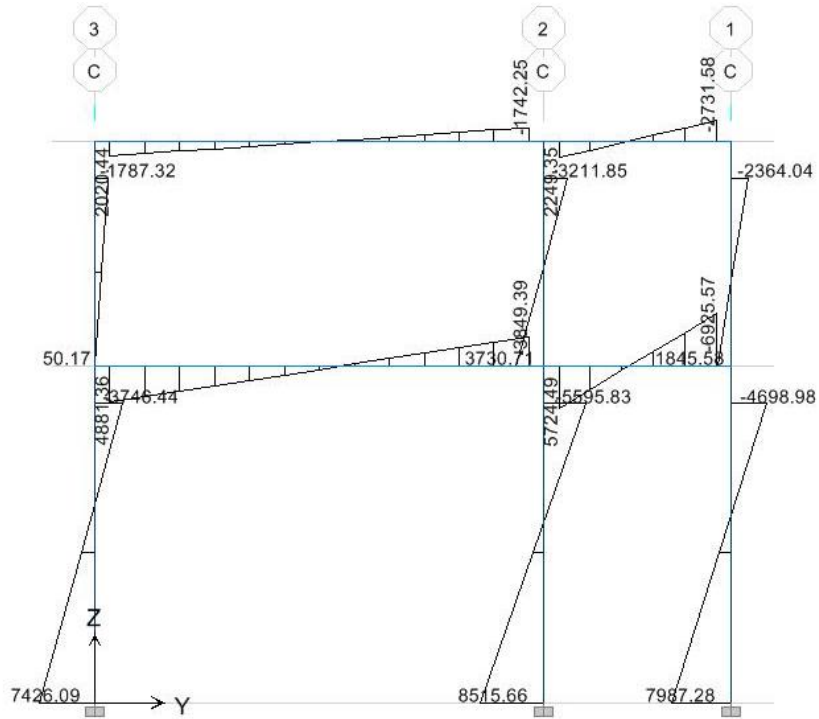
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 21. Diagrama de momentos por carga viva, eje C, sentido Y



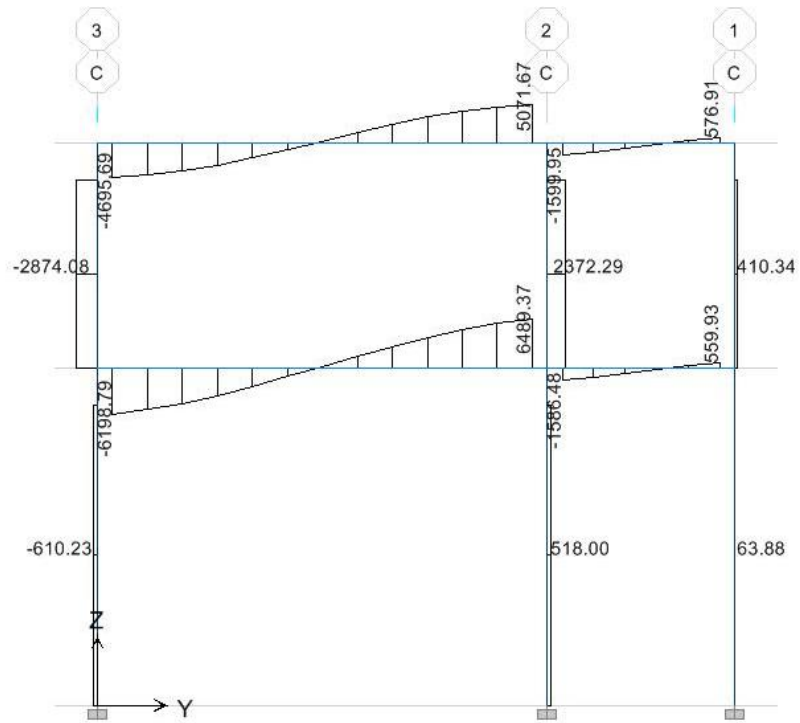
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 22. Diagrama de momentos por sismo, eje C, sentido Y



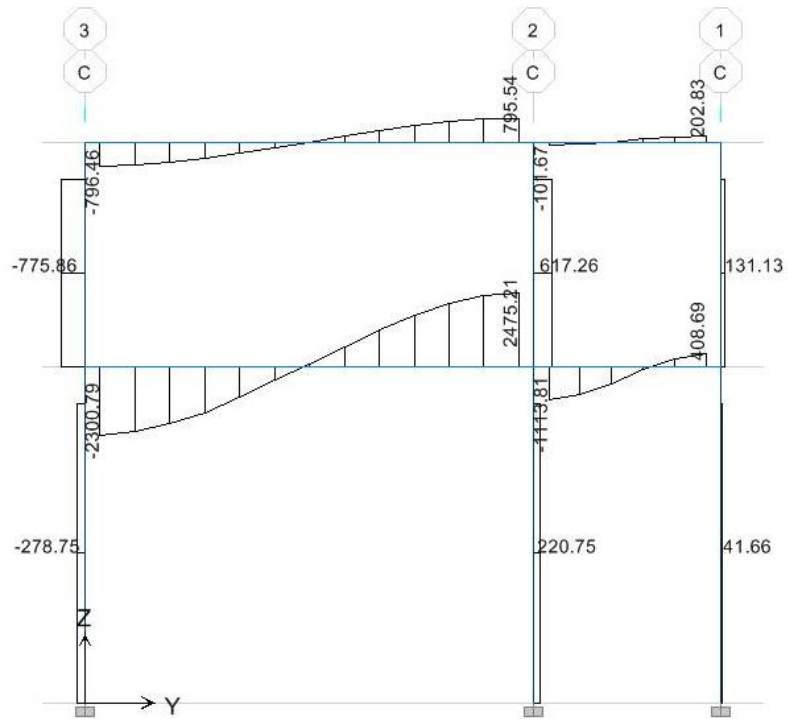
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 23. Diagrama de corte por carga muerta, eje C, sentido Y



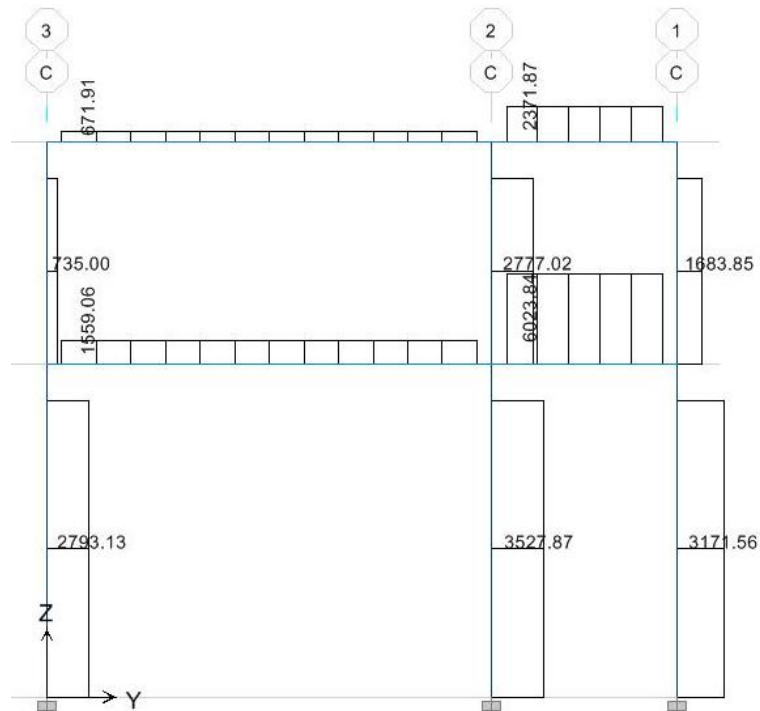
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 24. Diagrama de corte por carga viva, eje C, sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 25. Diagrama de corte por sismo, eje C, sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

2.9.1. Envolvente de momentos

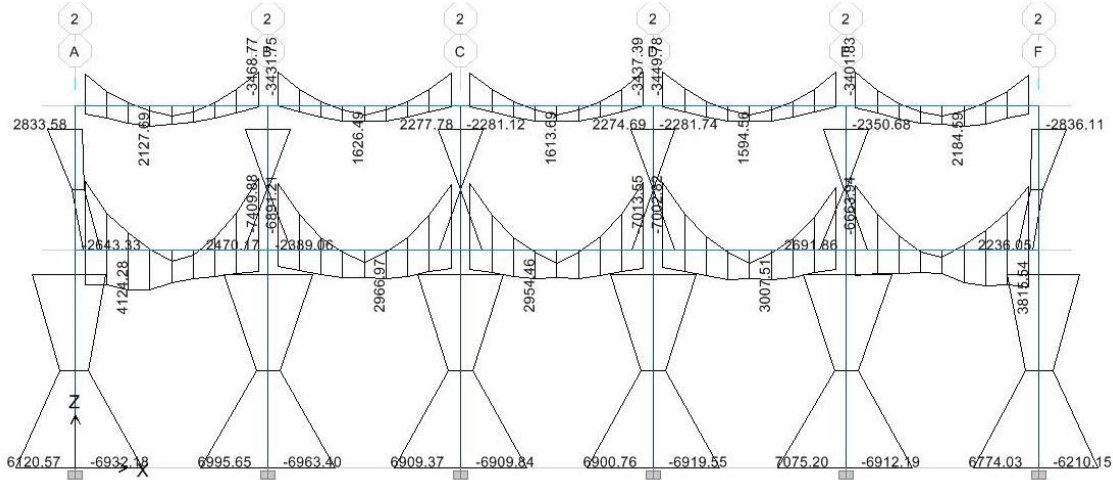
Es la representación de los esfuerzos máximos que pueden ocurrir al superponer los efectos de carga muerta, viva y sísmica. El ACI 318-08 en el inciso 9.2.1, exige que si se incluyen en el diseño los estados de carga mencionados anteriormente, deben aplicarse las siguientes combinaciones:

$$C_1 = 1,2D + 1,6L$$

$$C_2 = 1,2D + 1,0 L \pm 1,0E$$

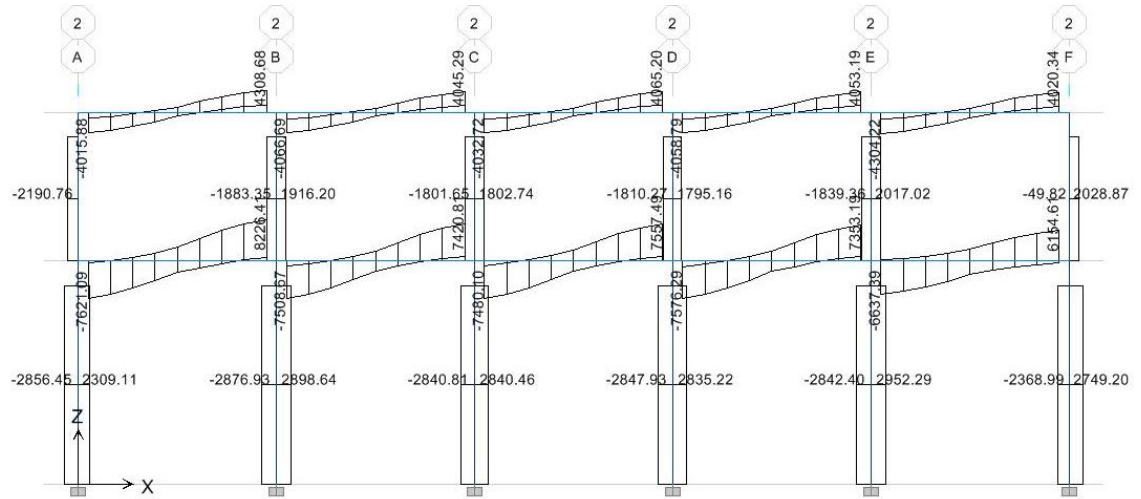
$$C_3 = 0,9 D \pm 1,0E$$

Figura 26. Diagrama de momentos de diseño final por envolvente, eje 2, sentido X



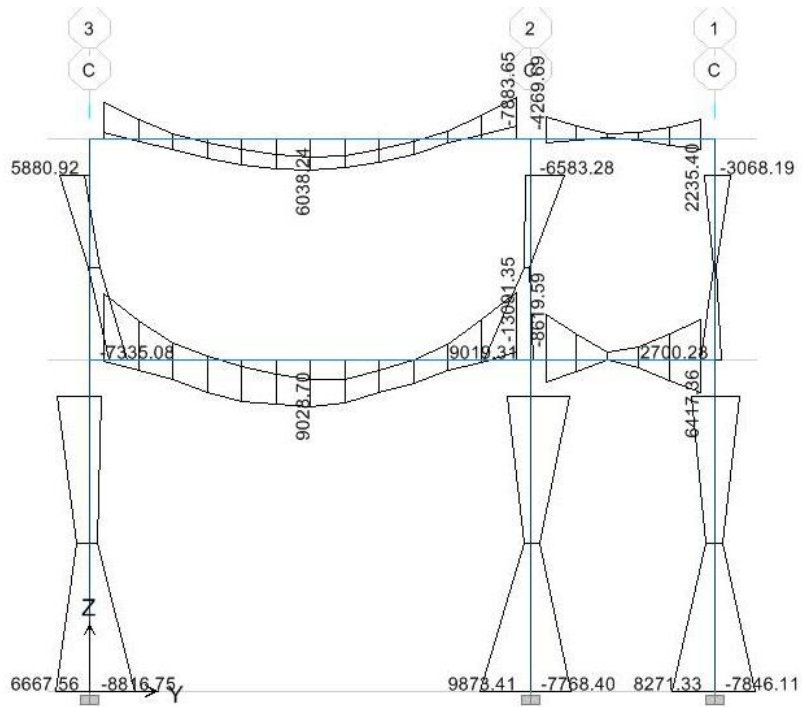
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 27. Diagrama de corte de diseño final por envolvente, eje 2, sentido X



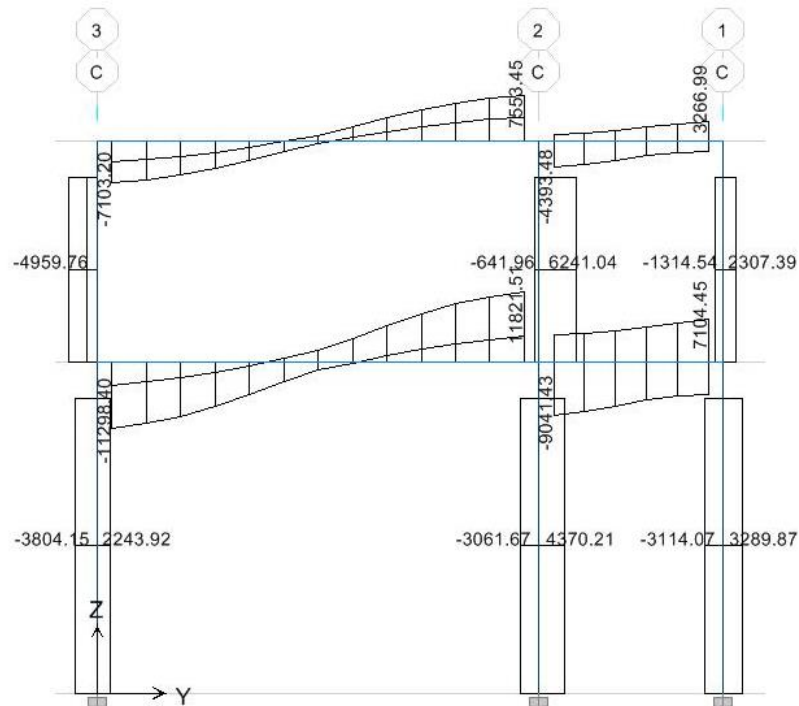
Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 28. Diagrama de momentos de diseño final por envolvente, eje C, sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

Figura 29. Diagrama de corte de diseño final por envolvente, eje C, sentido Y



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS 9.5.

2.10. Diseño estructural

La característica más importante de cualquier elemento estructural, es su resistencia real, que debe ser suficientemente elevada para resistir con algún margen de reserva, todas las cargas hipotéticas que puedan actuar durante la vida útil de la estructura, sin que se presente ninguna falla.

Para aplicar este concepto, se utilizó el método de: diseño a la resistencia, del cual el código ACI 318 se fundamenta. Este método de diseño, requiere que se incrementen las cargas de servicio, por medio de los factores de carga especificados (resistencia requerida) y que las resistencias nominales se reduzcan por medio de los factores ϕ de reducción de resistencia (resistencia de diseño).

2.10.1. Diseño de losas

El diseño de losas que se presenta a continuación, sigue el procedimiento sugerido por el ACI 318, conocido como el método 3. La simplicidad y efectividad de este método ha logrado que se siga utilizando en la actualidad.

- Chequeo del cortante

Se procede a analizar la losa más crítica al esfuerzo de corte, que resulta ser la losa más cargada, que es en el área de pasillos del primer nivel. El procedimiento es el siguiente, cuyos datos son obtenidos de secciones anteriores:

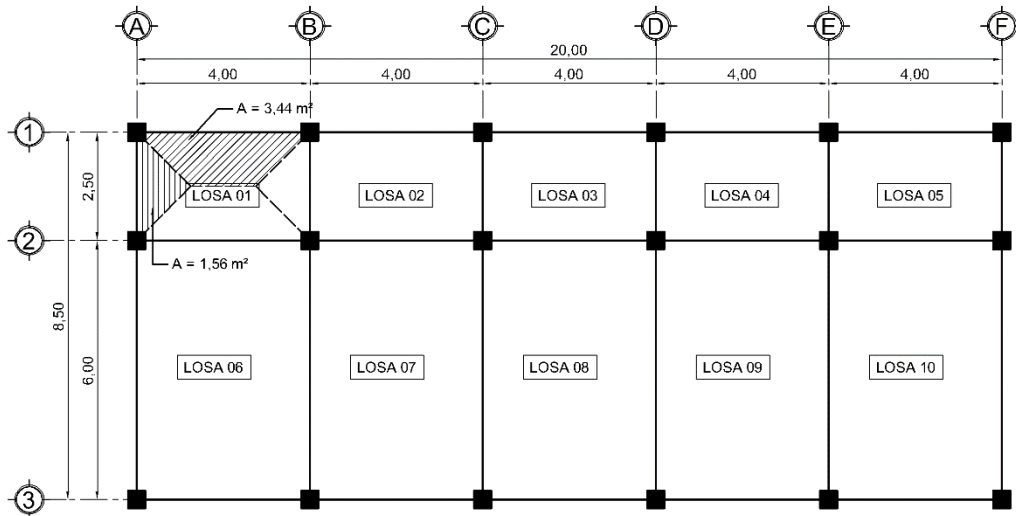
- Espesor de losa (t) = 0,12 m
- Carga muerta total (CM) = 498 kg/m²
- Carga viva total (CV) = 500 kg/m²

La combinación de carga crítica es:

$$U = 1,2CM + 1,6CV \rightarrow 1,2(498) + 1,6(500)$$

$$U = 1\,397,60 \text{ kg/m}^2$$

Figura 30. Nomenclatura de losas y área tributaria a corte



Fuente: elaboración propia.

De la figura 30, se obtienen las áreas tributarias correspondientes para el chequeo del corte.

$$\text{Área tributaria lado corto} = 1,56 \text{ m}^2$$

$$\text{Área tributaria lado largo} = 3,44 \text{ m}^2$$

- Corte actuante en sentido corto

$$V_{\text{act}} = \frac{1,56 (1\ 397,60)}{2,50} \rightarrow V_{\text{act}} = 872,10 \text{ kg/m}$$

- Corte actuante en sentido largo

$$V_{act} = \frac{3,44 (1\ 397,60)}{4,00} \rightarrow V_{act} = 1\ 201,94 \text{ kg/m}$$

- Corte resistido por el concreto

$$d = t - r - \frac{\phi}{2} = 12 - 2,50 - \frac{0,95}{2} = 9,00 \text{ cm}$$

$$\phi V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b d \quad \therefore \phi = 0,75 \text{ para corte [ACI 9.3.2.3]}$$

$$\phi V_c = 0,75 (0,53) (\sqrt{280}) (100) (9,0)$$

$$\phi V_c = 5\ 986,30 \text{ kg/m}$$

Como $\phi V_c > V_{act}$ en ambos sentidos, chequea.

- Diseño a flexión
 - Cálculo de momentos actuantes

Se utilizará el método 3 del ACI para el cálculo de los momentos en los paneles de losas adyacentes.

- Cargas gravitacionales

Las cargas actuantes en las losas 01 y 02 de la figura 30 son:

$$\begin{array}{l}
 CM = 498 \text{ kg/m}^2 \\
 CV = 500 \text{ kg/m}^2
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 W = 1,2CM + 1,6CV \\
 \rightarrow W = 1,2(498) + 1,6(500) \\
 W = 1\ 397,60 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$

Considerando la franja unitaria de 100 centímetros, la fuerza de diseño es:

$$W = 1\ 397,60 \text{ kg/m}$$

Para la losa 06 y losa 07, se tiene:

$$\begin{array}{l}
 CM = 498 \text{ kg/m}^2 \\
 CV = 300 \text{ kg/m}^2
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 W = 1,2CM + 1,6CV \\
 \rightarrow W = 1,2(498) + 1,6(300) \\
 W = 1\ 077,60 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$

Considerando la franja unitaria de 100 centímetros, la fuerza de diseño es:

$$W = 1\ 077,60 \text{ kg/m}$$

- Análisis de momento para losa 1

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \rightarrow \text{Se usará de la tabla}^1 \text{ el valor } 0,60$$

¹ Ver tabla de distribución de momentos en anexos.

Se tiene un panel de esquina (restringido o apoyado en dos lados), por lo que se identifica el caso 4.

- Momentos últimos en dirección corta ($a = 2,50$ m):

$$M_{a(-)} = 0,089 \times 1\,397,60 \times 2,5^2 = 777,41 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0,053 \times 597,60 \times 2,5^2 + 0,067 \times 800 \times 2,5^2 = 532,96 \text{ kg-m}$$

- Momentos últimos en dirección larga ($b = 4,00$ m):

$$M_{b(-)} = 0,011 \times 1\,397,60 \times 4,0^2 = 245,98 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0,007 \times 597,60 \times 4,0^2 + 0,009 \times 800 \times 4,0^2 = 182,13 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos para bordes sin continuidad:

$$M_{a(-)} = \frac{1}{3} \times M_{a(+)} = \frac{1}{3} \times 532,96 = 177,65 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = \frac{1}{3} \times M_{b(+)} = \frac{1}{3} \times 182,13 = 60,71 \text{ kg-m}$$

- Análisis de momento para losa 6

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4}{6} = 0,666 \rightarrow \text{Se usará de la tabla el valor } 0,65$$

Se tiene un panel de esquina (restringido o apoyado en 2 lados), por lo que se identifica el caso 4.

- Momentos últimos en dirección corta (a = 4,00 m)

$$M_{a(-)} = 0,085 \times 1\,077,60 \times 4,0^2 = 1\,465,54 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0,050 \times 597,60 \times 4,0^2 + 0,062 \times 480 \times 4,0^2 = 954,24 \text{ kg-m}$$

- Momentos últimos en dirección larga (b = 6,00 m)

$$M_{b(-)} = 0,015 \times 1\,077,60 \times 6,0^2 = 581,90 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0,009 \times 597,60 \times 6,0^2 + 0,011 \times 480 \times 6,0^2 = 383,70 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos para bordes sin continuidad

$$M_{a(-)} = \frac{1}{3} \times M_{a(+)} = \frac{1}{3} \times 954,24 = 318,08 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = \frac{1}{3} \times M_{b(+)} = \frac{1}{3} \times 383,70 = 127,90 \text{ kg-m}$$

- Análisis de momento para losa 2

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,5}{4} = 0,625 \rightarrow \text{Se usará de la tabla, el valor } 0,60.$$

Se tiene un panel intermedio (restringido o apoyado en 3 lados), por lo que se identifica el caso 8.

- Momentos últimos en dirección corta (a = 2,50 m)

$$M_{a(-)} = 0,080 \times 1\,397,60 \times 2,5^2 = 698,80 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0,048 \times 597,60 \times 2,5^2 + 0,065 \times 800 \times 2,5^2 = 504,28 \text{ kg-m}$$

- Momentos últimos en dirección larga, (b = 4,00 m)

$$M_{b(-)} = 0,018 \times 1\,397,60 \times 4,0^2 = 402,50 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0,007 \times 597,60 \times 4,0^2 + 0,009 \times 800 \times 4,0^2 = 182,13 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos para bordes sin continuidad

$$M_{a(-)} = \frac{1}{3} \times M_{a(+)} = \frac{1}{3} \times 504,28 = 168,09 \text{ kg-m}$$

- Análisis de momento para losa 7

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4}{6} = 0,666 \rightarrow \text{Se usará de la tabla el valor } 0,65.$$

Se tiene un panel intermedio (restringido o apoyado en 3 lados), por lo que se identifica el caso 8.

- Momentos últimos en dirección corta (a = 4,00 m)

$$M_{a(-)} = 0,074 \times 1\,077,60 \times 4,0^2 = 1\,275,88 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0,044 \times 597,60 \times 4,0^2 + 0,059 \times 480 \times 4,0^2 = 873,83 \text{ kg-m}$$

- Momentos últimos en dirección larga (b = 6,00 m)

$$M_{b(-)} = 0,024 \times 1\,077,60 \times 6,0^2 = 931,05 \text{ kg-m}$$

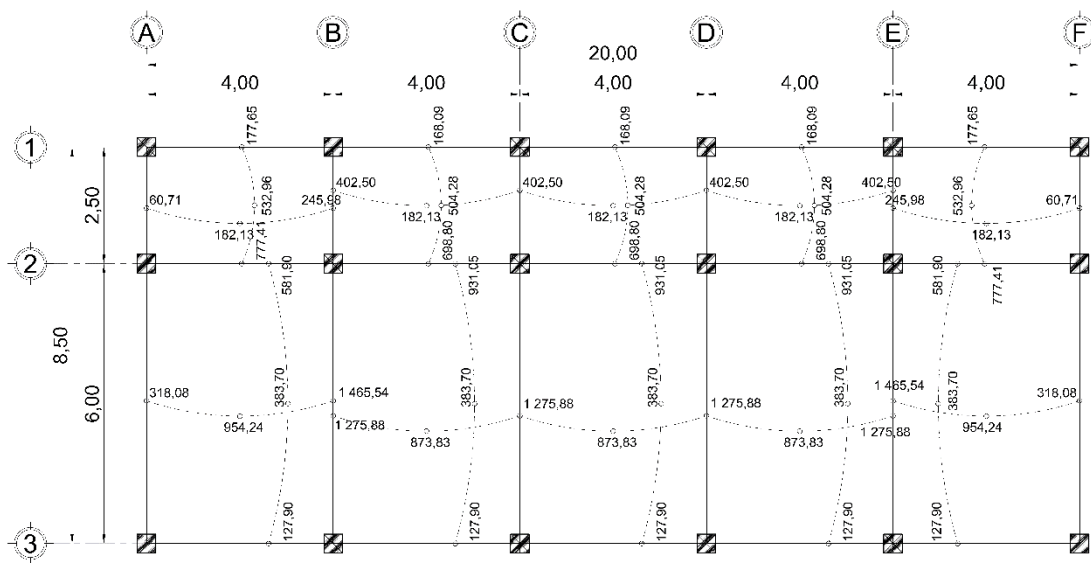
$$M_{b(+)} = 0,009 \times 597,60 \times 6,0^2 + 0,011 \times 480 \times 6,0^2 = 383,70 \text{ kg-m}$$

- Momentos negativos para bordes sin continuidad

$$M_{b(-)} = \frac{1}{3} \times M_{b(+)} = \frac{1}{3} \times 383,70 = 127,90 \text{ kg-m}$$

Siguiendo un procedimiento similar para las losas siguientes, se tiene la siguiente figura con los valores de momento:

Figura 31. **Momentos del método 3, para losa del primer nivel [kg-m]**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.1.1. Balanceo de momentos

La metodología de diseño, sugiere que los momentos calculados en la sección anterior para cada panel de losa, sean balanceados a un máximo común para que el cálculo del refuerzo sea uniforme. Hay dos criterios de balance:

Si $M_1 > 0,8M_2$ → se balancea por promedio de momentos

Si $M_1 < 0,8M_2$ → se balancea por rigidez

- Balance del nudo a

$$M_1 = 245,98 \text{ kg-m}$$

$$M_2 = 402,50 \text{ kg-m}$$

$$0,80(402,50) = 322,00 \text{ kg-m}$$

$245,98 \text{ kg-m} < 322,00 \text{ kg-m}$ ∴ se balancean por rigidez

- Rigidez

$$\kappa = \frac{1}{L} \rightarrow \begin{array}{l} \text{losa 1: } 1/4 = 0,25 \\ \text{losa 2: } 1/4 = 0,25 \\ \sum \kappa = 0,50 \end{array}$$

- Factores de distribución

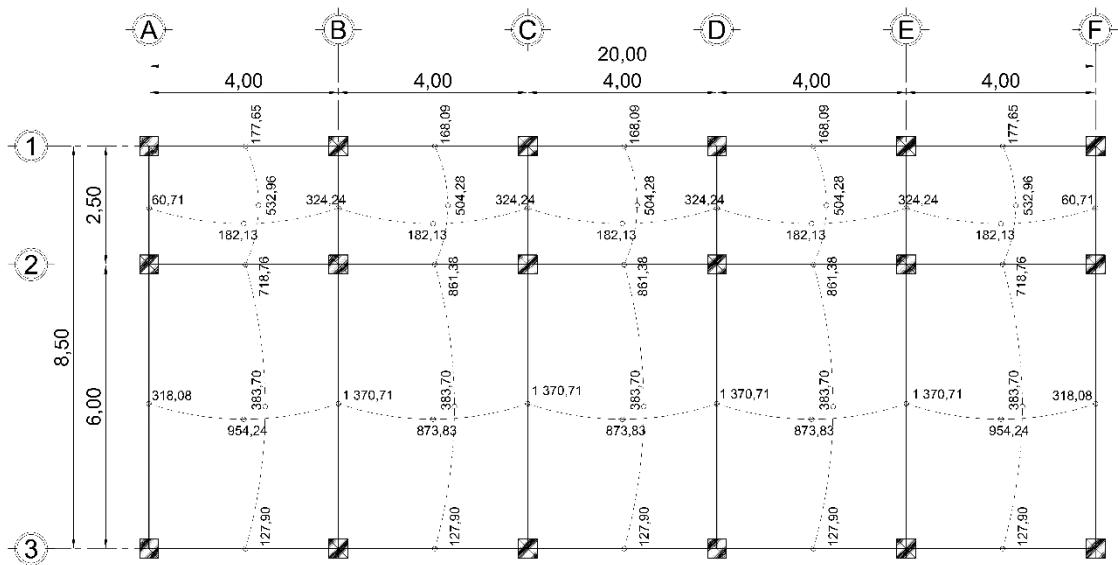
$$D_{ij} = \frac{K_i}{\sum K_{ij}}, \quad \sum D_{ij} = 1, \quad \text{donde:}$$
$$D_1 = \frac{0,25}{0,50} = 0,50$$
$$D_2 = \frac{0,25}{0,50} = 0,50$$

$$\text{Losa 1} = 245,98 + (402,50 - 245,98)(0,50) = 324,24 \text{ kg-m}$$

$$\text{Losa 2} = 402,50 - (402,50 - 245,98)(0,50) = 324,24 \text{ kg-m}$$

Siguiendo un procedimiento similar, se balancean los nudos restantes, con lo que se obtienen los siguientes momentos balanceados:

Figura 32. **Momentos de diseño, balanceados para losa nivel 1 [kg-m]**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.1.2. Proceso de diseño

El diseño estructural de la losa, debe ser por efectos de flexión, debido a que el peralte de la misma se calcula para soportar la fuerza cortante máxima impuesta por las cargas.

- Valores de diseño
 - Recubrimiento (r): 2,5 cm [ACI 7.7.1]
 - Refuerzo propuesto: No. 3 (0,71 cm²)
 - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi) ; $fy = 4 200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)

- $b = 100 \text{ cm}$ (franja unitaria)
 - $h = 12 \text{ cm}$
 - Peralte efectivo cama inferior: $d = 9,00 \text{ cm}$
- Refuerzo mínimo [ACI 7.12.1]

$$\rho_{\min} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{4\ 200} = 0,0033 \rightarrow \begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} bd \\ A_{s_{\min}} &= 0,0033(100)(9) \\ A_{s_{\min}} &= 2,97 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Espaciamiento [ACI 13.3.2]

$$S < 2t \rightarrow \begin{aligned} S_{\max} &= 2(12) \\ S_{\max} &= 24 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Espaciamiento del refuerzo mínimo

Proponiendo el uso de varillas #3 para refuerzo a flexión:

$$\frac{2,97 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2}{S \text{ cm}} \rightarrow S = 23,90 \text{ cm}$$

$$S = 23,90 \text{ cm} < S_{\max}$$

$$\frac{x \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = \frac{0,71 \text{ cm}^2}{20 \text{ cm}} \rightarrow \begin{aligned} A_{s_{\min}} &= 3,55 \text{ cm}^2 \\ \rho_{\min} &= 0,00507 \end{aligned}$$

- Áreas de acero requeridas

Se usará la expresión para el área de acero:

$$A_s = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu(b)}{0,003825 f'_c}} \right]$$

Donde:

b = base de sección [cm]

d = peralte efectivo de la sección [cm]

Mu = momento último actuante [kg-m]

f 'c , f_y = resistencia de los materiales [kg/cm²]

A_s = área de acero requerida [cm²]

Se usará la expresión siguiente para el espaciamiento, usando refuerzo no.3:

$$\frac{A_s \text{ requerida}}{100} = \frac{0,71}{S}$$

Utilizando los momentos más críticos para cada sentido (ver figura 30), se procede de la siguiente manera:

- Sentido corto

Momento = 1 370,71 kg-m

Acero requerido = 4,20 cm² > A_{s min} → S = 16,90 cm

Por razones constructivas, se colocará un espaciamiento de 15 centímetros.

- Sentido largo

Momento = 861,38 kg-m

Acero requerido = $2,60 \text{ cm}^2 < A_{s_{\min}} \rightarrow S = 20,00 \text{ cm}$

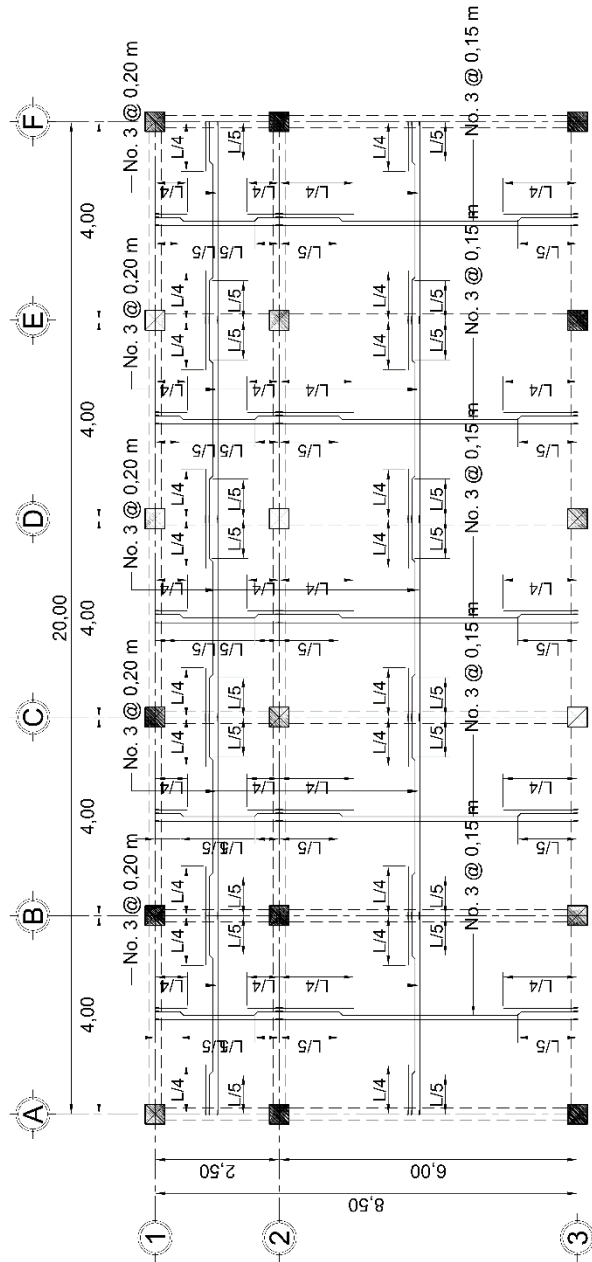
- Propuesta de armado final

Usar No. 3 @ 0,15 m, en el sentido corto

Usar No. 3 @ 0,20 m, en el sentido largo

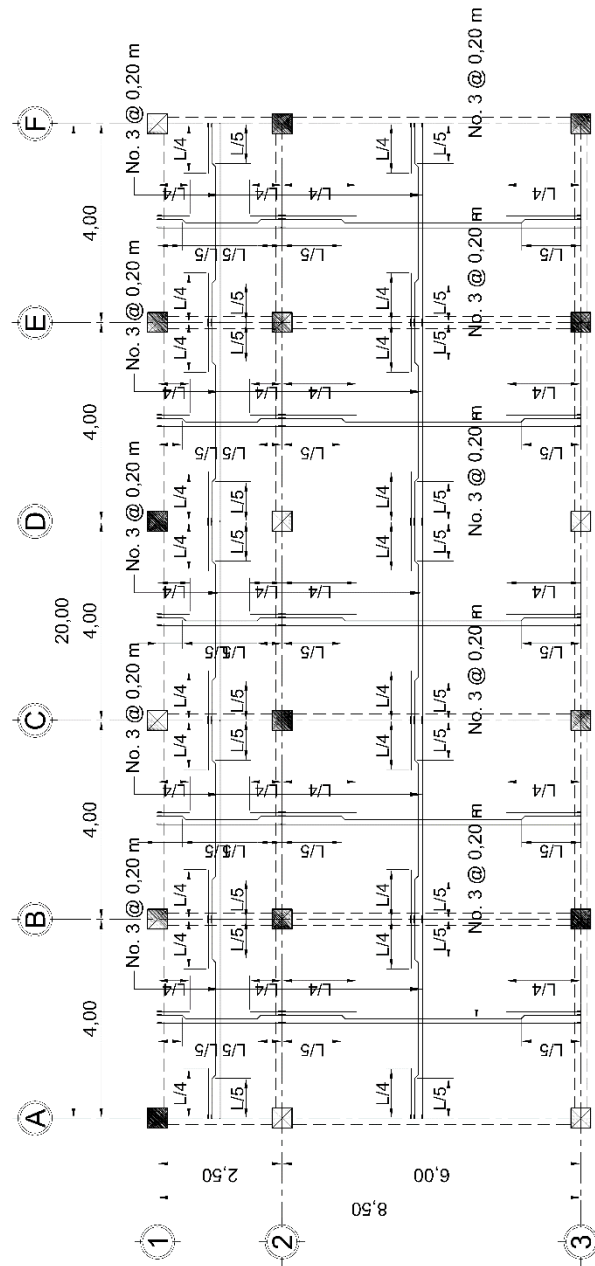
Realizando un procedimiento similar, se obtiene el armado para la losa del segundo nivel, y ambos son mostrados en la figura 33.

Figura 33. Armado de losa en primer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Figura 34. Armado de losa en segundo nivel



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.2. Diseño de vigas principales

Se muestra el diseño de las vigas principales del primer nivel, para el marco del eje C, que es el más crítico en el sentido Y. Los momentos actuantes y fuerzas de corte, son obtenidos del diagrama de momentos por envolvente, mostrado en secciones anteriores.

- Valores de diseño
 - Recubrimiento (r): 4,00 cm [ACI 7,7,1]
 - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi)
 - $f_y = 4 200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)
 - $b = 25 \text{ cm}$
 - $h = 50 \text{ cm}$

- Peralte efectivo
 - Peralte efectivo cama superior (momento negativo)

Se pretende usar barras no mayores al No. 8 ($\emptyset = 1 \text{ pulg}$).

$$d = h - r - db_{\text{est}} - \frac{\emptyset}{2}$$
$$d = 50 - 4 - 0,95 - \frac{2,54}{2}$$

$$d = 43,78 \text{ m} \quad \text{usar} \quad d = 44 \text{ cm}$$

- Refuerzo mínimo [ACI 7.12.1]

$$\rho_{\min} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{4\,200} = 0,0033 \rightarrow \begin{aligned} A_{s_{\min}} &= \rho_{\min} bd \\ A_{s_{\min}} &= 0,00333(25)(44) \\ A_{s_{\min}} &= 3,66 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Momento resistido por el refuerzo mínimo

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \rho f_y b d^2 \left(1 - 0,59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad \therefore \phi = 0,90 \text{ [ACI 9,3,2,1]} \\ \phi M_n &= (0,90)(0,00333)(4\,200)(25)(44)^2 \left[1 - 0,59(0,00333) \frac{4\,200}{280} \right] \\ \phi M_n &= 591\,275,85 \text{ kg-cm} = 5\,912,76 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Cualquier momento menor, se colocará acero mínimo para asegurar falla a tensión.

- Refuerzo máximo [ACI 21.3.2.1]

Se calcula la cuantía balanceada de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{\epsilon_c E_s}{\epsilon_c E_s + f_y} \\ \rho_b &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{280}{4\,200} \times \frac{(0,003)(2,03 \times 10^6)}{[(0,003)(2,03 \times 10^6)] + 4\,200} \end{aligned}$$

$$\rho_b = 0,0285$$

$$\rho_{\max} < \begin{cases} 0,5\rho_b = 0,5 \times 0,0285 = 0,01425 \text{ (gobierna)} \\ 0,0250 \end{cases}$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = \rho_{\text{máx}} bd$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0,01425 (25) (44)$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 15,675 \text{ cm}^2$$

- Momento resistido por el refuerzo máximo

$$\phi M_{\text{max}} = \phi \rho f_y b d^2 \left(1 - 0,59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad \therefore \phi = 0,90 \text{ [ACI 9.3.2.1]}$$

$$\phi M_{\text{max}} = (0,90)(0,01425)(4\ 200)(25)(44)^2 \left[1 - 0,59(0,025) \frac{4\ 200}{280} \right]$$

$$\phi M_{\text{max}} = 2\ 030\ 252,65 \text{ kg-cm} = 20\ 302,53 \text{ kg-m}$$

Cualquier momento mayor, necesitará refuerzo a compresión o cambio de sección.

- Área de acero requerida

$$A_s = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu(b)}{0,003825 f'_c}} \right]$$

En las tablas siguientes, se resumen los datos del área de acero requeridas para las vigas del primer nivel del marco del eje C.

En el capítulo 21, la sección 21.2.2. ACI 2005, se establece lo siguiente:

- En los nudos, la resistencia a momento positivo debe ser por lo menos el 50 por ciento del acero suministrado para momento negativo en esa misma cara.
- En cualquier sección de la viga, se debe proveer por lo menos el 25 por ciento del acero suministrado para momento máximo en la viga en la cara de cualquier de los nudos.

Los armados propuestos, ya consideran estos requerimientos, es por eso que el área de acero suministrado, es mayor que el requerido por el momento actuante.

Tabla XXXVI. **Armado de viga entre ejes 3-2 del marco del eje C, nivel 1**

Momento [kg-m]	As requerido [cm²]	As suministrado [cm²]
$M(-)_{izq} = 12\ 658,61 < \phi M_{max}$	$8,14 > A_{s_{min}}$	2#5 corridas + 2#6 bastones [9,64 cm ²]
$M(-)_{der} = 13\ 091,35 < \phi M_{max}$	$8,44 > A_{s_{min}}$	2#5 corridas + 2#6 bastones [9,64 cm ²]
$M(+) = 9\ 028,70 < \phi M_{min}$	$5,69 > A_{s_{min}}$	2#5 corridas + 1#5 bastones [5,96 cm ²]

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Armado de viga entre ejes 2-1 del marco del eje C, nivel 1**

Momento [kg-m]	As requerido [cm ²]	As suministrado [cm ²]
$M(-)_{izq} = 8\,619,59 < \phi M_{max}$	$5,42 > A_{smin}$	2#5 corridas + 1#6 bastones [6,81 cm ²]
$M(-)_{der} = 7\,786,84 < \phi M_{max}$	$4,87 > A_{smin}$	2#5 corridas + 1#4 bastones [5,24 cm ²]
$M(+) = 741,06 < \phi M_{min}$	$3,66 = A_{smin}$	2#5 corridas [3,97 cm ²]

Fuente: elaboración propia.

- Longitudes de desarrollo

Según el ACI, se debe tomar la longitud de desarrollo de bastones y tensiones en las vigas como sigue:

$$l_d = \left[\frac{f_y}{3,5\lambda\sqrt{f'_c}} \frac{\psi_t\psi_e\psi_s}{\left(\frac{c_b+K_{tr}}{d_b}\right)} \right] d_b \quad \therefore$$

ψ_t = factor de ubicación del refuerzo
 ψ_e = factor de recubrimiento
 ψ_s = factor de tamaño de refuerzo
 λ = factor de peso de concreto

El valor de $\left(\frac{c_b+K_{tr}}{d_b}\right)$ no necesita tomarse mayor a 2,50. Además, de manera conservadora el valor de $K_{tr} = 0$.

Para barras no.5, se tiene que:

$$\psi_t = 1,3 \text{ (superior)}$$

$$\psi_e = 1,0 \text{ (sin recubrimiento)}$$

$$\psi_s = 0,8 \text{ (barra No.5)}$$

$$\lambda = 1,0 \text{ (concreto de peso normal)}$$

$$l_d = \left[\frac{4\,200}{3,5 \times (1,0) \times \sqrt{280}} \times \frac{(1,3) \times (1,0) \times (0,8)}{2,5} \right] (1,59) = 47,43$$

Se usa una longitud de desarrollo de 50 centímetros.

De manera similar, se debe realizar para los demás diámetros de barras, y los resultados obtenidos son:

- l_d para barra no.4 = 0,40 m
- l_d para barra no.5 = 0,50 m
- l_d para barra no.6 = 0,60 m

2.10.2.1. Diseño a corte

Del diagrama de corte de la envolvente, se obtiene el corte actuante en la viga entre ejes 3-2, del marco del eje C, primer nivel.

- Corte resistido por el concreto

$$\phi V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b d \text{ [ACI 11.3.1.1] donde } \phi = 0,75 \text{ para corte [ACI 9.3.2.3]}$$

$$\phi V_c = 0,75(0,53) \left(\sqrt{280} \right) (25)(44) \rightarrow \phi V_c = 7\,316,59 \text{ kg}$$

como $\phi V_c < V_u$ se necesita refuerzo a corte

- Corte de diseño

En ACI 11.1.3.1, se permite diseñar con el cortante inducido a una distancia d del apoyo:

$$V_u = 11\,851,21 \text{ kg}$$

De manera conservadora, se puede asumir que el corte máximo en la viga, actúa en toda la longitud de la misma, esto con la finalidad de homogenizar la ductilidad de la sección.

- Corte resistido por el acero de refuerzo vertical (estribos)

$$\text{Si } V_u = \phi V_c + \phi V_s \rightarrow \phi V_s = V_u - \phi V_c \text{ donde } V_u = V_{\text{diseño}} \text{ [ACI 11.1.1]}$$

$$\phi V_s = 11\,851,21 - 7\,316,59$$

$$\phi V_s = 4\,534,62 \text{ kg}$$

El corte resistido por el acero esta limitado por:

$$\phi V_S \leq 2,2 \phi \sqrt{f_c} b d \quad [\text{ACI 11.5.7.9}]$$

$$\phi V_{S \max} = 2,2(0,75) (\sqrt{280}) (25)(44)$$

$$\phi V_{S \max} = 30\,370,75 \text{ kg}$$

$$\phi V_s < \phi V_{S \max}$$

- Requisitos del refuerzo a corte del capítulo 21
 - Es necesario colocar refuerzo a corte hasta donde ϕV_c ya no resista el esfuerzo cortante.
 - Donde $\phi V_c > V_{\text{act}}$ se colocará refuerzo a separación máxima.
 - Se colocará refuerzo a confinamiento en una distancia $2h = 2(50) = 100 \text{ cm}$, medido desde la cara interna del nudo.
- Espaciamiento del refuerzo vertical

El espaciamiento requerido para estribos No.3 para la fuerza de corte de 4 534,62 kilogramos es:

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s}$$

Donde:

s = espaciamiento de estribos [cm]

A_v = área de acero del refuerzo [cm^2]

f_y = resistencia del acero de refuerzo [kg/cm^2]

V_s = corte resistido por el acero [kg]

$$s = \frac{(2 \times 0,71) \times 4 \times 200 \times 44}{4 \times 534,62} \therefore s = 57,87 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo será el menor de:

$$\frac{d}{2} = \frac{44}{2} = 22 \text{ cm}$$
$$600 \text{ mm} = 60 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, se tomará el espaciamiento como: $S_{\text{max}} = 20 \text{ cm}$

- Espaciamiento del refuerzo vertical en zona de confinamiento

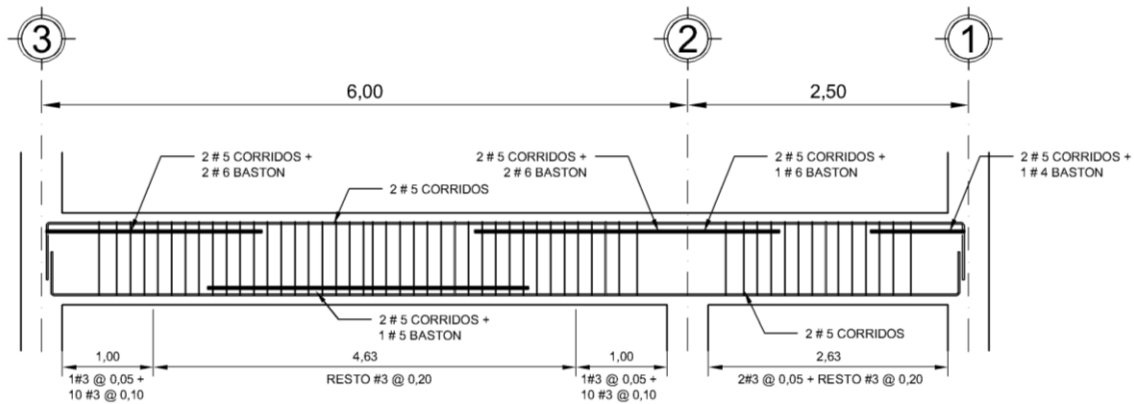
El espaciamiento será el menor de [ACI 21.3.3.2]:

$$\frac{d}{4} = \frac{44}{4} = 11 \text{ cm}$$
$$8d_b = 8(1,9) = 15,20 \text{ cm} \quad [\text{barra no. 6}]$$
$$24d_{b \text{ est}} = 24(0,95) = 22,80 \text{ cm} \quad [\text{est. no.3}]$$
$$300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, se tomará el espaciamiento como $S_{\text{max conf}} = 10 \text{ cm}$.

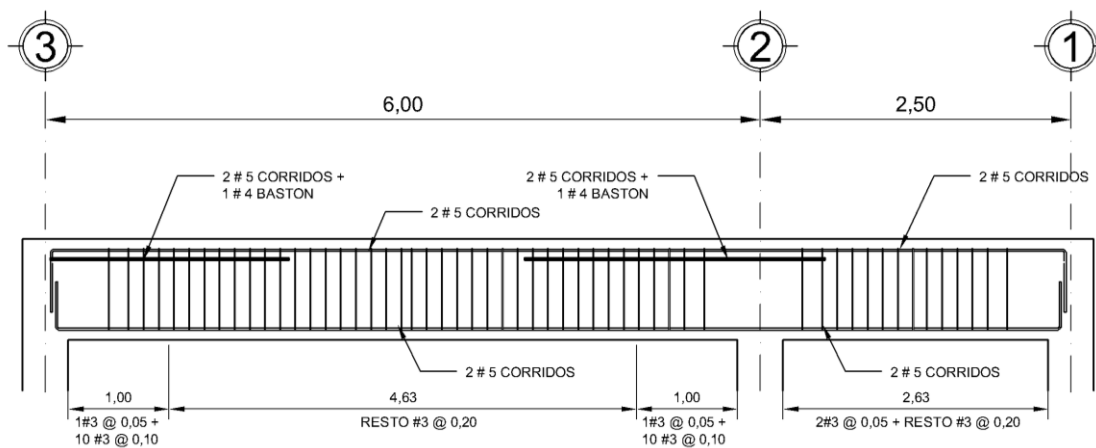
A continuación se presenta el detalle de armado para las vigas del primer nivel del eje C.

Figura 35. Armado final de vigas del eje C, nivel 1



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Figura 36. Armado final de vigas del eje C, nivel 2



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.3. Diseño de columnas

El siguiente procedimiento de diseño, es para la columna crítica en el primer y segundo nivel, que esta en la intersección de los ejes C, y 2. Las cargas, momentos y cortantes se obtienen del análisis estructural indicado anteriormente.

- Clasificación por esbeltez
 - Si esbeltez < 22, se considera columna corta.
 - Si $22 \leq$ esbeltez ≤ 100 , se considera columna esbelta.
 - Si esbeltez > 100, no diseñar, se debe cambiar la sección.

- Inercia área gruesa

$$\text{Vigas: } I_g = \frac{(25)(50)^3}{12} \rightarrow I_g = 260\,416,67 \text{ cm}^4$$

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

- Inercia sección fisurada [ACI 10.11.1]

$$\text{Vigas: } I_{\text{viga}} = 0,35I_g = 0,35(260\,416,67) \rightarrow I_{\text{viga}} = 91\,145,835 \text{ cm}^4$$

$$\text{Columnas: } I_{\text{col}} = 0,70I_g = 0,70(213\,333,33) \rightarrow I_{\text{col}} = 149\,333,33 \text{ cm}^4$$

- Coeficiente de empotramiento

$$\Psi_{\text{sup}} = \frac{\sum (EI/L)_{\text{col}}}{\sum (EI/L)_{\text{viga}}} = \frac{\sum (I/L)_{\text{col}}}{\sum (I/L)_{\text{viga}}}$$

$$\Psi_{\text{inf}} = 0 \text{ (cimentación)}$$

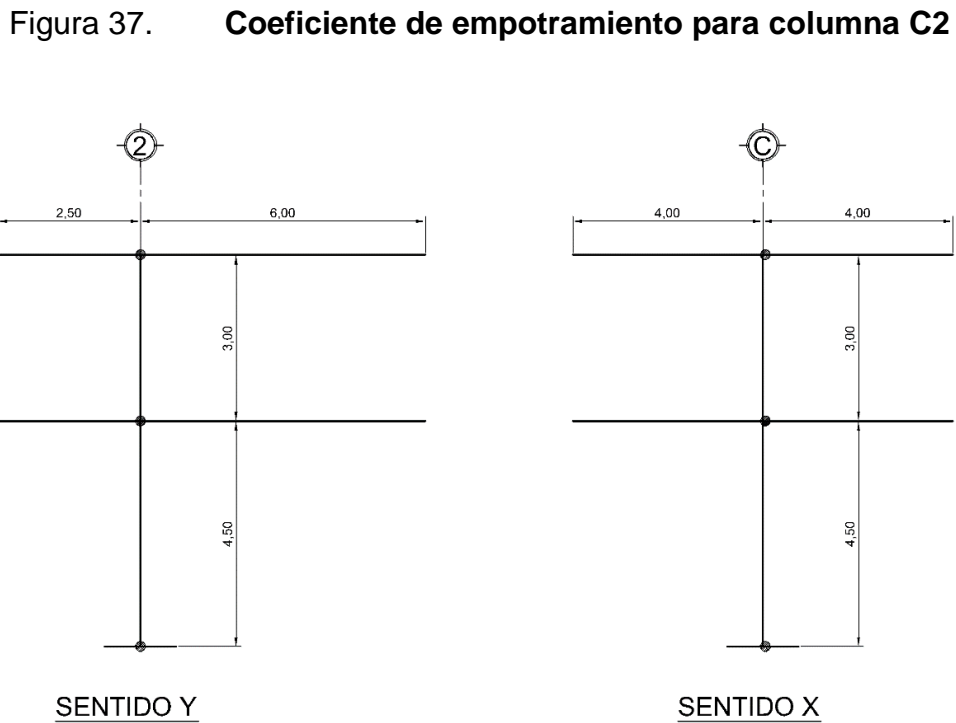
Donde:

Ψ_{sup} , Ψ_{inf} = coeficientes de empotramiento

E = módulo de elasticidad del concreto [kg/cm^2]

I = inercia de la sección [cm^4]

L = longitud del elemento [m]



Fuente: elaboración propia.

- Sentido X

$$\Psi_{\text{sup}} = \frac{\frac{149\,333,33}{450} + \frac{149\,333,33}{300}}{\frac{91\,145,835}{400} + \frac{91\,145,835}{400}}$$

$$\Psi_{\text{sup}} = 1,82$$

$$\Psi_{\text{inf}} = 0 \text{ (cimentación)}$$

$$\Psi_{\text{pr}} = 0,91$$

- Sentido Y

$$\Psi_{\text{sup}} = \frac{\frac{149\,333,33}{450} + \frac{149\,333,33}{300}}{\frac{91\,145,835}{250} + \frac{91\,145,835}{600}}$$

$$\Psi_{\text{sup}} = 1,61$$

$$\Psi_{\text{inf}} = 0 \text{ (cimentación)}$$

$$\Psi_{\text{pr}} = 0,81$$

- Longitud efectiva

$$K = \frac{20 - \Psi_{\text{pr}}}{20} \sqrt{1 + \Psi_{\text{pr}}}$$

Donde:

K = longitud efectiva [ad]

Ψ_{pr} = coeficiente de empotramiento promedio

- Sentido X

$$K = \frac{20 - 0,91}{20} \sqrt{1 + 0,91} \rightarrow K = 1,31$$

- Sentido Y

$$K = \frac{20 - 0,81}{20} \sqrt{1 + 0,81} \rightarrow K = 1,29$$

- Esbeltez

$$\frac{Kl_u}{r}$$

Donde:

K = longitud efectiva

l_u = luz libre de columna

r = radio de giro=0,3b

- Sentido X

$$\frac{Kl_u}{r} = \frac{(1,31)(4,50 - 0,50)}{0,3(0,40)} \rightarrow \frac{Kl_u}{r} = 43,67$$

- Sentido Y

$$\frac{Kl_u}{r} = \frac{(1,29)(4,50 - 0,50)}{0,3(0,40)} \rightarrow \frac{Kl_u}{r} = 43,00$$

Debido a que en ambas direcciones, la esbeltez es mayor a 22, se deben considerar los efectos de esbeltez.

- Carga axial

Del análisis estructural realizado, se tiene que la máxima carga axial, proveniente de las cargas verticales, se obtiene de la combinación de cargas 1,2D + 1,6L. La tabla XXXVIII resume la carga axial para la columna C2.

Tabla XXXVIII. **Carga axial máxima de diseño en columna C2**

Nivel	Carga axial [kg]
Segundo	18 174,32
Primero	49 161,06

Fuente: elaboración propia.

- Factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1,2D}{1,2D + 1,6L} = \frac{1,2 (30\ 047,99)}{49\ 161,06} \rightarrow \beta_d = 0,733$$

- Rigidez

$$[ACI\ 10.12.3] \quad EI = \frac{0,4E_c I_g}{1 + \beta_d}$$

Donde:

E_c = módulo de elasticidad del concreto = $15\,100\sqrt{f'c}$

I_g = inercia de sección de columna

β_d = factor de flujo plástico

$$EI = \frac{0,4(15\,100 \times \sqrt{280}) \times \frac{1}{12}(40)(40)^3}{1 + 0,733}$$

$$EI = 1,244 \times 10^{10} \text{ kg-cm}^2$$

- Carga crítica de Euler

$$[\text{ACI } 10.12.3] \quad P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Kl_u)^2}$$

Donde:

EI = inercia de sección

K = factor de longitud efectiva

l_u = luz libre de columna

- Sentido X

$$P_{crx} = \frac{\pi^2(1,244 \times 10^{10})}{[1,31(400)]^2} \rightarrow P_c = 447\,211,83 \text{ kg}$$

- Sentido Y

$$P_{cry} = \frac{\pi^2(1,244 \times 10^{10})}{[1,29(400)]^2} \rightarrow P_c = 461\,127,18 \text{ kg}$$

- Amplificador de momentos

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{0,75P_{cr}}} \geq 1$$

Donde:

P_u = carga axial última

P_{cr} = carga crítica de Euler

- Sentido X

$$\delta_x = \frac{1}{1 - 0,1465} \rightarrow \delta_x = 1,17$$

- Sentido Y

$$\delta_y = \frac{1}{1 - 0,1421} \rightarrow \delta_y = 1,16$$

- Momentos amplificados

Del análisis estructural se tiene:

$$M_x = 6\,909,84 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 9\,873,41 \text{ kg-m}$$

$$P_u = 50\,411,86 \text{ kg}$$

$$M_c = \delta(M_u)$$

Donde:

M_c = momento crítico de diseño (amplificado)

M_u = momento actuante

δ = amplificador de momentos

- Sentido X

$$M_{cx} = 1,17(6\ 909,84) \rightarrow M_{cx} = 8\ 084,51 \text{ kg-m}$$

- Sentido Y

$$M_{cy} = 1,16(9\ 873,41) \rightarrow M_{cy} = 11\ 453,16 \text{ kg-m}$$

- Diseño a flexión biaxial

- Recubrimiento (r): 4,00 cm [ACI 7.7.1]
- $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi)
- $f_y = 4\ 200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)
- $b = 40 \text{ cm}$
- $h = 40 \text{ cm}$

- Propuesta de armado

$$8 \# 7 [A_s = 31,04 \text{ cm}^2]$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{31,04 \text{ cm}^2}{(40)(40)} \rightarrow \rho = 0,0194$$

- Chequeo de cuantías

$$[\text{ACI 21.4.3.1}] \quad \begin{array}{l} \rho_{\min} = 0,001 \\ \rho_{\max} = 0,006 \end{array}$$

La cuantía de 0,0194 cumple con los requisitos del capítulo 21 del ACI.

- Excentricidad de carga

$$e = \frac{M}{P}$$

Donde:

M = momento actuante

P = carga axial actuante

- Sentido x

$$e_x = \frac{8\,084,51}{50\,411,86} \rightarrow e_x = 0,16 \text{ m}$$

- Sentido y

$$e_y = \frac{11\,453,16}{50\,411,86} \rightarrow e_y = 0,23 \text{ m}$$

- Diagrama de interacción
 - Factores determinantes de la sección

$$Y = \frac{h - 2r}{h}$$

Donde:

h = dimension de columna en sentido X o Y

r = recubrimiento

$$Y_{x,y} = \frac{40 - 2(4)}{40} = 0,80 \quad \rightarrow \quad Y_{x,y} = 0,80$$

- Diagonales del diagrama de interacción

$$\frac{e}{h}$$

Donde:

e = excentricidad en sentido X o Y

h = dimensión de columna en sentido de la excentricidad

- Sentido X

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,16}{0,40} \quad \rightarrow \quad \frac{e_x}{h_x} = 0,40$$

- Sentido Y

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,23}{0,40} \rightarrow \frac{e_y}{h_y} = 0,575$$

- Cargas de interacción

Interpolando en las gráficas del diagrama de interacción (ver apéndice 2), correspondiente a la sección y condiciones anteriormente expuestas, se tienen los siguientes valores.

- Carga axial solo con excentricidad en sentido X

$$\phi Pn_{x_0} = 141\,738,84 \text{ kg}$$

- Carga axial solo con excentricidad en sentido Y

$$\phi Pn_{y_0} = 119\,240,61 \text{ kg}$$

- Carga axial pura (sin excentricidad en ningún sentido)

$$\phi Pn_0 = 0,85f'_c A_g + A_s f_y$$

$$\phi Pn_0 = 0,75[0,85(280)(40)(40)] + 0,75[(31,04)(4\,200)]$$

$$Pn_0 = 383\,376 \text{ kg}$$

- Carga inversa de Bresler

Este método es utilizado para calcular la resistencia de la columna con el armado propuesto, y considerando los efectos de flexión biaxial que actúan en ella. El procedimiento es como sigue:

$$\frac{1}{\phi P_n} = \frac{1}{\phi P_{n_{x_o}}} + \frac{1}{\phi P_{n_{y_o}}} - \frac{1}{\phi P_{n_o}}$$

$$\frac{1}{\phi P_n} = \frac{1}{141\,738,84} + \frac{1}{119\,240,61} - \frac{1}{383\,376}$$

$$\phi P_n = 77\,922,71 \text{ kg}$$

$$77\,922,71 \text{ kg} > 50\,411,86 \text{ kg} \rightarrow \text{Chequea}$$

Esta verificación indica que el armado propuesto resiste las cargas a las que es sometida, por lo que se considera aceptable el diseño a flexión biaxial.

- Diseño a corte de columna C2, primer nivel

El corte máximo actuante en la columna, obtenido del análisis estructural es:

$$V_u = 4\,370,21 \text{ kg}$$

El esfuerzo de corte actuante en la columna:

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{4\,370,21}{(40)(36)} \rightarrow v_u = 3,03 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo de corte resistido por el concreto:

$$\phi v_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} \text{ , donde: } \phi = 0,75 \text{ para corte [ACI 9.3.2.3]}$$

$$\phi v_c = 0,75(0,53) (\sqrt{280}) \rightarrow \phi v_c = 6,65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \phi v_c > v_u$$

Se necesita refuerzo transversal, únicamente en zona de confinamiento.

- Confinamiento

[ACI 21.4.4.4] La mayor de:

- (a) altura del elemento = 40 cm
- (b) $\frac{1}{6} l_n = \frac{1}{6} (4.00 \text{ m}) = 66 \text{ cm}$
- (c) 45 cm

Por razones constructivas, se utilizará 70 centímetros.

- Espaciamiento dentro de zona de confinamiento

$$[\text{ACI 21.4.4.1 (b)}] \quad A_{sh} \geq 0,09 S \frac{b_c f'_c}{f_y}$$

Donde:

A_{sh} = area de estribos

b_c = dimension a ejes de estribos

S = espaciamiento de estribos

$$0,09 S \frac{b_c f'_c}{f_y} = 0,09 S \frac{(31)(280)}{(4\ 200)}$$

$$0,09 S \frac{b_c f'_c}{f_y} = 0,186 S$$

Se propone usar estribos No. 3 de 2 ramas:

$$\begin{array}{l} A_{sh} = 2(0,71 \text{ cm}^2) \\ A_{sh} = 1,42 \text{ cm}^2 \end{array} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{l} 1,42 \text{ cm}^2 = 0,186S \\ S = 7,63 \text{ cm} \end{array}$$

- Espaciamiento de estribos (máximo)

$$(a) \frac{1}{4} b = \frac{1}{4} (40) = 10 \text{ cm}$$

[ACI 21.4.4.2] La menor de: (b) $6d_{b \text{ long}} = 6(2,22) = 13,32 \text{ cm}$

$$(c) S_o = 10 + \left(\frac{35 - h_x}{3} \right) = 10 + \left(\frac{35 - 31}{3} \right) = 11,33 \text{ cm}$$

Se debe utilizar en el área de confinamiento un espaciamiento de 5 centímetros.

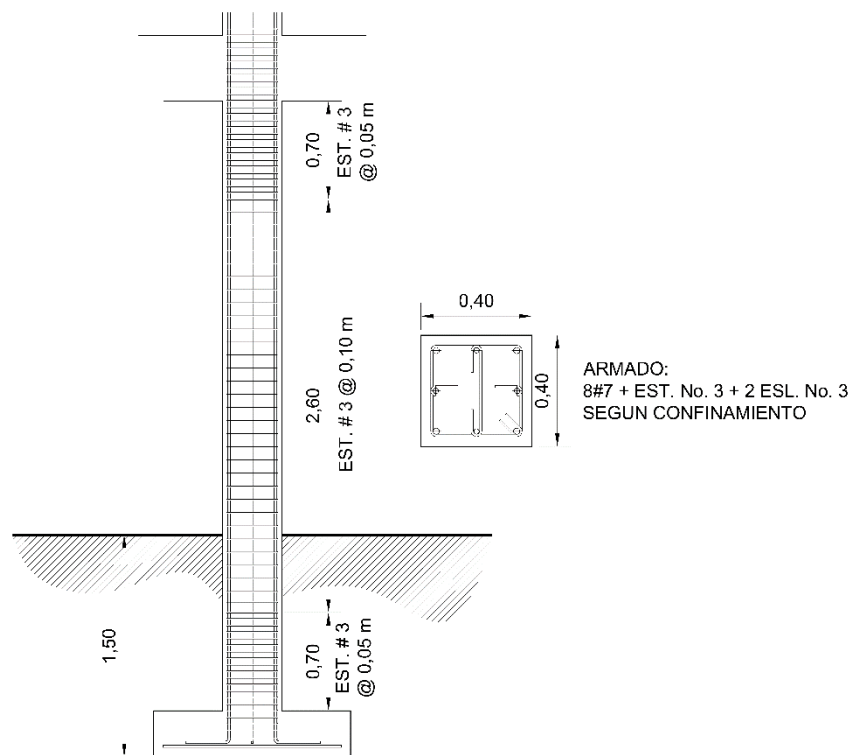
- Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento

$$\begin{array}{l} \text{[ACI 21.4.4.6] La menor de:} \\ (a) 6d_{b \text{ long}} = 6(2,22) = 13,32 \text{ cm} \\ (b) 15 \text{ cm} \end{array}$$

Se debe utilizar una separación de 10 centímetros para estribos fuera del área de confinamiento.

Siguiendo un procedimiento igual para las condiciones de carga y sección de la columna C2, del segundo nivel se complementa el diseño. Es recomendable por razones de seguridad estructural, que el armado y sección sea lo más uniforme posible en altura, para que la resistencia de la columna no sea menor en los puntos de cambio de armado o cambio de dimensiones de la sección. A continuación se presentan los detalles de armado.

Figura 38. **Detalles de armado para columna C2, primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.4. Diseño de zapatas

A continuación se diseña la zapata para la columna C2, que por su ubicación es aislada y sometida a esfuerzos biaxiales. Los valores de carga axial y momentos, se obtienen de la envolvente de momentos, resultado del análisis estructural.

- Valor soporte del suelo

El estudio de suelos realizado a una muestra inalterada de un pie cúbico de volumen, que luego de un ensayo triaxial da como resultado un valor soporte de 44 toneladas por metro cuadrado, lo que es de esperarse debido a que el suelo es rocoso.

Siguiendo el criterio de diseño conservador y por seguridad, se considera para el diseño de cimentaciones, un valor soporte menor, que se ajuste a los parámetros recomendados por diversos autores, de la manera siguiente:

Tabla XXXIX. **Carga teórica admisible recomendada**

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

Fuente: Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 193.

Se considera el tipo de suelo, roca agrietada o porosa, con una buena resistencia al corte y compresión, por lo que la carga admisible es:

$$q_u = 30 \text{ ton/m}^2$$

- Cargas de trabajo
 - $P_u = 50\,411,86 \text{ kg}$
 - $P_{CM} = 30\,237,66 \text{ kg}$
 - $P_{CV} = 8\,189,67 \text{ kg}$
 - $M_x = 6\,909,84 \text{ kg-m}$
 - $M_y = 9\,873,41 \text{ kg-m}$

Las cargas últimas deben ser convertidas a cargas de trabajo de la manera siguiente:

$$FCU = \frac{P_u}{P_{CM} + P_{CV}} = \frac{50\,411,86}{30\,237,66 + 8\,189,67} = 1,31$$

$$P_t = \frac{P_u}{FCU} = \frac{50\,411,86}{1,31} \rightarrow P_t = 38\,482,34 \text{ kg}$$

$$Mt_x = \frac{M_x}{FCU} = \frac{6\,909,84}{1,31} \rightarrow Mt_x = 5\,274,69 \text{ kg-m}$$

$$Mt_y = \frac{M_y}{FCU} = \frac{9\,873,41}{1,31} \rightarrow Mt_y = 7\,536,95 \text{ kg-m}$$

- Dimensionamiento
 - Área de la zapata

$$A = \frac{FCU(P_t)}{V_s}$$

Donde:

V_s = capacidad de carga admisible del suelo [ton/m²]

P_t = carga axial de trabajo [kg]

FCU = factor de carga última

$$A = \frac{(1,31)(38\,482,34)}{30\,000} \rightarrow A = 1,68 \text{ m}^2$$

Se propone usar una zapata cuadrada, por lo que:

$$A = B^2 \rightarrow B = \sqrt{A}$$
$$B = \sqrt{1,68} = 1,30 \text{ m}$$

Por los chequeos respectivos siguientes, se ha elegido una zapata cuadrada de 1,80 metros, por lado.

- Peralte de zapata

Debe proporcionar la longitud de desarrollo para el acero longitudinal de mayor diámetro en la columna, que es #7 (2,22 centímetros).

$$t = r + 2d_b + l_d$$

Donde:

r = recubrimiento=7,5 cm [ACI 7.7.2]

d_b = #7 = 2,22 cm

l_d = longitud de desarrollo

Longitud de desarrollo para barra #7 [ACI 21.5.4.1]

$$l_d = \frac{f_y d_b}{17,2 \sqrt{f'_c}}$$
$$l_d = \frac{(4\ 200)(2,22)}{17,2(\sqrt{280})} \rightarrow l_d = 32,40 \text{ cm}$$

El peralte debe ser por lo menos:

$$t = 7,5 + 2(2,22) + 32,40$$
$$t = 44,04 \text{ cm} \rightarrow \text{usar: } t = 45 \text{ cm}$$

- Acciones sobre el suelo
 - Carga axial de diseño final

$$P_z = P_t + \gamma_{\text{suelo}}(A_{\text{zap}})(D_f) + \gamma_{\text{conc}}(A_{\text{zap}})(t)$$

$$P_z = 38\,482,34 + (1,30 \times 1\,000)(1,80 \times 1,80)(1,50) + (2\,400)(1,80 \times 1,80)(0,45)$$

$$P_z = 49\,029,54 \text{ kg}$$

- Chequeo de presiones sobre el suelo

$$\sigma_{\text{max;min}} = \frac{P_z}{A_z} \pm \frac{6 \times Mt_x}{BL^2} \pm \frac{6 \times Mt_y}{BL^2}$$

Donde:

B = ancho de zapata

L = largo de zapata

$\sigma_{\text{max;min}}$ = presiones sobre el suelo

P_z = carga axial de diseño

Mt_x = momento flector en sentido X

Mt_y = momento flector en sentido Y

Debe chequearse que la siguiente relación se cumpla:

$$\sigma_{\max} < V_s \quad ; \quad \sigma_{\min} > 0$$

$$\sigma_{\max} = \frac{49\,029,54}{1,80 \times 1,80} + \frac{6 \times 5\,274,69}{(1,80)(1,80)^2} + \frac{6 \times 7\,536,95}{(1,80)(1,80)^2} = 28\,312,97 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{49\,029,54}{1,80 \times 1,80} - \frac{6 \times 5\,274,69}{(1,80)(1,80)^2} - \frac{6 \times 7\,536,95}{(1,80)(1,80)^2} = 1\,951,57 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_{\max} = 28\,312,97 \text{ kg/m}^2 < 30\,000 \text{ kg/m}^2$$

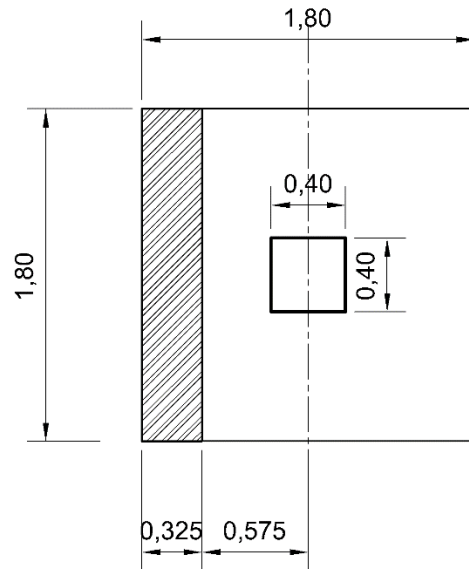
$$\sigma_{\min} = 1\,951,57 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ kg/m}^2$$

- Reacción neta del suelo

$$\sigma_n = \sigma_{\max}(\text{FCU}) = (28\,312,97)(1,31) = 37\,090 \text{ kg/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

Figura 39. **Área tributaria para corte directo**



Fuente: elaboración propia.

- Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} = 45 - 7,5 = 37,50 \text{ cm}$$

- Área de corte

$$\left(\frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d\right)(1,80) = \left(\frac{1,80}{2} - \frac{0,40}{2} - 0,375\right)(1,80) = 0,59 \text{ m}^2$$

El corte actuante es:

$$V_u = A_{\text{corte}}(\sigma_n)$$

Donde:

V_u = corte simple

A_{corte} = área de corte

σ_n = carga de diseño

$$V_u = (0,59)(37\ 090)$$

$$V_u = 21\ 883,10\ \text{kg}$$

El corte resistente es:

$$\phi V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b d \text{ [ACI 11.3.1.1] , donde: } \phi = 0,75 \text{ [ACI 9.3.2.3]}$$

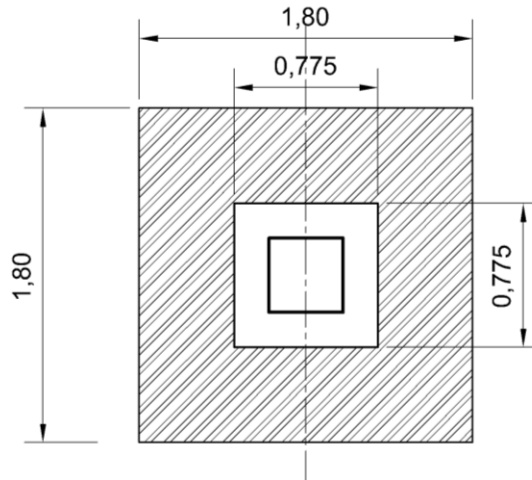
$$\phi V_c = 0,75(0,53) (\sqrt{280}) (180)(37,50)$$

$$\phi V_c = 44\ 897,27\ \text{kg}$$

Como ϕV_c es mucho mayor a V_u , la zapata chequea a corte simple.

- Chequeo por punzonamiento

Figura 40. **Área tributaria para chequeo por punzonamiento**



Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área zapata} = (1,80)(1,80) = 3,24 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de falla} = (0,775)(0,775) = 0,60 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de punzonamiento} = 3,24 - 0,60 = 2,64 \text{ m}^2$$

El corte por punzonamiento actuante es:

$$V_{\text{pun}} = A_{\text{pun}}(\sigma_n)$$

Donde:

V_{pun} = corte por punzonamiento

A_{pun} = área de falla de corte (sombreada)

σ_n = carga de diseño

$$V_{pun} = (2,64)(37\ 090)$$

$$V_{pun} = 97\ 917,60\ \text{kg}$$

El corte resistido es [ACI 11.12.2.1]:

$$\phi V_{cp} = \phi 1,10 \sqrt{f'c} b_o d$$

Donde:

ϕV_{cp} = corte resistido por punzonamiento [kg]

$\phi = 0,75$ para corte [ACI 9.3.2.3]

b_o = perimetro del area de falla [cm]

$$b_o = 4(77,5) = 310\ \text{cm}$$

$$\phi V_{cp} = (0,75)(1,10) \left(\sqrt{280} \right) (310)(37,5)$$

$$\phi V_{cp} = 160\ 481,85\ \text{kg}$$

Como ϕV_{cp} es mayor a V_{pun} , la zapata chequea por punzonamiento.

- Diseño a flexión

Considerando la zapata como una viga de franja unitaria a flexión, se puede asumir que el diseño a flexión sigue la misma línea de diseño que se presentó en el diseño de vigas.

- Recubrimiento (r): 7,50 cm [ACI 7.7.1]
- $f'c = 280\ \text{kg/cm}^2$ (4 000 psi); $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ (60 000 psi)
- $t = 45\ \text{cm}$
- $b = 100\ \text{cm}$ (franja unitaria)
- $d = 37,50\ \text{cm}$

- Momento de diseño

$$M_{\text{dis}} = \frac{\omega l^2}{2}$$

Donde:

$$\omega = \sigma_n(1,00 \text{ m})$$

l = distancia del rostro de columna a borde de zapata

$$M_{\text{dis}} = \frac{(37\,090)(0,70)^2}{2}$$

$$M_{\text{dis}} = 9\,087,05 \text{ kg-m}$$

- Área de acero requerida

$$A_s = 0,85 \frac{280}{4200} \left[(100 \times 37,5) - \sqrt{(100 \times 37,5)^2 - \frac{9\,087,05 \times 100}{0,003825 \times 280}} \right]$$

$$A_s = 6,51 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo mínimo [ACI 7.12.1]

$$\rho_{\text{min}} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{4\,200} = 0,0033 \rightarrow \begin{aligned} A_{s_{\text{min}}} &= \rho_{\text{min}} b d \\ A_{s_{\text{min}}} &= 0,00333(100)(37,5) \\ A_{s_{\text{min}}} &= 12,49 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

El refuerzo requerido es menor al refuerzo mínimo, por lo que se propone un armado con refuerzo #6 (2,85 centímetros cuadrados) a un espaciamiento de:

$$S = \frac{A_v \times b}{A_{s_{\min}}} = \frac{2,85 \times 100}{12,49} = 22,81 \text{ cm}$$

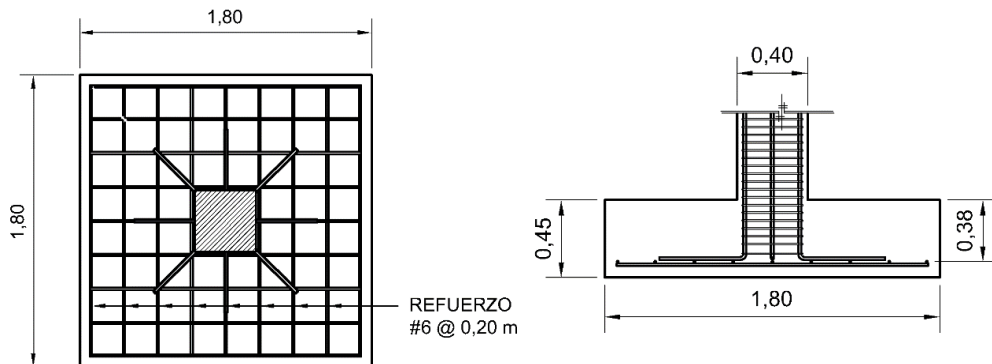
Por criterio constructivo, se utilizará un espaciamiento de 20 centímetros.

- Espaciamiento máximo

El menor de: (a) $3t = 3(45) = 135 \text{ cm}$
 (b) 45 cm

El espaciamiento máximo es 45 centímetros, por lo que el armado propuesto, colocando refuerzo no. 6 a 20 centímetros, cumple con los requerimientos.

Figura 41. **Detalle de armado de zapata aislada típica**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.10.5. Diseño de gradas

El diseño estructural de las gradas de acceso, sigue un procedimiento básico en el que se debe chequear la comodidad del uso de los escalones, así como la resistencia a corte y momento inducido por las cargas vivas y muertas.

- Revisión de confort de huella y contrahuella:

$$\left. \begin{array}{ll} C_h < 20 \text{ cm} & \leftrightarrow 15 \text{ cm} < 20 \text{ cm} \\ H_u > C_h & \leftrightarrow 30 \text{ cm} > 15 \text{ cm} \\ 2C_h + H_u \leq 64 \text{ cm} & \leftrightarrow 2C_h + H_u = 60 \text{ cm} \leq 64 \text{ cm} \\ C_h + H_u \approx [45 \sim 48] \text{ cm} & \leftrightarrow C_h + H_u = 45 \text{ cm} \\ C_h \times H_u \approx [450 \text{ cm}^2 \sim 500 \text{ cm}^2] & \leftrightarrow C_h \times H_u = 450 \text{ cm}^2 \end{array} \right\}$$

Donde:

C_h = contrahuella [cm]

H_u = huella [cm]

- Espesor de losa

$$t = \frac{l_n}{24}$$

Donde:

l_n = altura de piso a piso

$$t = \frac{300}{24}$$

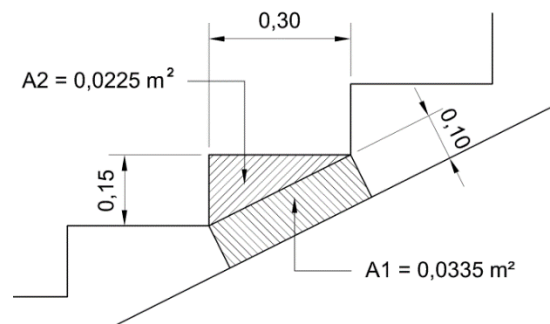
$$t = 12,5 \text{ cm}$$

Por criterios constructivos, se utilizará un espesor de losa de 10 centímetros, verificando que resista a corte.

- Análisis de cargas

Al considerarse como una losa, se debe considerar un ancho unitario de 100 centímetros, además debe considerarse el peso propio de los escalones, por lo que las cargas actuantes son:

Figura 42. Integración de cargas en escalones



Fuente: elaboración propia.

$$W_{CM} = \frac{\gamma_{conc} \times A_t \times b}{H_u}$$

Donde:

γ_{conc} = peso específico del concreto [kg/cm^3]

A_t = área tributaria [m^2]

b = ancho unitario [m]

H_u = huella [cm]

$$A_{\text{total}} = A1 + A2 = 0,0225 + 0,0335 = 0,056 \text{ m}^2$$

$$CM = \frac{2\,400 \times 0,056 \times 1}{0,30} = 448 \text{ kg/m}$$

Tabla XL. **Cargas de diseño de gradas**

Carga viva	[kg/m]	Carga muerta	[kg/m]
Gradas	500	Acabados	25
		Piso + mezclón	120
		Sobrecarga	60
		Peso propio	448
w = 1,2D + 1,6L		1 583,60	

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de diseño

$$M_{(-)} = \frac{w \times Lu^2}{9} = \frac{1\,583,60 \times 2,70^2}{12} = 962,04 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)} = \frac{w \times Lu^2}{11} = \frac{1\,583,60 \times 2,70^2}{14} = 824,60 \text{ kg-m}$$

- Diseño a flexión
 - Recubrimiento (r): 2,50 cm [ACI 7.7.1]
 - $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4 000 psi); $f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$ (60 000 psi)
 - $t = 10 \text{ cm}$
 - $b = 100 \text{ cm}$ (franja unitaria)

- Peralte efectivo

$$d = 10 - 2,5 - \frac{0,95}{2} = 7,02 \text{ cm}$$

- Refuerzo por temperatura

$$A_{s_{\min}} = 0,0018 \times 100 \times 7,02 = 1,27 \text{ cm}^2$$

Se propone utilizar refuerzo no. 3, por lo que el espaciamiento requerido para el refuerzo por temperatura es:

$$S = \frac{A_v}{A_{s_{\min}}} \times b = \frac{0,71}{1,27} \times 100 = 56,39 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo es, el menor de:

$$S_{\max} = \begin{cases} \text{(a) } 5t = 5(10) = 50 \text{ cm} \\ \text{(b) } 45 \text{ cm} \end{cases}$$

El espaciamiento del refuerzo por temperatura, por razones constructivas será 30 centímetros.

- Refuerzo principal a flexión

El espaciamiento máximo para el refuerzo a flexión esta dado por:

$$S_{\max} = 2t = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

- Refuerzo de bastones

$$A_s = 0,85 \frac{280}{4200} \left[(100 \times 7,02) - \sqrt{(100 \times 7,02)^2 - \frac{962,04 \times 100}{0,003825 \times 280}} \right]$$

$$A_s = 3,81 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento utilizando refuerzo no. 3 esta dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} \times b = \frac{0,71}{3,81} \times 100 = 18,73 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, el espaciamiento será 15 centímetros.

- Refuerzo corrido

$$A_s = 0,85 \frac{280}{4200} \left[(100 \times 7,02) - \sqrt{(100 \times 7,02)^2 - \frac{824,60 \times 100}{0,003825 \times 280}} \right]$$

$$A_s = 3,24 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento utilizando refuerzo no. 3 esta dado por:

$$S = \frac{A_v}{A_s} \times b = \frac{0,71}{3,24} \times 100 = 22,01 \text{ cm}$$

Por razones constructivas, el espaciamiento será 20 centímetros.

- Chequeo por cortante en losa

- Corte actuante

$$V_{act} = \frac{w \times Lu}{2} = \frac{1\,583,60 \times 2,70}{2} = 2\,137,86 \text{ kg}$$

- Corte resistente

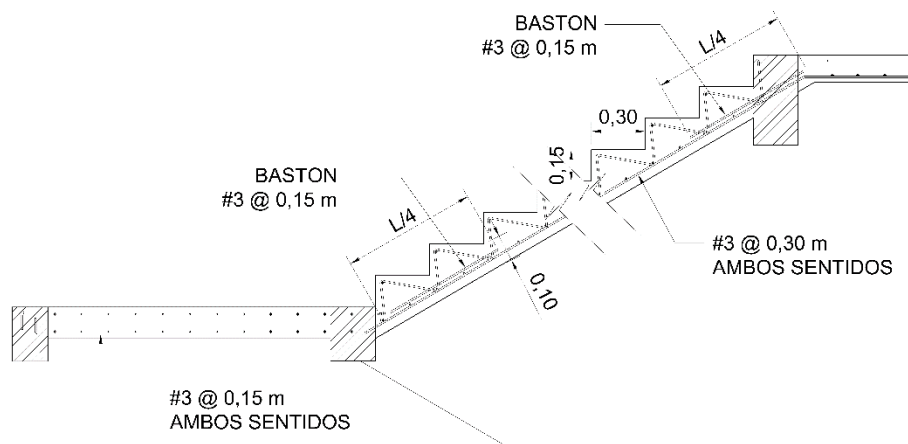
$$\phi V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b d \text{ [ACI 11.3.1.1] , donde: } \phi = 0,75 \text{ [ACI 9.3.2.3]}$$

$$\phi V_c = 0,75(0,53) (\sqrt{280}) (100)(7,02)$$

$$\phi V_c = 4\,669,31 \text{ kg}$$

Como ϕV_c es mucho mayor a V_{act} , la losa de las gradas cumple con la resistencia a esfuerzos de corte.

Figura 43. **Detalle de armado de gradas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.11. Presupuesto

Para la elaboración de cada presupuesto, se implementó el uso de costos unitarios, que al multiplicarlos por las cantidades de trabajo obtenidas de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón. Este costo también se verá afectado por el factor de indirectos para obtener el precio total de cada renglón. Los costos de la mano de obra y de los precios de los materiales, fueron obtenidos en la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Tabla XLI. **Presupuesto módulo 01, escuela de arte caserío Candelaria**

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
MÓDULO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE					
100	TRABAJOS PRELIMINARES				
101	Rótulo de identificación del proyecto	Unidad	1,00	Q 1 055,32	Q 1 055,32
102	Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal 0,20 m	m ²	181,56	Q 22,33	Q 4 054,36
103	Bodega de materiales y oficina de 3 m de ancho por 10 m de largo y altura de 3 m. Utilizando madera + lámina galvanizada de segunda + piso de concreto 10 cm	Unidad	1,00	Q 9 780,10	Q 9 780,10
104	Conformación de plataformas y nivelación con maquinaria	m ²	272,34	Q 31,06	Q 8 457,65
105	Trazo y estaqueado	ml	73,90	Q 38,86	Q 2 871,95
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 26 219,38
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 29 365,71
200	CIMENTACION				
201	Excavación estructural a mano (1.00 x 0.80 m)	m ³	73,90	Q 66,07	Q 4 882,90
202	Relleno estructural a mano, zanjas de cimiento	m ³	59,12	Q 44,65	Q 2 639,60
203	Cimiento corrido CC-1, refuerzo 3-No.3 corridos + eslabones No. 2 @ 0,20 m	ml	73,90	Q 100,57	Q 7 432,46
205	Zapata Z-1, 1.80 x 1.80 x 0.45 m, con refuerzo 10-No. 6 @ 0.20 m ambos sentidos	Unidad	18,00	Q 4 754,55	Q 85 581,91
210	Solera de humedad S-3 de 0.14 x 0.20 m, con refuerzo 4-No. 3 + estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	73,90	Q 112,00	Q 8 276,75
211	Levantado de block rústico hasta solera de humedad, de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ²	m ²	44,34	Q 265,48	Q 11 771,44
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 120 585,05
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 135 055,26

Continuación de la tabla XLI.

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
300	MUROS O LEVANTADOS				
301	Levantado de muro de block de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ² , limpio 2 caras	m ²	443,40	Q 123,12	Q 54 590,57
301	Levantado de muro para cenefa perimetral (h = 0.50 m)	m ²	73,90	Q 123,12	Q 9 098,43
304	Muros tabiques de tablayeso (h = 2.00 m)	m ²	17,00	Q 217,08	Q 3 690,40
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 67 379,40
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 75 464,93
400	SOLERAS, COLUMNAS, SILLARES, VIGAS Y ELEMENTOS DE CONCRETO				
401	Columna C-1, 0.45 x 0.45 m, refuerzo 4-No.7 + 4-No.6 + estribos No. 3 confinados	Unidad	24,00	Q 7 708,37	Q 185 000,98
402	Columna C-2, 0.45 x 0.45 m, refuerzo 4-No.7 + 4-No.5 + estribos No. 3 confinados	Unidad	12,00	Q 8 054,63	Q 96 655,52
403	Columna A, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	120,00	Q 93,94	Q 11 272,55
404	Columna B, 0.10 x 0.14 m, refuerzo 2-No. 3 + Eslabon No. 2 @ 0.20 m	ml	420,00	Q 80,20	Q 33 683,58
408	Solera intermedia tipo S-1, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	325,16	Q 93,94	Q 30 544,85
409	Solera de humedad tipo S-3, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	162,58	Q 99,52	Q 16 180,60
412	Viga tipo VP-E1, armado No.6 corrido + No.6 bastón, 0.25 x 0.50 m	ml	51,00	Q 651,14	Q 33 208,21
415	Viga tipo VP-E2, armado No.5 corrido + No.5, 0.25 x 0.50 m	ml	51,00	Q 518,07	Q 26 421,82
416	Viga tipo VP-F1, armado No.5 corrido + No.4 bastón 0.25 x 0.50 m	ml	60,00	Q 474,52	Q 28 471,04
414	Viga tipo VP-F2, armado No.5 corrido, 0.25 x 0.50 m	ml	60,00	Q 452,32	Q 27 139,18
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 488 578,32
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 547 207,72
500	LOSA				
501	Losa maciza de concreto reforzado, t = 0.13 m, refuerzo (R+B)-No.3 @ 0.20 m, en ambos sentidos	m ²	323,00	Q 405,02	Q 130 823,04
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 130 823,04
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 146 521,81
600	ACABADOS				
601	Ensabietado de muros y cielo	m ²	1 089,40	Q 71,37	Q 77 748,08
602	Repello + cernido vertical en muros	m ²	443,40	Q 127,56	Q 56 560,24
604	Alisado y mezlón para pañuelos en losa exterior	m ²	161,50	Q 70,44	Q 11 375,54
605	Tallado de columnas y soleras (3 caras)	ml	51,00	Q 37,44	Q 1 909,41
607	Pintura de látex (2 manos, alta calidad) en muros	m ²	221,70	Q 77,98	Q 17 287,70
609	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores (incluye contrapiso t=0.05 m de concreto pobre) [primer nivel]	m ²	8,00	Q 273,35	Q 2 186,84
610	Suministro e instalación de piso cerámico nacional en salones de clase y áreas administrativas (incluye contrapiso t=0.05 m de concreto pobre en el primer nivel) [dos niveles]	m ²	323,00	Q 253,76	Q 81 965,77
611	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores	m ²	41,00	Q 196,28	Q 8 047,54
614	Suministro e instalación de azulejo nacional de primera calidad, 0.15 x 0.15, color blanco	m ²	32,00	Q 160,60	Q 5 139,12
615	Impermeabilización de muros y losas	m ²	396,90	Q 39,45	Q 15 656,83
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 277 877,08
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 311 222,33

Continuación de la tabla XLI.

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
700	PUERTAS				
	Suministro e instalación de puerta P-04 de metal de 0.70 x 2.10 m [abatible 90°]	Unidad	5,00	Q 600,00	Q 3 000,00
	Suministro e instalación de puerta P-05 de metal de 0.90 x 2.10 m con celosía de ventilación de 0.30 x 0.20 m [abatible 90°]	Unidad	6,00	Q 700,00	Q 4 200,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 7 200,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 8 064,00
800	VENTANAS				
	Suministro e instalación de ventana tipo V-01 de 2.80 x 0.90 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 5 mm	Unidad	8,00	Q 750,00	Q 6 000,00
	Suministro e instalación de ventana tipo V-02 de 2.80 x 1.40 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 5 mm	Unidad	10,00	Q 1 000,00	Q 10 000,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 16 000,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 17 920,00
900	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS				
902	Suministro e instalación de red principal de agua potable [incluye excavación de zanja de 0.30 x 0.50 m] (PVC Ø 1" 315 PSI) y acometida a artefactos (PVC Ø 3/4" 315 PSI) [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1,00	Q 4 300,00	Q 4 300,00
903	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje sanitario PVC Ø 4" [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1,00	Q 2 876,00	Q 2 876,00
905	Suministro e instalación de bajadas de agua pluvial de PVC Ø 3" (en pared, incluye accesorios)	Unidad	6,00	Q 250,00	Q 1 500,00
906	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje pluvial de PVC Ø 4" [incluye accesorios, excavación y relleno]	ml	37,00	Q 275,00	Q 10 175,00
907	Suministro e instalación de fluxómetro tipo "push" [incluye accesorios]	Unidad	2,00	Q 1 500,00	Q 3 000,00
908	Suministro e instalación de lavamanos tipo ovalin, para empotrar [incluye accesorios]	Unidad	2,00	Q 700,00	Q 1 400,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 23 251,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 26 041,12
1000	INSTALACION ELECTRICA				
	Circuito de iluminación	Global	1,00	Q 17 079,61	Q 17 079,61
	Circuito de fuerza	Global	1,00	Q 9 949,49	Q 9 949,49
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 27 029,10
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 30 272,59
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):			Q 1 184 942,37	\$151 381,00
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):			Q 1 327 135,46	\$169 546,72
		COSTO /m² (SIN IVA)	Q 3 263,23	\$416,89	
		COSTO /m² (CON IVA)	Q 3 654,81	\$466,92	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Presupuesto módulo 02, escuela de arte caserío Candelaria

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS - 02					
100	TRABAJOS PRELIMINARES				
101	Rótulo de identificación del proyecto	Unidad	1,00	Q 1 055,32	Q 1 055,32
102	Limpieza, chapeo y remoción de capa vegetal 0.20 m	m ²	150,00	Q 22,33	Q 3 349,61
103	Bodega de materiales y oficina de 3 m de ancho por 10 m de largo y altura de 3 m. Utilizando madera + lámina galvanizada de segunda + piso de concreto 10 cm	Unidad	1,00	Q 9 780,10	Q 9 780,10
104	Conformación de plataformas y nivelación con maquinaria	m ²	225,00	Q 31,06	Q 6 987,49
105	Trazo y estaqueado	ml	81,85	Q 38,86	Q 3 180,90
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 24 353,41
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 27 275,82
200	CIMENTACION				
201	Excavación estructural a mano (1.00 x 0.80 m)	m ³	81,85	Q 66,07	Q 5 408,19
202	Relleno estructural a mano, zanjas de cemento	m ³	65,48	Q 44,65	Q 2 923,56
203	Cemento corrido CC-1, refuerzo 3-No.3 corridos + eslabones No. 2 @ 0.20 m	ml	81,85	Q 100,57	Q 8 232,03
204	Zapata Z-2, 2.15 x 2.15 x 0.50 m, con refuerzo 14-No. 5 @ 0.15 m ambos sentidos	Unidad	10,00	Q 5 381,59	Q 53 815,92
210	Solera de humedad S-3 de 0.14 x 0.20 m, con refuerzo 4-No. 3 + estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	81,85	Q 112,00	Q 9 167,14
211	Levantado de block rústico hasta solera de humedad, de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ²	m ²	49,11	Q 265,48	Q 13 037,79
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 92 584,63
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 103 694,79
300	MUROS O LEVANTADOS				
301	Levantado de muro de block de 0.14 x 0.19 x 0.39 m, de f'm = 35 kg/cm ² , limpio 2 caras	m ²	491,10	Q 123,12	Q 60 463,30
301	Levantado de muro para cenefa perimetral (h = 0.50 m)	m ²	81,85	Q 123,12	Q 10 077,22
304	Muros tabiques de tablayeso (h = 2.00 m)	m ²	50,00	Q 217,08	Q 10 854,13
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 81 394,65
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 91 162,00
400	SOLERAS, COLUMNAS, SILLARES, VIGAS Y ELEMENTOS DE CONCRETO				
4XX	Columna C-3, 0.45 x 0.45 m, refuerzo 4-No.7 + 4-No.6 + estribos No. 3 confinados	Unidad	20,00	Q 8 009,67	Q 160 193,45
403	Columna A, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	247,50	Q 93,94	Q 23 249,63
404	Columna B, 0.10 x 0.14 m, refuerzo 2-No. 3 + Eslabon No. 2 @ 0.20 m	ml	322,50	Q 80,20	Q 25 864,18
408	Solera intermedia tipo S-1, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.20 m	ml	360,14	Q 93,94	Q 33 830,80
409	Solera de humedad tipo S-3, 0.14 x 0.14 m, refuerzo 4-No. 3 + Estribos No. 2 @ 0.15 m	ml	180,07	Q 99,52	Q 17 921,27
411	Viga tipo VP-A1, VP-B1, armado No.6 corrido + No.6 bastón, 0.25 x 0.50 m	ml	32,00	Q 544,16	Q 17 413,00
412	Viga tipo VP-A2, VP-B2, armado No.6 corrido + No.5 bastón + No.4 bastón, 0.25 x 0.50 m	ml	32,00	Q 651,14	Q 20 836,52
413	Viga tipo VP-C1, VP-D1, armado No.6 corrido + No.6 bastón, 0.25 x 0.50 m	ml	42,00	Q 591,07	Q 24 824,74
416	Viga tipo VP-C2, VP-D2, armado No.5 corrido + No.4 bastón 0.25 x 0.50 m	ml	42,00	Q 474,52	Q 19 929,73
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 344 063,31
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 385 350,91

Continuación de la tabla XLII.

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
500	LOSA				
501	Losa maciza de concreto reforzado, t = 0.13 m, refuerzo (R+B)-No.3 @ 0.20 m, en ambos sentidos	m ²	289,60	Q 405,02	Q 117 295,21
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 117 295,21
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 131 370,64
600	ACABADOS				
601	Ensabietado de muros y cielo	m ²	1 070,30	Q 71,37	Q 76 384,96
602	Repello + cernido vertical en muros	m ²	491,10	Q 127,56	Q 62 644,86
604	Alisado y mezlón para pañuelos en losa exterior	m ²	144,80	Q 70,44	Q 10 199,25
605	Tallado de columnas y soleras (3 caras)	ml	51,00	Q 37,44	Q 1 909,41
607	Pintura de látex (2 manos, alta calidad) en muros	m ²	245,55	Q 77,98	Q 19 147,47
609	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores (incluye contrapiso t=0.05 m de concreto pobre) [primer nivel]	m ²	30,00	Q 273,35	Q 8 200,65
610	Suministro e instalación de piso cerámico nacional en salones de clase y áreas administrativas (incluye contrapiso t=0.05 m de concreto pobre en el primer nivel) [dos niveles]	m ²	229,60	Q 253,76	Q 58 264,21
611	Suministro e instalación de piso cerámico nacional antideslizante en áreas exteriores	m ²	30,00	Q 196,28	Q 5 888,44
614	Suministro e instalación de azulejo nacional de primera calidad, 0.15 x 0.15, color blanco	m ²	70,00	Q 160,60	Q 11 241,83
615	Impermeabilización de muros y losas	m ²	371,45	Q 39,45	Q 14 652,89
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 268 533,97
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 300 758,05
700	PUERTAS				
	Suministro e instalación de puerta P-01 de metal de 1.20 x 2.40 m, con visor de 0.15 x 0.80 m + vidrio adonizado claro de 5 mm [abatible 180°]	Unidad	1,00	Q 750,00	Q 750,00
	Suministro e instalación de puerta P-02 de metal, de dos hojas, de 2.00 x 2.40 m, con visor de 0.15 x 0.80 m + vidrio adonizado claro de 5 mm [abatible 90°]	Unidad	2,00	Q 900,00	Q 1 800,00
	Suministro e instalación de puerta P-04 de metal de 0.70 x 2.10 m [abatible 90°]	Unidad	5,00	Q 600,00	Q 3 000,00
	Suministro e instalación de puerta P-05 de metal de 0.90 x 2.10 m con celosía de ventilación de 0.30 x 0.20 m [abatible 90°]	Unidad	8,00	Q 700,00	Q 5 600,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 11 150,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 12 488,00
800	VENTANAS				
	Suministro e instalación de ventana tipo V-01 de 2.80 x 0.90 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 5 mm	Unidad	8,00	Q 750,00	Q 6 000,00
	Suministro e instalación de ventana tipo V-02 de 2.80 x 1.40 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 5 mm	Unidad	7,00	Q 1 000,00	Q 7 000,00
	Suministro e instalación de ventana tipo V-03 de 1.80 x 0.60 m de aluminio anodizado natural y vidrio claro de 5 mm	Unidad	8,00	Q 850,00	Q 6 800,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 19 800,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 22 176,00

Continuación de la tabla XLII.

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
900	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS				
901	Acometida agua potable	Unidad	1,00	Q 1 500,00	Q 1 500,00
902	Suministro e instalación de red principal de agua potable [incluye excavación de zanja de 0.30 x 0.50 m] (PVC Ø 1" 315 PSI) y acometida a artefactos (PVC Ø 3/4" 315 PSI) [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1,00	Q 5 379,00	Q 5 379,00
903	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje sanitario PVC Ø 4" [incluye accesorios de unión, excavación y relleno en zanja y pared]	Global	1,00	Q 3 570,00	Q 3 570,00
905	Suministro e instalación de bajadas de agua pluvial de PVC Ø 3" (en pared, incluye accesorios)	Unidad	3,00	Q 250,00	Q 750,00
906	Suministro e instalación de tubería principal de drenaje pluvial de PVC Ø 4" [incluye accesorios, excavación y relleno]	m	16,00	Q 275,00	Q 4 400,00
907	Suministro e instalación de fluxómetro tipo "push" [incluye accesorios]	Unidad	4,00	Q 1 500,00	Q 6 000,00
908	Suministro e instalación de lavamanos tipo ovalin, para empotrar [incluye accesorios]	Unidad	4,00	Q 700,00	Q 2 800,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 24 399,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 27 326,88
1000	INSTALACION ELECTRICA				
	Acometida eléctrica	Unidad	1,00	Q 3 940,00	Q 3 940,00
	Circuito de iluminación	Global	1,00	Q 14 110,71	Q 14 110,71
	Circuito de fuerza	Global	1,00	Q 8 220,00	Q 8 220,00
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 26 270,71
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 29 423,20
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):			Q 1 009 844,90	\$129 011,62
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):			Q 1 131 026,29	\$144 493,01
		COSTO /m² (SIN IVA)	Q 3 366,15	\$430,04	
		COSTO /m² (CON IVA)	Q 3 770,09	\$481,64	

Fuente: elaboración propia.

2.12. Cronograma de ejecución

Indica el avance físico de cada renglón en tiempos ligados a rendimientos de trabajo. El rendimiento de trabajo, es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico, y fueron obtenidos de la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Figura 44. Cronograma de ejecución de la escuela de arte Candelaria

No.	ACTIVIDAD	MES	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
			SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	TRABAJOS PRELIMINARES	Programado	█	█	█	█																				
		Ejecutado	█	█	█	█																				
2	CIMENTACIÓN	Programado																								
		Ejecutado																								
3	MUROS O LEVANTADOS	Programado																								
		Ejecutado																								
4	SOLERAS, COLUMNAS Y VIGAS	Programado																								
		Ejecutado																								
5	ESTRUCTURA DE LOSA	Programado																								
		Ejecutado																								
6	ACABADOS	Programado																								
		Ejecutado																								
7	PUERTAS	Programado																								
		Ejecutado																								
8	VENTANAS	Programado																								
		Ejecutado																								
9	INSTALACIONES HIDRÁULICAS	Programado																								
		Ejecutado																								
10	INSTALACIONES SANITARIAS	Programado																								
		Ejecutado																								
11	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Programado																								
		Ejecutado																								

Fuente: elaboración propia.

2.13. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o Estudio de Impacto Ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

El EIA debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción, hayan sido considerados.
- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal manera que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente aceptable.
- Establecer un programa de control y seguimiento que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.
- Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta.

2.13.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una Evaluación de Impacto Ambiental, se deben identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se este evaluando. La metodología más utilizada, es por medio de matrices de identificación y evaluación.

- Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases

Este efecto es generado como consecuencia de las actividades de construcción del proyecto, principalmente durante las excavaciones para los cimientos y del movimiento de tierra. También se ve afectado por las condiciones en que se encuentre la maquinaria de trabajo, puesto que por un mal mantenimiento, puede provocar la emisión de gases de combustión y de ruidos excesivos. Este impacto será evaluado dada la cercanía de viviendas y otras infraestructuras en el área de afectación del proyecto.

- Actividades de procesos erosivos y de sedimentación

Durante las excavaciones para los cimientos, movimientos de tierra y eliminación de la vegetación, el suelo quedará parcialmente desprovisto de su cobertura protectora, lo cual pudiera generar la activación de procesos erosivos en forma localizada por la acción de elementos del clima, especialmente del viento y la lluvia. En este sentido, se considera necesario hacer la evaluación de este efecto.

- Afectación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas superficiales y subterráneas que estén dentro del área del proyecto, constituyen un elemento de alta intensidad ambiental, por formar parte del sistema hidráulico-biológico de las cuencas que haya en el área de influencia directa. Sin embargo, no se ubicó ningún río principal dentro del área de influencia y el tipo de cimentación que se utilizará no es profundo (pilotes), por lo tanto no hay peligro de encontrarse con algún manto freático.

- Afectación del paisaje

El paisaje se verá afectado desde el inicio del proyecto, ya que se sustituirán áreas con vegetación por infraestructura urbana, cambiando su calidad visual y su valor interno ambiental.

- Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna

Actividades como la remoción de la vegetación existente, principalmente en el área donde se construirán los edificios, contribuye a la perturbación de la fauna.

- Generación de empleos

Entre los efectos que producirá el proyecto en el área de influencia, uno de los más relevantes corresponde a la generación de nuevos empleos, tanto directos como indirectos. Esto constituye un impacto positivo sobre la población local, ya que incidirá en la disminución de la tasa de desempleo actual. Este impacto por ser positivo, no será evaluado.

2.13.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

- Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar la construcción del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, volumen y ubicación del mismo. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales, puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

- Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia, derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. En términos generales deberá:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.

- Definir los recursos humanos, equipo y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.
- Plan de contingencia para el complejo educativo

Para reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar al ambiente circundante, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Proteger y circular el área de construcción del proyecto, de manera que se minimicen los efectos negativos sobre el área circundante.
- Disponer de un área o recipientes adecuados para almacenar los desechos sólidos o cualquier desperdicio generado por actividades de la construcción, para posteriormente ser trasladados a un depósito sanitario municipal.
- Evitar el derrame de cualquier líquido o sustancia nociva para la salud de los habitantes y el medio ambiente en general.
- Proteger las áreas verdes aledañas a los proyectos, a manera de conservar en su estado natural después de terminada la obra.
- Reforestar con una diversidad de vegetación las áreas destinadas para ser áreas verdes y de recreación.
- Señalizar adecuadamente el área circundante y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización para evitar posibles accidentes.

- El uso de maquinaria, se restringe a horario diurno, y el movimiento de tierras se limita únicamente a realizarse en la estación seca.
- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso de equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas del proyecto.
- Monitoreo y mantenimiento periódico de maquinaria y equipo, para minimizar la emisión de gases de combustión.

3. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

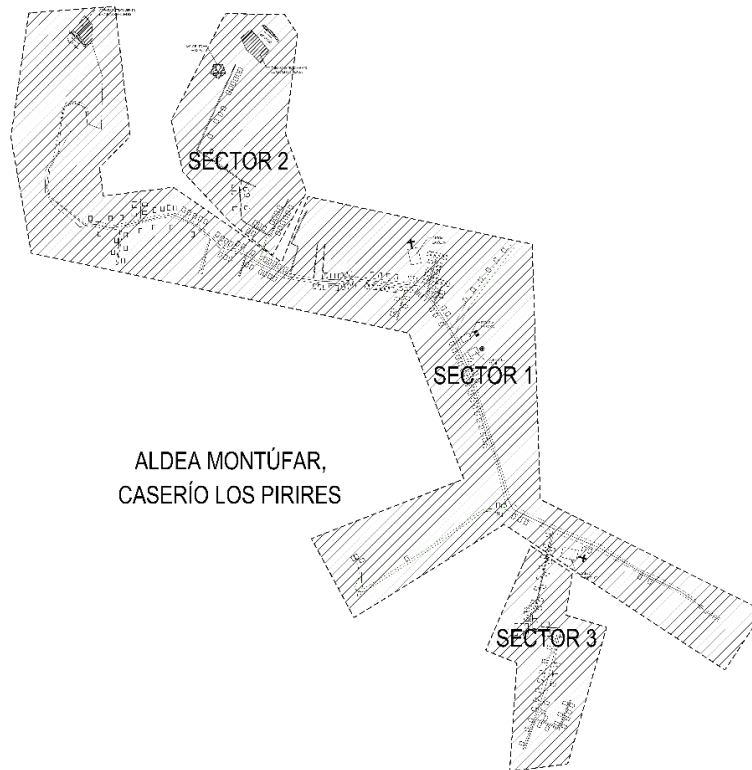
3.1. Descripción del proyecto

El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección diseñado para aguas de origen doméstico, comercial e industrial. Pero además se contemplan aportes mínimos de tipo pluvial, debido a las conexiones ilícitas hechas al sistema, y aportes de infiltración a través de la longitud de la tubería por la presencia de infiltración del suelo a la tubería, especialmente en las juntas de estas.

El proyecto actualmente beneficiará a más del 85 por ciento de la población. Tiene una longitud topográfica de 2,73 kilómetros, que se dividirán en 3 sectores, cada uno contará con su propia área para el tratamiento de aguas residuales.

Las bases de diseño están indicadas en las normas para alcantarillado sanitario del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). La tubería utilizada es de PVC y tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, la cual debe cumplir con las Normas ASTM D-3034. El diseño cumple con el objetivo de sectorizar y hacer que el flujo de agua sea a favor de la pendiente natural del terreno, lo que permite disminuir la profundidad de excavación de pozos y utilizar diámetros mínimos de tubería en la mayor longitud del proyecto.

Figura 45. **Distribución de sectores en el alcantarillado sanitario caserío Los Pirires**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.2. Estudios topográficos

Todo levantamiento topográfico, debe tomar en cuenta el área edificada y la de desarrollo futuro, incluyendo la localización exacta de calles y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que tengan influencia con el problema a resolver y determinen el diseño. Tanto el levantamiento topográfico de la comunidad como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones y depresiones.

Para cumplir con lo anterior, se realizó un levantamiento topográfico de primer orden que conlleva 2 actividades de campo: planimetría y altimetría.

3.2.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal. El método que se utilizó en los proyectos, es el de conservación de azimut y radiaciones por medio de un teodolito digital, para generar una poligonal abierta y detallar la forma de las calles.

3.2.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura (cota) de cada punto respecto a un plano de referencia. Por medio de la altimetría, se logra representar el relieve del terreno o eje de la poligonal abierta. El método que se utilizó para representar las cotas de los proyectos, es la nivelación diferencial, utilizando un nivel de precisión. Es muy importante tomar elevaciones en los casos siguientes:

- En todos los cruces de calles
- A distancia no mayor de 20 metros
- En todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno
- En todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones

3.3. Parámetros de diseño

Los sistemas de alcantarillado consisten en una serie de tuberías y estructuras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales y la escorrentía superficial producida por la lluvia.

Los sistemas de alcantarillado, se clasifican según el tipo de agua que conduzcan:

- Alcantarillado sanitario: es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
- Alcantarillado pluvial: es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado combinado: es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales y las aguas de lluvia.

3.3.1. Elección del sistema a utilizar

El tipo de alcantarillado que se ha de usar, depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. En general en poblaciones que no cuenten con ningún sistema de alcantarillado, se proyectarán sistemas de alcantarillado, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies, debido a los costos en la construcción y tratamiento de los grandes volúmenes de agua pluvial y sistemas combinados.

Es por ello que se opta por utilizar un sistema solo para aguas residuales sanitarias.

3.3.2. Selección de ruta

El trazo de la red del alcantarillado sanitario, consiste en determinar la ruta que seguirán las aguas residuales, de tal manera que el conjunto de colectores logren trabajar como un sistema de flujo libre (sección parcialmente llena) por gravedad.

A continuación se consideran algunos aspectos de importancia en el trazo de la red:

- Iniciar el recorrido de los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- Para el diseño, se debe seguir la pendiente del terreno, con esto se evitará una excavación profunda y disminuir así costos de excavación.
- Evitar dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.
- Proyectar pozos de visita a distancias no mayores a 100 metros.

3.3.3. Desfogue

Se define como desfogue, a cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluyente final. La ubicación del lugar destinado a la descarga del sistema de alcantarillado sanitario, será en terrenos de gran extensión, sin ningún uso actual ubicado en la zona baja de la comunidad, de tal manera que no dañe ningún tipo de abastecimiento de agua utilizado por los habitantes de la comunidad.

3.3.4. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con eficiencia aceptable. Se puede proyectar un período de 30 a 40 años (INFOM), a partir de la fecha de su construcción. En general el período de diseño, es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto en particular.

El sistema de alcantarillado sanitario para el caserío los Pirires, se proyecta a 30 años, según requerimientos del INFOM.

3.3.5. Población futura

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante el período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final de dicho período.

Para estimar la población futura, se puede hacer uso de alguno de los siguientes métodos:

- Incremento aritmético: este método asume que la tasa de crecimiento es constante, o sea que la población varía linealmente con el tiempo, definiéndose este método a través de una línea recta.
- Incremento geométrico: este método se representa gráficamente por una curva de interés compuesto, se asume que la población crece a una misma tasa promedio en cada unidad de tiempo; es aplicable a períodos largos, lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población.

- Incremento exponencial: este método aplica una curva de tipo exponencial, donde se asume una tasa de crecimiento que se aplica a la población en cada infinitésimo de tiempo.

Para calcular la cantidad de habitantes que se beneficiarán al final del período de diseño, se aplicó el método del incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población:

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

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

3.3.5.1. Tasa de crecimiento

Según estimaciones del crecimiento de la población realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), y criterios mínimos por la Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN), para la comunidad del municipio de San Juan Sacatepéquez, para proyectos de infraestructura no debe estimarse una tasa de crecimiento poblacional inferior al 3,50 por ciento.

3.4. Cálculo de caudales

Para que el agua fluya entre dos puntos, desde un punto inicial a un punto final, debe existir una diferencia de energía. Esta diferencia debe igualarse a la energía necesaria para: vencer el rozamiento debido a la rugosidad de la tubería.

3.4.1. Dotación

La dotación esta en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 litros por habitante por día. Para la comunidad en estudio se estimó una dotación de 120 litros por habitante por día.

3.4.2. Factor de retorno

Se estima que del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 al 90 por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. Debido a las actividades de los habitantes.

3.4.3. Factor de flujo instantáneo o de Harmond

Es un factor de seguridad que depende del número de habitantes a servir. El valor del factor de flujo instantáneo, no es constante en todo el alcantarillado sanitario, ya que este depende de la población acumulada de cada tramo del sistema. El factor de flujo esta definido como:

$$F_f = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \quad \text{ó} \quad F_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

F_f = factor de flujo

P = población [miles]

El factor de flujo debe mantenerse dentro del siguiente rango:

$$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$$

3.4.4. Caudal sanitario

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

- Caudal domiciliar

Se calcula utilizando el factor de retorno que ya se mencionó, como sigue:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{hab} \times \text{dot} \times \text{FR}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]

hab = número de habitantes

dot = dotación [l/hab/día]

FR = factor de retorno

Basándose en una encuesta realizada para el caserío Los Pirires, la población actual es de 1 510 habitantes.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{1\,510 \times 120 \times 0,85}{86\,400} = 1,78 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración

Es el caudal que se filtra en el drenaje, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, del tipo de tubería utilizada, de la

permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

$$Q_{inf} = \frac{F_i \times L_T}{86\,400}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]

F_i = factor de infiltración (15 000 – 18 000) [l/km/día]

L_T = longitud de la tubería [km]

Considerando que en el diseño se utiliza tubería de PVC, Norma ASTM D-3034, que por ser un material impermeable no tendría que presentarse infiltración de agua, se considerará un pequeño porcentaje del caudal de infiltración a causa de la unión entre tuberías, tomando un 5 por ciento del caudal domiciliar.

- Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{ci} = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas [m^3/s]

C = coeficiente de esorrentía

I = intensidad de lluvia [$mm/hora$]

A = área que es factible conectar ilícitamente [Ha]

El normativo del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), especifica que puede tomarse el 10 por ciento del caudal domiciliar por concepto de aguas de lluvia que se conecten por error al sistema; sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial, se podrá utilizar un valor más alto que podría ser hasta un 30 por ciento.

Para el proyecto se utiliza el rango mayor, por lo que se estima un 30 por ciento del caudal domiciliar, por concepto de conexiones ilícitas.

3.4.4.1. Caudal comercial o industrial

Como su nombre indica, es el agua de los desechos de las edificaciones comerciales e industriales. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000 litros por comercio por día, dependiendo el tipo de comercio o industria.

$$Q_{com} = \frac{dot \times No_{com}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial [l/s]

dot = dotación comercial [$l/com/día$]

No_{com} = número de comercios

Debido a que en las comunidades no existe actualmente ningún tipo de comercio o industria, no se tomará en cuenta.

3.4.4.2. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas y de infiltración; descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Con los cálculos anteriores, se obtiene el caudal medio como sigue:

$$Q_{med} = 1,78 + 0 + (0,05 \times 1,78) + (0,30 \times 1,78) = 2,403 \text{ l/s}$$

3.4.4.3. Factor de caudal medio

Es el factor relacionado con la aportación media de agua (caudal medio) por persona, se debe mantener en un rango mínimo de 0,002 y un máximo de 0,005. Se puede determinar con la siguiente relación del Q_{med} y el número de habitantes de la comunidad.

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No_{Hab}}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio [l/s]

fqm= factor de caudal medio

No_{Hab} = número de habitantes

El fqm debe ser mayor a 0,002 e inferior a 0,005.

Se tiene que para el diseño hidráulico del caserío Los Pirires es:

$$fqm = \frac{Q_{med}}{hab} = \frac{2,403}{1\ 510} = 0,00159 \rightarrow \text{usar mín} = 0,002$$

3.4.5. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, de acuerdo a la siguiente fórmula, y no debe tomarse menor que 0,40 litros por segundo.

$$q_d = fqm \times F_{flujos} \times hab$$

Donde:

q_d = caudal de diseño [l/s]

fqm = factor de caudal medio

F_{flujos} = factor de flujo

hab = número de habitantes

3.5. Criterios de diseño

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario, se enfatizó en el cumplimiento de las normas específicas recomendadas por el INFOM, las cuales limitan los aspectos técnicos que asegurarán un funcionamiento óptimo del sistema. Estos se detallan a continuación.

3.5.1. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo (v_{dis}) esta determinada por la pendiente, tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del siguiente rango para evitar problemas de sedimentación y desgaste por abrasión.

$$0,60 \text{ m/s} \leq v_{dis} \leq 3,00 \text{ m/s}$$

3.5.2. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño, sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La forma de determinar la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$S_t = \left(\frac{C_f - C_o}{Dh} \right) \times 100$$

Donde:

S_t = pendiente del terreno

C_f = cota final del terreno

C_o = cota inicial del terreno

Dh = distancia horizontal

3.5.3. Cotas Invert

Se denomina Cota Invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interno de la tubería, debe verificarse que la Cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, como criterio, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las Cota Invert de salida en tramos continuos:

- Caso 1: cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la Cota Invert de Salida (CIS), será como mínimo 0,03 metros por debajo de la Cota Invert de Entrada (CIE).
- Caso 2: cuando llega una tubería y sale otra de distinto diámetro, la diferencia entre Cota Invert, será como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE.
- Caso 3: cuando llega más de una tubería y sale solo una, y todas son de igual diámetro, la diferencia entre Cota Invert será, como mínimo, 0,03 metros por debajo de la CIE más baja.
- Caso 4: cuando llega más de una tubería, y sale una sola, y son de distintos diámetros, la diferencia entre Cota Invert será, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de CIE más baja, para la situación más crítica que resulte de haber comparado cada diámetro de tubería de entrada con el de salida.

Las Cotas Invert de los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

3.5.3.1. Cota Invert de Salida (CIS)

Para los tramos iniciales en la red, se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CIS = CT - H_{\min}$$

Donde:

CIS = cota invert de salida [m]

CT = cota de terreno [m]

H_{\min} = altura mínima de pozo [m]

La altura mínima de pozo (H_{\min}) debe asegurar la protección del tubo, por lo que se limita a 1,40 metros.

Para los tramos continuos, se obtiene al restarle a la Cota Invert de Entrada del tramo anterior, la condición específica que se presente, de acuerdo a los 4 casos anteriores.

$$CIS = CIE_{\text{ant}} - \text{Cond}$$

3.5.3.2. Cota Invert de Entrada (CIE)

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene con la siguiente expresión:

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{\text{tub}} \times Dh}{100} \right)$$

Donde:

CIS = cota invert de salida [m]

CIE = cota invert de entrada [m]

Dh = distancia horizontal [m]

S_{tub} = pendiente de la tubería [%]

3.5.4. Diámetro de tuberías

Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubería de PVC. Aún cuando el cálculo hidráulico dé como resultado un diámetro menor a éstos.

3.5.5. Profundidades de las tuberías

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno, será de 1,20 metros.

Cuando la altura del coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

3.5.6. Coeficientes de rugosidad

La rugosidad es un valor que se determina en forma experimental, además es adimensional, expresa que tan lisa es la superficie de la tubería interna. Algunos valores a tomar en cuenta son:

Tabla XLIII. **Coefficiente de rugosidad**

Material	Rugosidad
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011 - 0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013 - 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009 - 0,011
Tubería de PVC	0,006 - 0,011

Fuente: elaboración propia.

3.5.7. Relaciones hidráulicas

Para obtener los valores hidráulicos de una sección parcialmente llena en tuberías como, velocidad, área y caudal, se relacionan los términos de la sección llena con los de la sección parcialmente llena, de los resultados se elaboran gráficos y tablas utilizando para esto la fórmula de Manning.

Las relaciones hidráulicas a considerarse, son las siguientes:

- (q/Q) : relación entre el caudal a sección parcialmente llena y a sección llena.
- (v/V) : relación entre la velocidad del flujo en la sección parcialmente llena y en sección llena.
- (d/D) : relación de tirantes del flujo de agua residual dentro de la sección parcialmente llena y en sección llena.

Los valores hidráulicos a sección llena, se definen por medio de la fórmula de Manning, de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,03429}{n} \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad a sección llena [m/s]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

D = diámetro [plg]

S = pendiente de la tubería [%]

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = caudal a sección llena del colector [m³/s]

A = área de la sección transversal del colector [m²]

V = velocidad a sección llena [m/s]

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10 por ciento del diámetro de la tubería, excluyéndose los tramos iniciales, y menor que el 75 por ciento; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

3.6. Obras complementarias

Por obras complementarias se describen los elementos básicos que constituyen la red de alcantarillado para que el proyecto funcione adecuadamente, los cuales se describen a continuación:

3.6.1. Conexiones domiciliarias

Estas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector principal. Generalmente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un drenaje doméstico.

3.6.2. Cajas de registro o candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela, será de un metro.

3.6.3. Tuberías secundarias

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central, se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2 por ciento, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos. La conexión con el colector principal, se hará en el medio diámetro superior y a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Al realizar el diseño del alcantarillado, deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la tubería principal y con esto

no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos, esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

3.6.4. Pozos de visita

Los pozos de visita o cámaras de inspección, son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica. El diámetro del cilindro es generalmente de 1,20 metros y en la superficie tiene una tapadera de diámetro igual a 0,60 metros. Adicionalmente en la base del cilindro, se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro, la cual será construida de concreto de 210 kilogramos por centímetros cuadrado. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación, para lo cual tiene varios orificios.

Según las normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Al comienzo de cada tramo y en toda intersección de colectores
- En todo cambio de sección o diámetro de los colectores
- En todo cambio de dirección o de pendiente

El cilindro y la reducción tronco-cónica serán construidos en mampostería con ladrillos tayuyos de 6,5 x 11 x 23 centímetros y su colocación será en posición de punta. En el fondo se hará una losa de concreto.

Cuando la diferencia entre Cotas Invert de entrada y salida en un pozo sea mayor o igual a 0,70 metros, debe de proveerse un sistema de disipación de energía para evitar la erosión de la base del pozo.

3.7. Ejemplo del proceso de diseño hidráulico

Actualmente existen 302 viviendas y se consideró que el promedio de habitantes por vivienda es de 5 personas. El diseño hidráulico para el sistema de alcantarillado sanitario, estará regido por los siguientes parámetros, que satisfacen lo estipulado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM):

Tabla XLIV. **Parámetros de diseño para el alcantarillado sanitario
caserío Los Pirires, aldea Montúfar, San Juan
Sacatepéquez**

Parámetros	Valor	Dimensional
Densidad de población (Dp)	5	[hab/viv]
Tasa de crecimiento poblacional	3,50	[%]
Período de diseño	30	[años]
Diámetro mínimo	6	[plg]
Factor de flujo (F_{flujo})	$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$	-
Caudal de diseño mínimo	0,40	[l/s]
Relación de tirantes hidráulicos	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$	-
Rugosidad de Manning	0,010	-
Velocidad de diseño mínima	0,60	[m/s]
Velocidad de diseño máxima	3,00	[m/s]
Profundidad mínima de pozo	1,40	[m]
Diámetro mínimo de pozo	1,20	[m]

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de tramo inicial, PV-1 a PV-2

Tabla XLV. **Datos de entrada para tramo inicial**

Datos de entrada	
De PV-1	CT = 1 077,65 m
A PV-2	CT = 1 076,12 m
Distancia a ejes	Dh = 19,75 m
Viviendas locales	2 viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno

$$S_t = \left(\frac{C_f - C_o}{Dh} \right) \times 100 = \left(\frac{1\,077,65 - 1\,076,12}{19,75} \right) \times 100 = 7,75 \%$$

- Viviendas

$$viv_{loc} = 2 \text{ viv}$$

$$viv_{acu} = viv_{ant} + viv_{loc} = 0 + 2 = 2 \text{ viv}$$

- Habitantes

$$P_o = 5 \times 2 = 10 \text{ hab}$$

$$P_f = 10 \times (1 + 0,0350)^{30} = 29 \text{ hab}$$

- Factor de flujo

$$\text{Actual: } f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{10}{1000}}} = 4,42 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{Futuro: } f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{29}{1000}}} = 4,36 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Caudal de diseño

$$q_{d,\text{act}} = 0,002 \times 4,42 \times 10 = 0,088 \rightarrow \text{usar m\u00edn} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_{d,\text{fut}} = 0,002 \times 4,36 \times 29 = 0,25 \rightarrow \text{usar m\u00edn} = 0,40 \text{ l/s}$$

- Valores hidr\u00e1ulicos a secci\u00f3n llena

Se propone una pendiente de tuber\u00eda del 8,25 por ciento y un di\u00e1metro de 6 pulgadas, que posteriormente ser\u00e1n verificados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de dise\u00f1o aceptados. La velocidad a secci\u00f3n llena por la ecuaci\u00f3n de Manning es:

$$V = \frac{0,03429}{0,010} \times 6^{2/3} \times 0,0825^{1/2} = 3,25 \text{ m/s}$$

El caudal se define por la ecuaci\u00f3n de continuidad de la siguiente manera:

$$Q = 3,25 \times 5,067 \times 10^{-4} \times 6^2 = 0,0593 \text{ m}^3/\text{s} = 59,32 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual: } \frac{q_{d,act}}{Q} = \frac{0,40}{59,32} = 0,00674$$

$$\text{Futuro: } \frac{q_{d,fut}}{Q} = \frac{0,40}{59,32} = 0,00674$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\text{Actual: } \begin{cases} v/V = 0,289 \\ d/D = 0,060 \end{cases}$$

$$\text{Futuro: } \begin{cases} v/V = 0,289 \\ d/D = 0,060 \end{cases}$$

En ambos casos, la relación de tirantes es menor a 0,75. Por ser tramo inicial el aceptable que sea menor al mínimo de 0,10.

- Velocidades de diseño

$$\text{Actual: } \begin{cases} v = 0,289 \times 3,25 = 0,94 \text{ m/s} \\ \text{cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{cases}$$

$$\text{Futuro: } \begin{cases} v = 0,289 \times 3,25 = 0,94 \text{ m/s} \\ \text{cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{cases}$$

- Cotas Invert

$$\text{CIS} = 1\,077,65 - 1,40 = 1\,076,25 \text{ m}$$

$$\text{CIE} = 1\,076,25 - \left[\frac{8,25 \times (19,75 - 1,20)}{100} \right] = 1\,074,72 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_o = \text{CT} - \text{CIS} = 1\,077,65 - 1\,076,25 = 1,40 \text{ m}$$

$$H_f = \text{CT} - \text{CIE} = 1\,076,12 - 1\,074,72 = 1,40 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8 metros.

- Diseño de tramo de continuidad, PV-2 a PV-3

Tabla XLVI. **Datos de entrada para tramo continuo**

Datos de entrada	
De PV-2	CT = 1 076,12 m
A PV-3	CT = 1 073,12 m
Distancia a ejes	Dh = 19,91 m
Viviendas locales	2 viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno

$$S_t = \left(\frac{C_f - C_o}{Dh} \right) \times 100 = \left(\frac{1\,076,12 - 1\,073,12}{19,91} \right) \times 100 = 15,07 \%$$

- Viviendas

$$viv_{loc} = 2 \text{ viv}$$

$$viv_{acu} = viv_{ant} + viv_{loc} = 2 + 2 = 4 \text{ viv}$$

- Habitantes

$$P_o = 5 \times 4 = 20 \text{ hab}$$

$$P_f = 20 \times (1 + 0,0350)^{30} = 57 \text{ hab}$$

- Factor de flujo

$$\text{Actual: } f_{flujo} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{20}{1\,000}}} = 4,38 \rightarrow 1,5 \leq f_{flujo} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{Futuro: } f_{flujo} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{57}{1\,000}}} = 4,30 \rightarrow 1,5 \leq f_{flujo} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Caudal de diseño

$$q_{d,act} = 0,002 \times 4,38 \times 20 = 0,18 \rightarrow \text{usar mín} = 0,40 \text{ l/s}$$

$$q_{d,fut} = 0,002 \times 4,30 \times 57 = 0,49 \rightarrow \text{usar } 0,49 \text{ l/s}$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Se propone una pendiente de tubería del 15,90 por ciento y un diámetro de 6 pulgadas, que posteriormente serán verificados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de diseño aceptados. La velocidad a sección llena por la ecuación de Manning es:

$$V = \frac{0,03429}{0,010} \times 6^{2/3} \times 0,159^{1/2} = 4,52 \text{ m/s}$$

El caudal se define por la ecuación de continuidad de la siguiente manera:

$$Q = 4,52 \times 5,067 \times 10^{-4} \times 6^2 = 0,0824 \text{ m}^3/\text{s} = 82,36 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual} = \frac{q_{d,act}}{Q} = \frac{0,40}{82,36} = 0,00485$$

$$\text{Futuro} = \frac{q_{d,fut}}{Q} = \frac{0,40}{59,32} = 0,00596$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene que:

$$\text{Actual} \begin{cases} v/V = 0,264 \\ d/D = 0,053 \end{cases}$$

$$\text{Futuro} \begin{cases} v/V = 0,281 \\ d/D = 0,058 \end{cases}$$

En ambos casos, la relación de tirantes es menor a 0,75 e incluso por el bajo caudal en el tramo, es menor a 0,10, pero chequeando la velocidad del flujo, esto es aceptable.

- Velocidades de diseño

$$\text{Actual: } \begin{cases} v = 0,289 \times 3,25 = 0,94 \text{ m/s} \\ \text{cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{cases}$$

$$\text{Futuro: } \begin{cases} v = 0,289 \times 3,25 = 0,94 \text{ m/s} \\ \text{cumple } [0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 3,0 \text{ m/s}] \end{cases}$$

- Cotas Invert

$$\text{CIS} = 1\,074,72 - 0,03 = 1\,074,69 \text{ m}$$

$$\text{CIE} = 1\,074,69 - \left[\frac{15,90 \times (19,91 - 1,20)}{100} \right] = 1\,071,71 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_o = \text{CT} - \text{CIS} = 1\,076,12 - 1\,074,69 = 1,43 \text{ m}$$

$$H_f = \text{CT} - \text{CIE} = 1\,073,12 - 1\,071,71 = 1,41 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8 metros.

3.8. Propuesta tratamiento de aguas residuales

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario, están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa, tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia, tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación. Debido a las condiciones del lugar, el tipo de tratamiento primario que mejor se adapta, es la fosa séptica y el pozo de absorción.

3.8.1. Fosas sépticas

Es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y se les da un tratamiento primario, separando los sólidos. El tratamiento primario elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y permite que parte de los sólidos se asienten en el fondo, mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) se acumulan en la parte superior.

Para permitir que los sólidos se asienten, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

3.8.2. Pozos de absorción

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de pozos con diámetro y profundidad variable, en estos, el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables. Se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de 1 metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

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

La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature. El agua debe correr por el suelo, el cual no deberá estar saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente

3.9. Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto de la red de alcantarillado sanitario, se usó la integración de costos unitarios, los cuales multiplicándolos a los valores obtenidos de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón de trabajo. Este costo debe ser incrementado por el factor de indirectos para luego obtener el precio total de cada renglón.

Tabla XLVII. Presupuesto de sector 01, alcantarillado sanitario Los Pirires

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
1,1	Replanteo topográfico	km	1,96	Q 1 937,57	Q 3 803,45
1,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	1 963,00	Q 260,21	Q 510 794,67
1,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	42,00	Q 4 771,14	Q 200 387,76
1,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	13,00	Q 9 119,32	Q 118 551,19
1,5	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 4.01 a 6.00 m	Unidad	8,00	Q 14 234,07	Q 113 872,53
1,6	Conexiones domiciliarias	Unidad	207,00	Q 2 096,66	Q 434 008,76
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 1 381 418,36
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 1 547 188,56

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. Presupuesto de sector 02, alcantarillado sanitario Los Pirires

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
2,1	Replanteo topográfico	km	0,39	Q 1 937,57	Q 759,53
2,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	392,00	Q 260,21	Q 102 002,81
2,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	4,00	Q 4 771,14	Q 19 084,55
2,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	7,00	Q 9 119,32	Q 63 835,26
2,5	Conexiones domiciliarias	Unidad	53,00	Q 2 096,66	Q 111 123,01
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)					Q 296 805,16
SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)					Q 332 421,77

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Presupuesto de sector 03, alcantarillado sanitario Los Pirires**

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
3,1	Replanteo topográfico	km	0,38	Q 1 937,57	Q 728,53
3,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	376,00	Q 260,21	Q 97 839,43
3,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	5,00	Q 4 771,14	Q 23 855,69
3,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	6,00	Q 9 119,32	Q 54 715,93
3,5	Conexiones domiciliarias	Unidad	36,00	Q 2 096,66	Q 75 479,78
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 252 619,36
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 282 933,68

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. Presupuesto general del alcantarillado sanitario Los Pirires

No.	DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL DEL RENGLON
1	RED DE ALCANTARILLADO SECTOR 01				
1,1	Replanteo topográfico	km	1,96	Q 1 937,57	Q 3 803,45
1,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	1 963,00	Q 260,21	Q 510 794,67
1,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	42,00	Q 4 771,14	Q 200 387,76
1,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	13,00	Q 9 119,32	Q 118 551,19
1,5	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 4.01 a 6.00 m	Unidad	8,00	Q 14 234,07	Q 113 872,53
1,6	Conexiones domiciliarias	Unidad	207,00	Q 2 096,66	Q 434 008,76
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 1 381 418,36
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 1 547 188,56
2	RED DE ALCANTARILLADO SECTOR 02				
2,1	Replanteo topográfico	km	0,39	Q 1 937,57	Q 759,53
2,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	392,00	Q 260,21	Q 102 002,81
2,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	4,00	Q 4 771,14	Q 19 084,55
2,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	7,00	Q 9 119,32	Q 63 835,26
2,5	Conexiones domiciliarias	Unidad	53,00	Q 2 096,66	Q 111 123,01
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 296 805,16
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 332 421,77
3	RED DE ALCANTARILLADO SECTOR 03				
3,1	Replanteo topográfico	km	0,38	Q 1 937,57	Q 728,53
3,2	Suministro y construcción de red principal de alcantarillado PVC Ø 6"	ml	376,00	Q 260,21	Q 97 839,43
3,3	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 1.40 a 2.00 m	Unidad	5,00	Q 4 771,14	Q 23 855,69
3,4	Pozo de visita hecho en obra de ladrillo tayuyo, excavación manual de altura de 2.01 a 4.00 m	Unidad	6,00	Q 9 119,32	Q 54 715,93
3,5	Conexiones domiciliarias	Unidad	36,00	Q 2 096,66	Q 75 479,78
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN [COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO] (SIN IVA)				Q 252 619,36
	SUB-TOTAL DEL RENGLÓN (CON IVA)				Q 282 933,68
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (SIN IVA):			Q 1 930 842,88	\$248 321,40
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (CON IVA):			Q 2 162 544,02	\$278 119,96
		COSTO /km (SIN IVA)	Q 742 973,09	\$95 552,11	
		COSTO /km (CON IVA)	Q 832 129,86	\$107 018,37	

Fuente: elaboración propia.

3.10. Cronograma de ejecución

Indica el avance físico de cada renglón en tiempo, considerando en el mismo los rendimientos de trabajo promedio para cada actividad. El rendimiento de trabajo es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico. Los datos son de la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Tabla LI. **Cronograma de ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario Los Piriries**

No.	ACTIVIDAD	MES	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
			SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	REPLANTEO	Programado Ejecutado	█	█	█	█																				
2	COLECTOR DE Ø 6"	Programado Ejecutado					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
3	COLECTOR DE Ø 8"	Programado Ejecutado					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Programado Ejecutado					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Programado Ejecutado																								
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Programado Ejecutado																								
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 7.50	Programado Ejecutado																								
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Programado Ejecutado																								

Fuente: elaboración propia.

3.11. Estudio financiero

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, el cual permite determinar de antemano si una inversión es factible o no. En el caso de proyectos sociales es complicado racionar numéricamente la importancia de realizarlo.

3.11.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este tipo de proyecto no genera ningún tipo de ingresos ni rentabilidad, debido a que es un proyecto de beneficio social y no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo.

Para efectos de cálculo, se supone un gasto por concepto de operación y mantenimiento del sistema de Q. 3 500,00 al año y una tasa de interés del 12 por ciento.

El VPN se define como:

$$\text{VPN} = \text{VPB} - \text{VPC}$$

Donde:

VPN = Valor Presente Neto

VPB = Valor Presente de Beneficio

VPC = Valor Presente de Costo

Por lo tanto, el Valor Presente Neto de la inversión es:

$$\text{VPN} = 0 - 2\,162\,544,02 - 3\,500,00 \times \left[\frac{(1 + 0,12)^{30} - 1}{0,12 \times (1 + 0,12)^{30}} \right]$$

$$\text{VPN} = - 2\,190\,737,16$$

Como el VPN es negativo, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del período de vida, y debería rechazarse. Pero como es un proyecto de beneficio social se busca apoyo económico sin interés de retribución alguna.

3.11.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial de un proyecto, sin pérdidas ni ganancias. En el caso de un proyecto social, donde no es posible determinar de manera exacta los ingresos económicos durante la vida útil, el cálculo de la TIR es complejo. Debido a que no se consideran ingresos, la TIR no existe, y el cálculo que pudiera realizarse para obtener un valor numérico negativo, es innecesario, ya que no representa nada real.

En conclusión, debido a que la TIR no existe, o es negativa, el proyecto no es rentable desde el punto de vista económico, pero es indispensable para la población, ya que con la construcción del mismo se contrarrestarán las enfermedades gastrointestinales y de otros tipos en los habitantes de la comunidad.

3.12. Operaciones y mantenimiento de la red

A medida que el tiempo transcurre, se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado; el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes, se convierten en una consideración muy importante. Por esta razón las municipalidades en todo el país están haciendo esfuerzos para mejorar el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado. La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual, son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema.

La correcta operación y mantenimiento del sistema, será responsabilidad de los vecinos de la comunidad y autoridades municipales, proponiendo un tiempo no mayor a los 3 meses para realizar las labores de inspección del sistema.

A continuación se describen las principales actividades de operación y mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario.

- Línea central

Las inspecciones de rutina en la línea de los colectores, son beneficiosas para evitar bloqueos severos. Los posibles problemas son:

- Tubería parcialmente tapada
- Tubería totalmente tapada

Soluciones y reparaciones: para descubrir los taponamientos, se pueden hacer 2 pruebas para identificarlos.

- Prueba de reflejo: consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y chequear el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente, existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto, significa que existe un taponamiento total.

Solución: se vierte agua en el pozo de visita a presión, luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.

- Prueba de corrimiento de flujo: se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento del agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si es un corrimiento muy lento, existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.

Solución: al no lograrse despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar para descubrir la tubería y sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento y luego reparar la tubería.

En países con más recursos económicos y tecnológicos, las alcantarillas también son inspeccionadas, a veces, pasando pequeñas cámaras de televisión a través de ellas, lo cual permite un examen en primer plano de las uniones y la detección de cualquier rompimiento u otro daño, así como la localización de bloqueos.

- Pozos de visita

Los posibles problemas que pueden presentarse en los pozos son:

- Acumulación de residuos y lodos.
- Deterioro del pozo.
- Tapadera del pozo en mal estado.

Soluciones y reparaciones: al inspeccionar los pozos de visita, se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras.

Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas. Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones que estén en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problema al pozo; si esta en mal estado, repararlos o en su caso cambiarlos por unos nuevos.

Las tapaderas de los pozos de visita deben estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

- Conexión domiciliar

Los posibles problemas en la interface del colector y la candela pueden ser:

- Tapadera de la candela esta en mal estado.
- Tubería parcialmente tapada.
- Tubería totalmente tapada.
- Conexiones de agua de lluvia en la tubería.

Soluciones y reparaciones: reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que se corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provocar taponamientos en la misma. La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en esta, se verifica en la candela que cuando se vierte agua, no corra libremente.

Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca, para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.

Si la tubería esta totalmente tapada, no corre nada de agua en la tubería y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de quitar el taponamiento y luego introducir nuevamente una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.

Si persiste el problema, se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca sobre la calle en donde se ubica el taponamiento; luego se excava en el lugar marcado, se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo para que las aguas corran libremente.

Las conexiones de agua de lluvia, provocan que se saturen las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar esta agua. Se procede a cancelar la conexión de agua de lluvia a la conexión domiciliar.

3.13. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o Estudio de Impacto Ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

El EIA debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.
- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal manera que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel ambientalmente aceptable.
- Establecer un programa de control y seguimiento que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.
- Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta.

3.13.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una Evaluación de Impacto Ambiental, se deben identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se este evaluando. La metodología más utilizada, es por medio de matrices de identificación y evaluación.

- Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases

Las actividades de construcción del proyecto, afectarán el aire en forma negativa de bajo impacto y de corta duración, debido a la generación de basura y polvo provenientes del zanjeo y de la preparación de mezclas de concreto y otras.

Los olores no tendrán alteraciones significativas durante la construcción del proyecto, sin embargo, en la fase de operación del sistema de tratamiento si se alterarán los olores en el área de la descarga. Los niveles sonoros serán impactados en forma temporal por la actividad de la construcción y del transitar de los vehículos pesados.

- Actividades de procesos erosivos y de sedimentación

Los impactos principales, identificados sobre el recurso suelo serán temporales y de baja magnitud, se darán principalmente en la etapa de construcción. Las áreas más afectadas serán las calles en donde se hará el zanjeo para la colocación de la tubería. Los efectos serán por la erosión del suelo, cambios en su estructura y textura. La tubería central de conducción de drenajes no permitirá fugas provocadas por mala instalación, las cuales puedan contaminar el suelo adyacente.

- Afectación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas subterráneas en el área del proyecto, podrán sufrir alteraciones si existen fugas en el sistema y el nivel freático esta ubicado a una pequeña profundidad. Si el punto de descarga es hacia un río, las aguas residuales de no ser tratadas con anterioridad, afectarán a otras comunidades aguas abajo.

- Afectación del paisaje

El paisaje recibirá un impacto significativo y beneficioso, ya que tendrá un cambio completo en cuanto el proyecto inicie su operación, especialmente por la eliminación de aguas estancadas de uso domiciliar, que se observan en las calles, ríos y otras. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

- Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna

Habrán un impacto poco significativo sobre la flora y fauna en general del área del proyecto, ya que se realizarán los trabajos de zanqueo, instalación de tubería y construcción de los pozos de visita sobre el eje de las calles y callejones que en la actualidad son todos de terracería.

- Afectación del medio cultural y socioeconómico

El componente ambiental más beneficiado, se prevé que sea el aspecto socioeconómico, muy significativo y de larga duración, en las fases de construcción y especialmente en la operación del proyecto. Estos impactos influirán directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno de la comunidad y el efecto de la relación hombre – naturaleza, al contar con un sistema adecuado para la disposición de las aguas residuales. Además, se puede destacar que dicho proyecto podrá generar fuentes de empleo temporal. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

3.13.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

3.13.2.1. Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar el funcionamiento del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, volumen y su ubicación. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

3.13.2.2. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. Este plan en términos generales debe contener:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.
- Definir los recursos humanos, equipos y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

3.13.3. Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario

Para reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar al ambiente circundante durante el proceso constructivo, se deberán tomar las siguientes consideraciones:

- Trabajar de forma ordenada y por fases todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, para ir dejando limpio el entorno donde se trabajó.
- Disponer de un área adecuada para almacenar los desechos sólidos, generados por las actividades de la construcción, para posteriormente trasladarlos a un depósito sanitario municipal.
- Señalizar adecuadamente el área en que se este trabajando y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización para evitar posibles accidentes.
- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso de equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas del proyecto.
- Rociar con agua los sectores de excavación, así como las vías no asfaltadas a ser transitadas por vehículos pesados, para minimizar el volumen de partículas suspendidas.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es la mejor manera de retribuir a la comunidad guatemalteca la inversión en la educación superior, y en particular la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cumple los propósitos del programa, al aportar una planificación completa que ayude a plantear soluciones factibles, técnica y económicamente, a las problemáticas que aquejan a las comunidades.
2. La escuela de arte para el caserío Candelaria, aldea Montúfar, San Juan Sacatepéquez, tiene como propósito complementar la educación de la comunidad e incentivar el arte y la cultura propia de los habitantes del caserío, mediante un complejo educacional de 2 edificios de 2 plantas que cuenten con los servicios básicos mínimos. Su inversión asciende a Q. 2 458 161,75.
3. El alcantarillado sanitario para el caserío Los Pirires, aldea Montúfar, tiene una longitud total de 2 730 metros, distribuido en 3 sectores, cada uno con un área destinada para el tratamiento de las aguas residuales. El costo total del proyecto asciende a Q. 2 162 544,01 y beneficiará a más de 250 viviendas del caserío.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez

1. Fomentar una política de educación sanitaria para mejorar la calidad de vida de las comunidades que carecen de este tipo de servicio, y priorizar proyectos de saneamiento básico para contrarrestar los problemas de salud e higiene que afectan a diversas poblaciones del municipio.
2. Verificar que la calidad de los materiales de construcción sean óptimos y cumplan las características establecidas en las memorias de diseño y planos, de manera que se mantenga un correcto control sobre la calidad de los proyectos en ejecución.
3. Garantizar una supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos, que debe estar a cargo de un profesional de la Ingeniería Civil, con el fin de optimizar los recursos y garantizar la calidad de los procesos constructivos específicos en cada proyecto de infraestructura.
4. Se deberá realizar una actualización de costos de los proyectos presentados al momento de la ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica *Bases generales de diseño y construcción*. (Colección NR-1). Guatemala: AGIES, 2002. 7 p.
2. _____. *Diseño estructural de edificaciones*. (Colección NR-3). Guatemala: AGIES, 2002. 70 p.
3. BAZAN, Enrique; MELI. Roberto. *Diseño sísmico de edificios*. México: Limusa. 1985. 317 p.
4. CARRERA RÍPIELE. Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria* 2. Trabajo de graduación de Ing. Civil., Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Ingeniería. Guatemala: 1989. 135 p.
5. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5 ed. México: Limusa. 2004. 650 p.
6. DAS BRAJA, M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a. ed. México: Thomson. 2006. 742 p.
7. Instituto Americano del Concreto, Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05)*, Estados Unidos de América: 2005. 500 p.

8. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para Diseño de Alcantarillados*. Guatemala: INFOM. 2001. 31 p.
9. International Conference of Building Officials. (1997). *Uniform Building Code: Structural Engineering Design Provisions* 8a. ed. Estados Unidos. 700 p. Vol. 2.
10. Ministerio de Educación. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos*. Guatemala: MINEDUC, 2007. 157 p.
11. NILSON, Arthur H.; WINTER, George. *Diseño de estructuras de concreto*. 11a. ed. México: Encuadernación Técnica Editorial, S.A. 1997. 770 p.
12. SIC GARCÍA, Ángel Roberto. *Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Guatemala: 1988. 326 p.

APÉNDICES

Figura 46. Resultado del estudio de suelos para el proyecto de la Escuela de Arte para el caserío Candelaria, aldea Montúfar

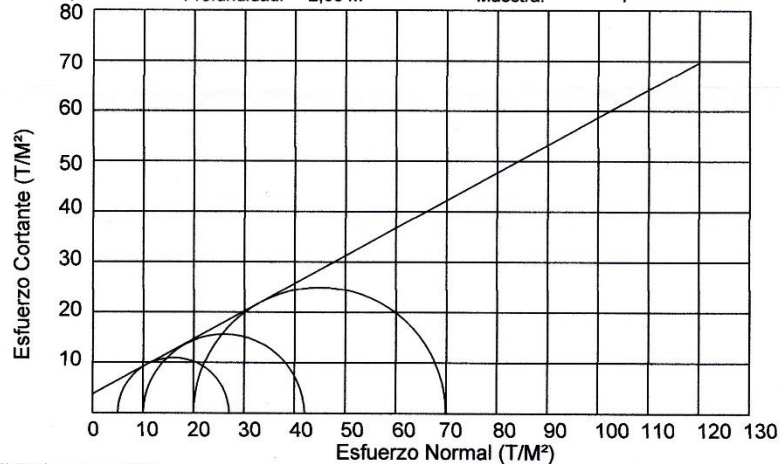


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 441 S.S. O.T.: 31.600
 INTERESADO: Erick Fernando Martínez Hernández
 PROYECTO: EPS "Escuela de Arte para el Caserío Candelaria de San Juan Sacatepequez, Guatemala"
 Ubicación: Aldea Montufar, San Juan Sacatepequez
 Fecha: Lunes, 24 de Junio de 2013
 pozo: 1 Profundidad: 2,00 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 28,81^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 3,80 \text{ Ton/m}^2$
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Limo Arenoso Color Café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	2	3
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	16,01	25,99	44,96
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2,0	3,5	6,0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,45	1,45	1,45
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,79	1,79	1,79
HUMEDAD (%H)	25,84	25,84	25,84

Atentamente,
 Vo. Bo.
 Inga. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

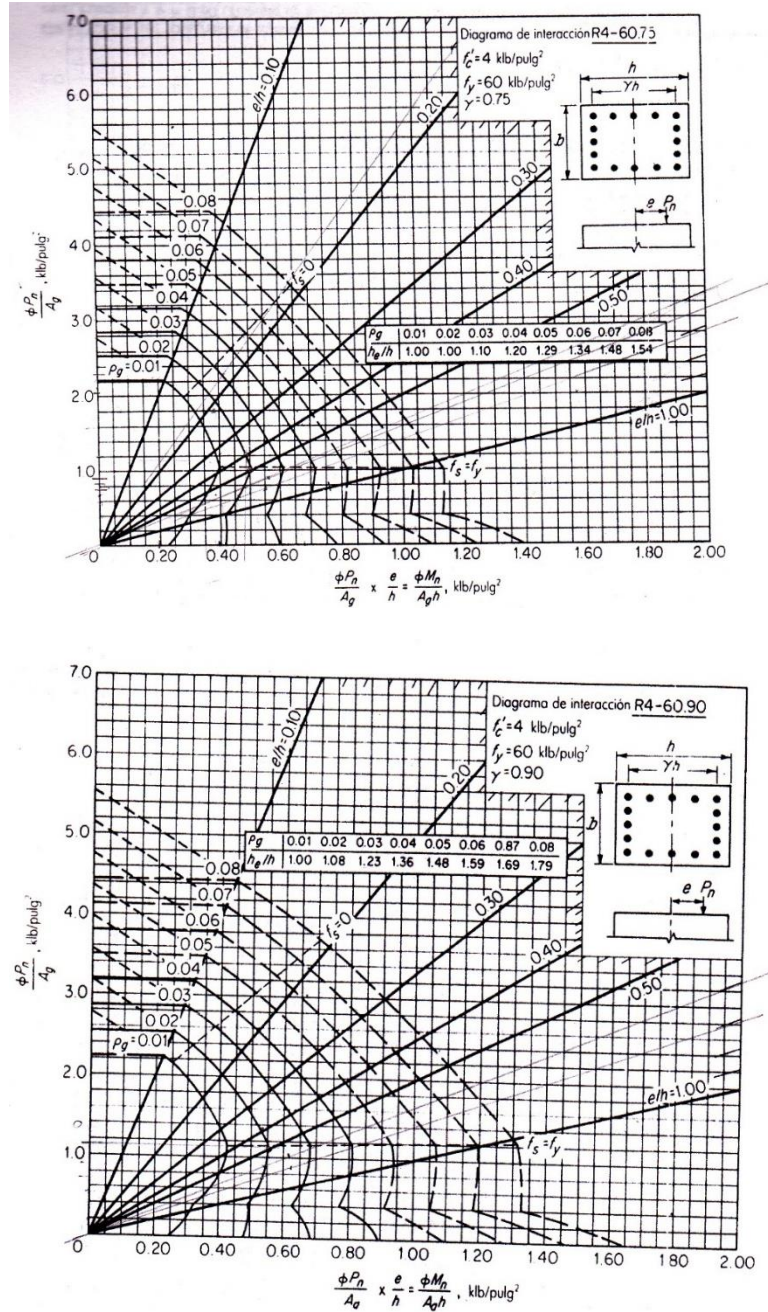
Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Tabla LII. **Relaciones hidráulicas**

q/Q	d/D	v/V	a/A
1,056900	0,9800	1,062	0,99522
1,065600	0,9700	1,075	0,99126
1,071400	0,9600	1,086	0,98658
1,073500	0,9500	1,094	0,98130
1,074100	0,9400	1,101	0,97554
1,074900	0,9300	1,109	0,96922
1,074200	0,9200	1,116	0,96252
1,070100	0,9100	1,120	0,95541
1,065500	0,9000	1,124	0,94796
1,060300	0,8900	1,128	0,94014
1,054100	0,8800	1,131	0,93202
1,047400	0,8700	1,134	0,92361
1,047400	0,8600	1,136	0,91491
1,031000	0,8500	1,138	0,90594
1,021400	0,8400	1,139	0,89672
1,009660	0,8300	1,139	0,88644
1,000450	0,8200	1,140	0,87759
1,000450	0,8100	1,140	0,87759
0,989060	0,8000	1,140	0,86760
0,970150	0,7900	1,140	0,85101
0,953210	0,7800	1,139	0,83688
0,939420	0,7700	1,137	0,82623
0,926340	0,7600	1,136	0,81544
0,912300	0,7500	1,134	0,80450
0,897340	0,7400	1,132	0,79340
0,883840	0,7300	1,130	0,78219
0,867910	0,7200	1,126	0,77079
0,853760	0,7100	1,124	0,75957
0,837410	0,7000	1,120	0,74769
0,821330	0,6900	1,116	0,73596
0,805230	0,6800	1,112	0,72413

Fuente: elaboración propia

Figura 47. Diagrama de interacción



Fuente: Arthur Nilson. Diseño de Estructuras de Concreto. p. 326.

ANEXO A

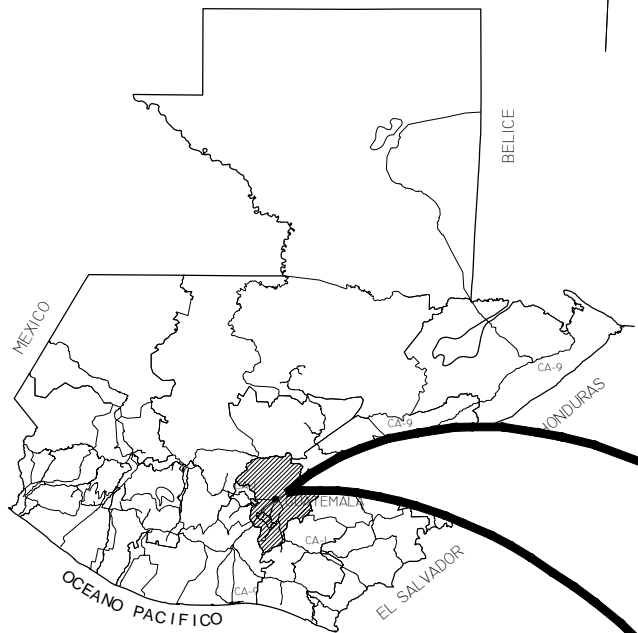
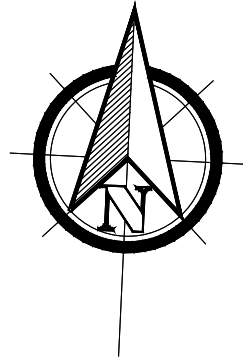
**Memoria de cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario para el caserío
Los Pirires, aldea Montúfar**

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH [m]	St [%]	VIVIENDA		POBLACION		f qm [l/s/hab]	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ [p/g]	S [%]	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
				INICIAL	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	ACUMULADA		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
1	INICIAL	PV-1	PV-2	1077.65	1076.12	19.75	7.75%	2	2	10	29	0.002	4.415	4.357	0.400	0.400	6	8.25%	3.252	59.320	0.006743	0.006743	0.060	0.060	0.289	0.289	0.94	0.94	1076.25	1074.72	1.40	1.40
2		PV-2	PV-3	1076.12	1073.12	19.91	15.07%	2	4	20	57	0.002	4.380	4.303	0.400	0.491	6	15.90%	4.515	82.359	0.004857	0.005956	0.053	0.058	0.264	0.281	1.192	1.269	1074.69	1071.71	1.43	1.41
3		PV-3	PV-4	1073.12	1069.91	20.29	15.82%	2	6	30	85	0.002	4.355	4.262	0.400	0.725	6	16.65%	4.620	84.274	0.004746	0.008598	0.050	0.068	0.256	0.312	1.183	1.441	1071.68	1068.51	1.44	1.40
4		PV-4	PV-4.1	1069.91	1064.78	27.60	18.59%	1	7	35	99	0.002	4.344	4.245	0.400	0.841	6	19.30%	4.974	90.732	0.004409	0.009264	0.050	0.070	0.256	0.320	1.273	1.592	1068.48	1063.38	1.43	1.40
5		PV-4.1	PV-5	1064.78	1061.22	28.61	12.44%	1	8	40	113	0.002	4.333	4.229	0.400	0.956	6	13.00%	4.082	74.461	0.005372	0.012835	0.055	0.080	0.273	0.348	1.114	1.421	1063.35	1059.79	1.43	1.43
6		PV-5	PV-5.1	1061.22	1056.72	29.30	15.36%	1	9	45	127	0.002	4.324	4.214	0.400	1.070	6	15.80%	4.501	82.104	0.004872	0.013036	0.053	0.080	0.264	0.348	1.188	1.566	1059.76	1055.32	1.46	1.40
7		PV-5.1	PV-6	1056.72	1055.28	33.59	4.29%	2	11	55	155	0.002	4.306	4.186	0.474	1.298	6	4.35%	2.361	43.067	0.010999	0.030134	0.075	0.120	0.334	0.450	0.789	1.062	1055.29	1053.88	1.43	1.40
8		PV-6	PV-7	1055.28	1050.86	62.30	7.09%	2	13	65	183	0.002	4.290	4.162	0.558	1.523	6	7.20%	3.038	55.417	0.010064	0.027486	0.073	0.115	0.327	0.439	0.993	1.334	1053.85	1049.45	1.43	1.41
9	INICIAL	PV-7.1	PV-7	1052.14	1050.86	53.55	2.39%	7	7	35	99	0.002	4.344	4.245	0.400	0.841	6	2.45%	1.772	32.323	0.012375	0.026003	0.080	0.113	0.348	0.432	0.617	0.766	1050.74	1049.46	1.40	1.40
10		PV-7	PV-8	1050.86	1046.58	56.41	7.59%	3	23	115	323	0.002	4.226	4.065	0.972	2.626	6	7.70%	3.142	57.314	0.016961	0.045813	0.093	0.148	0.381	0.511	1.197	1.606	1049.42	1045.17	1.44	1.41
11		PV-8	PV-9	1046.58	1044.66	15.75	12.19%	1	24	120	337	0.002	4.221	4.056	1.013	2.734	6	13.00%	4.082	74.461	0.013606	0.036717	0.083	0.133	0.355	0.479	1.449	1.955	1045.14	1043.25	1.44	1.41
12		PV-9	PV-10	1044.66	1041.22	43.31	7.94%	1	25	125	351	0.002	4.216	4.048	1.054	2.842	6	8.10%	3.222	58.773	0.017932	0.048356	0.095	0.150	0.388	0.517	1.25	1.666	1043.22	1039.81	1.44	1.41
13		PV-10	PV-11	1041.22	1038.72	32.12	7.78%	1	26	130	365	0.002	4.211	4.041	1.095	2.950	6	8.00%	3.202	58.408	0.018744	0.050502	0.098	0.155	0.393	0.528	1.258	1.691	1039.78	1037.30	1.44	1.42
14		PV-11	PV-12	1038.72	1036.95	49.99	3.54%	6	32	160	450	0.002	4.182	3.997	1.338	3.598	6	3.55%	2.133	38.908	0.034394	0.092464	0.128	0.210	0.468	0.633	0.998	1.35	1037.27	1035.54	1.45	1.41
15		PV-12	PV-13	1036.95	1035.25	49.94	3.40%	8	40	200	562	0.002	4.148	3.948	1.659	4.437	6	3.40%	2.088	38.088	0.043562	0.116496	0.143	0.235	0.501	0.676	1.046	1.411	1035.51	1033.85	1.44	1.40
16		PV-13	PV-14	1035.25	1034.26	45.34	2.18%	7	47	235	660	0.002	4.122	3.909	1.937	5.160	6	2.20%	1.679	30.627	0.063251	0.168482	0.170	0.280	0.560	0.747	0.94	1.254	1033.82	1032.85	1.43	1.41
17		PV-14	PV-15	1034.26	1033.01	44.77	2.79%	6	53	265	744	0.002	4.101	3.879	2.174	5.772	6	2.80%	1.895	34.567	0.062878	0.166986	0.170	0.280	0.560	0.747	1.061	1.416	1032.82	1031.60	1.44	1.41
18	INICIAL	PV-15.1	PV-15.2	1035.25	1034.99	11.00	2.36%	5	5	25	71	0.002	4.367	4.281	0.400	0.608	6	2.65%	1.843	33.619	0.011898	0.018085	0.078	0.095	0.341	0.388	0.628	0.715	1033.85	1033.59	1.40	1.40
19		PV-15.2	PV-15	1034.99	1033.01	12.00	16.50%	2	7	35	99	0.002	4.344	4.245	0.400	0.841	6	18.10%	4.817	87.868	0.004552	0.009565	0.050	0.070	0.256	0.320	1.233	1.541	1033.56	1031.61	1.43	1.40
20		PV-15	PV-16	1033.01	1032.4	15.78	3.87%	3	63	315	885	0.002	4.069	3.834	2.564	6.785	6	4.00%	2.264	41.298	0.062078	0.164303	0.170	0.280	0.560	0.747	1.268	1.691	1031.57	1030.99	1.44	1.41
21	INICIAL	PV-16.1	PV-16	1031.64	1032.4	43.65	-1.74%	15	15	75	211	0.002	4.276	4.139	0.641	1.747	6	1.55%	1.410	25.720	0.024938	0.067920	0.110	0.180	0.426	0.577	0.601	0.814	1030.24	1029.58	1.40	2.82
22		PV-16	PV-17	1032.4	1031.93	12.69	3.70%	2	80	400	1123	0.002	4.022	3.767	3.218	8.461	6	0.50%	0.801	14.611	0.220224	0.579057	0.320	0.550	0.804	1.033	0.644	0.827	1029.55	1029.49	2.85	2.44
23		PV-17	PV-18	1031.93	1031.55	16.08	2.36%	3	83	415	1165	0.002	4.015	3.756	3.332	8.752	6	0.40%	0.716	13.061	0.255111	0.670094	0.350	0.600	0.843	1.072	0.604	0.768	1029.46	1029.41	2.47	2.14
24		PV-18	PV-19	1031.55	1030.74	64.85	1.25%	13	96	480	1348	0.002	3.983	3.713	3.824	10.009	6	0.40%	0.716	13.061	0.292772	0.766350	0.380	0.660	0.879	1.104	0.629	0.79	1029.38	1029.12	2.17	1.62
25		PV-19	PV-20	1030.74	1029.73	21.94	4.60%	6	102	510	1432	0.002	3.970	3.694	4.049	10.580	6	3.70%	2.178	39.729	0.019121	0.266297	0.220	0.360	0.651	0.856	1.418	1.864	1029.09	1028.32	1.65	1.41
26		PV-20	PV-21	1029.73	1027.83	21.11	9.00%	6	108	540	1516	0.002	3.957	3.676	4.273	11.146	6	9.40%	3.471	63.315	0.067493	0.176045	0.180	0.290	0.577	0.761	2.003	2.641	1028.29	1026.42	1.44	1.41
27	INICIAL	PV-21.1	PV-21	1027.6	1027.83	47.31	-0.49%	4	4	20	57	0.002	4.380	4.303	0.400	0.491	6	2.40%	1.754	31.995	0.012502	0.015331	0.080	0.088	0.348	0.368	0.61	0.645	1026.20	1025.09	1.40	2.74
28		PV-21	PV-22	1027.83	1026.35	10.93	13.54%	3	115	575	1614	0.002	3.942	3.656	4.534	11.803	6	1.15%	1.214	22.145	0.204723	0.532969	0.310	0.520	0.790	1.016	0.959	1.233	1025.06	1024.95	2.77	1.40
29	INICIAL	PV-22.1	PV-22	1027.47	1026.35	46.64	2.40%	11	11	55	155	0.002	4.306	4.186	0.474	1.298	6	2.50%	1.790	32.652	0.014508	0.039746	0.085	0.138	0.361	0.490	0.646	0.877	1026.07	1024.93	1.40	1.42
30		PV-22	PV-23	1026.35	1021.26	30.16	16.88%	2	128	640	1797	0.002	3.917	3.621	5.013	13.016	6	7.35%	3.070	56.000	0.089523	0.232421	0.205	0.330	0.624	0.817	1.916	2.508	1021.98	1019.85	4.37	1.41
31	INICIAL	PV-23.1	PV-23.2	1023.28	1022.2	20.05	5.39%	3	3	15	43	0.002	4.396	4.328	0.400	0.400	6	6.00%	2.773	50.583	0.007908	0.007908	0.065	0.065	0.305	0.305	0.846	0.846	1021.88	1020.75	1.40	1.45
32		PV-23.2	PV-23.3	1022.2	1023.38	24.23	-4.87%	3	6	30	85	0.002	4.355	4.262	0.400	0.725	6	2.40%	1.754	31.995	0.012502	0.022647	0.080	0.105	0.348	0.414	0.61	0.726	1020.72	1020.17	1.48	3.21
33		PV-23.3	PV-23.4	1023.38	1024.39	9.30	-10.86%	1	7	35	99	0.002	4.344	4.245	0.400	0.841	6	2.35%	1.736	31.667	0.012631	0.025642	0.080	0.113	0.348	0.432	0.604	0.75	1020.14	1019.95	3.24	4.44
34		PV-23.4	PV-23.5	1024.39	1023.83	23.78	2.35%	5	12	60	169	0.002	4.298	4.174	0.516	1.411	6	2.00%	1.601	29.204	0.017662	0.048305	0.093	0.150	0.381	0.517	0.61	0.828	1019.92	1019.46	4.47	4.37
35		PV-23.5	PV-23	1023.83	1021.26	16.13	15.93%	0	12	60	169	0.002	4.298	4.174	0.516	1.411	6	2.00%	1.601	29.204	0.017662	0.048305	0.093	0.150	0.381	0.517	0.61	0.828	1019.43	1019.14	4.40	2.12
36		PV-23	PV-24	1021.26	1015.74	42.50	12.99%	9	149	745	2092	0.002	3.879	3.571	5.779	14.939	6	4.50%	2.402	43.815	0.131905	0.340959	0.250	0.410	0.702	0.913	1.686	2.193	1016.20	1014.34	5.06	1.40
37		PV-24	PV-25	1015.74	1014.39	19.14	7.05%	3	152	760	2134	0.002	3.874	3.564	5.888	15.210	6	7.35%	3.070	56.000	0.105143	0.271607	0.220	0.360	0.651	0.856	1.999	2.628	1014.31	1012.99	1.43	1.40

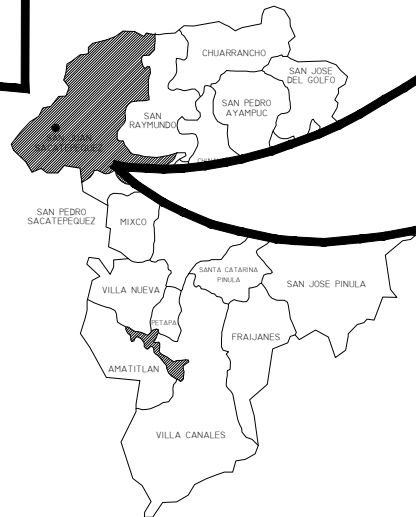
No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH [m]	St [%]	VIVIENDA		POBLACION		f qm [l/s/hab]	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ [p/g]	S [%]	SECCION LLENA		RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
				INICIAL	FINAL			LOCAL	ACUMULADA	ACTUAL	ACUMULADA		ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO			V [m/s]	Q [l/s]	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
70		PV-7.6	PV-7.7	1051.32	1044.09	52.23	13.84%	6	33	181.5	510	0.002	4.163	3.970	1.511	4.049	6	12.00%	3.922	71.542	0.021123	0.056599	0.103	0.165	0.408	0.548	1.6	2.149	1048.62	1042.49	2.70	1.60
71		PV-7.7	PV-7.8	1044.09	1040.72	55.77	6.04%	7	40	220	618	0.002	4.133	3.925	1.818	4.851	6	5.75%	2.715	49.525	0.036717	0.097959	0.133	0.215	0.479	0.644	1.3	1.748	1042.46	1039.33	1.63	1.40
72	INICIAL	PV-7.8.1	PV-7.8	1045.35	1040.72	40.70	11.38%	3	3	16.5	47	0.002	4.391	4.320	0.400	0.406	6	11.72%	3.876	70.703	0.005657	0.005744	0.055	0.055	0.273	0.273	1.058	1.058	1043.95	1039.32	1.40	1.40
73		PV-7.8	PV-7.9	1040.72	1033.03	32.34	23.78%	3	46	253	711	0.002	4.109	3.891	2.079	5.533	6	22.00%	5.311	96.879	0.021462	0.057107	0.103	0.165	0.408	0.548	2.167	2.91	1038.48	1031.63	2.24	1.40
74		PV-7.9	PV-7.10	1033.03	1033.70	39.00	-1.72%	7	53	291.5	819	0.002	4.084	3.854	2.381	6.313	6	0.55%	0.840	15.323	0.155374	0.412008	0.270	0.450	0.730	0.955	0.613	0.802	1031.60	1031.39	1.43	2.31
75	INICIAL	PV-24.12	PV-24.11	1015.00	1016.33	49.99	-2.66%	10	10	55	155	0.002	4.306	4.186	0.474	1.298	6	2.00%	1.601	29.204	0.016220	0.044439	0.090	0.145	0.375	0.507	0.6	0.812	1013.60	1012.62	1.40	3.71
76		pv-24.11	pv-24.10	1016.33	1013.65	35.65	7.52%	5	15	82.5	232	0.002	4.266	4.124	0.704	1.914	6	1.50%	1.387	25.301	0.027817	0.075629	0.115	0.190	0.439	0.596	0.609	0.827	1012.59	1012.08	3.74	1.57
77		PV-24.10	PV-24.9	1013.65	1013.69	6.22	-0.64%	0	15	82.5	232	0.002	4.266	4.124	0.704	1.914	6	1.50%	1.387	25.301	0.027817	0.075629	0.115	0.190	0.439	0.596	0.609	0.827	1012.05	1011.97	1.60	1.72
78		PV-24.9	PV-24.8	1013.69	1012.74	24.76	3.84%	2	17	93.5	263	0.002	4.251	4.102	0.795	2.158	6	2.60%	1.826	33.308	0.023868	0.064783	0.108	0.175	0.420	0.568	0.767	1.037	1011.94	1011.33	1.75	1.41
79		PV-24.8	PV-24.6	1012.74	1007.15	25.12	22.25%	4	21	115.5	325	0.002	4.226	4.063	0.976	2.641	6	23.20%	5.454	99.488	0.009812	0.026548	0.070	0.113	0.320	0.432	1.745	2.356	1011.30	1005.75	1.44	1.40
80		PV-24.7	PV-24.6	1008.52	1007.15	20.44	6.70%	2	2	11	31	0.002	4.411	4.352	0.400	0.400	6	7.20%	3.038	55.417	0.007218	0.007218	0.063	0.063	0.297	0.297	0.902	0.902	1007.12	1005.73	1.40	1.42
81	INICIAL	PV-24.6	PV-24.5	1007.15	1000.21	28.84	24.06%	0	23	126.5	356	0.002	4.214	4.046	1.066	2.881	6	25.00%	5.661	103.263	0.010325	0.027895	0.073	0.115	0.327	0.439	1.851	2.485	1005.70	998.79	1.45	1.42
82		PV-24.5	PV-24.4	1000.21	986.65	38.14	35.55%	2	25	137.5	386	0.002	4.203	4.029	1.156	3.111	6	36.60%	6.850	124.952	0.009250	0.024895	0.070	0.110	0.320	0.426	2.192	2.918	997.56	984.04	2.65	2.61
83		PV-24.4	PV-24.3	986.65	979.88	22.36	30.28%	1	26	143	402	0.002	4.198	4.021	1.201	3.233	6	26.15%	5.790	105.617	0.011367	0.030611	0.075	0.123	0.334	0.456	1.934	2.64	984.01	978.48	2.64	1.40
84		PV-24.3	PV-24.2	979.88	961.29	48.62	38.24%	4	30	165	464	0.002	4.177	3.991	1.379	3.703	6	34.00%	6.602	120.428	0.011447	0.030752	0.078	0.123	0.341	0.456	2.251	3.011	976.00	959.88	3.88	1.41
85		PV-24.2	PV-24.1	961.29	946.04	47.45	32.14%	6	36	198	556	0.002	4.150	3.950	1.643	4.393	6	33.00%	6.504	118.641	0.013851	0.037023	0.083	0.133	0.355	0.479	2.309	3.115	958.85	943.59	2.44	2.45

ANEXO B

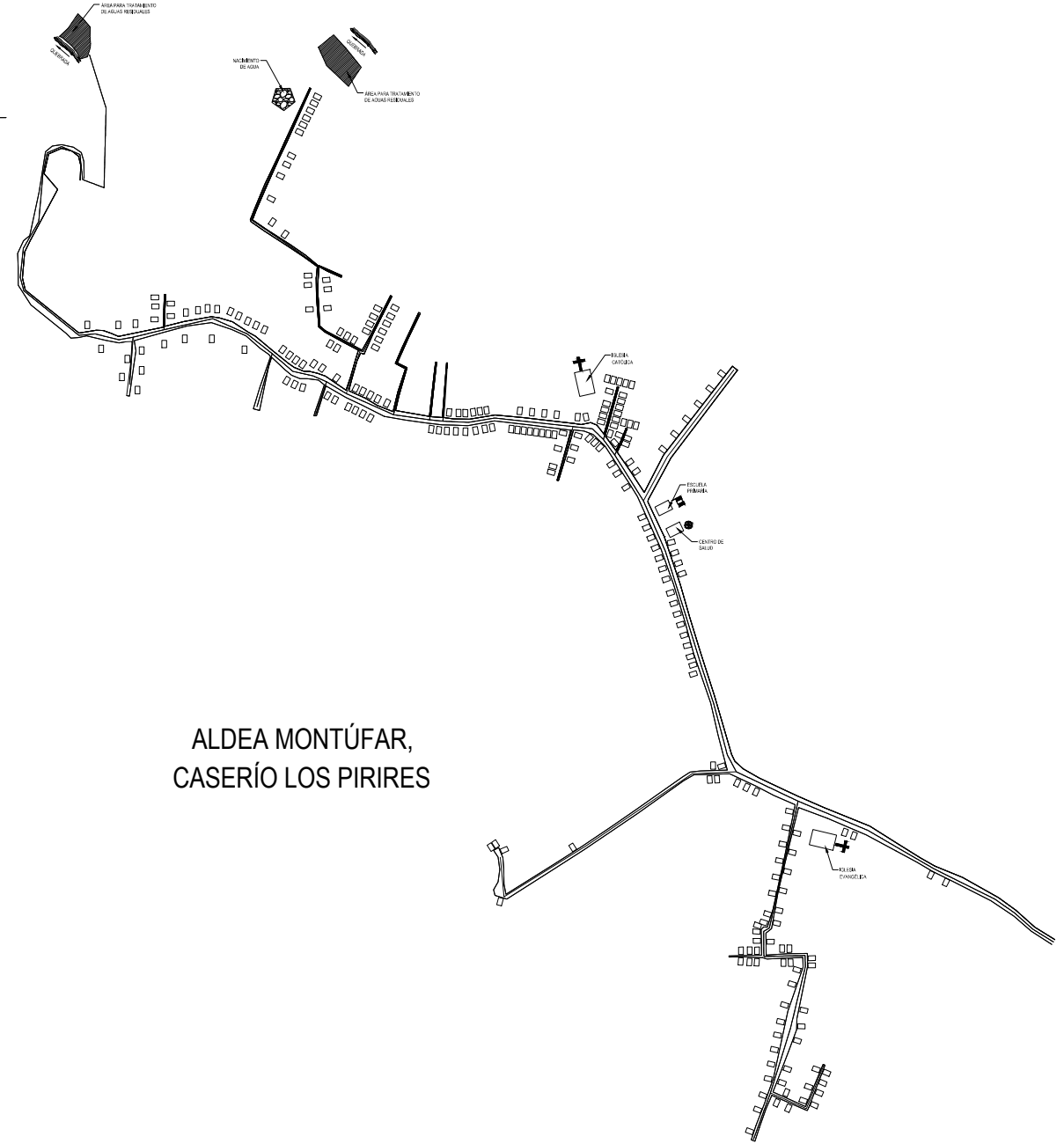
**Planos constructivos alcantarillado sanitario caserío Los Pirires, aldea
Montúfar, San Juan Sacatepéquez**



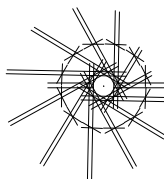
DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA



MUNICIPIO DE SAN JUAN
SACATEPÉQUEZ



ALDEA MONTÚFAR,
CASERÍO LOS PIRIRES



LOCALIZACIÓN CASERÍO LOS PIRIRES

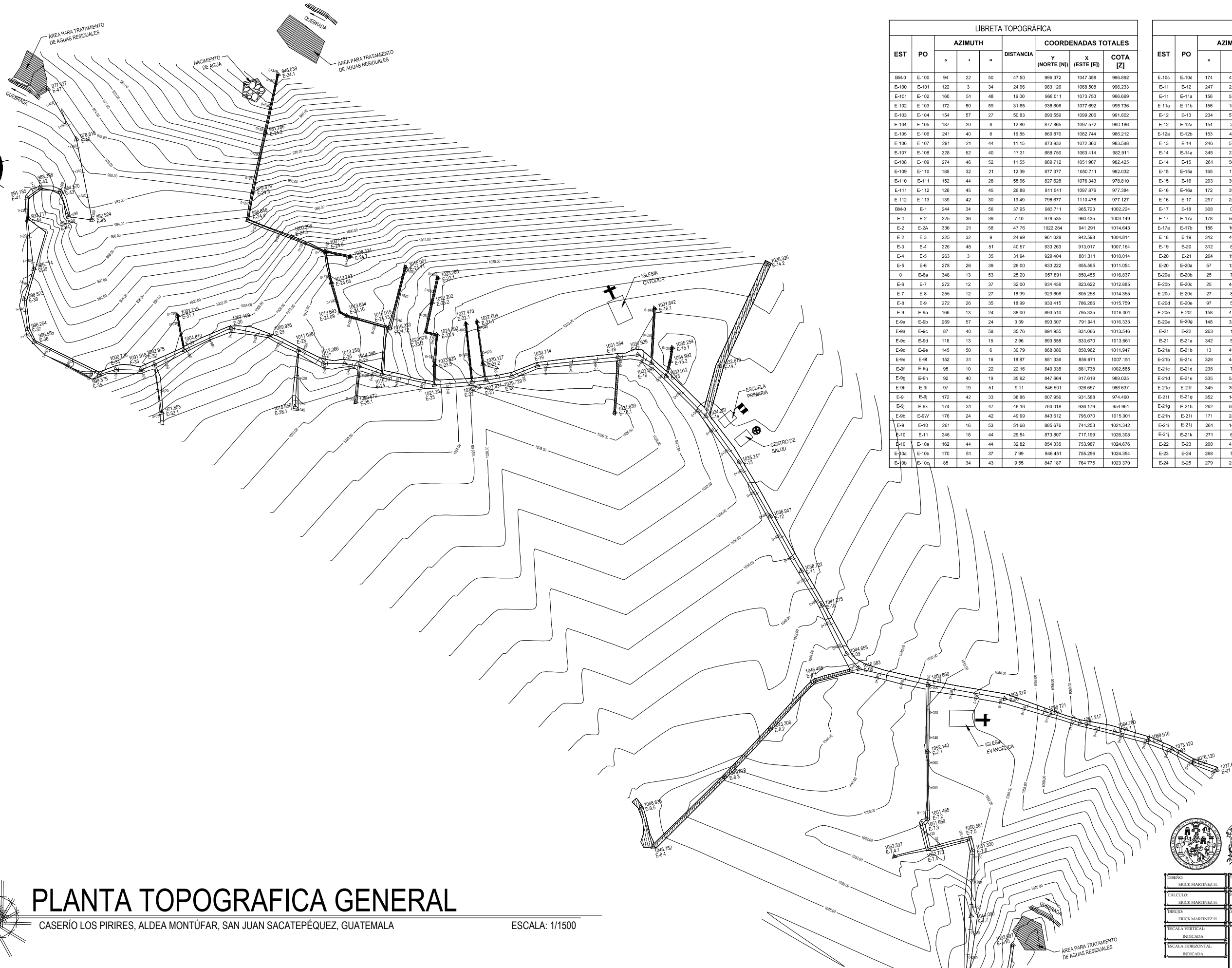
CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
GUATEMALA

DISEÑO: ERICK MARTINEZ H. CÁLCULO: ERICK MARTINEZ H. DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: JULIO 2012 ZONA: VARIAS	CONTENIDO: PLANO DE LOCALIZACIÓN	HOJA: 01	DE: 10
ESCALA VERTICAL: INDICADA		ESCALA HORIZONTAL: INDICADA		

Vo.Bo. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez
Vo.Bo. Ing. Ángel Roberto Sáiz García
Licenciado Supervisor



LIBRETA TOPOGRÁFICA									
EST	PO	AZIMUTH			DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			COTA [Z]
		°	'	"		Y (NORTE [N])	X (ESTE [E])		
BM-0	E-100	94	22	50	47.50	996.372	1047.358	996.892	
E-100	E-101	122	3	34	24.96	983.126	1068.508	996.233	
E-101	E-102	160	51	48	16.00	968.011	1073.753	996.669	
E-102	E-103	172	50	59	31.85	936.606	1077.692	995.736	
E-103	E-104	154	57	27	50.83	890.559	1099.206	991.802	
E-104	E-105	187	20	8	12.80	877.865	1097.572	990.186	
E-105	E-106	241	40	8	16.85	869.870	1082.744	986.212	
E-106	E-107	291	21	44	11.15	873.932	1072.360	983.588	
E-107	E-108	328	52	40	17.31	888.750	1063.414	982.911	
E-108	E-109	274	46	52	11.55	889.712	1051.907	982.425	
E-109	E-110	185	32	21	12.39	877.377	1050.711	982.032	
E-110	E-111	152	44	28	55.96	827.628	1076.343	978.810	
E-111	E-112	126	45	45	26.88	811.541	1097.876	977.384	
E-112	E-113	139	42	30	19.49	796.677	1110.478	977.127	
BM-0	E-1	244	34	56	37.95	983.711	965.723	1002.224	
E-1	E-2	225	36	39	7.40	978.535	960.435	1003.149	
E-2	E-2a	336	21	58	47.76	1022.284	941.291	1014.643	
E-2	E-3	225	32	9	24.99	961.028	942.598	1004.814	
E-3	E-4	228	48	51	40.57	933.263	913.017	1007.164	
E-4	E-5	263	3	35	31.94	929.404	881.311	1010.014	
E-5	E-6	278	26	39	26.00	933.222	855.595	1011.054	
E-6	E-6a	348	13	53	25.20	957.891	850.455	1016.837	
E-6	E-7	272	12	37	32.00	934.456	823.622	1012.885	
E-7	E-8	255	12	27	18.99	929.606	805.258	1014.355	
E-8	E-9	272	26	35	18.99	930.415	786.286	1015.759	
E-9	E-9a	166	13	24	38.00	893.510	795.335	1016.001	
E-9a	E-9b	269	57	24	3.39	893.507	791.941	1016.333	
E-9a	E-9c	87	40	58	35.76	894.955	831.066	1013.546	
E-9c	E-9d	118	13	15	2.96	893.558	833.670	1013.661	
E-9d	E-9e	145	50	6	30.79	868.080	850.962	1011.947	
E-9e	E-9f	152	31	16	18.87	851.336	859.671	1007.151	
E-9f	E-9g	95	10	22	22.16	849.338	881.738	1002.585	
E-9g	E-9h	92	40	19	35.92	847.864	917.619	989.025	
E-9h	E-9i	97	19	51	9.11	846.501	926.657	986.637	
E-9i	E-9j	172	42	33	38.86	807.956	931.588	974.460	
E-9j	E-9k	174	31	47	48.16	760.018	936.179	954.961	
E-9k	E-9l	176	24	42	49.99	843.612	795.070	1015.001	
E-9l	E-10	261	16	53	51.68	885.676	744.253	1021.342	
E-10	E-11	246	18	44	29.54	873.807	717.199	1026.308	
E-10	E-10a	162	44	44	32.82	854.335	753.967	1024.676	
E-10a	E-10b	170	51	37	7.99	846.451	755.256	1024.354	
E-10b	E-10c	85	34	43	9.55	847.187	764.775	1023.370	

LIBRETA TOPOGRÁFICA									
EST	PO	AZIMUTH			DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			COTA [Z]
		°	'	"		Y (NORTE [N])	X (ESTE [E])		
E-10c	E-10d	174	43	57	23.93	823.356	766.972	1022.213	
E-11	E-12	247	22	15	10.99	869.580	707.059	1027.808	
E-11	E-11a	156	53	34	18.83	856.490	724.588	1028.823	
E-11a	E-11b	156	15	51	28.74	830.178	736.158	1027.402	
E-12	E-13	234	57	49	47.92	842.066	667.819	1031.067	
E-12	E-12a	154	2	31	13.93	857.059	713.154	1030.186	
E-12a	E-12b	153	41	7	33.82	826.740	728.149	1027.607	
E-13	E-14	246	57	25	59.99	818.585	612.614	1031.564	
E-14	E-14a	345	23	5	45.47	862.581	601.141	1024.569	
E-14	E-15	261	56	49	26.99	814.803	585.889	1032.388	
E-15	E-15a	165	11	2	44.00	772.267	597.141	1031.535	
E-15	E-16	293	39	8	17.00	821.624	570.318	1033.038	
E-16	E-16a	172	39	5	23.99	797.930	573.373	1035.214	
E-16	E-17	297	25	5	43.97	841.873	531.283	1034.263	
E-17	E-18	306	0	14	73.99	887.428	472.984	1036.372	
E-17	E-17a	178	56	17	41.92	799.958	532.060	1032.591	
E-17a	E-17b	186	10	32	89.73	710.753	522.408	1028.820	
E-18	E-19	312	40	42	71.98	938.220	420.067	1038.760	
E-19	E-20	312	8	43	89.50	996.277	353.707	1046.498	
E-20	E-21	264	19	0	57.84	990.549	296.149	1050.841	
E-20	E-20a	57	12	59	33.99	1014.683	382.285	1046.412	
E-20a	E-20b	25	7	10	63.99	1072.619	409.448	1043.864	
E-20b	E-20c	25	44	30	51.28	1118.807	431.718	1050.200	
E-20c	E-20d	27	8	2	69.95	1181.062	463.622	1046.831	
E-20d	E-20e	97	5	6	8.00	1180.075	471.559	1046.402	
E-20e	E-20f	159	47	32	17.98	1163.317	478.062	1046.756	
E-20f	E-20g	148	32	23	27.00	1157.045	485.650	1046.636	
E-21	E-22	263	1	58	77.76	981.117	218.964	1055.780	
E-21	E-21a	342	5	37	105.00	1090.462	263.866	1051.413	
E-21a	E-21b	13	49	13	8.00	1098.226	265.776	1051.661	
E-21b	E-21c	328	45	15	20.60	1115.837	255.091	1052.757	
E-21c	E-21d	238	7	12	34.78	1097.470	225.561	1050.662	
E-21d	E-21e	335	55	18	32.99	1127.592	212.100	1050.370	
E-21e	E-21f	345	39	21	53.50	1179.421	198.847	1043.440	
E-21f	E-21g	352	14	26	30.82	1209.954	194.686	1040.877	
E-21g	E-21h	262	59	30	33.19	1205.805	161.746	1033.033	
E-21h	E-21i	171	24	8	41.96	1164.420	168.018	1034.050	
E-21i	E-21j	261	14	3	17.81	1161.706	150.417	1030.152	
E-21j	E-21k	271	6	17	20.96	1164.824	147.062	1031.613	
E-22	E-23	268	43	16	78.98	979.354	140.000	1065.778	
E-23	E-24	268	7	37	35.32	978.200	104.703	1071.822	
E-24	E-25	279	25	9	37.58	984.350	67.627	1076.935	

SIMBOLOGIA

- VIVIENDA ACTUAL
- ESTACION TOPOGRAFICA
- CENTRO DE SALUD
- ESCUELA RURAL
- IGLESIA
- QUEBRADA
- NACIMIENTO DE AGUA
- TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

DOCUMENTACION:
 VIVIENDAS ACTUALES: 302 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 5 HAB/VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PLANTA TOPOGRAFICA GENERAL

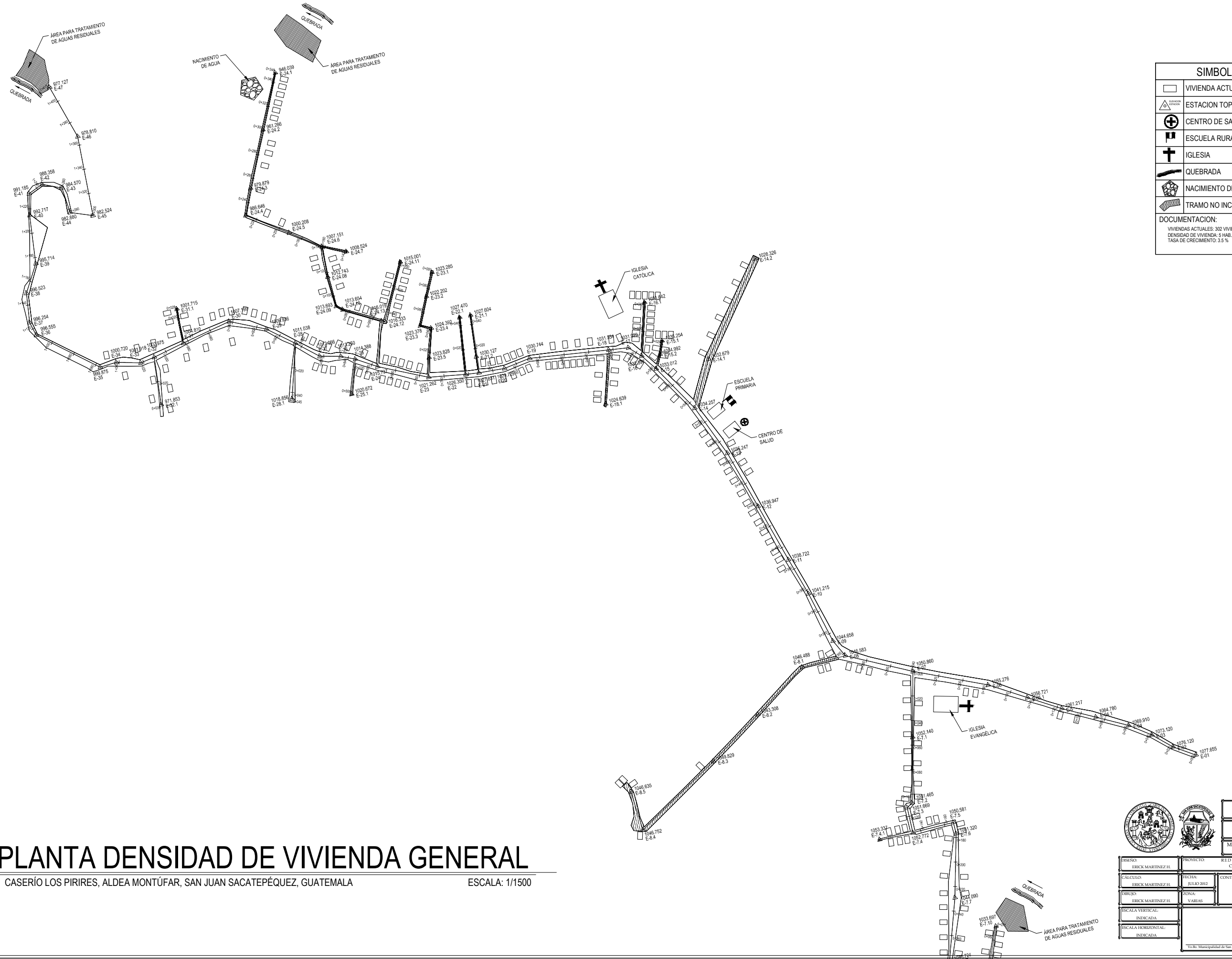
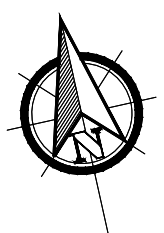
CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

ESCALA: 1/1500

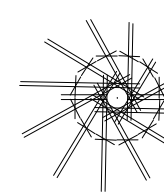


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA

PROYECTO:	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR	FECHA:	JULIO 2012	HOJA:	02	DE:	10
DISEÑO:	ERICK MARTINEZ H.	CONTENIDO:	PLANTA TOPOGRAFICA GENERAL				
CALCULO:	ERICK MARTINEZ H.	ZONA:	VARIAS				
DIBUJO:	ERICK MARTINEZ H.	ESCALA VERTICAL:	INDICADA				
		ESCALA HORIZONTAL:	INDICADA				



SIMBOLOGIA	
	VIVIENDA ACTUAL
	ESTACION TOPOGRAFICA
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO
DOCUMENTACION:	
VIVIENDAS ACTUALES: 302 VIVIENDAS.	
DENSIDAD DE VIVIENDAS: 5 HAB./VIVIENDA.	
TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %	

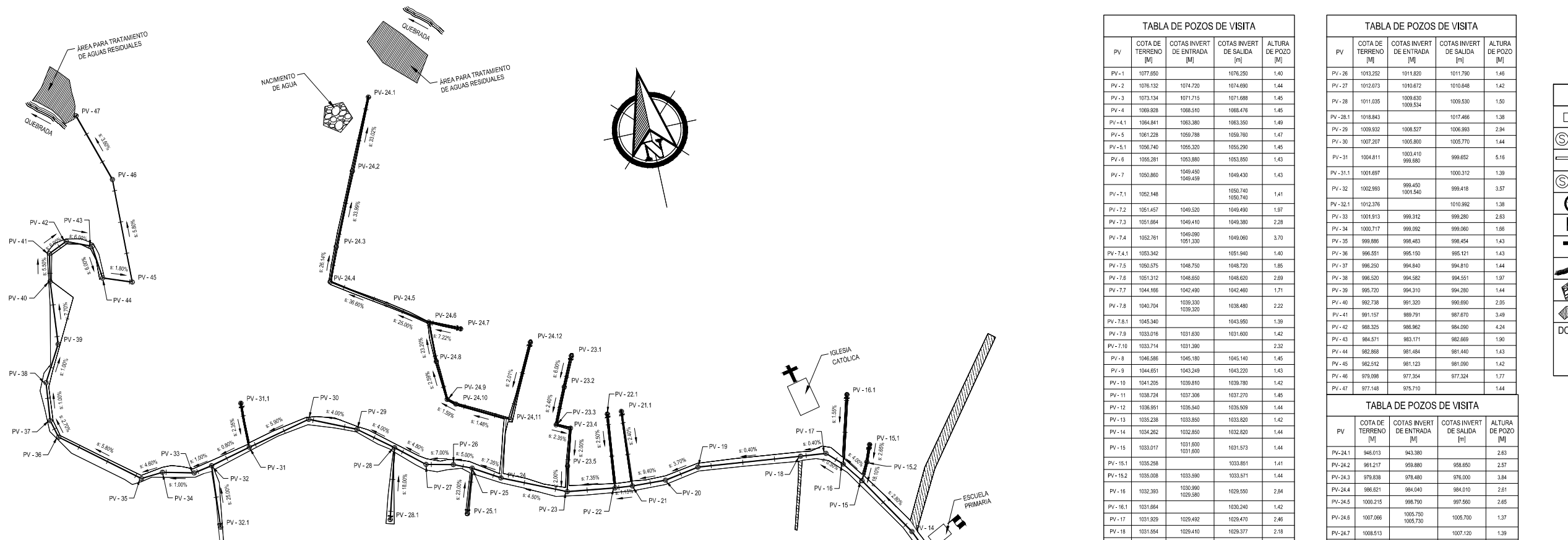


PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA GENERAL

CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

ESCALA: 1/1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA			
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR	CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA	HOJA: 03
CÁLCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: JULIO 2012	ZONA: VARIAS	DE: 10
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ESCALA VERTICAL: INDICADA		
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			
V.O. Ing. Ángel Roberto Sáenz García Licencia Supervisora			



PV	COTA DE TERRENO [M]	COTAS INVERT DE ENTRADA [M]	COTAS INVERT DE SALIDA [M]	ALTURA DE POZO [M]
PV-1	1077.850		1076.250	1.40
PV-2	1076.132	1074.720	1074.690	1.44
PV-3	1073.134	1071.715	1071.688	1.45
PV-4	1069.828	1068.510	1068.478	1.45
PV-4.1	1064.841	1063.380	1063.350	1.49
PV-5	1061.228	1059.788	1059.760	1.47
PV-5.1	1056.740	1055.320	1055.290	1.45
PV-6	1055.281	1053.880	1053.850	1.43
PV-7	1050.860	1048.440	1048.410	1.43
PV-7.1	1052.148		1050.740	1.41
PV-7.2	1051.657	1049.520	1049.490	1.97
PV-7.3	1051.884	1049.410	1049.380	2.28
PV-7.4	1052.761	1049.280	1049.250	3.70
PV-7.4.1	1053.342		1051.940	1.40
PV-7.5	1050.575	1048.750	1048.720	1.85
PV-7.6	1051.312	1048.650	1048.620	2.69
PV-7.7	1044.186	1042.490	1042.460	1.71
PV-7.8	1040.704	1039.330	1039.300	2.22
PV-7.8.1	1045.340		1043.950	1.39
PV-7.9	1033.016	1031.630	1031.600	1.42
PV-7.10	1033.714	1031.390	1031.360	2.32
PV-8	1046.588	1045.180	1045.140	1.45
PV-9	1044.651	1043.249	1043.220	1.43
PV-10	1041.205	1039.810	1039.780	1.42
PV-11	1038.724	1037.306	1037.270	1.45
PV-12	1036.951	1035.540	1035.509	1.44
PV-13	1035.238	1033.850	1033.820	1.42
PV-14	1034.262	1032.850	1032.820	1.44
PV-15	1033.017	1031.600	1031.573	1.44
PV-15.1	1035.258		1033.651	1.41
PV-15.2	1038.008	1033.990	1033.971	1.44
PV-16	1032.393	1030.990	1030.950	2.84
PV-16.1	1031.864		1030.240	1.42
PV-17	1031.829	1029.492	1029.470	2.46
PV-18	1031.554	1029.410	1029.377	2.18
PV-19	1030.758	1029.120	1029.090	1.67
PV-20	1029.141	1028.322	1028.292	1.45
PV-21	1027.847	1026.420	1026.392	2.78
PV-21.1	1027.819		1026.200	1.42
PV-22	1026.388	1024.950	1024.930	4.41
PV-22.1	1027.462		1026.068	1.39
PV-23	1021.300	1019.850	1019.840	5.10
PV-23.1	1023.293		1021.880	1.41
PV-23.2	1022.239	1020.750	1020.722	1.52
PV-23.3	1023.380	1020.170	1020.140	3.24
PV-23.4	1024.396	1019.850	1019.917	4.48
PV-23.5	1023.876	1019.464	1019.438	4.44
PV-24	1015.714	1014.340	1014.310	1.40
PV-25	1014.378	1012.992	1012.959	2.02
PV-25.1	1020.914		1019.270	1.40

PV	COTA DE TERRENO [M]	COTAS INVERT DE ENTRADA [M]	COTAS INVERT DE SALIDA [M]	ALTURA DE POZO [M]
PV-26	1013.252	1011.820	1011.790	1.46
PV-27	1012.073	1010.672	1010.648	1.42
PV-28	1011.035	1009.630	1009.530	1.50
PV-28.1	1018.843		1017.466	1.38
PV-29	1009.932	1008.527	1008.593	2.94
PV-30	1007.207	1005.800	1005.770	1.44
PV-31	1004.811	1003.410	999.880	5.16
PV-31.1	1001.697		1000.312	1.39
PV-32	1002.893	999.450	999.418	3.57
PV-32.1	1012.376		1010.962	1.38
PV-33	1001.913	999.312	999.280	2.63
PV-34	1000.717	999.092	999.060	1.66
PV-35	999.886	998.483	998.454	1.43
PV-36	996.551	995.150	995.121	1.43
PV-37	996.250	994.840	994.810	1.44
PV-38	996.520	994.582	994.551	1.97
PV-39	995.720	994.310	994.280	1.44
PV-40	992.738	991.320	990.690	2.05
PV-41	991.157	989.791	987.670	3.49
PV-42	989.325	986.962	984.050	4.24
PV-43	984.571	983.171	982.669	1.90
PV-44	982.868	981.484	981.440	1.43
PV-45	982.512	981.123	981.050	1.42
PV-46	979.098	977.354	977.324	1.77
PV-47	977.148	975.710		1.44

PV	COTA DE TERRENO [M]	COTAS INVERT DE ENTRADA [M]	COTAS INVERT DE SALIDA [M]	ALTURA DE POZO [M]
PV-24.1	946.013	943.380		2.63
PV-24.2	951.217	950.880	950.650	2.57
PV-24.3	978.838	978.480	976.000	3.84
PV-24.4	986.821	984.040	984.010	2.61
PV-24.5	1008.215	998.790	997.560	2.65
PV-24.6	1007.066	1005.730	1005.700	1.37
PV-24.7	1008.513		1007.120	1.39
PV-24.8	1012.703	1011.330	1011.300	1.40
PV-24.9	1013.714	1011.970	1011.940	1.77
PV-24.10	1013.653	1012.080	1012.050	1.60
PV-24.11	1016.378	1012.620	1012.590	3.79
PV-24.12	1019.011		1013.600	1.41

DE PV	APV	DISTANCIA [M]	PENDIENTE [%]	Ø TUBERÍA [P.L.G.]	NO. TUBOS
PV-1	PV-2	19.75	8.23%	6	3
PV-2	PV-3	19.91	15.90%	6	3
PV-3	PV-4	20.29	16.65%	6	3
PV-4	PV-4.1	27.60	19.30%	6	5
PV-4.1	PV-5	28.61	13.90%	6	5
PV-5	PV-5.1	29.30	15.80%	6	5
PV-5.1	PV-6	33.59	4.30%	6	6
PV-6	PV-7	62.30	7.20%	6	10
PV-7	PV-8	56.41	7.70%	6	9
PV-7.1	PV-7	93.55	2.40%	6	9
PV-7.1	PV-7.2	53.58	2.33%	6	9
PV-7.2	PV-7.3	5.54	1.84%	6	1
PV-7.3	PV-7.4	20.85	1.48%	6	3
PV-7.4	PV-7.5	33.91	0.95%	6	6
PV-7.4.1	PV-7.4	27.70	2.30%	6	5
PV-7.5	PV-7.6	9.32	0.86%	6	2
PV-7.6	PV-7.7	52.23	12.01%	6	6
PV-7.7	PV-7.8	55.77	5.74%	6	9
PV-7.8	PV-7.9	32.34	22.00%	6	5
PV-7.8.1	PV-7.8	40.70	11.72%	6	7
PV-7.9	PV-7.10	39.00	0.56%	6	6
PV-8	PV-9	15.75	13.00%	6	3
PV-9	PV-10	43.31	8.10%	6	7
PV-10	PV-11	32.12	8.00%	6	5
PV-11	PV-12	49.99	3.55%	6	8
PV-12	PV-13	48.94	3.40%	6	8
PV-13	PV-14	45.34	2.20%	6	7
PV-14	PV-15	44.77	2.80%	6	7
PV-15	PV-16	15.78	4.00%	6	3
PV-15.1	PV-15.2	11.05	2.80%	6	2
PV-15.2	PV-15	12.69	18.10%	6	2
PV-16	PV-17	12.69	0.50%	6	2
PV-16.1	PV-16	43.65	1.55%	6	7
PV-17	PV-18	16.08	0.40%	6	3
PV-18	PV-19	64.64	0.40%	6	11
PV-19	PV-20	21.64	3.70%	6	4
PV-20	PV-21	21.11	9.40%	6	3
PV-21	PV-22	10.83	1.15%	6	2
PV-21.1	PV-21	47.31	2.40%	6	8
PV-22	PV-23	30.16	7.35%	6	5
PV-22.1	PV-22	46.64	2.50%	6	8
PV-23	PV-24	42.50	4.50%	6	7
PV-23.1	PV-23.2	20.05	6.80%	6	3
PV-23.2	PV-23.3	24.23	2.40%	6	4
PV-23.3	PV-23.4	9.26	2.30%	6	2
PV-23.4	PV-23.5	23.78	2.00%	6	4
PV-23.5	PV-23	16.13	2.30%	6	3
PV-24	PV-25	19.14	7.35%	6	3
PV-25	PV-26	11.98	5.00%	6	2
PV-25.1	PV-25	28.71	23.00%	6	5

DE PV	APV	DISTANCIA [M]	PENDIENTE [%]	Ø TUBERÍA [P.L.G.]	NO. TUBOS
PV-26	PV-27	17.18	7.00%	6	3
PV-27	PV-28	22.39	4.60%	6	4
PV-28	PV-29	26.25	4.00%	6	4
PV-28.1	PV-28	46.28	18.60%	6	8
PV-29	PV-30	30.99	4.00%	6	5
PV-30	PV-31	41.18	5.30%	6	7
PV-31	PV-32	26.38	0.80%	6	4
PV-31.1	PV-31	28.15	2.35%	6	5
PV-32	PV-33	11.80	1.50%	6	2
PV-32.1	PV-32	39.01	25.00%	6	7
PV-33	PV-34	20.00	1.00%	6	3
PV-34	PV-35	13.74	4.60%	6	2
PV-35	PV-36	58.20	5.80%	6	10
PV-36	PV-37	11.60	2.70%	6	2
PV-37	PV-38	23.97	1.00%	6	4
PV-38	PV-39	25.34	1.00%	6	4
PV-39	PV-40	38.66	7.70%	6	7
PV-40	PV-41	17.54	5.50%	6	3
PV-41	PV-42	12.99	6.00%	6	2
PV-42	PV-43	16.52	6.00%	6	3
PV-43	PV-44	20.95	6.00%	6	3
PV-44	PV-45	16.81	1.80%	6	3
PV-45	PV-46	65.59	5.80%	6	11
PV-46	PV-47	46.07	3.60%	6	8

DE PV	APV	DISTANCIA [M]	PENDIENTE [%]	Ø TUBERÍA [P.L.G.]	NO. TUBOS
PV-24.2	PV-24.1	47.45	33.02%	6	8
PV-24.3	PV-24.2	48.82	33.99%	6	8
PV-24.4	PV-24.3	22.36	26.14%	6	4
PV-24.5	PV-24.4	38.14	36.60%	6	7
PV-24.6	PV-24.5	28.84	25.00%	6	5
PV-24.7	PV-24.6	20.44	7.22%	6	3
PV-24.8	PV-24.6	25.12	23.20%	6	4
PV-24.9	PV-24.8	24.76	2.59%	6	4
PV-24.10	PV-24.9	6.22	1.59%	6	1
PV-24.11	PV-24.10	35.65	1.49%	6	6
PV-24.12	PV-24.11	49.99	2.01%	6	8

PLANTA DE RED GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA ESCALA: 1/1500

SIMBOLOGIA

	VIVIENDA ACTUAL
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

DOCUMENTACION:
 VIVIENDAS ACTUALES: 302 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 5 HAB/VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

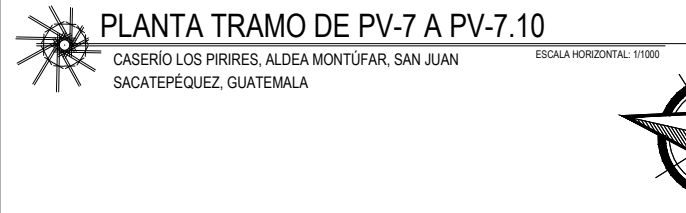
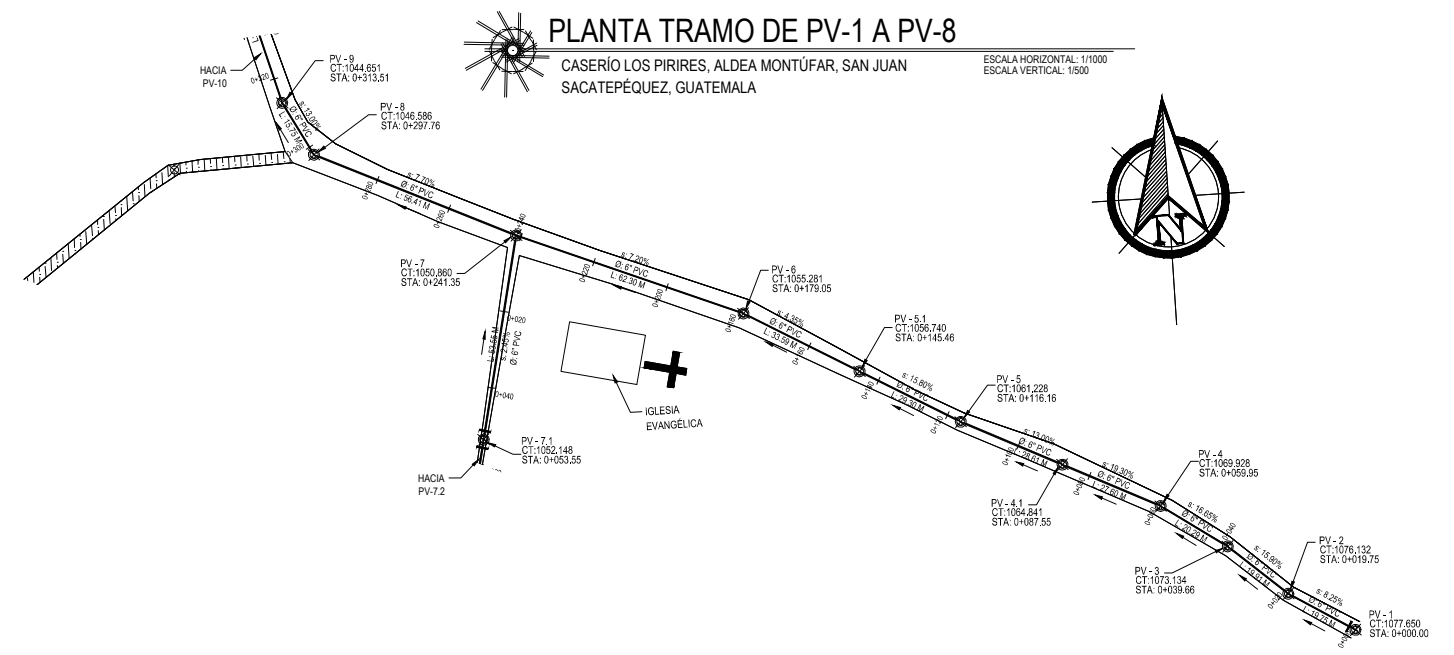
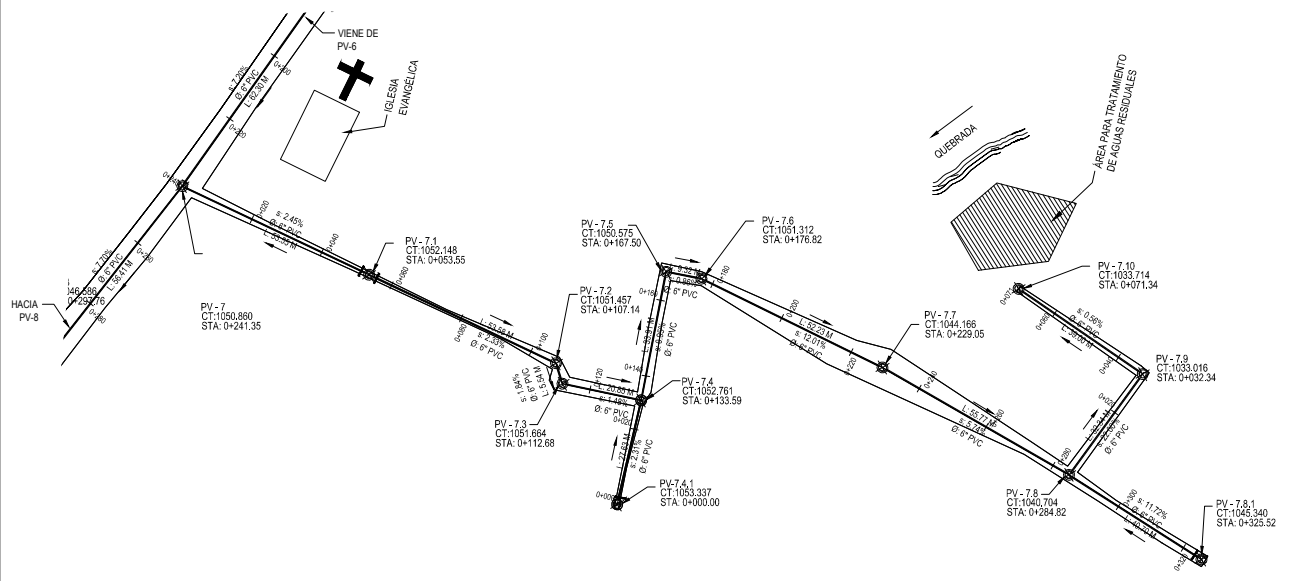
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
 GUATEMALA

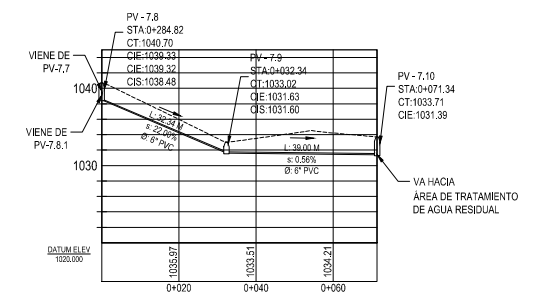
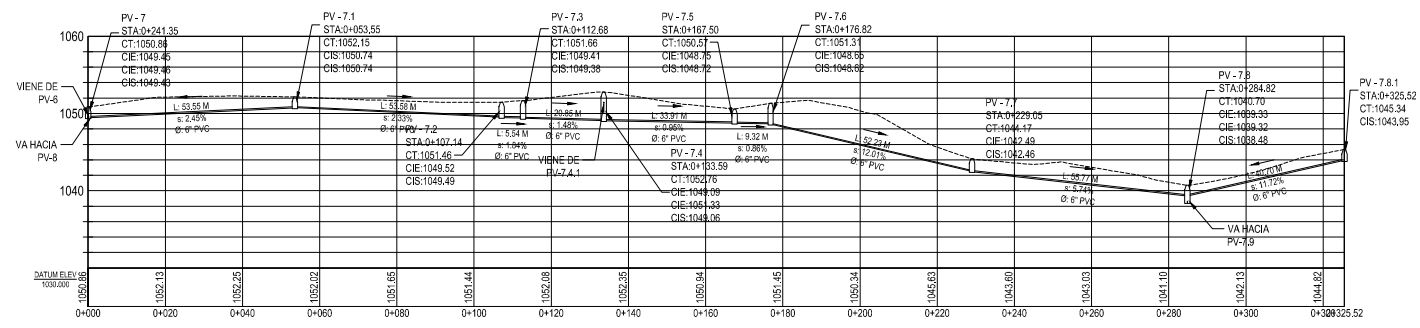
PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR.	FECHA: JULIO 2012	HOJA: 04	TOTAL: 10
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	CONTENIDO: PLANTA DE RED GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO		
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS		
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.			
ESCALA VERTICAL: INDICADA			
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			

Vs. Sr. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez
 Vs. Sr. Ing. Angel Roberto Sáenz García
 Licenciado



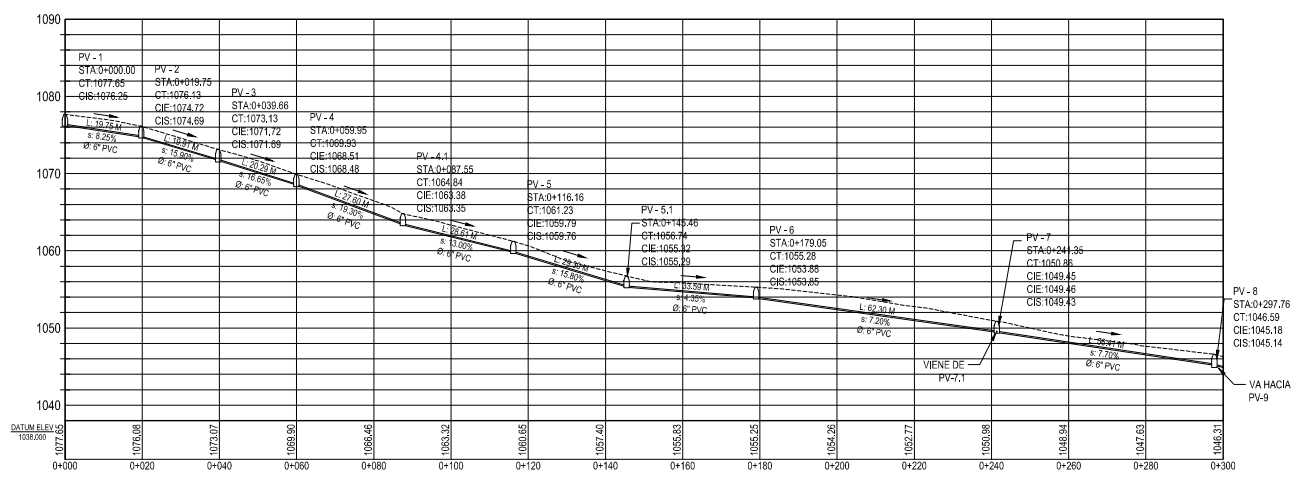
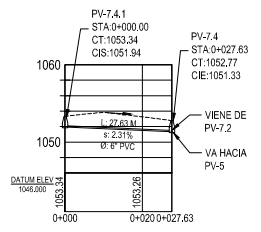
PLANTA TRAMO DE PV-1 A PV-8
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

PLANTA TRAMO DE PV-7 A PV-7.10
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-7 A PV-7.8.1
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

PERFIL DE PV-7.8 A PV-7.10
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE PV-7.4.1 A PV-7.4
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

PERFIL DE PV-1 A PV-8
 CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

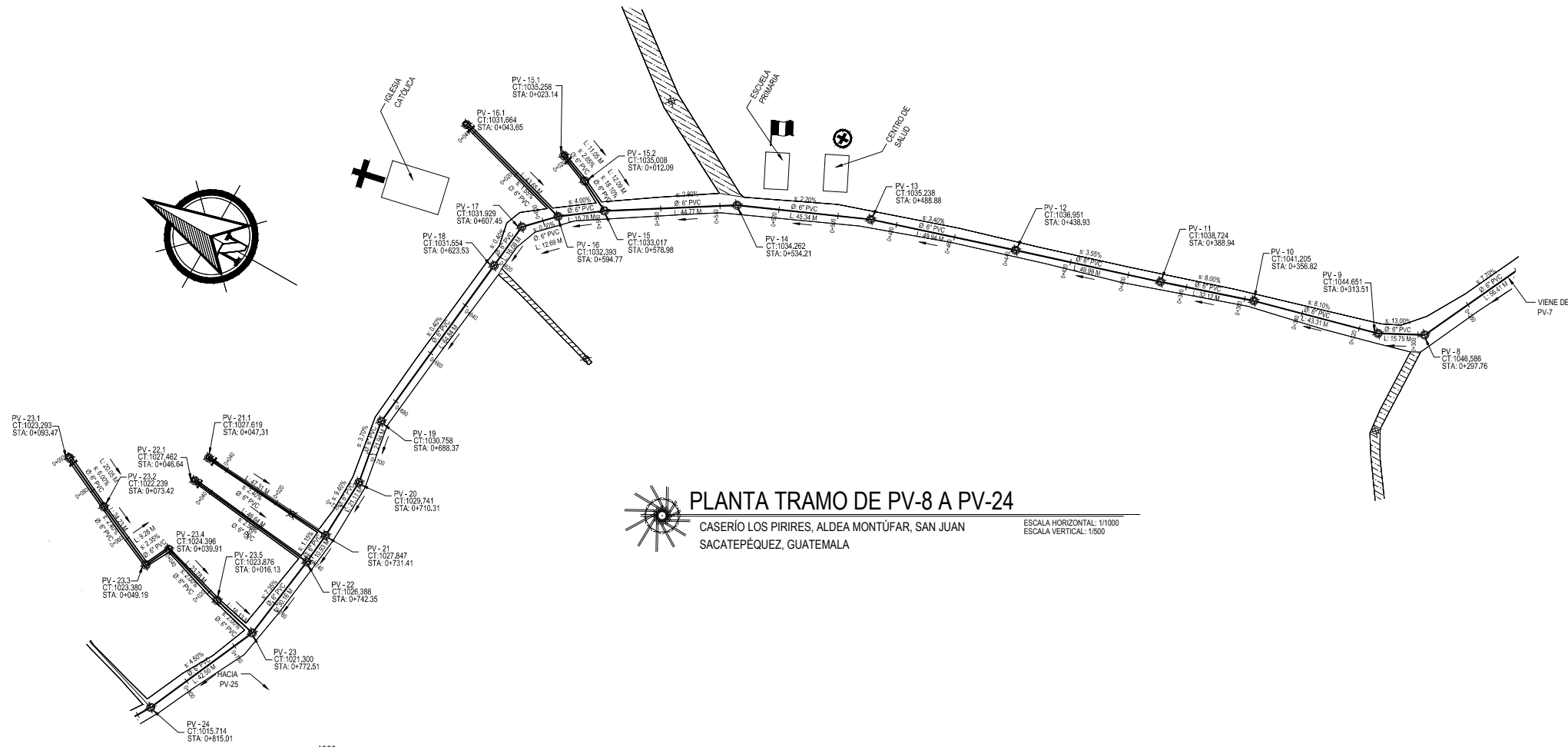
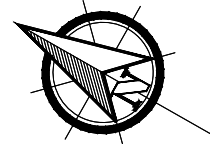
SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO
L= LONGITUD HORIZONTAL (m) S= PENDIENTE DE LA TUBERÍA (%) Ø= DIAMETRO DE LA TUBERÍA (plg)	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA

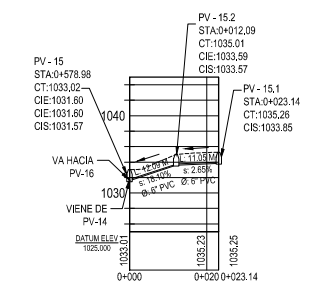
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H. CALCULO: ERICK MARTINEZ H. DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS PIRIRES, ALDEA MONTUFAR FECHA: JULIO 2012 ZONA: VARIAS	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL TRAMO DE PV-1 A PV-8 TRAMO DE PV-7 A PV-7.10 HOJA: 05 DE: 10
--	--	---

Escalas: ESCALA VERTICAL: INDICADA; ESCALA HORIZONTAL: INDICADA

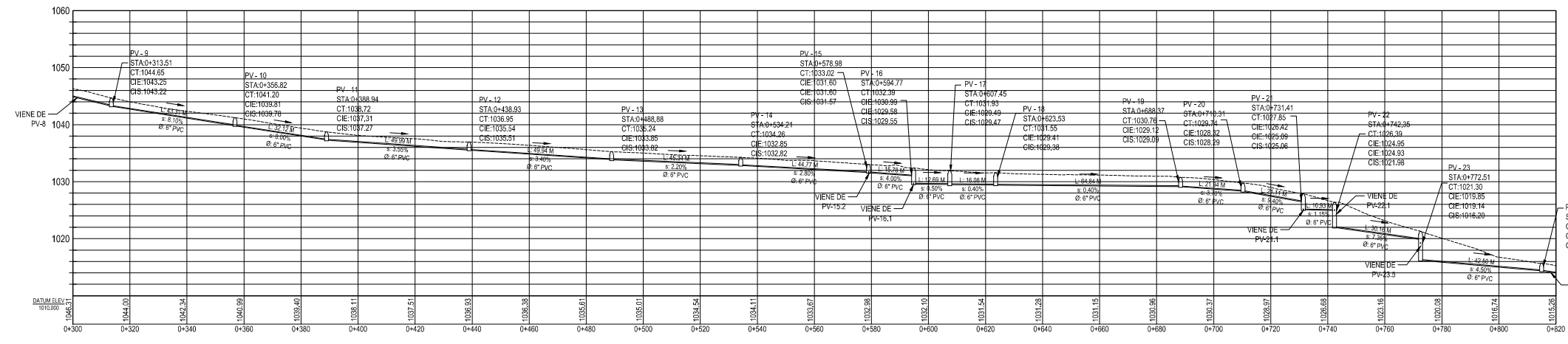
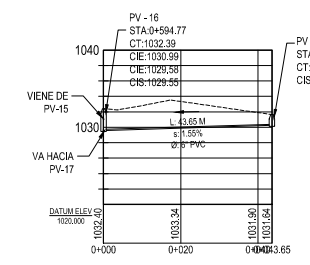
Elab. Municipalidad de San Juan Sacatepequez / Elab. Ing. Angel Roberto Sic. Garcia / Licencia Superavisa



PERFIL DE PV-15 A PV-15.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

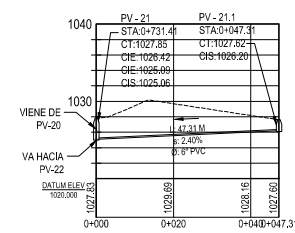


PERFIL DE PV-16 A PV-16.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

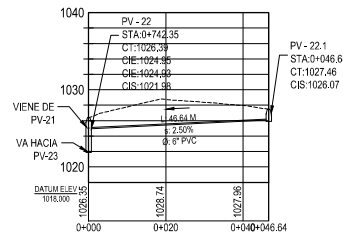


PERFIL DE PV-9 A PV-24
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

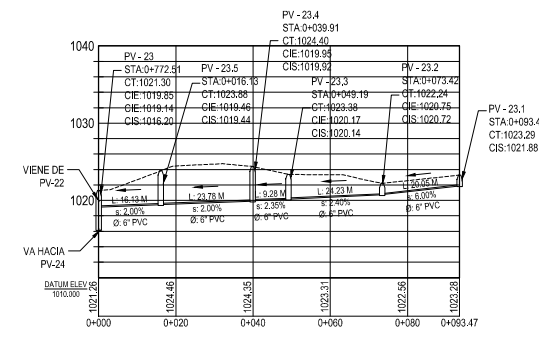
PERFIL DE PV-21 A PV-21.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE PV-22 A PV-22.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE PV-23 A PV-23.5
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



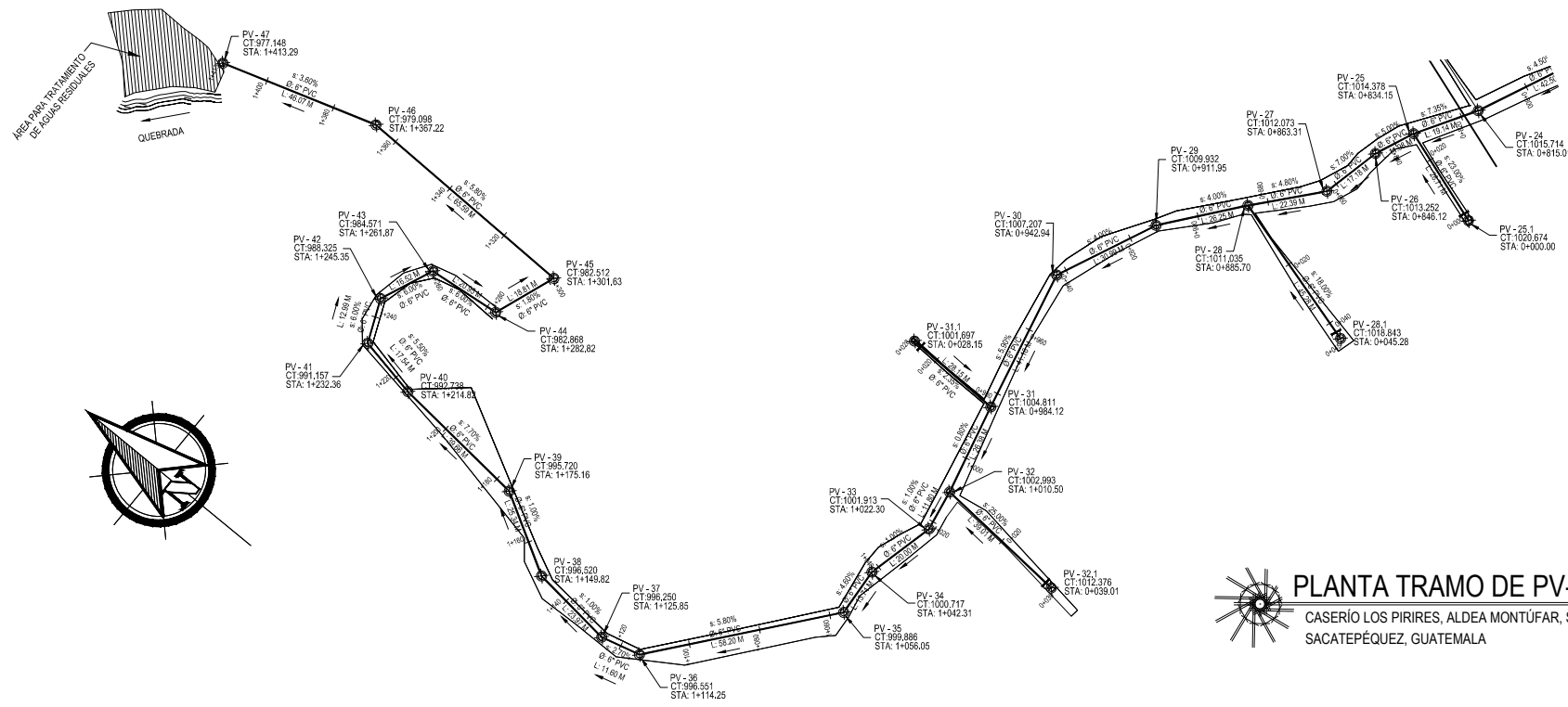
SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

P.V.XX	STA (m)	C (m)	CIE (m)	CIS (m)
L = (m)				
S = (%)				
Ø = (plg)				
L = LONGITUD HORIZONTAL (m)				
S = PENDIENTE DE LA TUBERÍA (%)				
Ø = DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (plg)				

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA

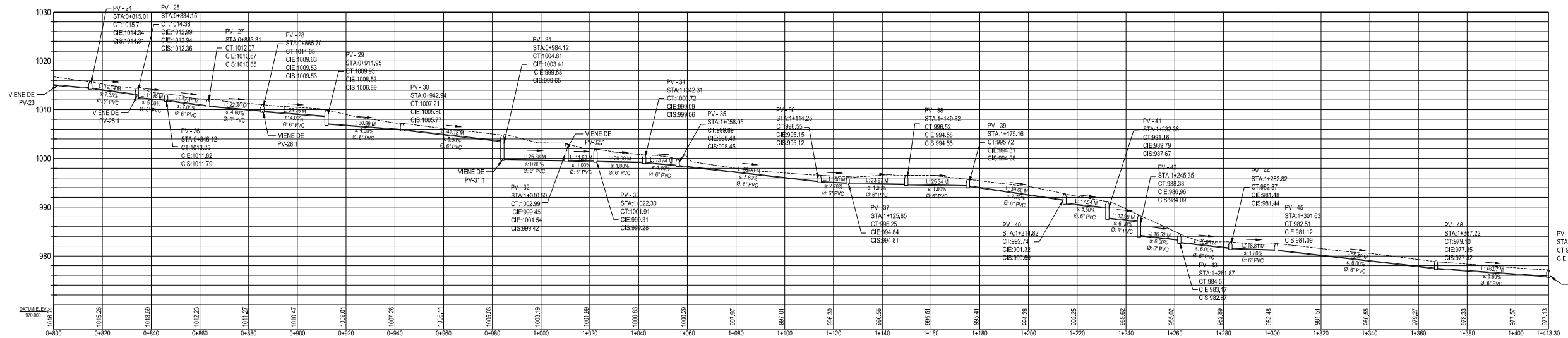
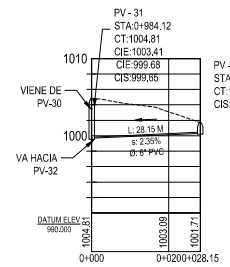
PROYECTO:	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR		
PROYECTISTA:	ERICK MARTINEZ H.	FECHA:	JULIO 2012
CONTENIDO:	PLANTA-PERFIL TRAMO DE PV-8 A PV-24	FOLIO:	06
ESCALA VERTICAL:	INDICADA	ESCALA HORIZONTAL:	INDICADA

El Sr. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez
 Sr. Ing. Angel Roberto Sáenz García
 Licenc. Supervisador



PLANTA TRAMO DE PV-8 A PV-24
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

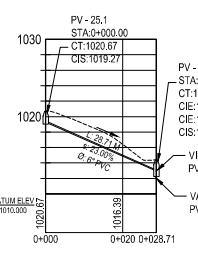
PERFIL DE PV-31 A PV-31.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



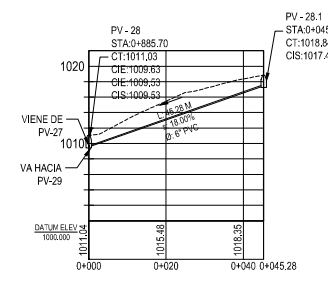
PERFIL DE PV-24 A PV-47
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

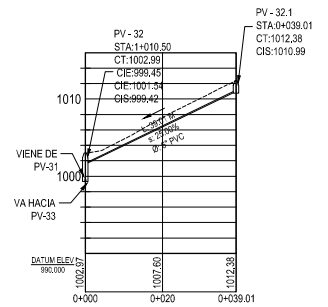
PL:XX STA = (m) CT = (m) CIE = (m) CIS = (m)	PL:XX STA = (m) CT = (m) CIE = (m) CIS = (m)
L = (m)	
S = (%)	
Ø = (plg)	
L = LONGITUD HORIZONTAL (m)	
S = PENDIENTE DE LA TUBERÍA (%)	
Ø = DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (plg)	



PERFIL DE PV-25 A PV-25.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE PV-28 A PV-28.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

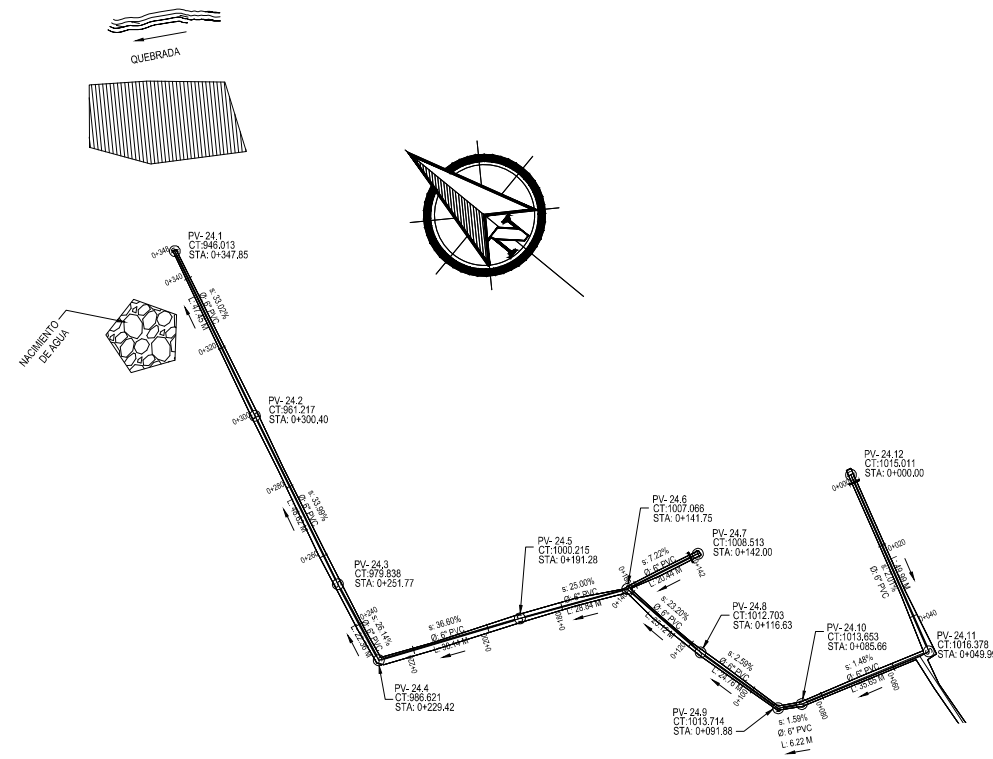


PERFIL DE PV-32 A PV-32.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

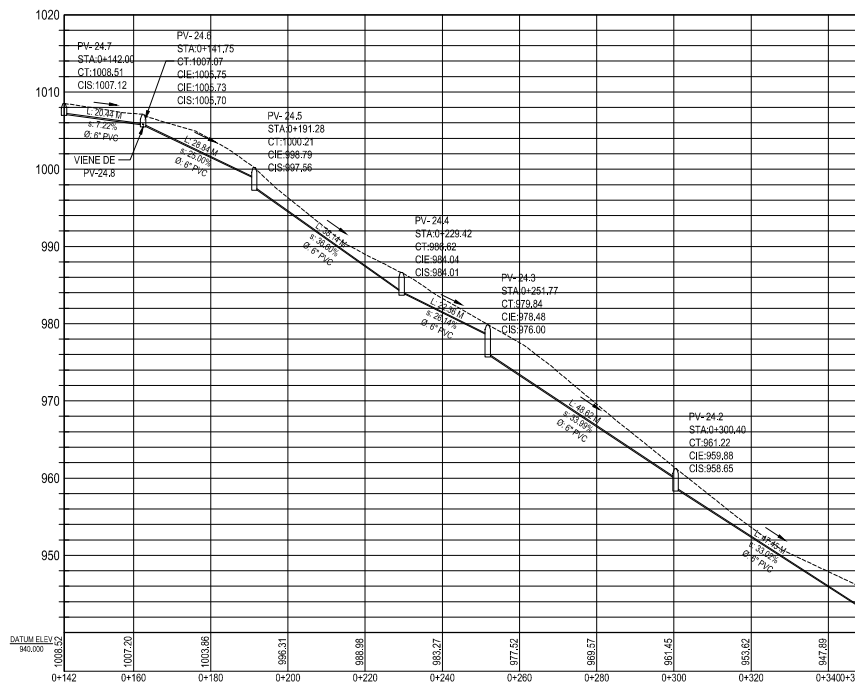
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

DESIGNO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR
CÁLCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: JULIO 2012
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS
ESCALA VERTICAL: INDECADADA	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL TRAMO DE PV-24 A PV-47
ESCALA HORIZONTAL: INDECADADA	HOJA: 07 DE 10

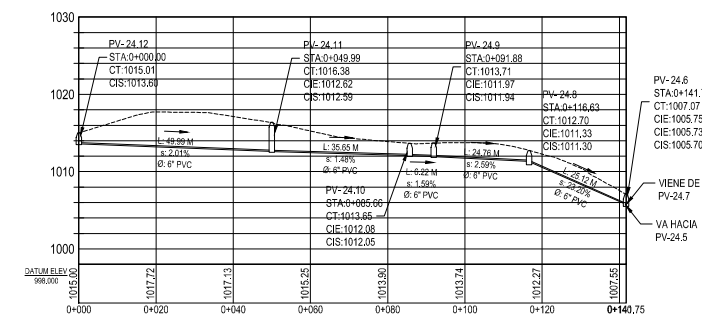
Vo. Bn. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez
 Vo. Bn. Ing. Ángel Roberto Sáiz García
 Licenciado Supervisor



PLANTA TRAMO DE PV-24.1 A PV-24.12
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DE PV-24.7 A PV-24.1
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL DE PV-24.12 A PV-24.6
 CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
 ESCALA VERTICAL: 1/500

SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CENTRO DE SALUD
	ESCUELA RURAL
	IGLESIA
	QUEBRADA
	NACIMIENTO DE AGUA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

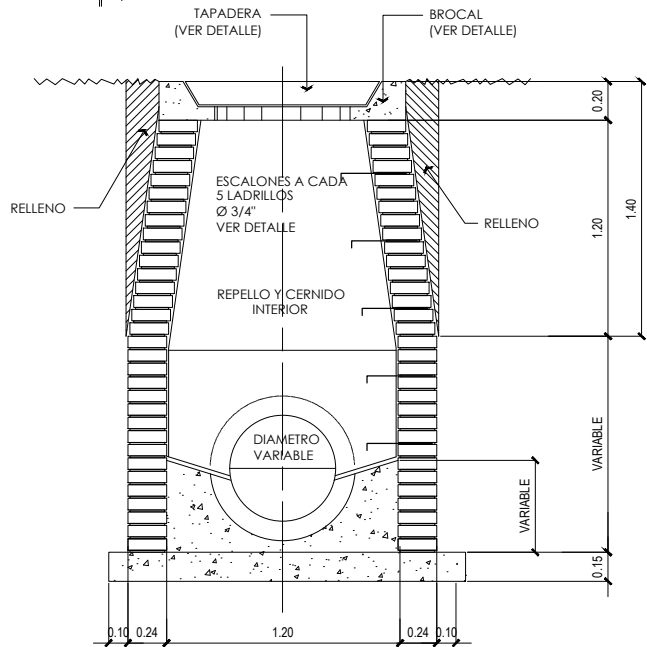
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR

DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS PIRIRES, ALDEA MONTÚFAR
CÁLCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: JULIO 2012
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS
ESCALA VERTICAL: INDICADA	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL TRAMO DE PV-24.1 A PV-24.12
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA	HOJA: 08 DE 10

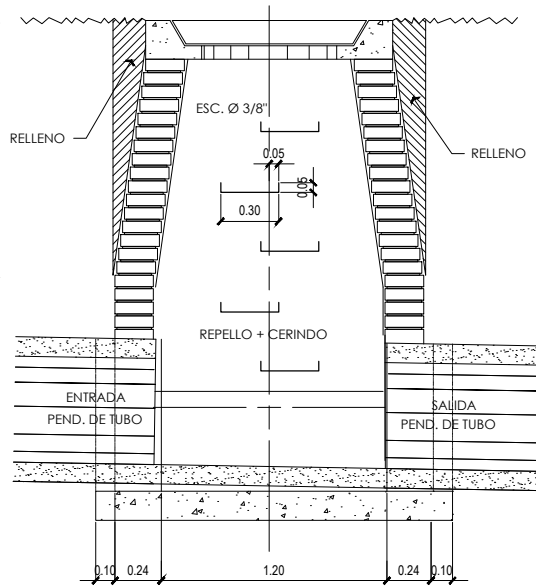
Vo. Bn. Municipalidad de San Juan Sacatepéquez
 Vo. Bn. Ing. Ángel Roberto Sáiz García
 Licenc. Supervisar

DETALLE DE POZOS



SECCIÓN A - A'

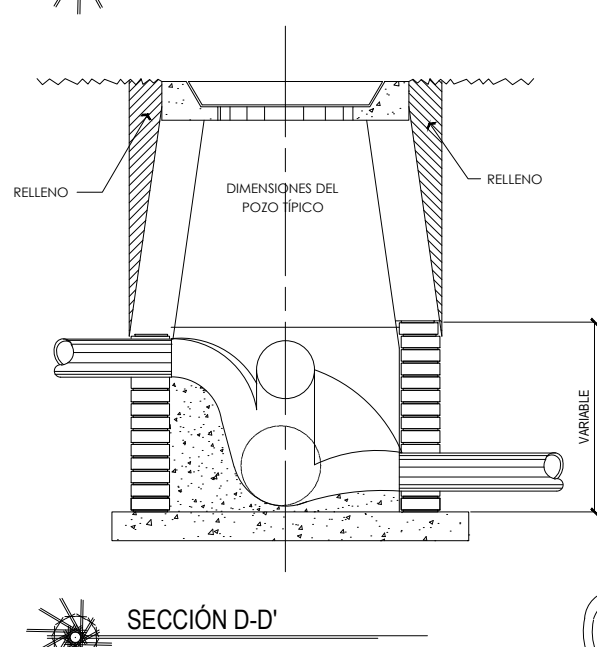
ESCALA: 1/20



SECCIÓN B - B'

ESCALA: 1/20

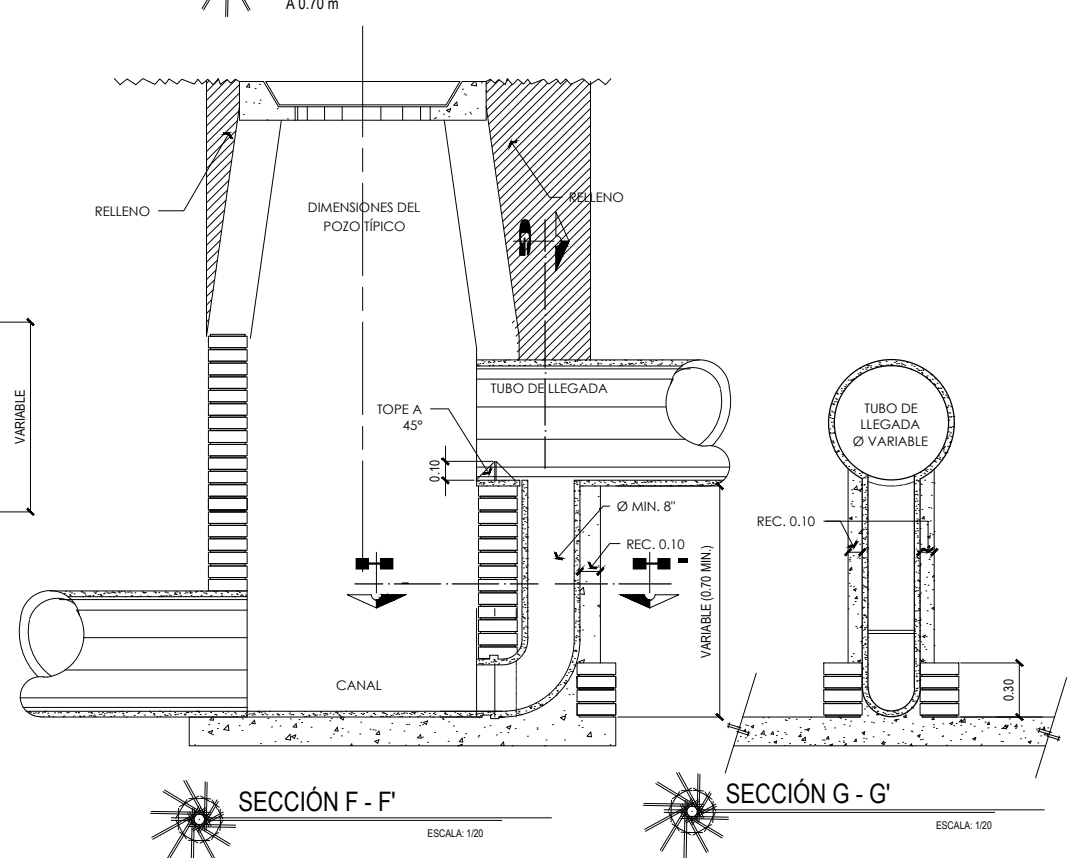
DETALLE DE POZOS



SECCIÓN D - D'

ESCALA: 1/20

DETALLE DE POZOS CON DISIPADOR ENERGÍA

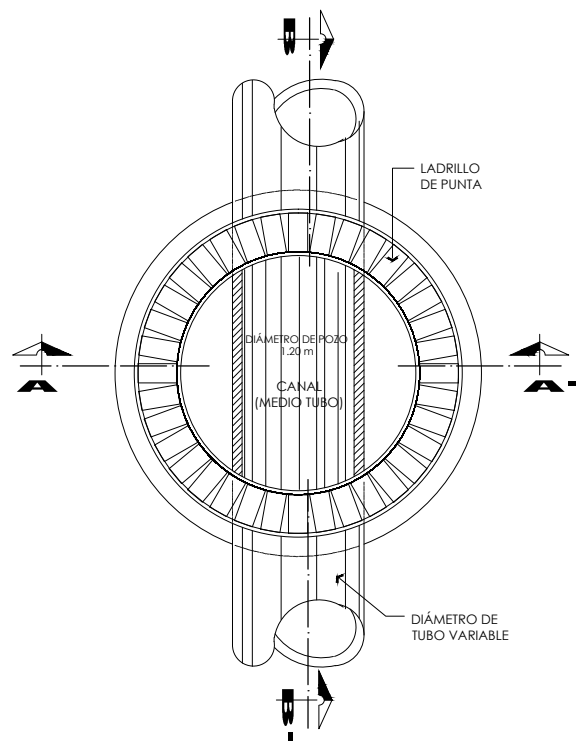


SECCIÓN F - F'

ESCALA: 1/20

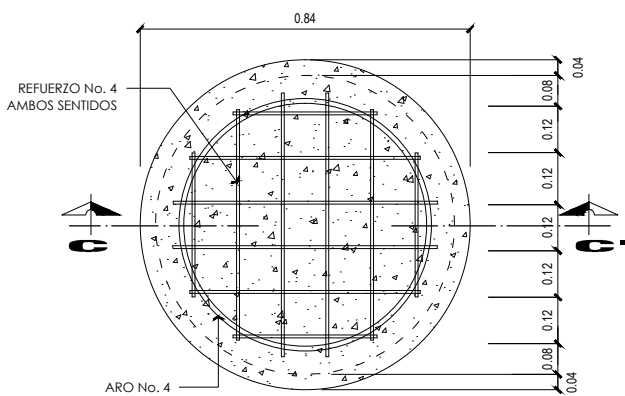
SECCIÓN G - G'

ESCALA: 1/20



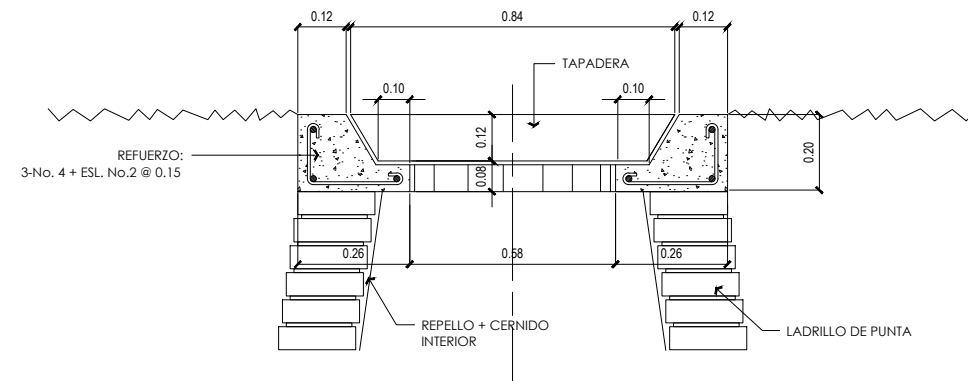
PLANTA DE POZO DE VISITA

ESCALA: 1/20



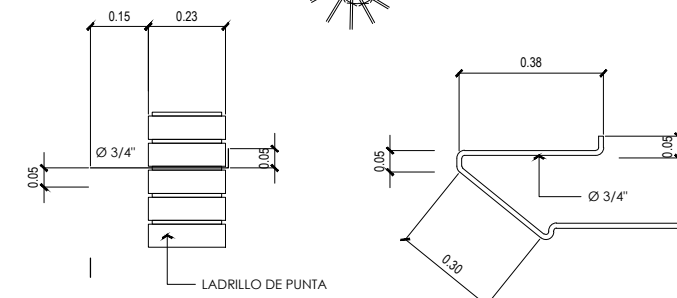
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



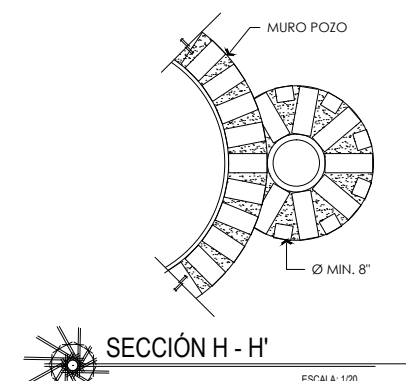
DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10



DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10



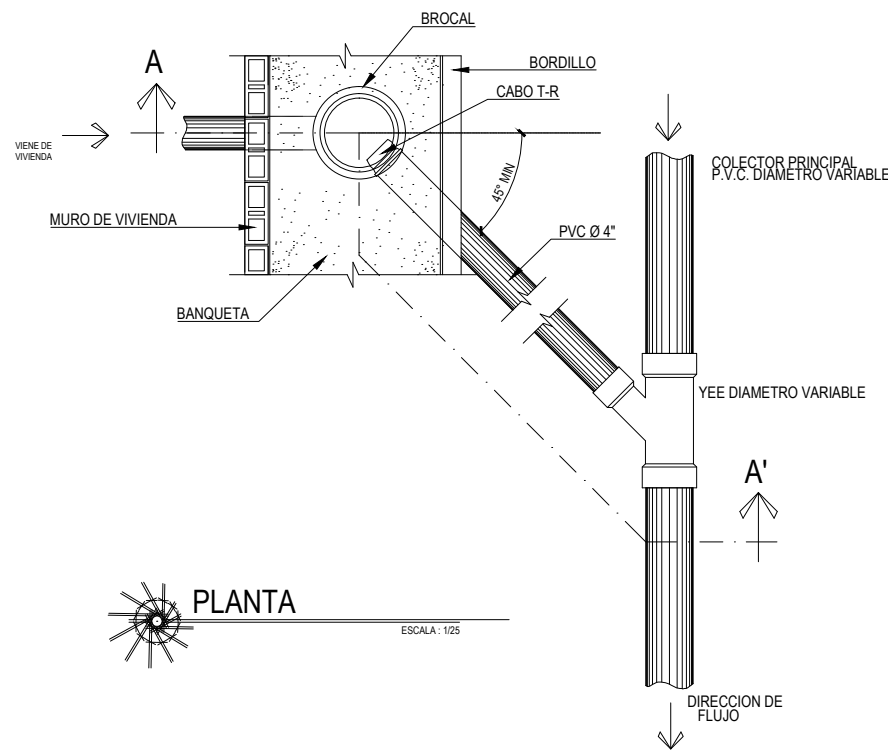
SECCIÓN H - H'

ESCALA: 1/20

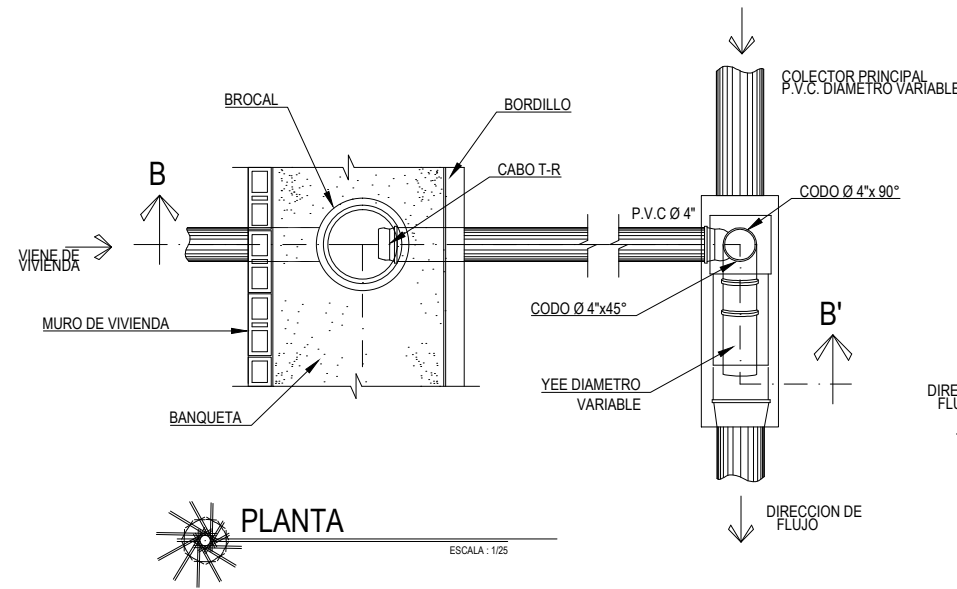
ESPECIFICACIONES:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES ACI ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LA TUBERÍA DE CAÍDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERÁ DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERÁ DE 12".

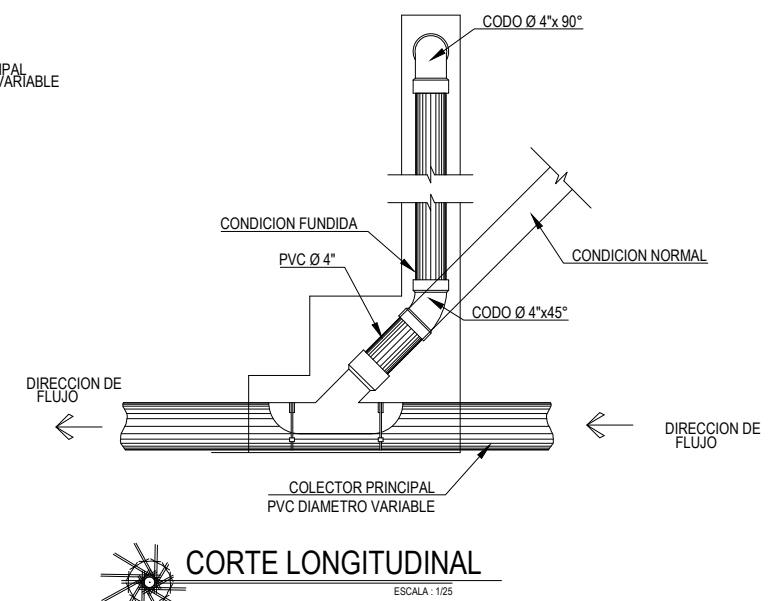
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERÍA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ		GUATEMALA			
PROYECTO:	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS PIRIBES, ALDEA MONTEFAR	FECHA:	JULIO 2012	PROJ:	09
DISEÑO:	ERICK MARTINEZ H.	CONTENIDO:	DETALLE DE POZOS DE VISITA TÍPICOS	FE:	10
CÁLCULO:	ERICK MARTINEZ H.	ZONA:	VARIAS		
DIBUJO:	ERICK MARTINEZ H.				
ESCALA VERTICAL:	INDICADA				
ESCALA HORIZONTAL:	INDICADA				



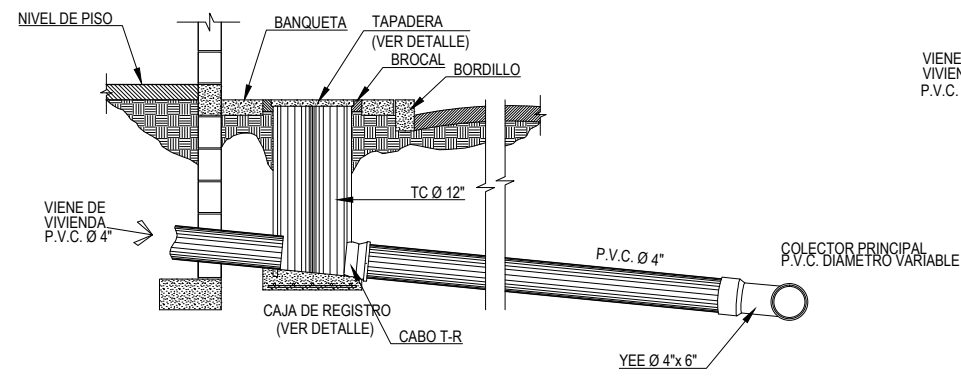
PLANTA
ESCALA: 1/25



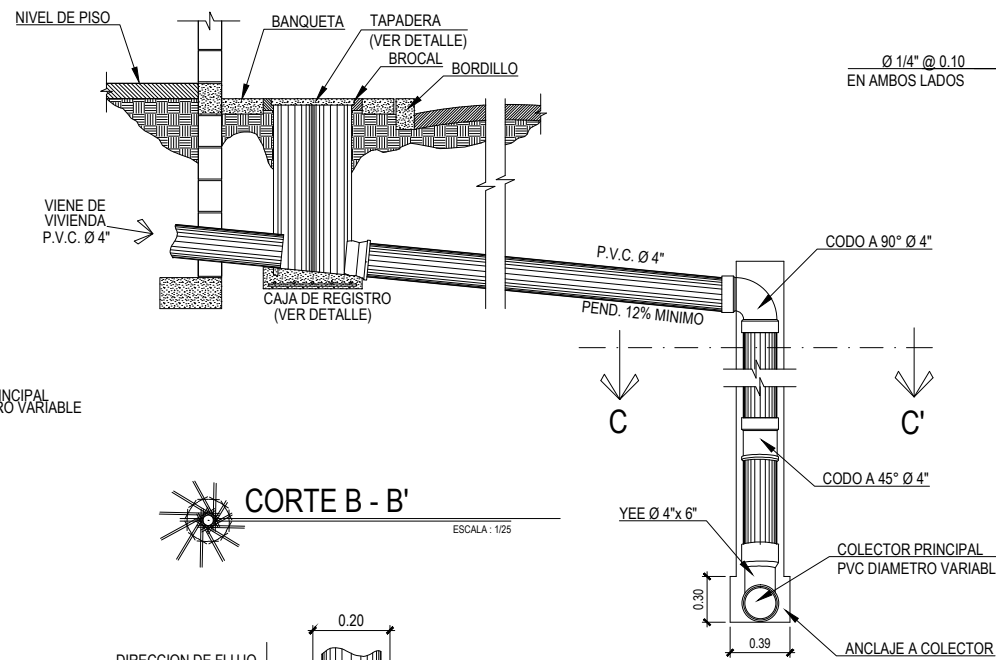
PLANTA
ESCALA: 1/25



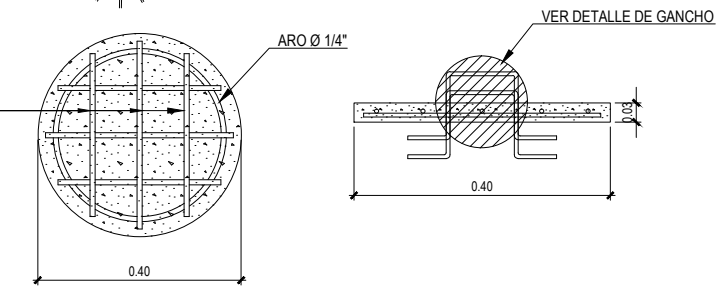
CORTE LONGITUDINAL
ESCALA: 1/25



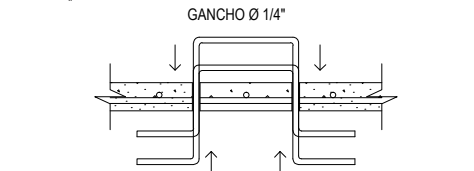
CORTE A - A'
ESCALA: 1/25



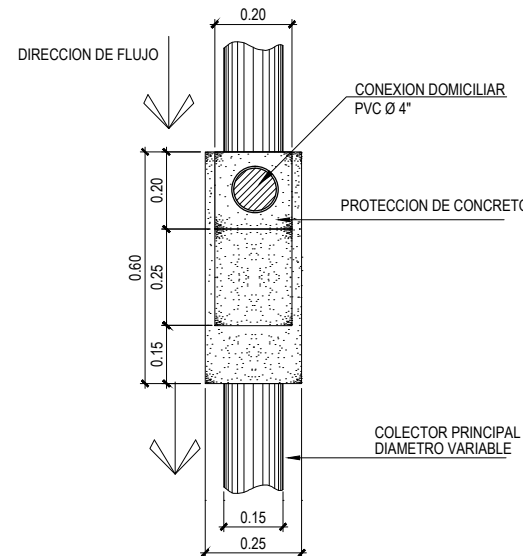
CORTE B - B'
ESCALA: 1/25



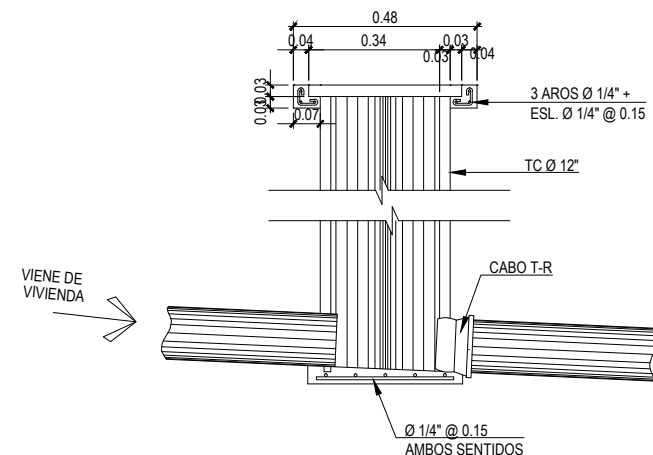
DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



DETALLE DE GANCHO
SIN ESCALA



CORTE C - C'
ESCALA: 1/10



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
ESCALA: 1/10

REFERENCIAS

A. CONDICIONES NORMALES

- A. CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR 3" A 4"
- B. TUBERIA P.V. C. Ø 4" NORMA ASTM D-3034

ACCESORIOS

- C. YEE SxGxG (Ø 6" x Ø 4")

B. PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 2.50 mts. A LA COTA DE CORONAMIENTO

- A. CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR 3" A 4"
- B. TUBERIA P.V. C. Ø 4" NORMA ASTM D-3034
- C. CODO DE 90° GxG 4"
- D. CODO DE 45° GxG 4"

ACCESORIOS

- E. YEE SxGxG (Ø 6" x Ø 4")

C. PARA COLECTOR EXISTENTE

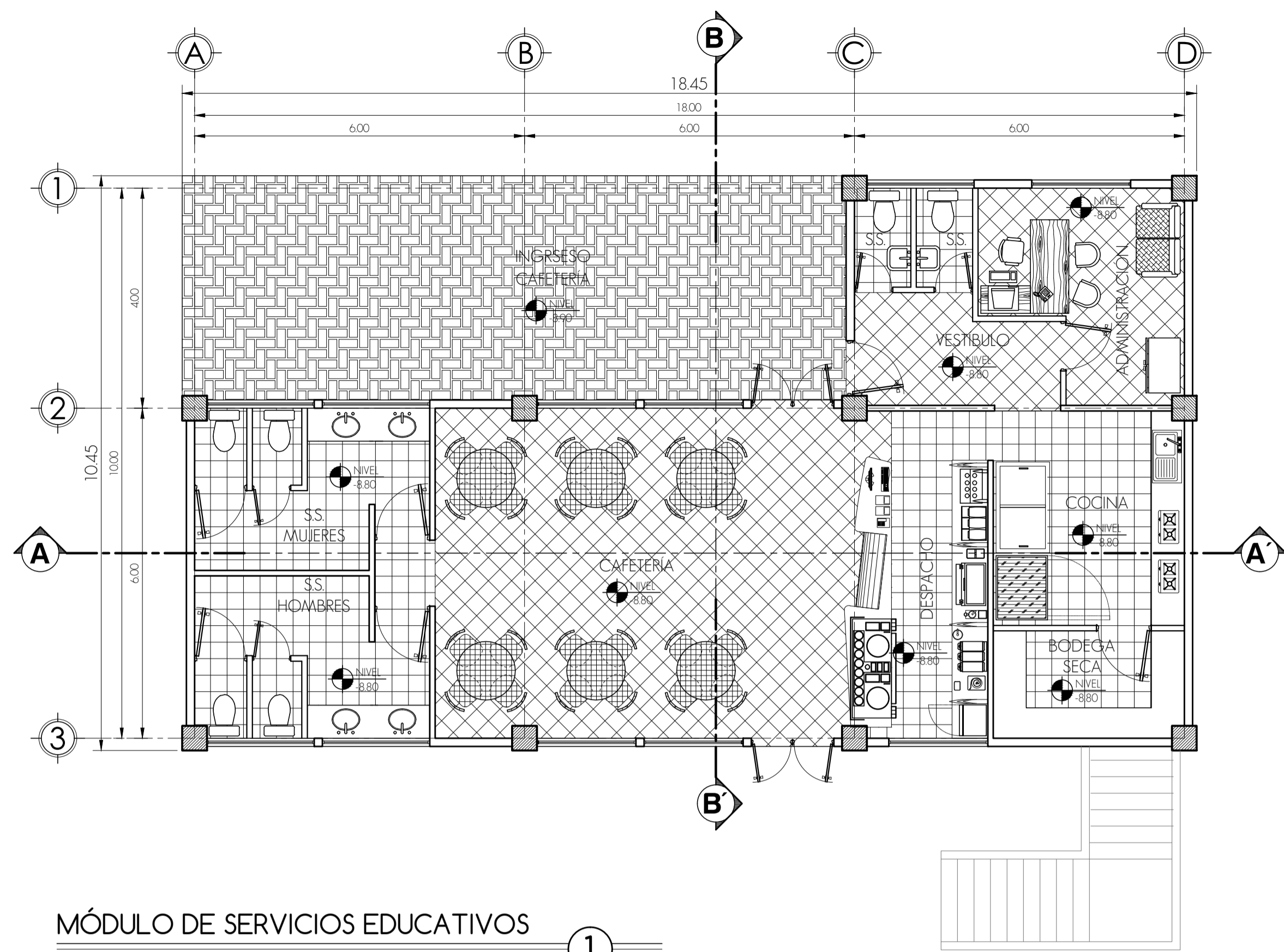
COLOCACION DE SILLETA "Y" (Ø 6" x Ø 4")

(EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDO)
(PARA CONECTAR NUEVOS USUARIOS)

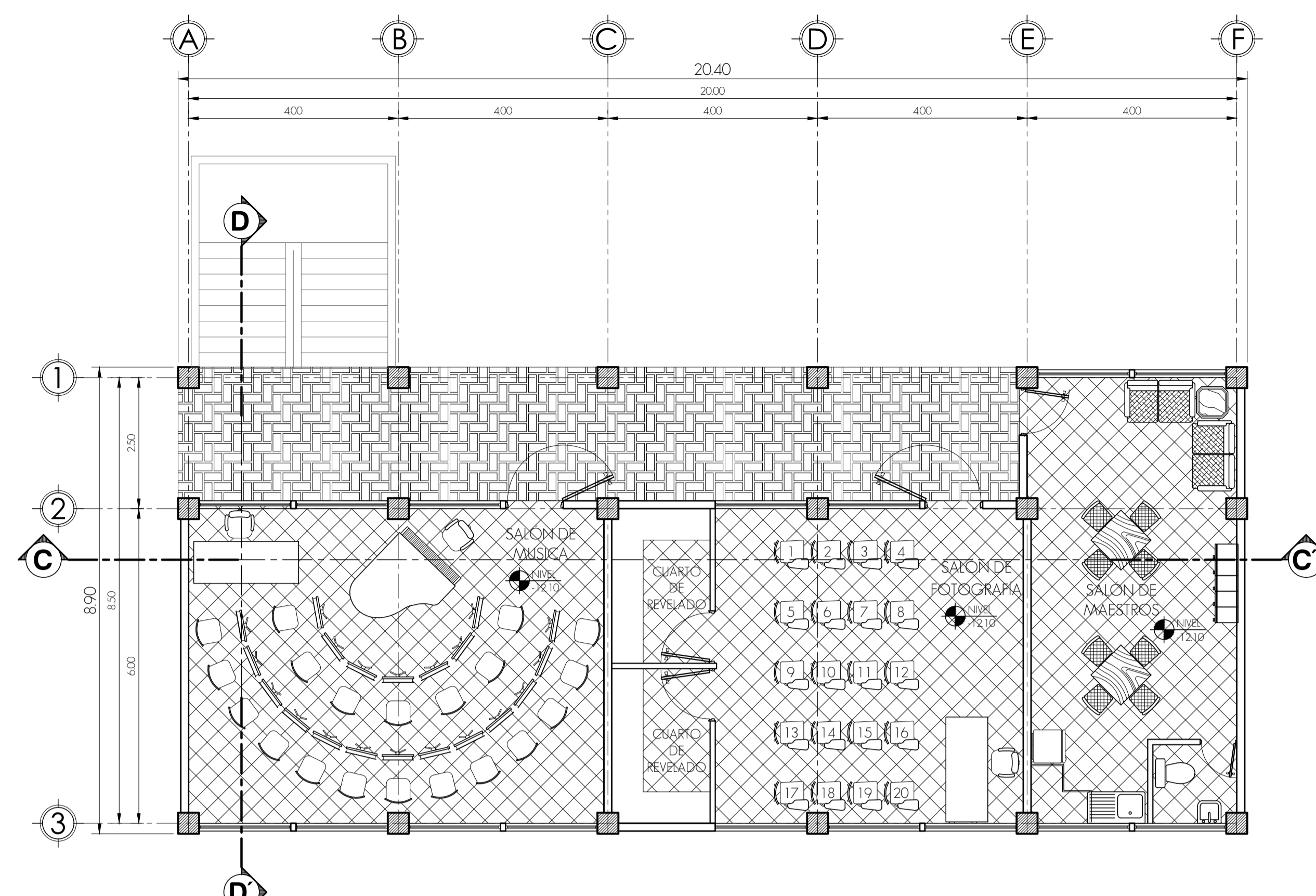
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO LOS PIRIBES, ALDEA MONTEFAR, MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.		PROYECTO:	FECHA:
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	JULIO 2012	CONTENIDO:	HOJA:
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA:	DETALLE DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	DE:
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	VARIAS	10	10
ESCALA VERTICAL: INDEICADA			
ESCALA HORIZONTAL: INDEICADA			
V.O. Municipalidad de San Juan Sacatepequez		V.O. Ing. Angel Roberto St. Garcia	

ANEXO C

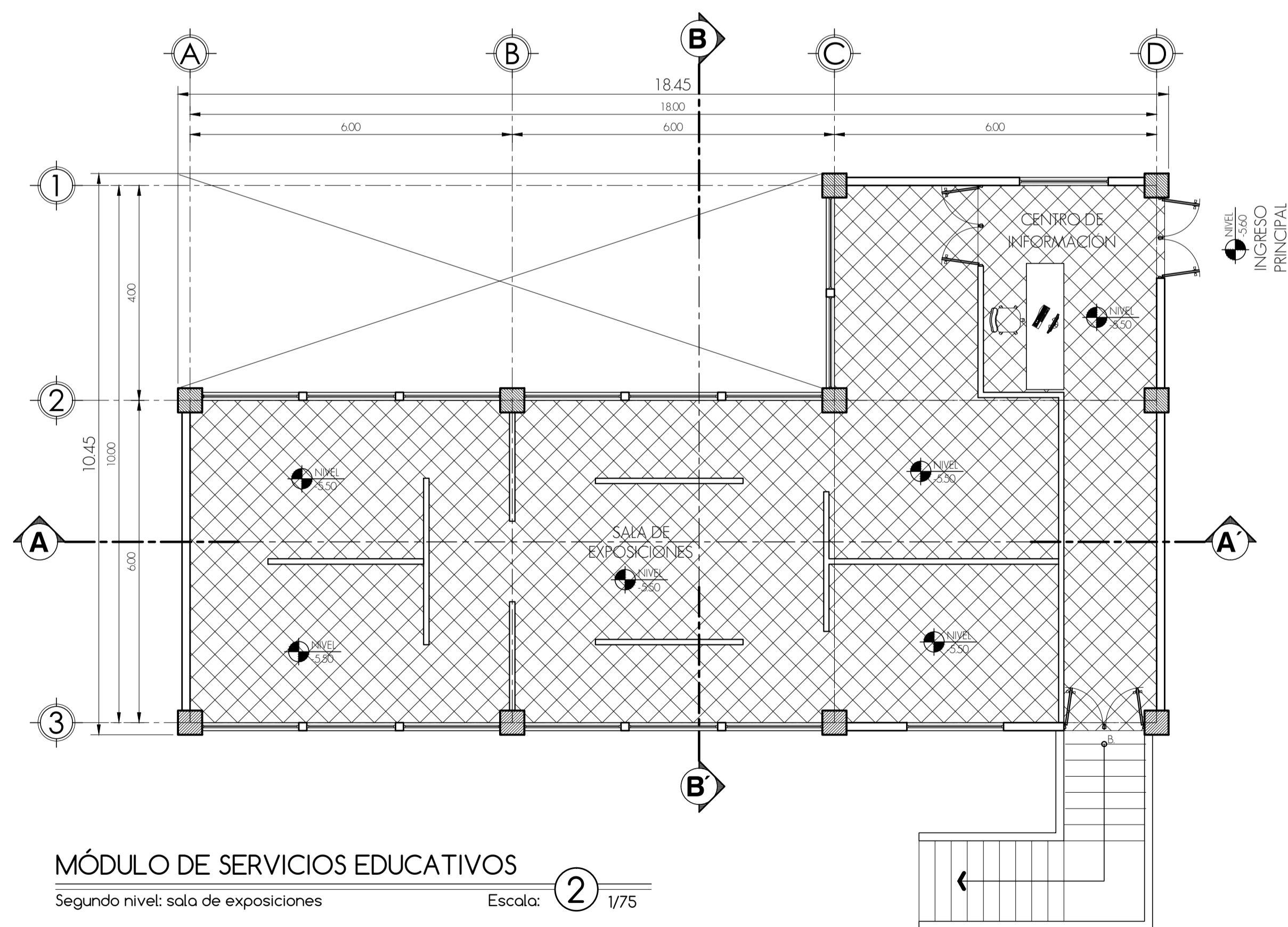
**Planos constructivos Escuela de Arte para el caserío Candelaria, aldea
Montúfar, San Juan Sacatepéquez**



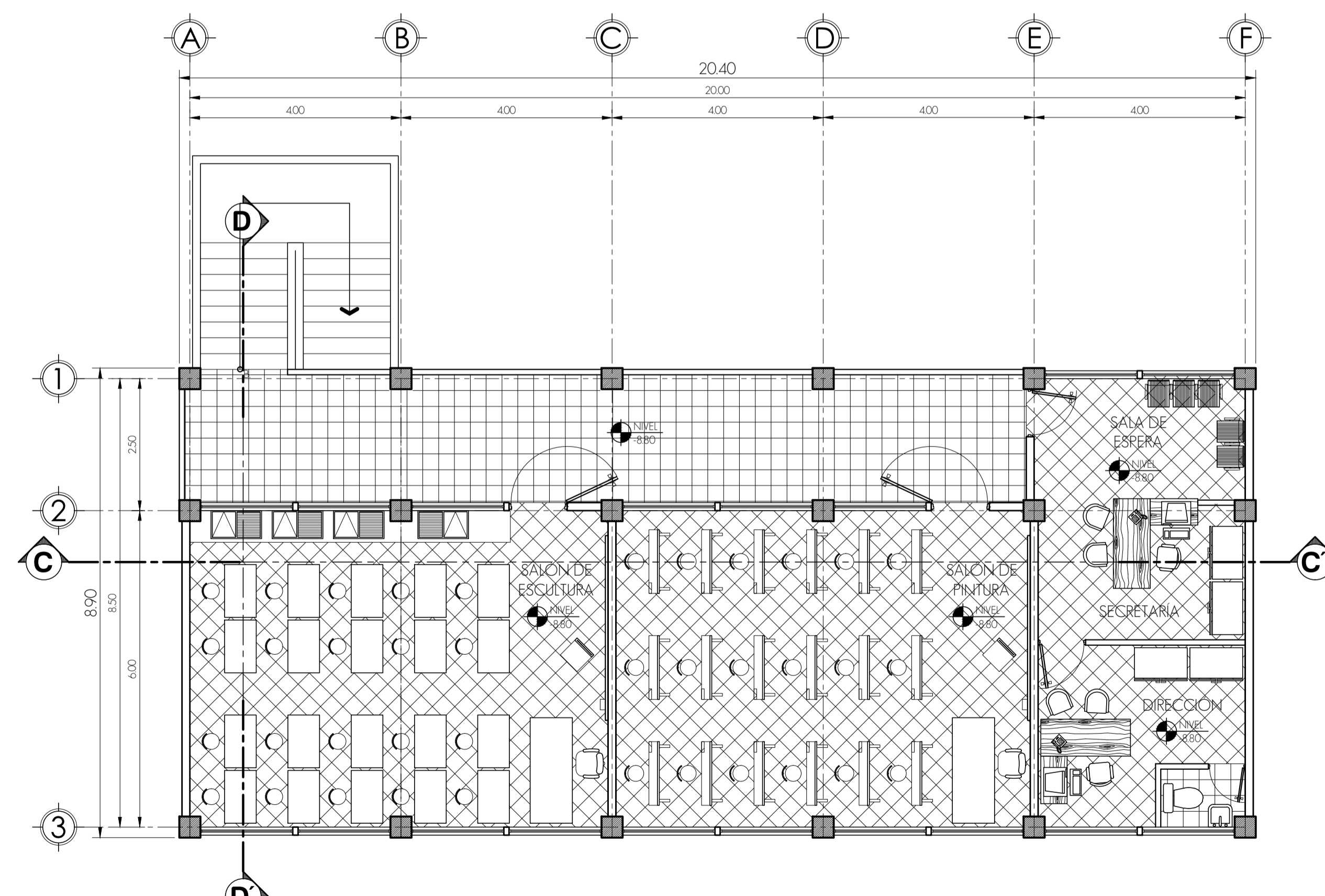
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 1/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 1/75



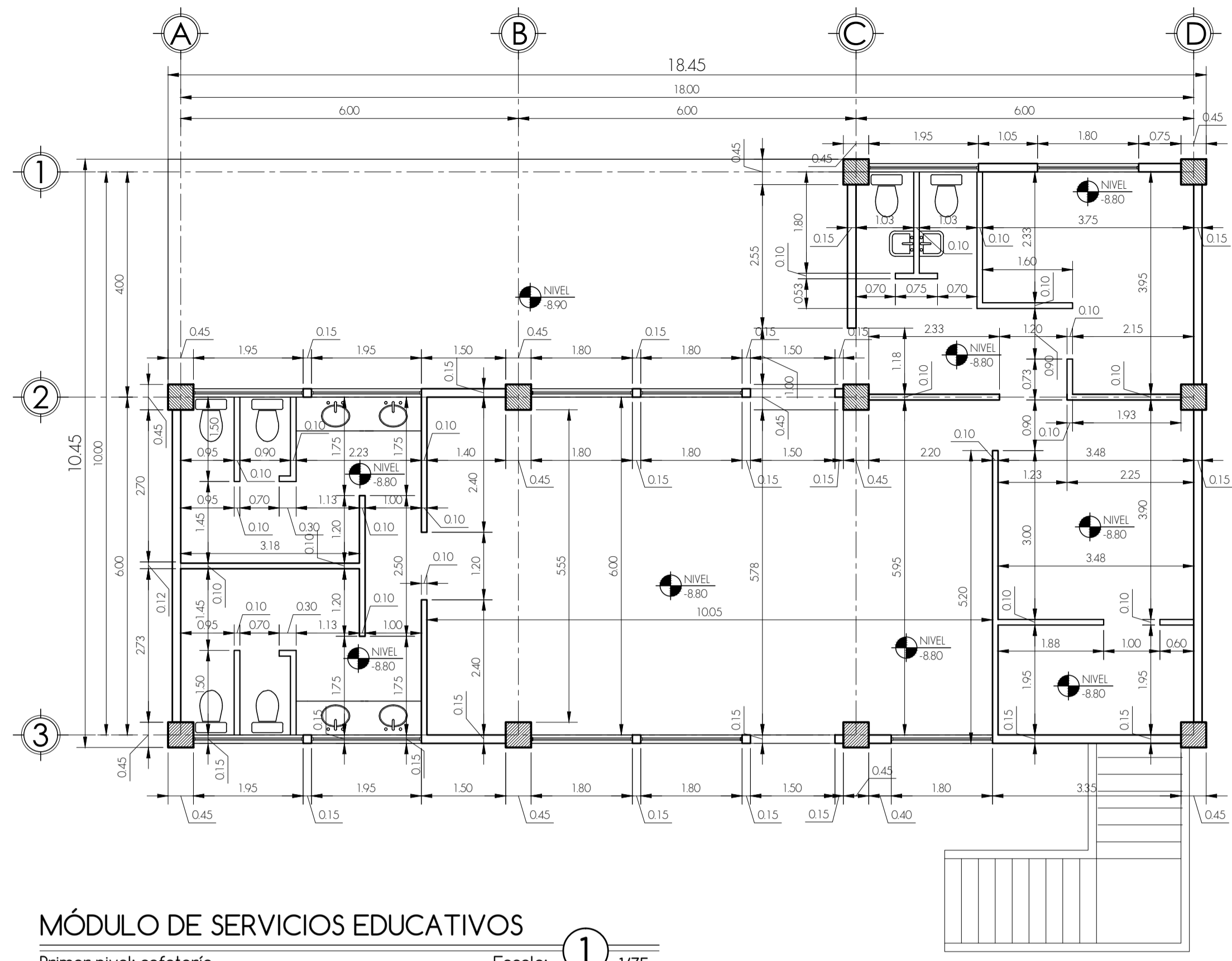
MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 1/75

ARQUITECTURA

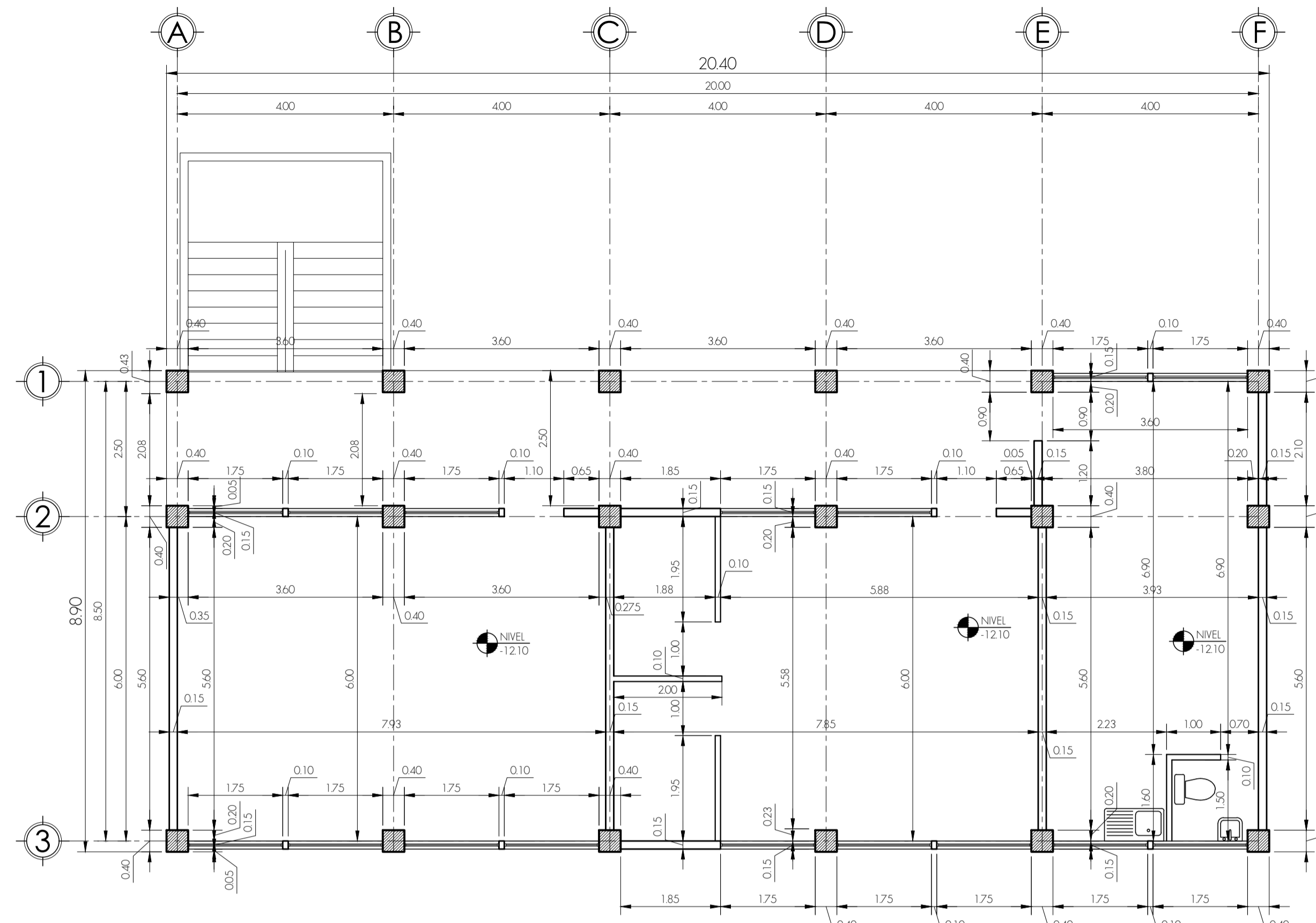
Plantas amuebladas módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: PLANTA AMUEBLADA MÓDULO 1 Y 2	HOJA: 01	DE: 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	ZONA: VARIAS		
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.				
ESCALA VERTICAL: INDICADA				
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA				

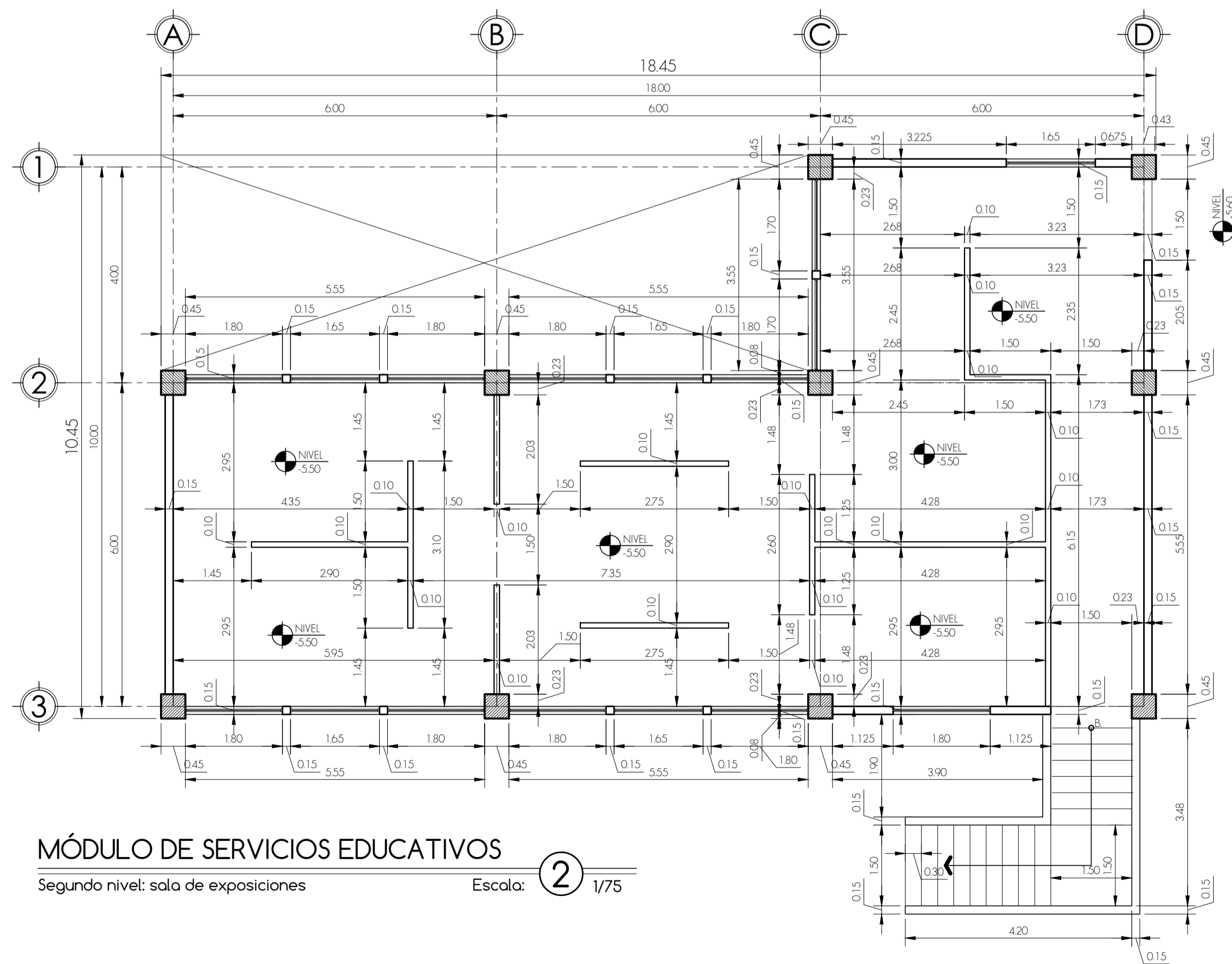
Via: Ing. Angel Roberto Sáiz García
Asesor-Supervisor



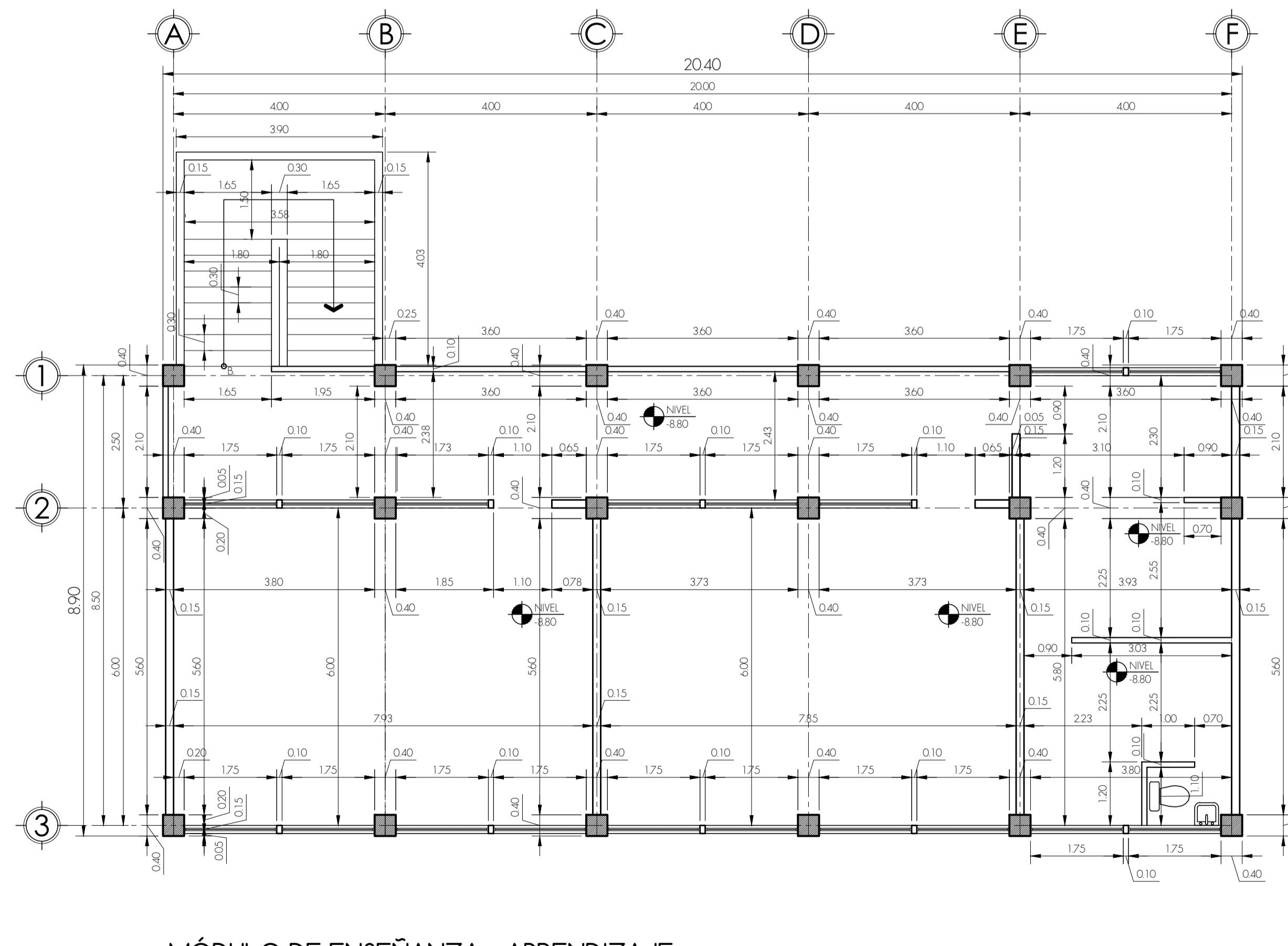
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 4/75

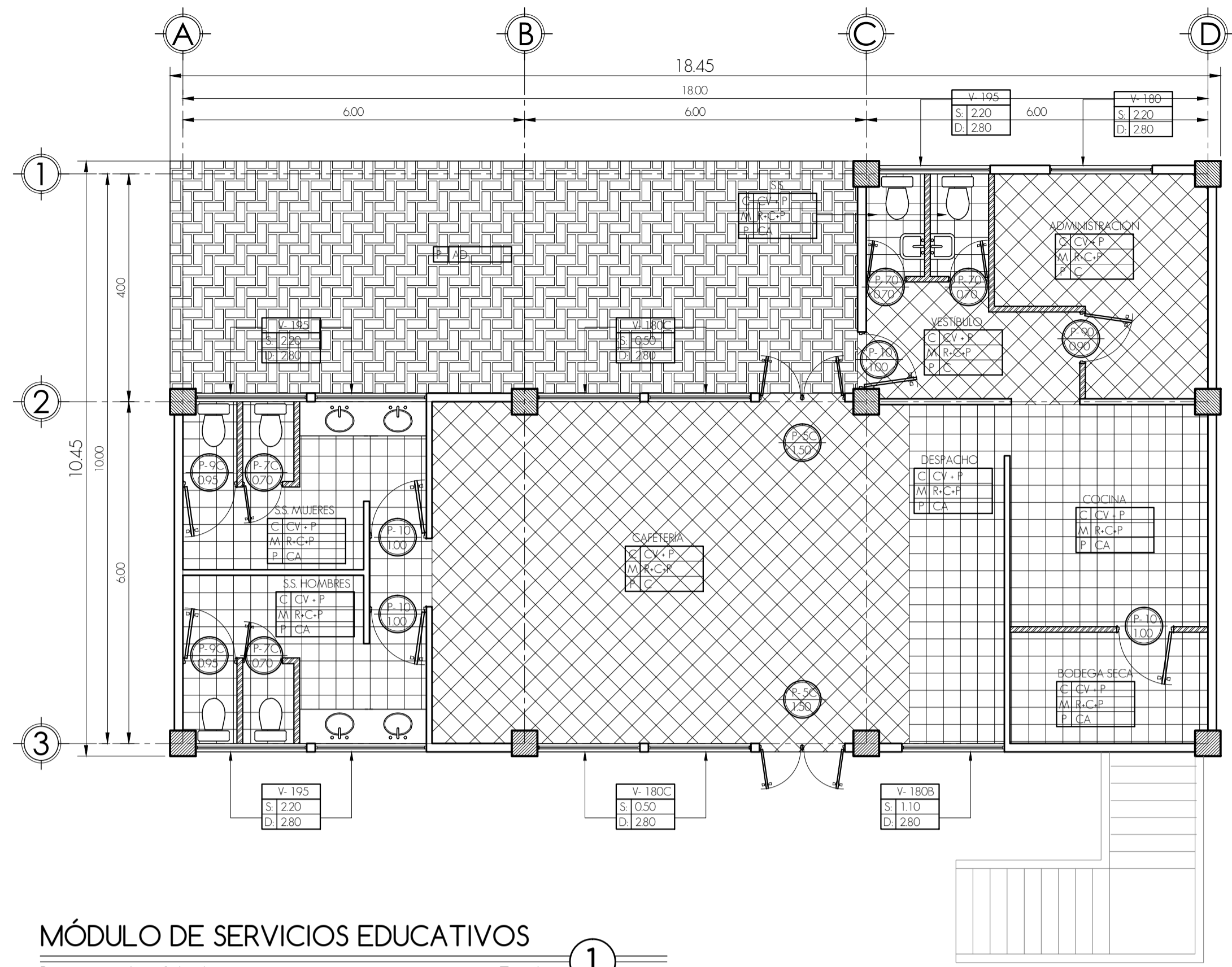
ARQUITECTURA

Plantas acotadas módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

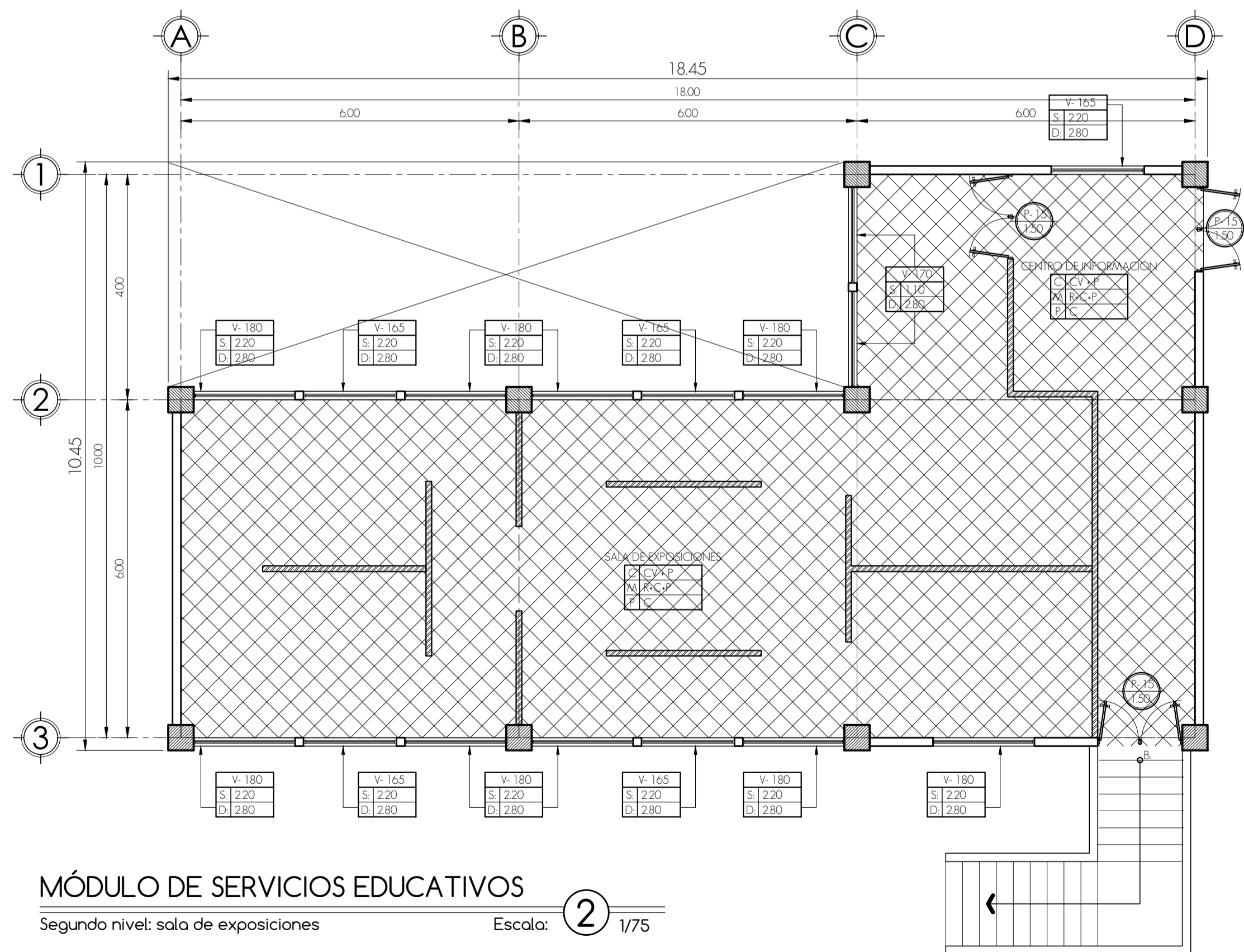


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA

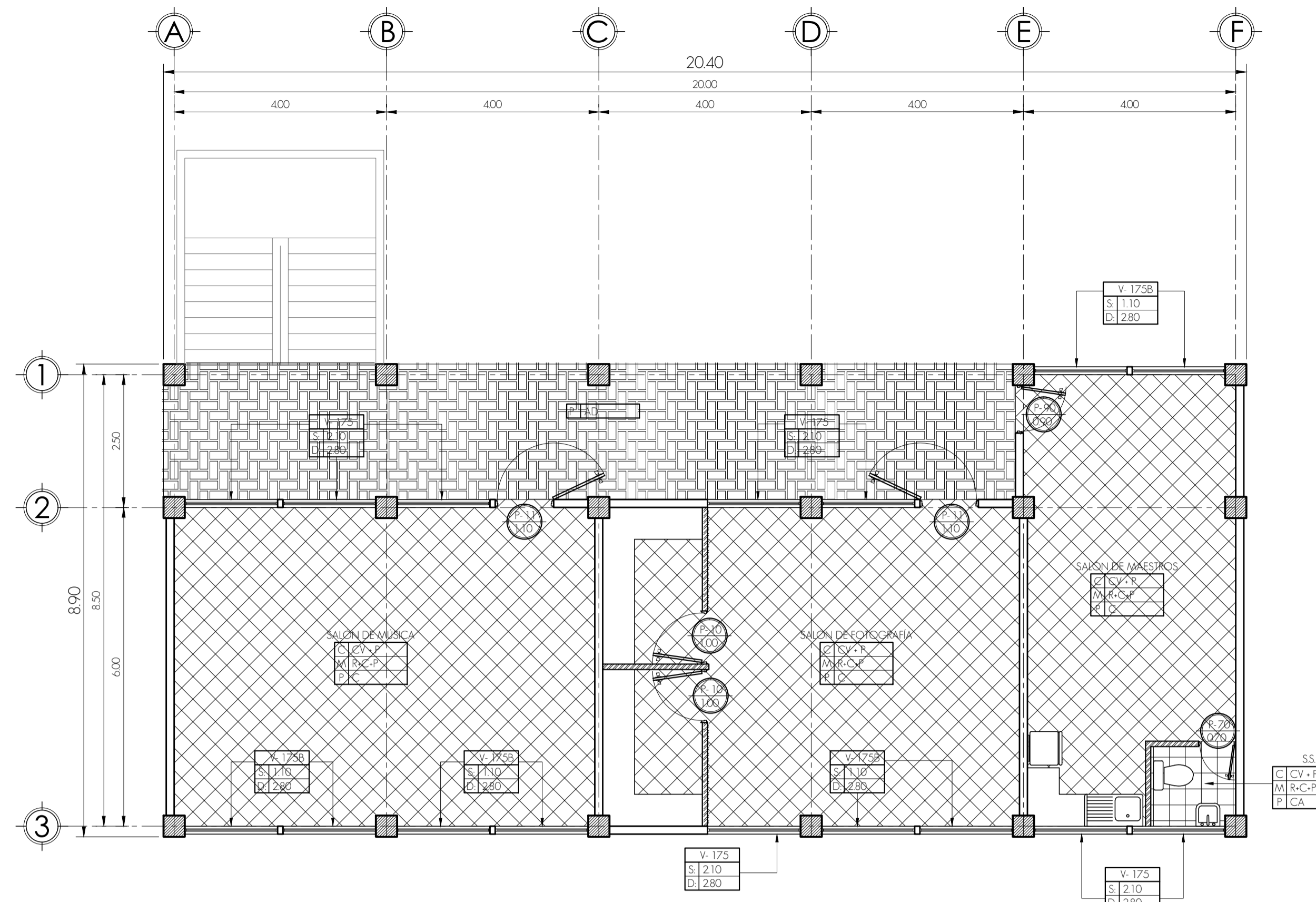
DISENO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	FECHA: FEB. 2013	CONTENIDO: PLANTA ACOTADA MÓDULO 1 Y 2	HOJA: 02	DE: 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS				
ESCALA VERTICAL: INDICADA					
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA					



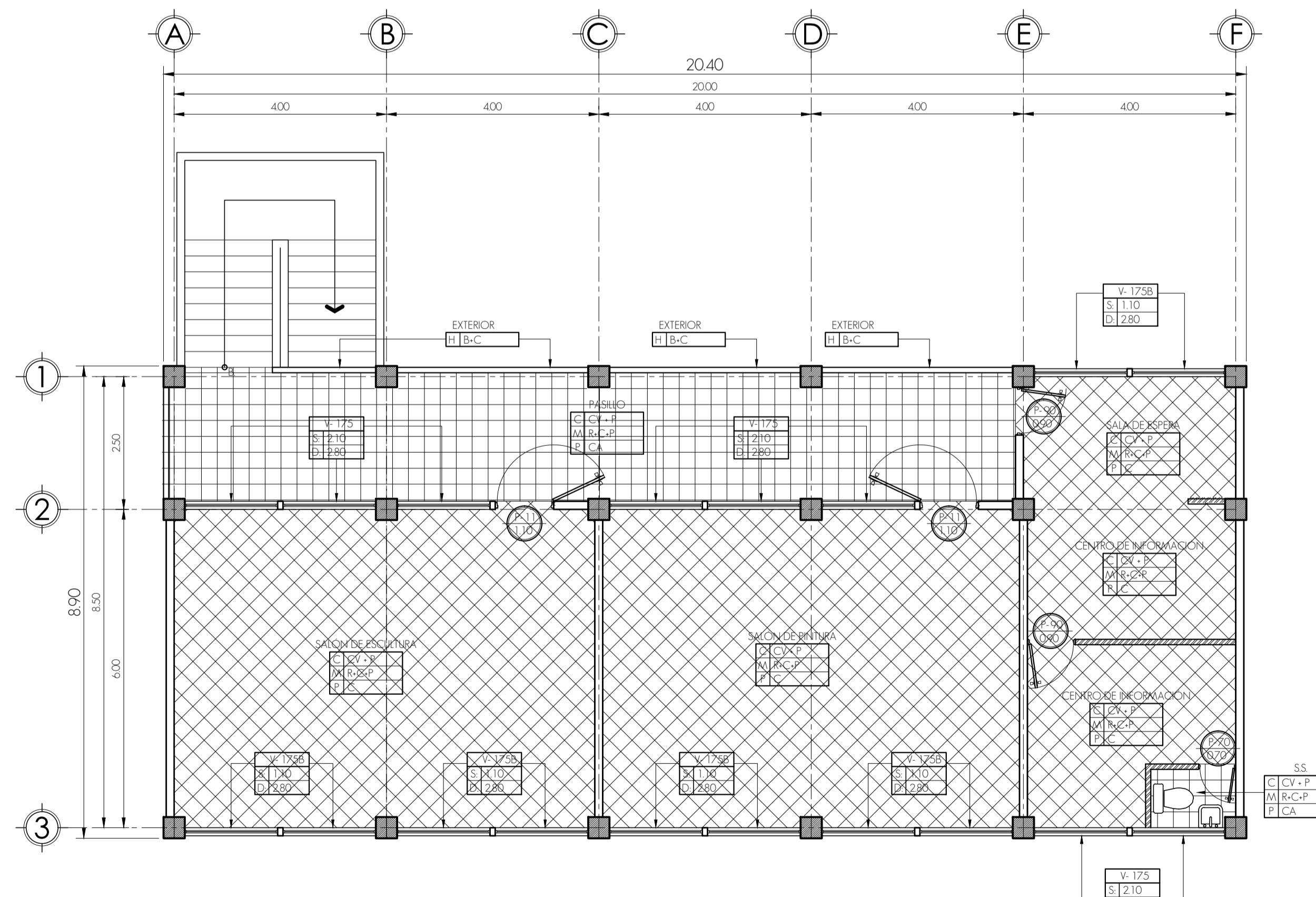
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 1/75

SIMBOLOGÍA	
V. 00	Tipo de ventana
S. 000	Sillar de ventana
D. 000	Dintel de ventana
P. 000	Puerta tipo
A. 000	Ancho de puerta
AMBIENTE	
C. XXX	Ambiente
M. XXX	Acabado en cielo
F. XX	Acabado en muros
	Acabado en piso
C. CV + P	Concreto visto resonado + pintura
C. CF	Cielo falso reticulado de 2 x 4
M. R. C + P	Ensayado + repello + cerrado vertical + pintura tipo látex
M. R. A + P	Ensayado + repello + alisado de cemento gris + pintura tipo látex
P. C	Piso cerámico nacional
P. CA	Piso cerámico antideslizante
P. AD	Piso de adoquín de color
H. B + C	Baranda de concreto, h = 1.10 m
	Muro de block de concreto de 0.14 x 0.19 x 0.39 m
	Muro de tablayesa 2 caras, altura 2.50 m

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANT.	MATERIAL
V-195	195	060	220	280	5	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-180B	180	170	110	280	1	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-180C	180	230	050	280	4	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-180	180	060	220	280	10	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-165	165	060	220	280	5	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-170	170	170	110	280	2	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-175	175	070	210	280	16	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm
V-175B	175	170	110	280	18	Aluminio adornado + vidrio claro 5 mm

PLANILLA DE PUERTAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	CANT.	MATERIAL	TIPO	
P-70	070	210	4	MDF	ABATIBLE 90° 1 HOJA	
P-90	090	210	4	MDF	ABATIBLE 90° 1 HOJAS	
P-1C	100	220	1	METAL	ABATIBLE 90° 1 HOJAS	
P-10	100	210	6	MDF	ABATIBLE 90° 1 HOJAS	
P-5C	150	280	2	ALUMINIO + VIDRIO	ABATIBLE 90° 2 HOJAS	
P-9C	095	180	2	METAL	ABATIBLE 90° 1 HOJA	
P-7C	070	180	2	METAL	ABATIBLE 90° 1 HOJA	
P-15	150	210	3	METAL	ABATIBLE 90° 2 HOJAS	
P-11	110	280	4	METAL + SOBRELIZ	ABATIBLE 180° 1 HOJA	

ARQUITECTURA

Plantas de acabados para módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
GUATEMALA

PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR

FECHA: FEB. 2013

CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS MÓDULO 1 Y 2

HOJA: 03

DE: 15

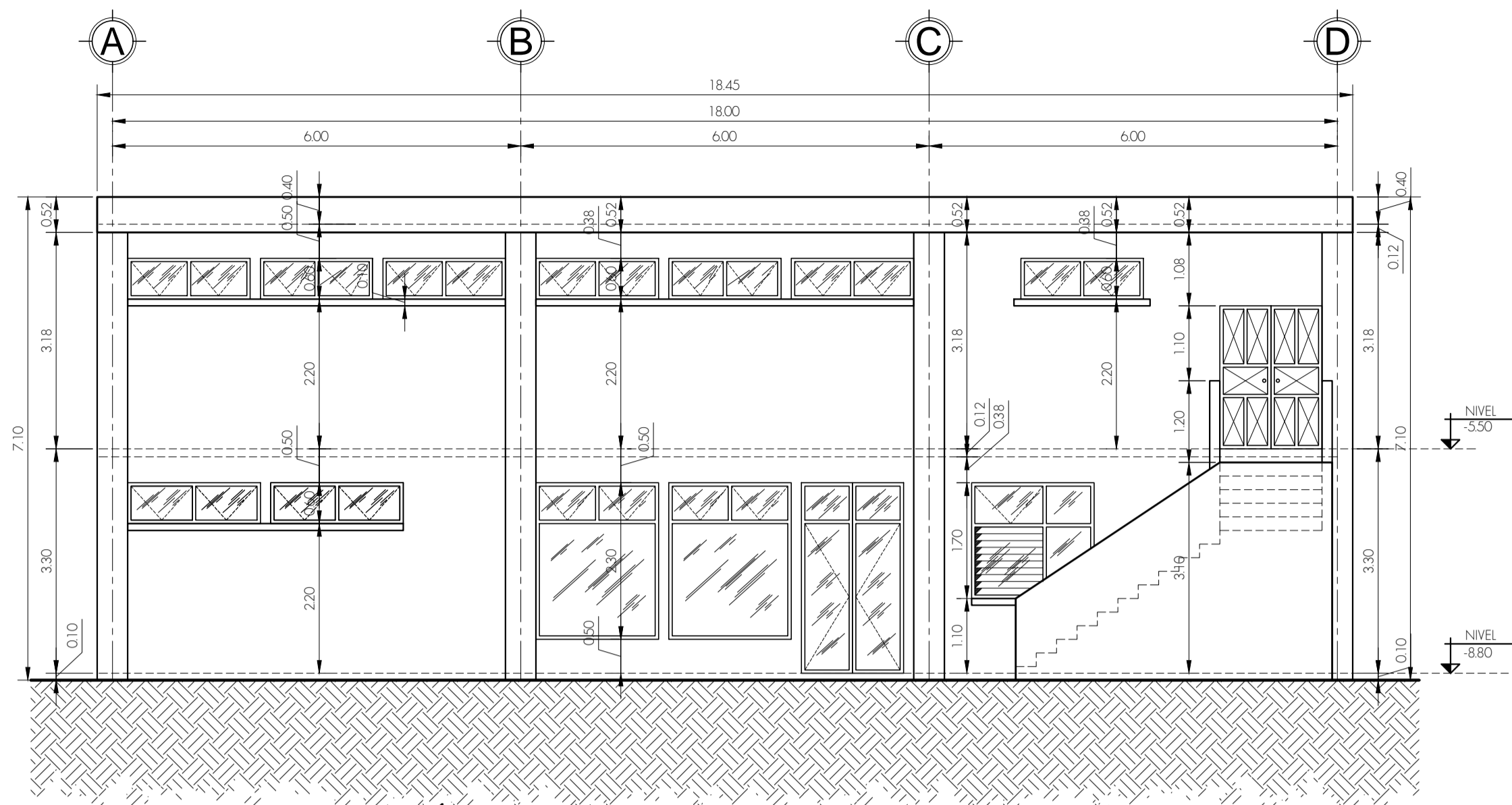
DISENO: ERICK MARTINEZ H.

CALCULO: ERICK MARTINEZ H.

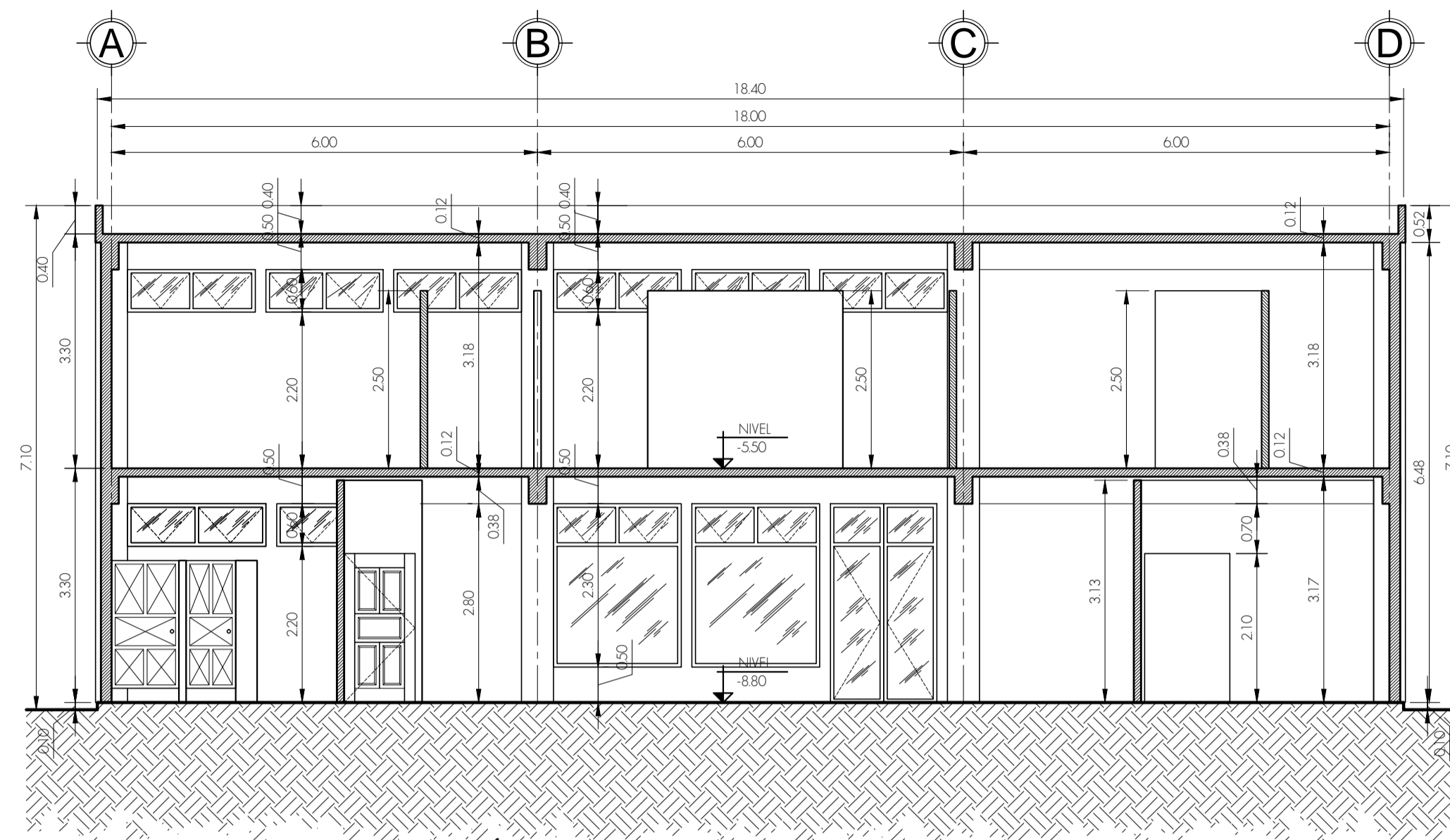
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.

ESCALA VERTICAL: INDICADA

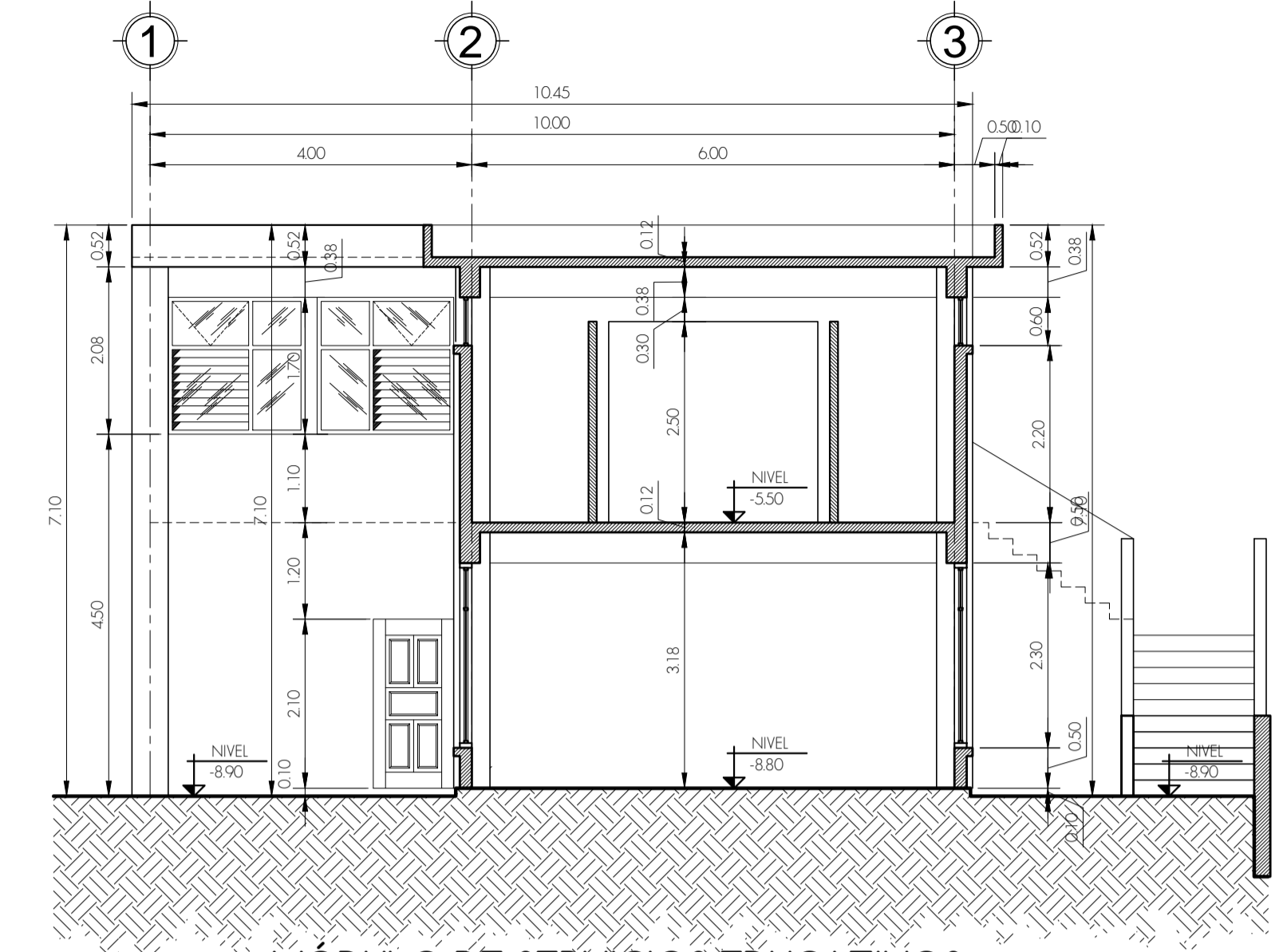
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA



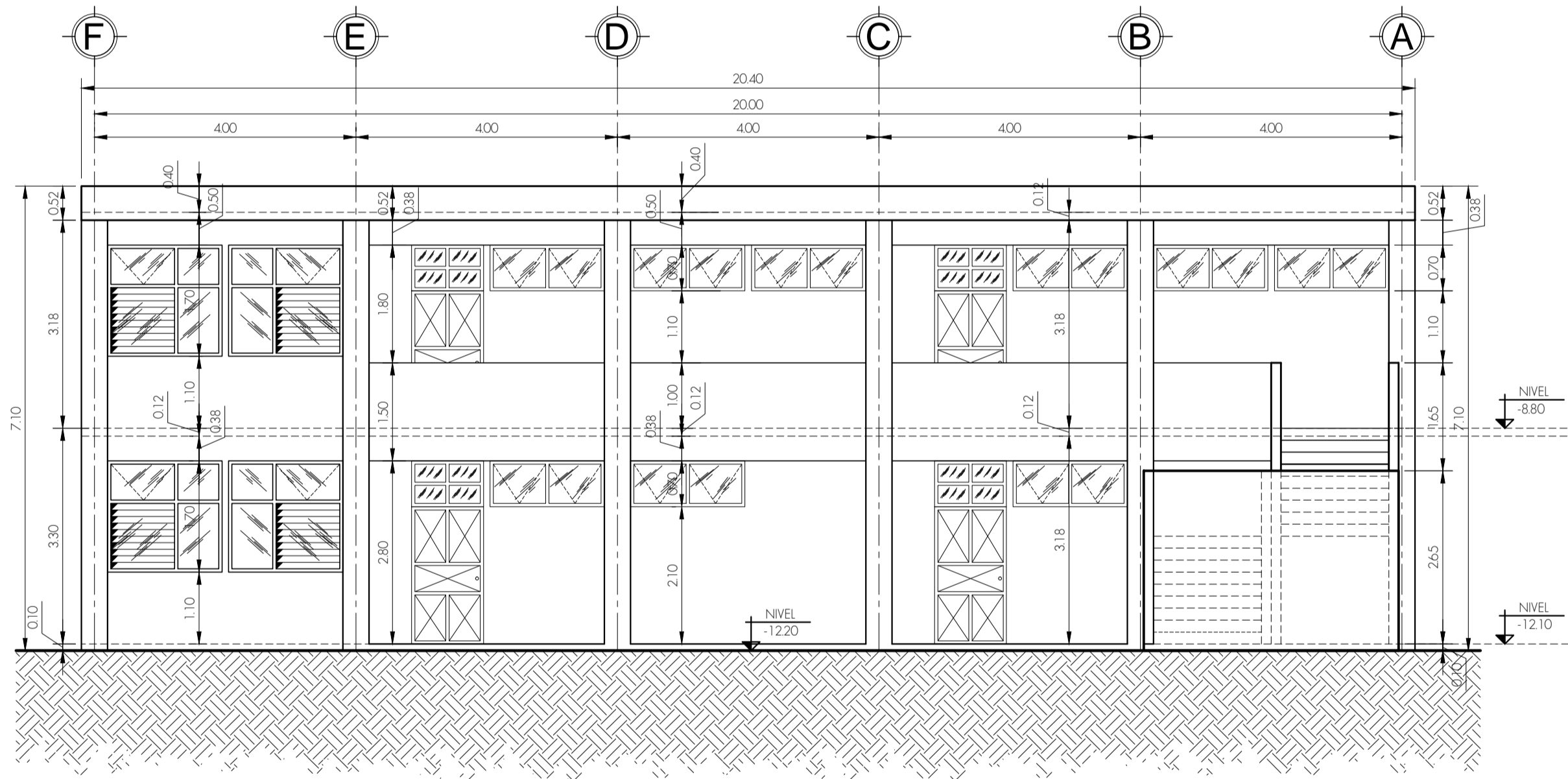
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
 Fachada frontal: cafetería + salón de exposiciones Escala: ① 1/75



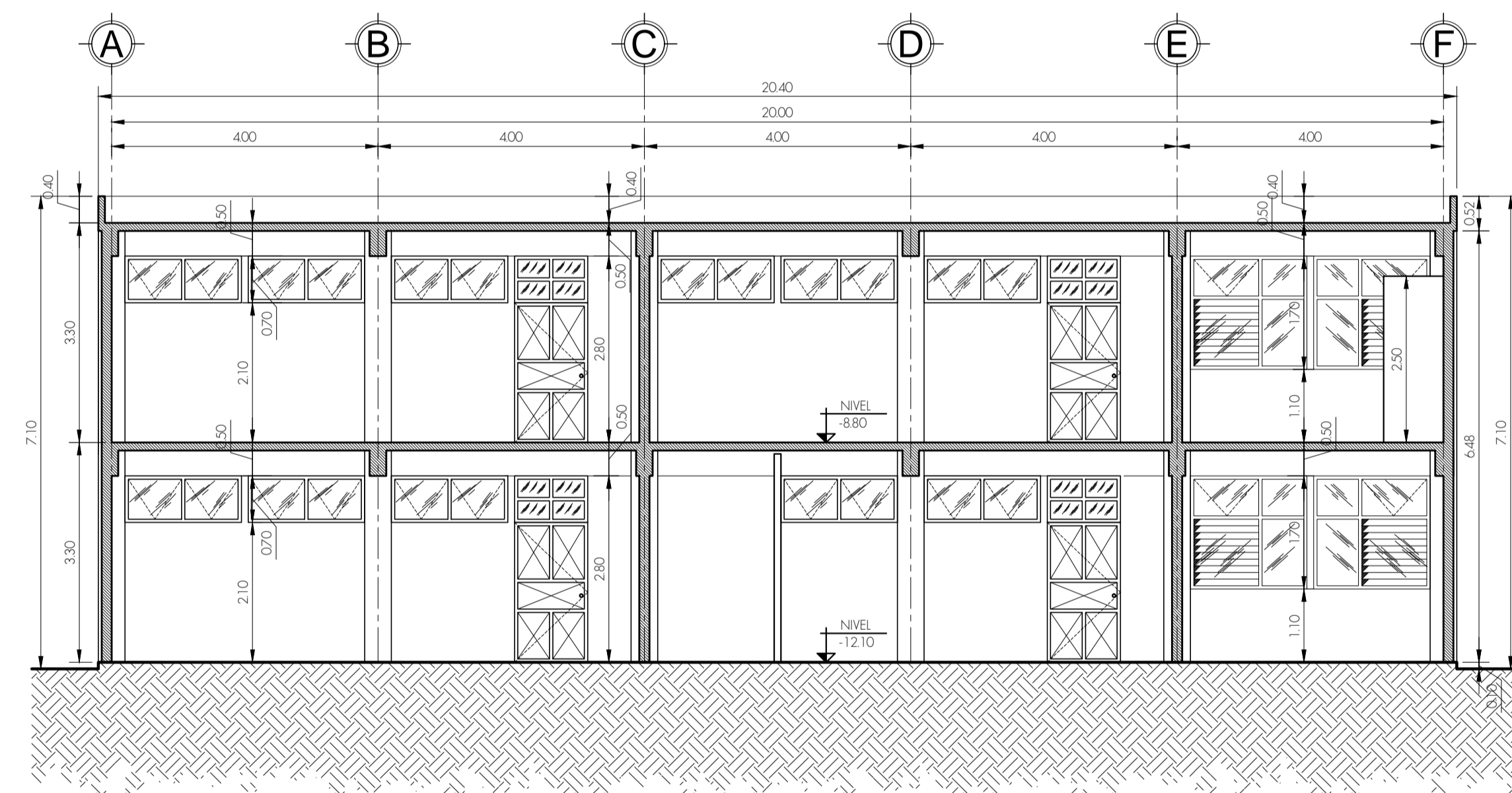
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
 Corte longitudinal A - A' Escala: ② 1/75



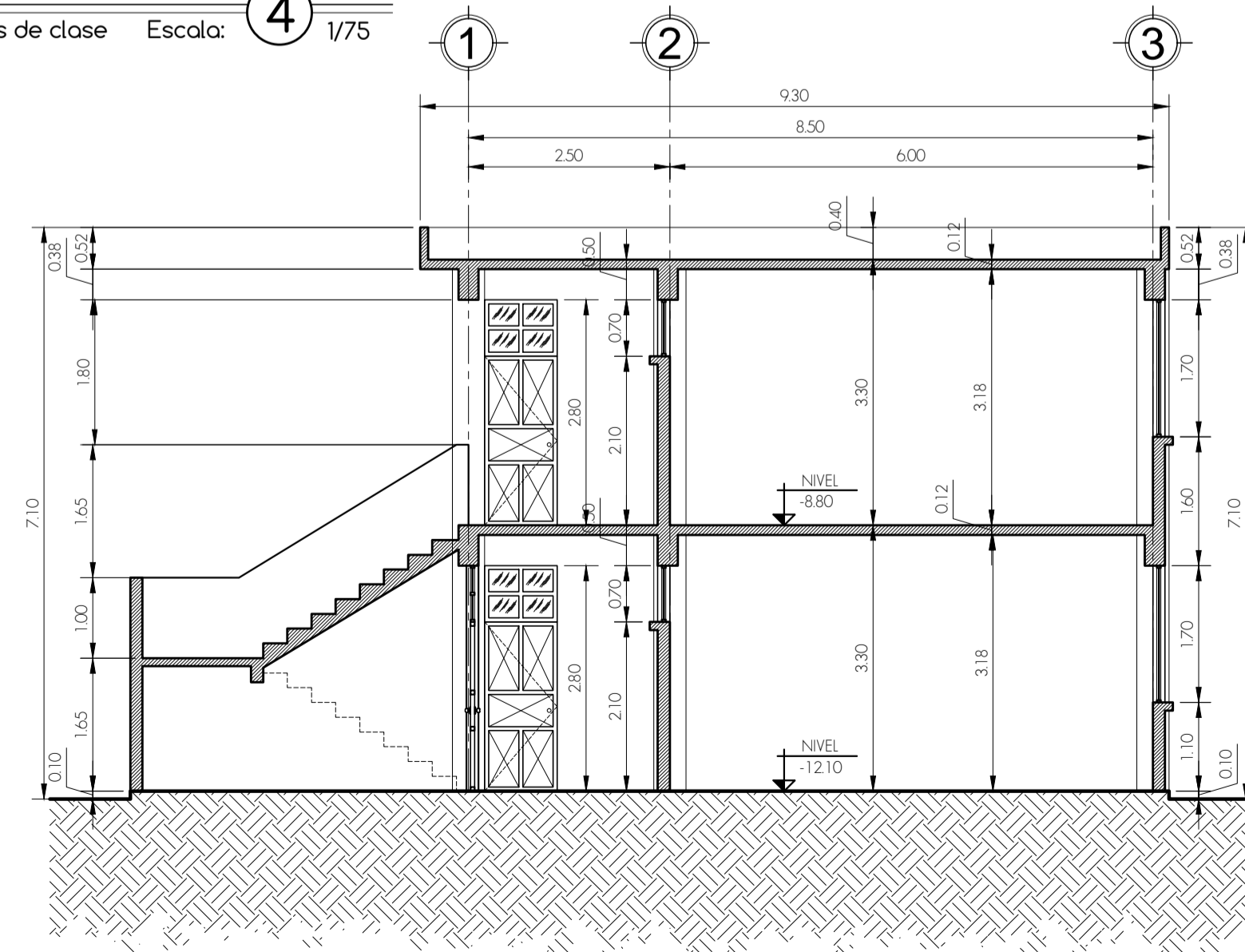
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
 Corte transversal B - B' Escala: ③ 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
 Fachada frontal: áreas administrativas + salones de clase Escala: ④ 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
 Corte longitudinal C - C' Escala: ⑤ 1/75

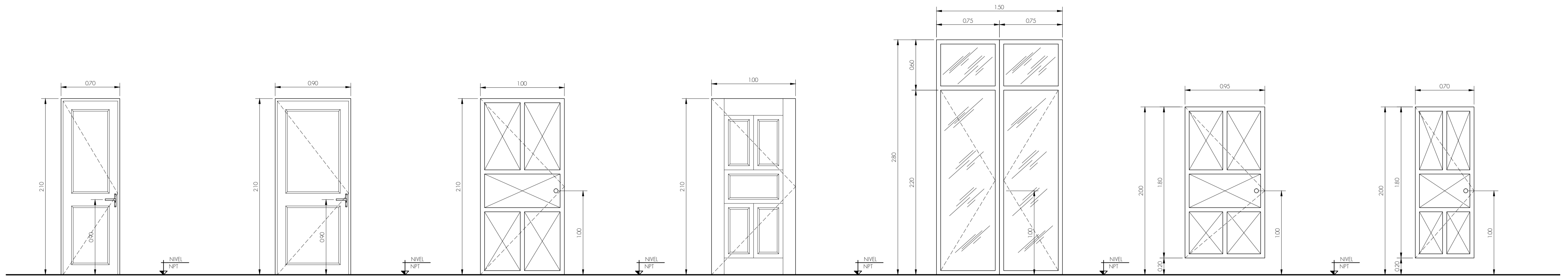


MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
 Corte transversal D - D' Escala: ⑥ 1/75

ARQUITECTURA

Fachadas y cortes de módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA	
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: FACHADAS + CORTES MÓDULO 1 Y 2	HOJA: DE: 04 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	ZONA: VARIAS	
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.			
ESCALA VERTICAL: INDICADA			
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			



PUERTA TIPO P - 70
 Cantidad: 4 unidades Escala: ① 1/25

PUERTA TIPO P - 90
 Cantidad: 4 unidades Escala: ② 1/25

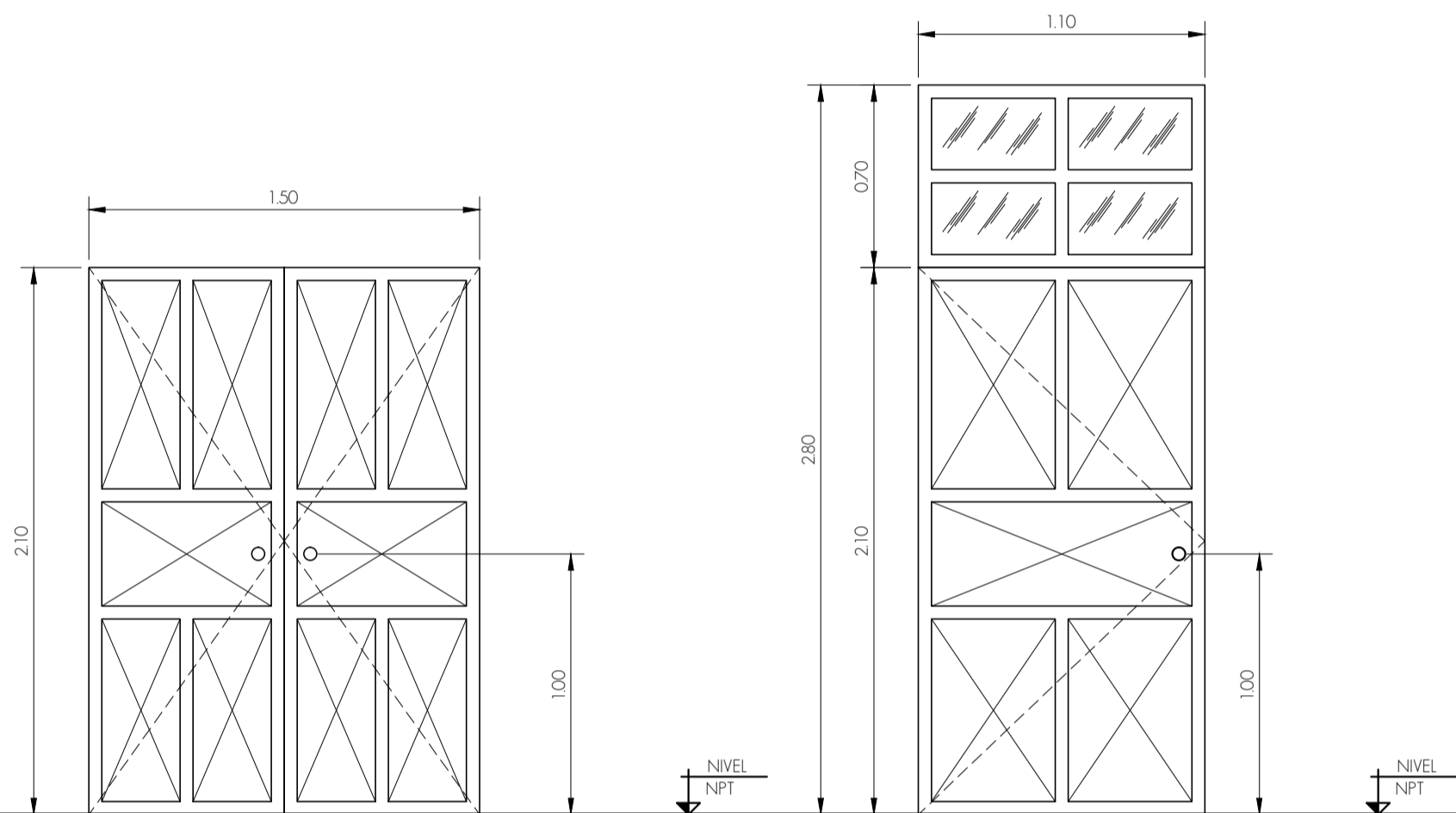
PUERTA TIPO P - 1C
 Cantidad: 1 unidad Escala: ③ 1/25

PUERTA TIPO P - 10
 Cantidad: 6 unidades Escala: ④ 1/25

PUERTA TIPO P - 5C
 Cantidad: 2 unidades Escala: ⑤ 1/25

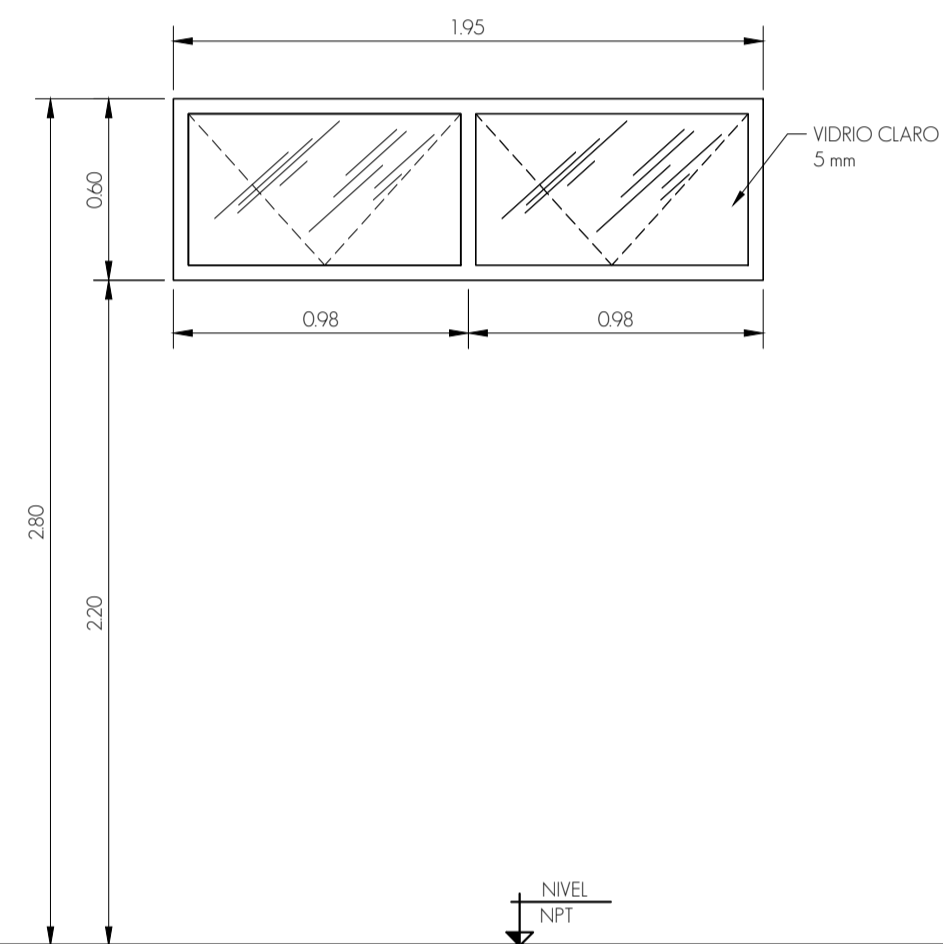
PUERTA TIPO P - 9C
 Cantidad: 2 unidades Escala: ⑥ 1/25

PUERTA TIPO P - 7C
 Cantidad: 2 unidades Escala: ⑦ 1/25

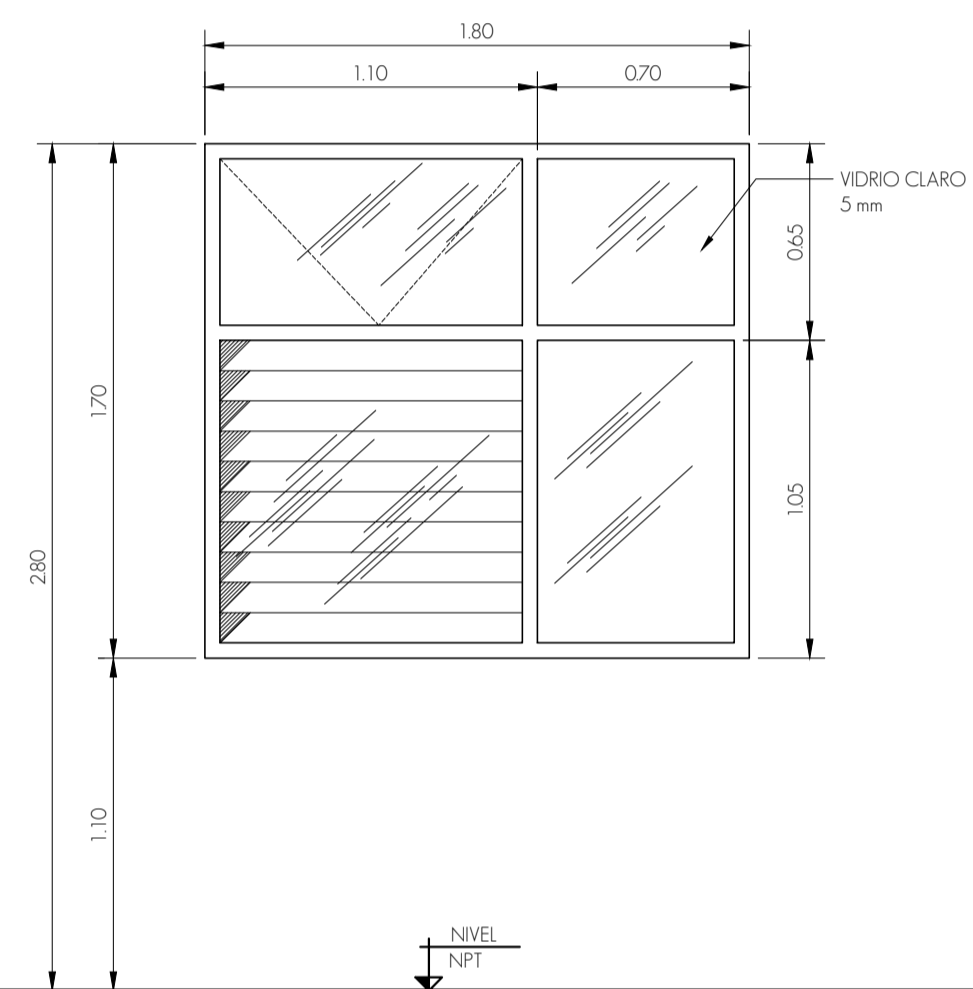


PUERTA TIPO P - 15
 Cantidad: 3 unidades Escala: ⑧ 1/25

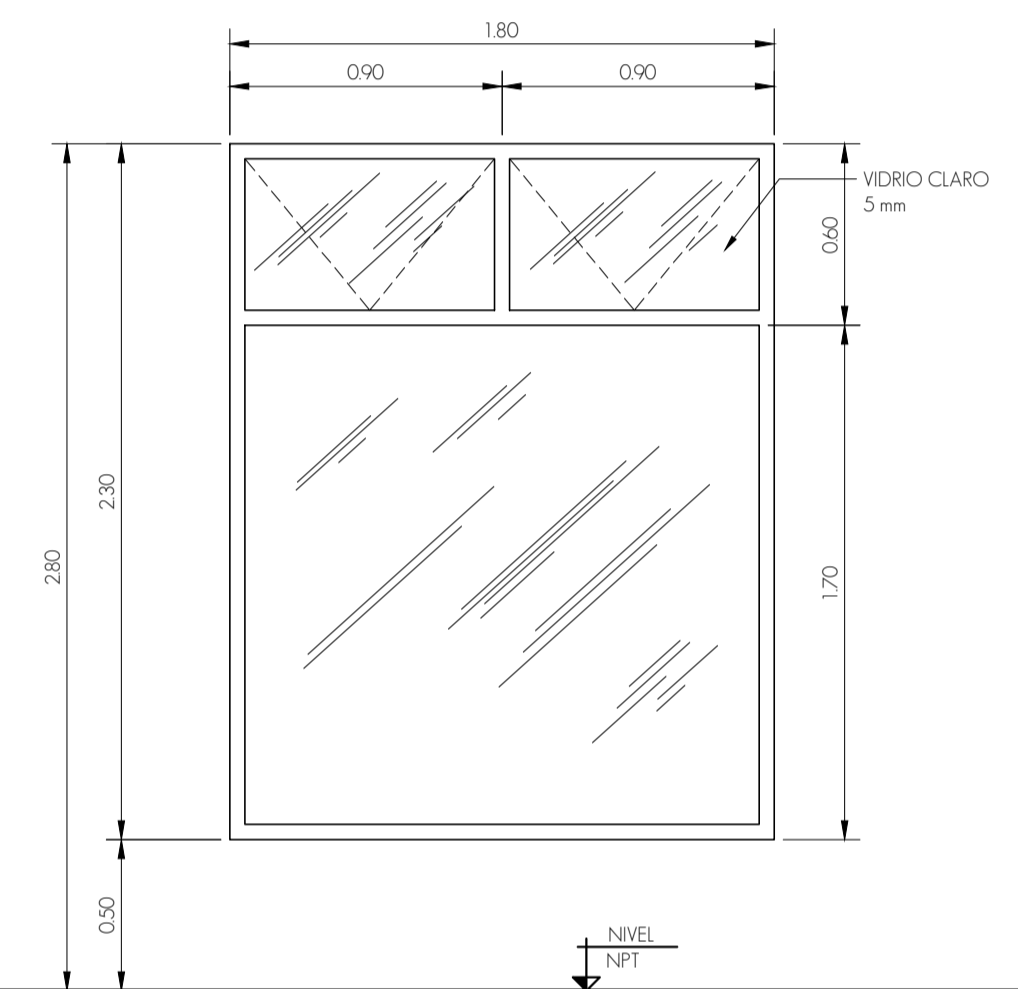
PUERTA TIPO P - 11
 Cantidad: 4 unidades Escala: ⑨ 1/25



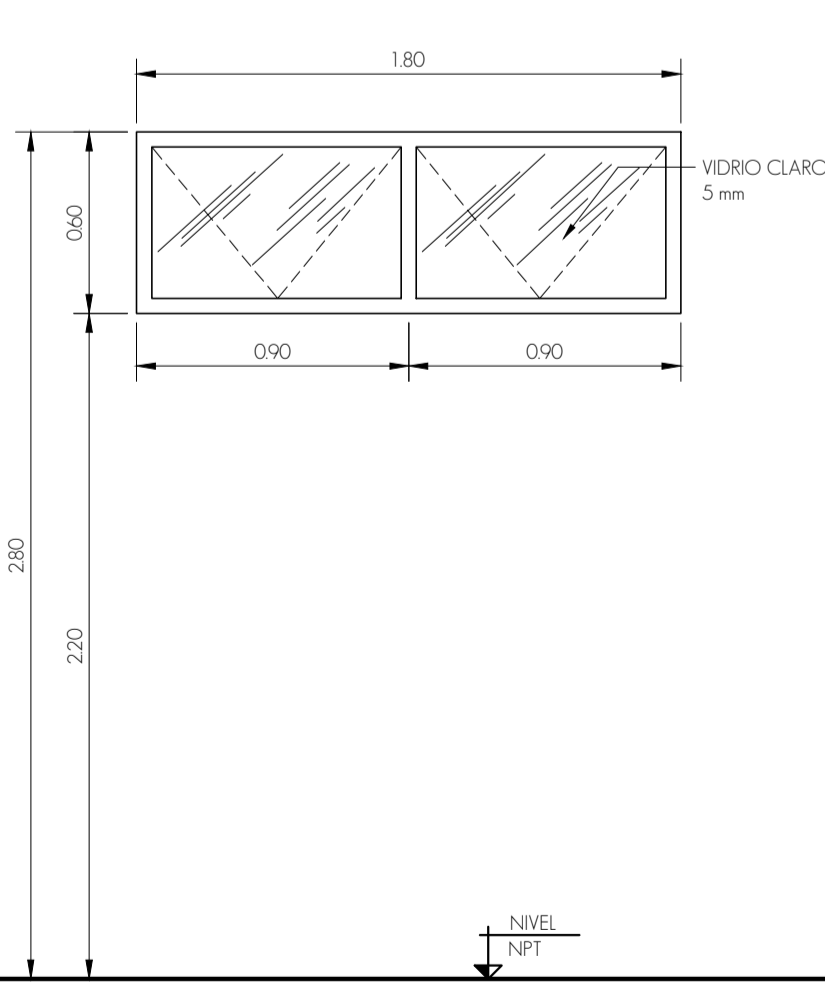
VENTANA TIPO V - 195
 Cantidad: 5 unidades Escala: ① 1/25



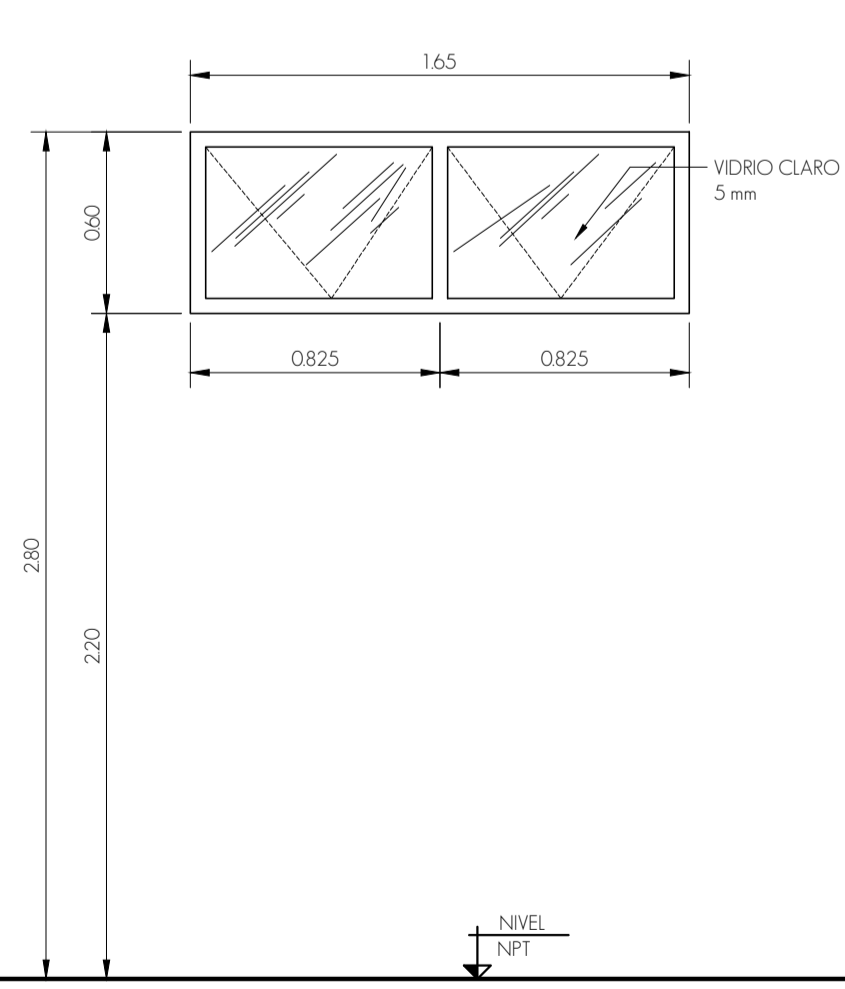
VENTANA TIPO V - 180B
 Cantidad: 1 unidad Escala: ② 1/25



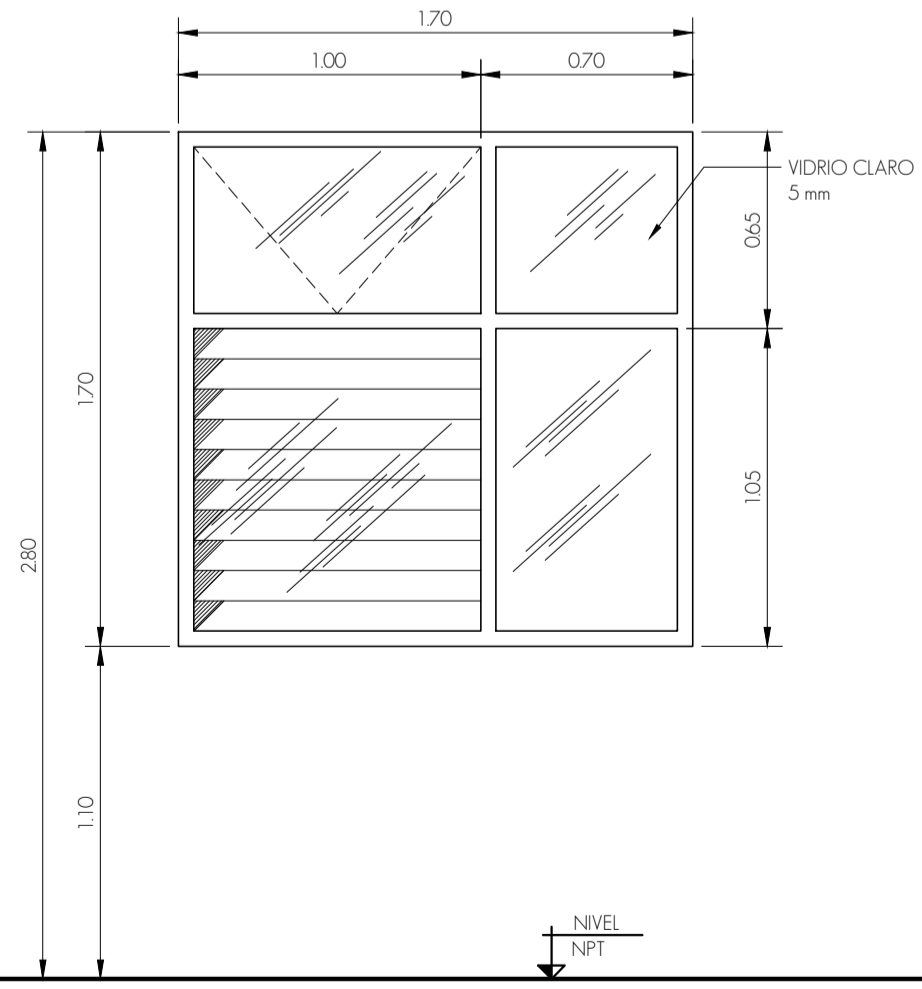
VENTANA TIPO V - 180C
 Cantidad: 4 unidades Escala: ③ 1/25



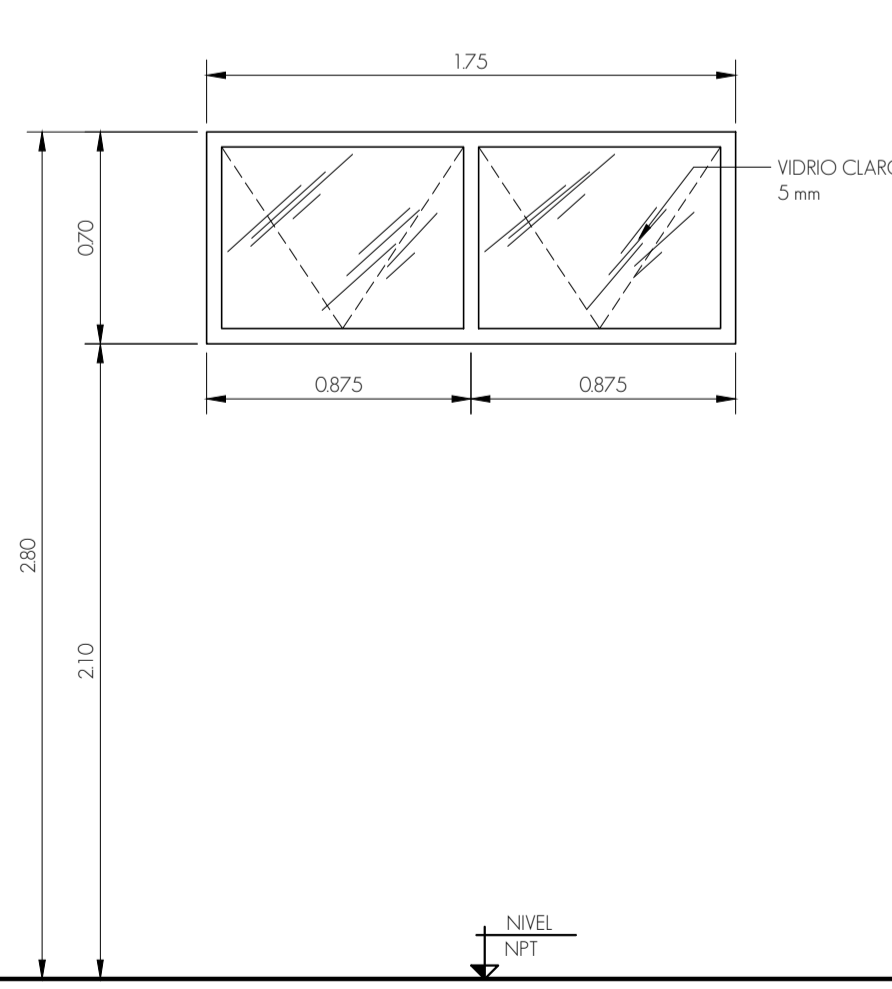
VENTANA TIPO V - 180
 Cantidad: 10 unidades Escala: ④ 1/25



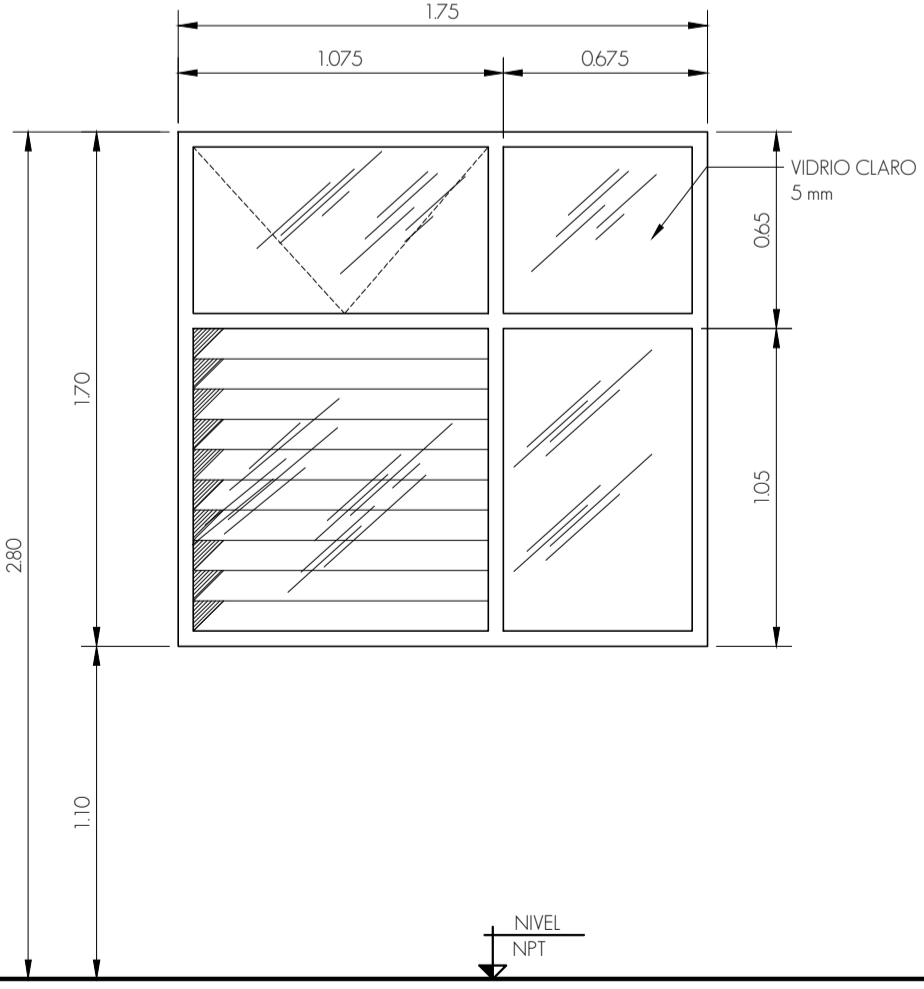
VENTANA TIPO V - 165
 Cantidad: 5 unidades Escala: ⑤ 1/25



VENTANA TIPO V - 170
 Cantidad: 2 unidades Escala: ⑥ 1/25



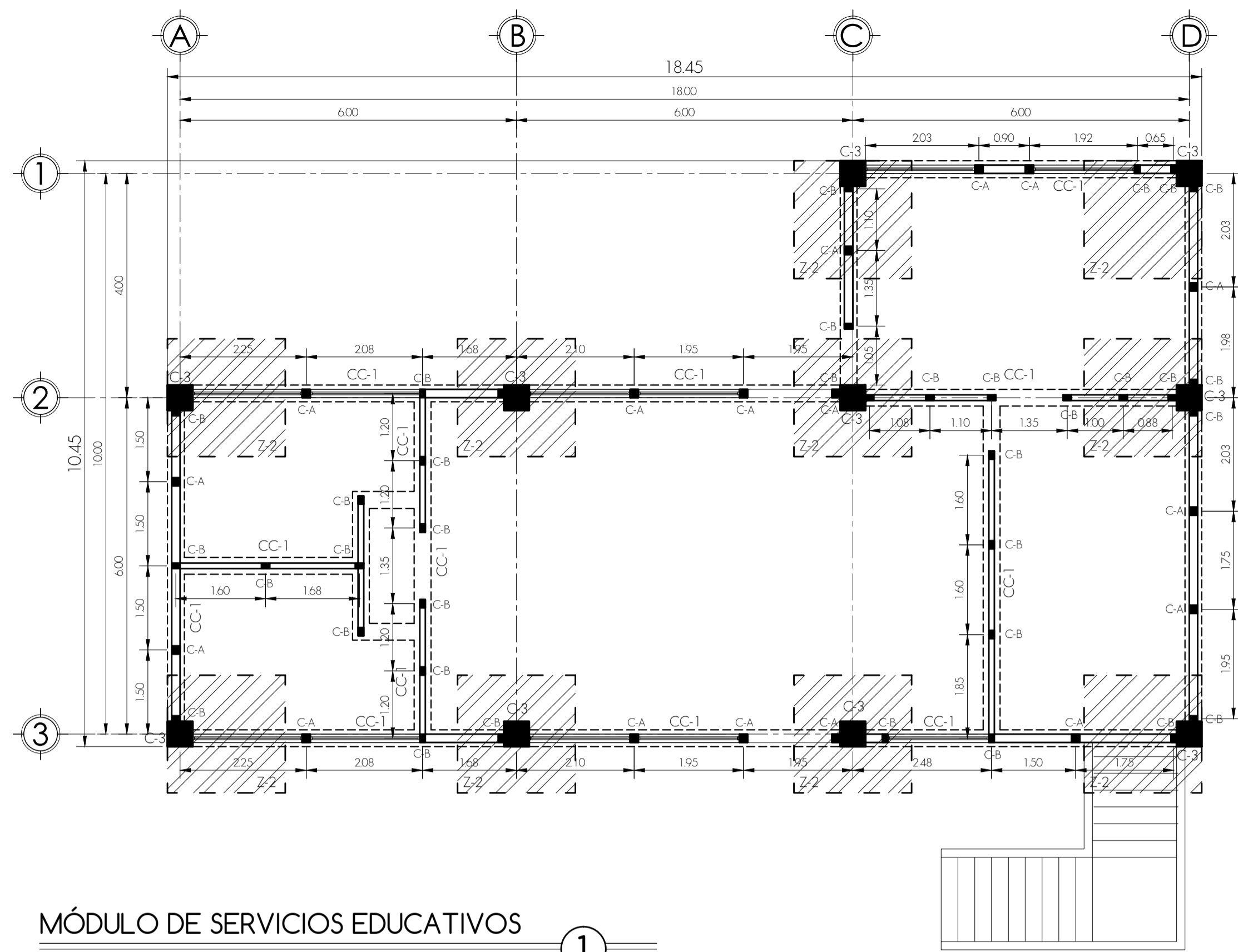
VENTANA TIPO V - 175
 Cantidad: 16 unidades Escala: ⑦ 1/25



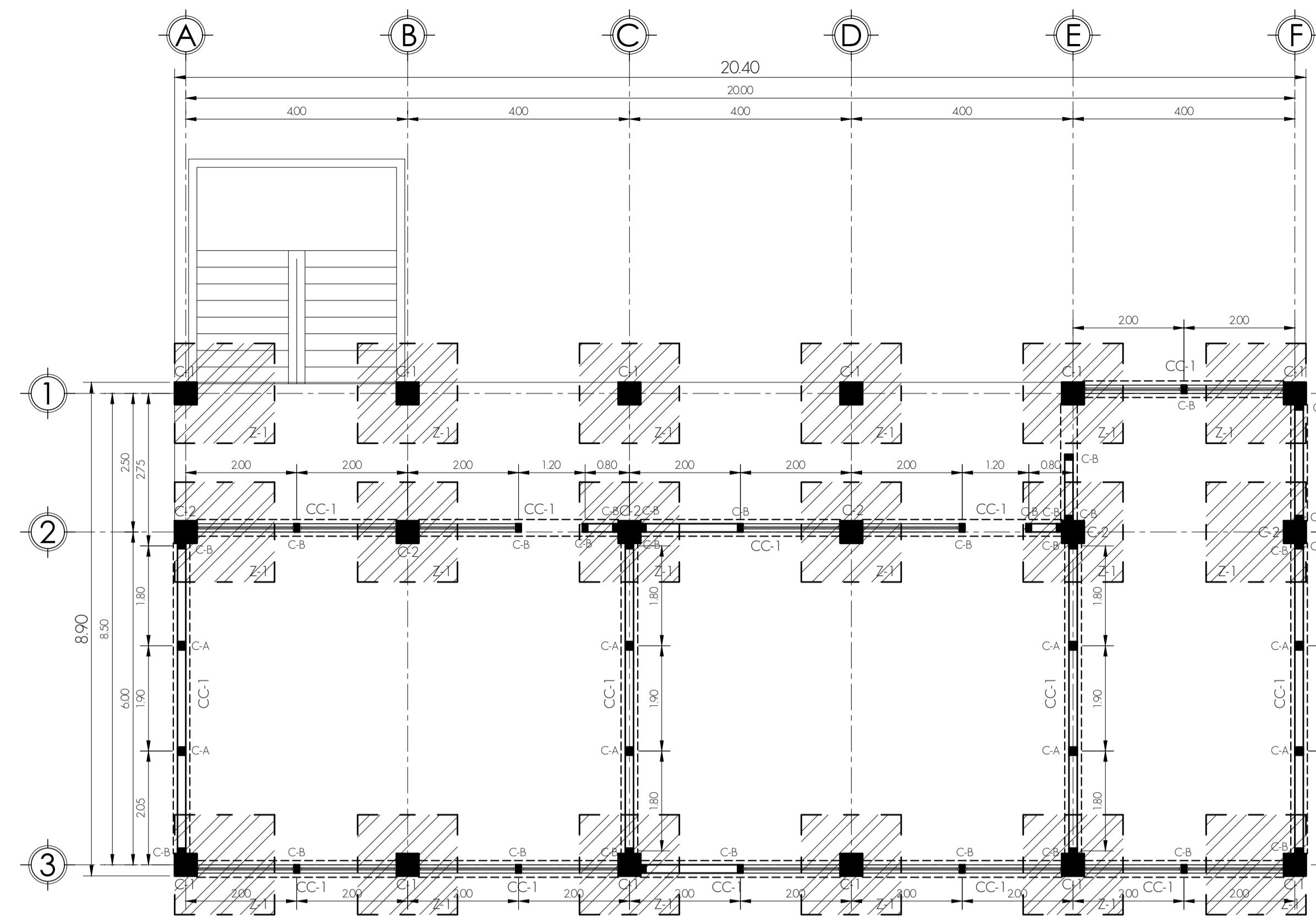
VENTANA TIPO V - 175B
 Cantidad: 18 unidades Escala: ⑧ 1/25

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		
		PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	FECHA: FEB. 2013	CONTENIDO: DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS	ESCALA VERTICAL: INDICADA ESCALA HORIZONTAL: INDICADA

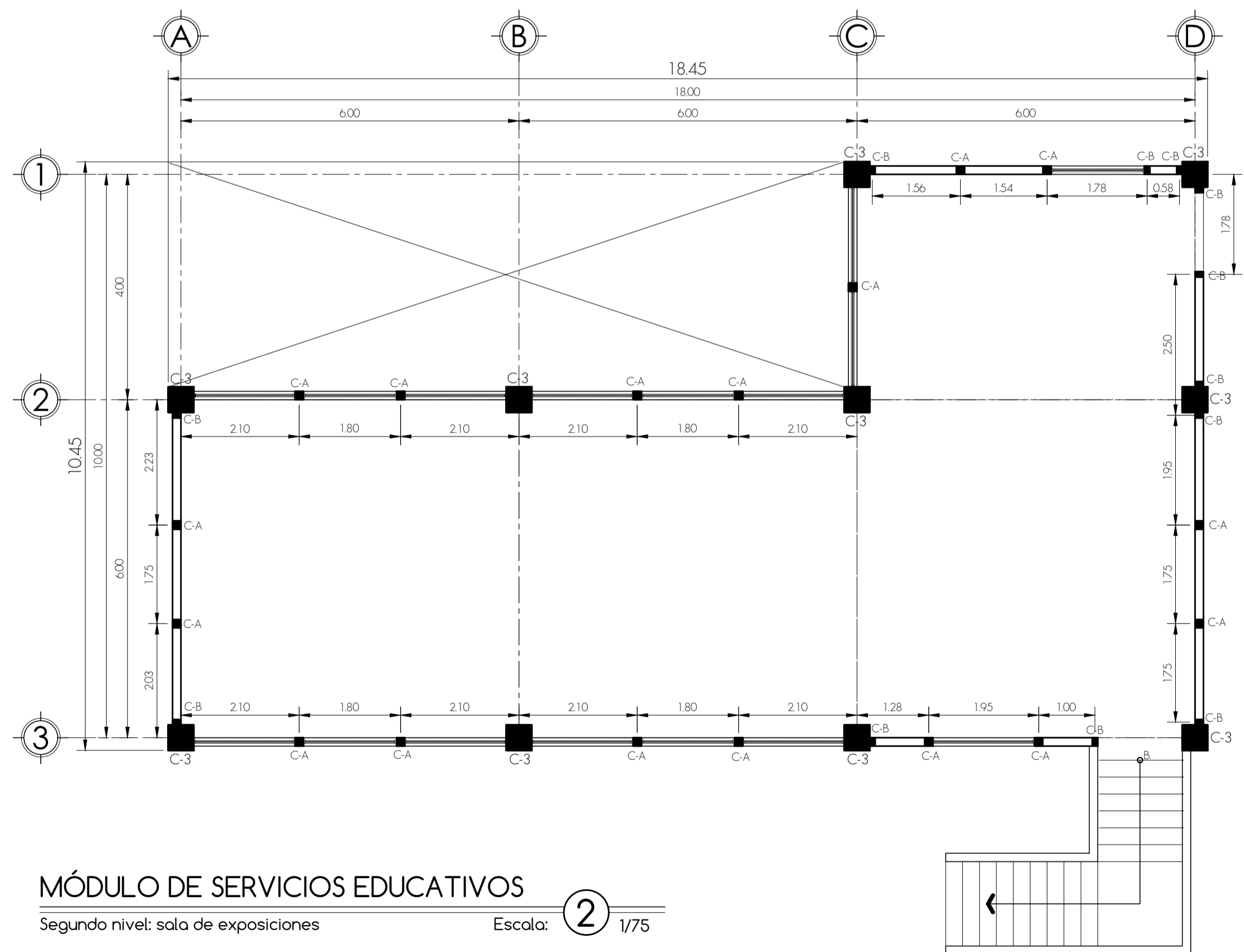
V.Bo. Ing. Angel Roberto Sa. Garcia
 Asesor-Supervisor
 V.Bo. Municipalidad de San Juan Sacatepequez



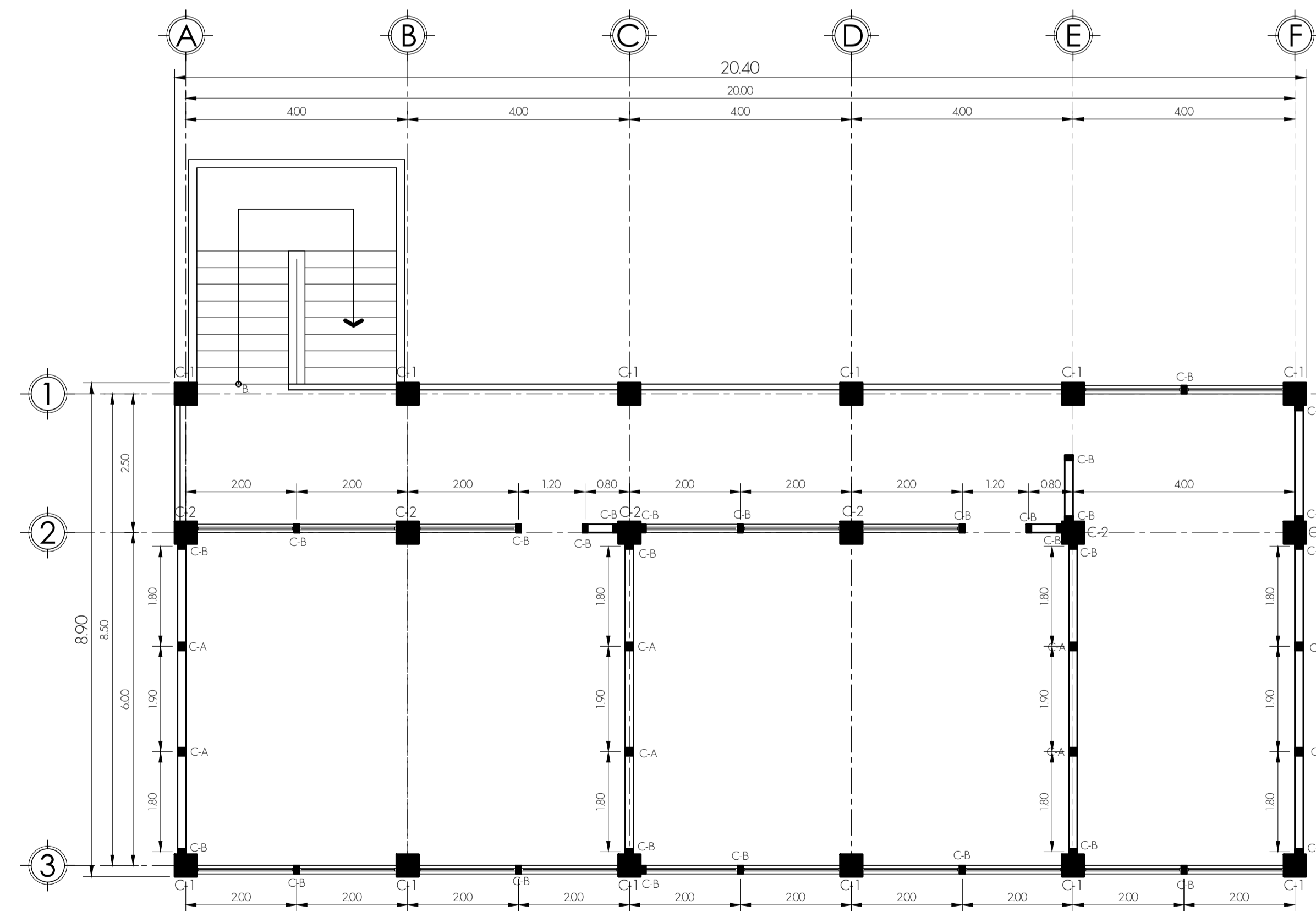
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
 PLANTA DE CIMENTACION + COLUMNAS
 Primer nivel: cafetería
 Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
 PLANTA DE CIMENTACION + COLUMNAS
 Primer nivel: escuela de arte
 Escala: 3/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
 Segundo nivel: sala de exposiciones
 Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
 Segundo nivel: escuela de arte
 Escala: 4/75

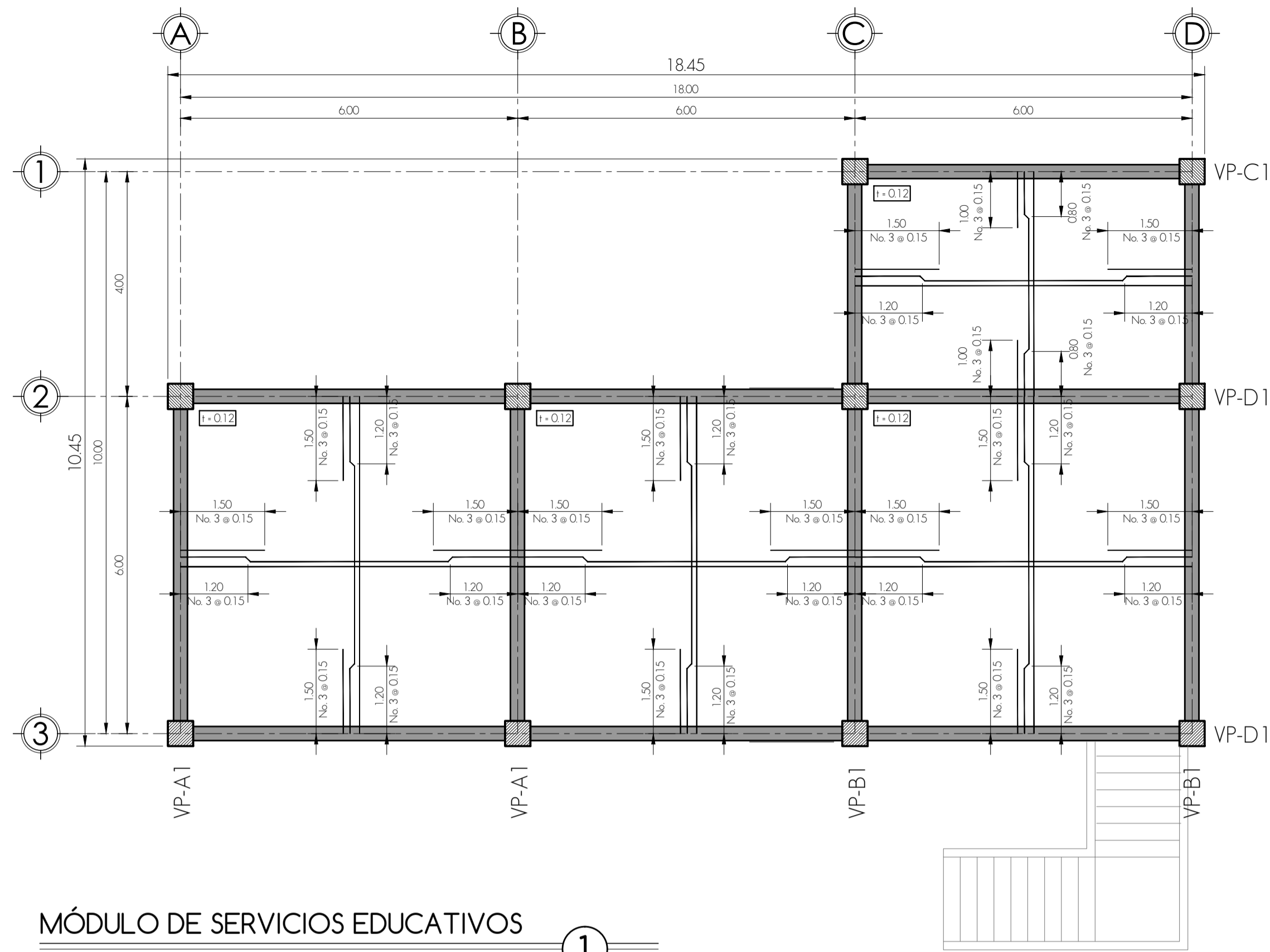
SIMBOLOGÍA	
	Zapato tipo 1, armado según detalle
	Columna principal de concreto reforzado, armado según detalles
	Columna de muros de relleno, armado según planilla
	Cimiento corrido de 0.30 x 0.15 m, armado según detalle

ESTRUCTURALES

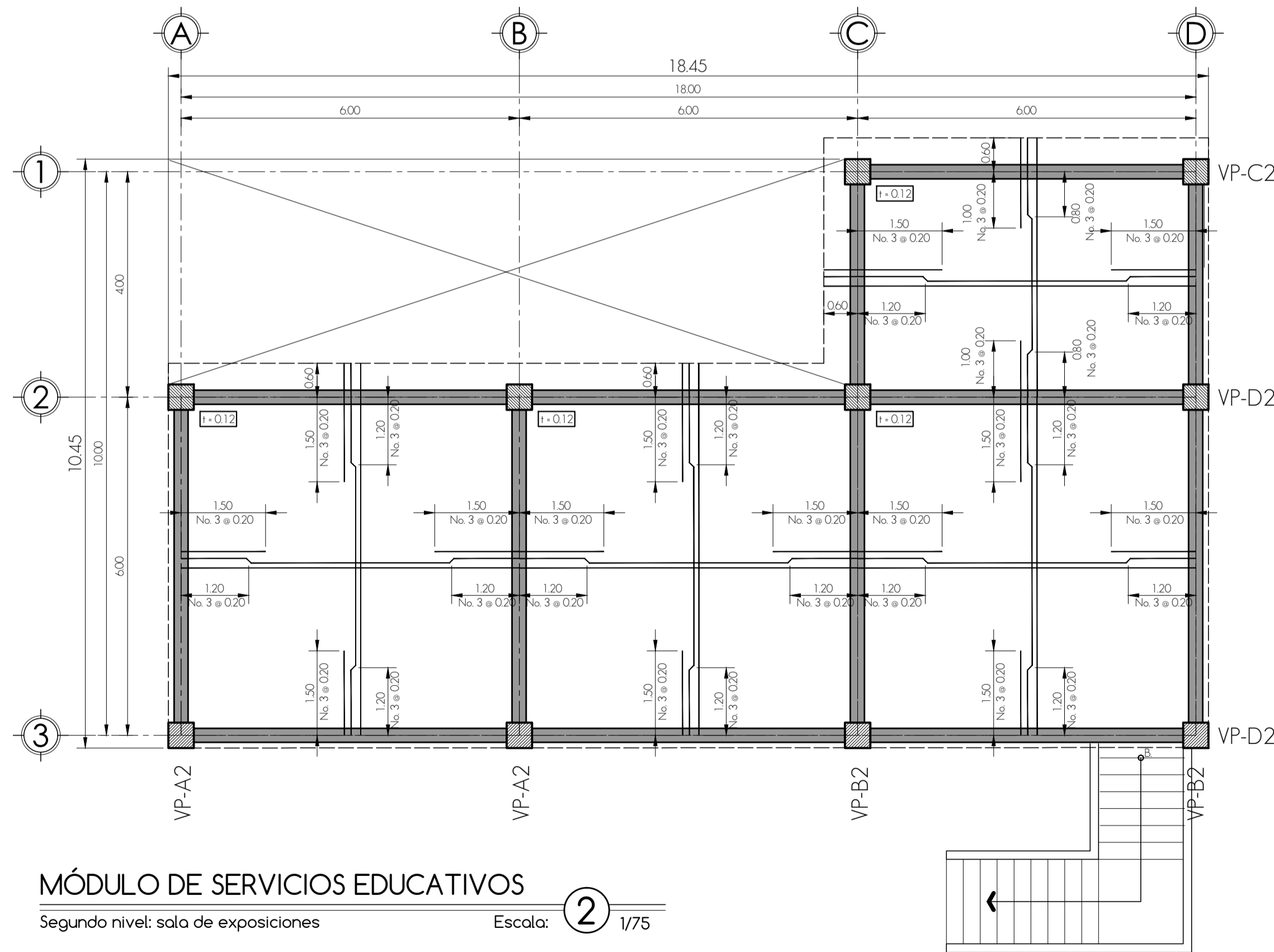
Planta de cimentación y distribución de columnas módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA	
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS MÓDULO 1 Y 2	HOJA: 06 DE: 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	ZONA: VARIAS	
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.			
ESCALA VERTICAL: INDICADA			
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			

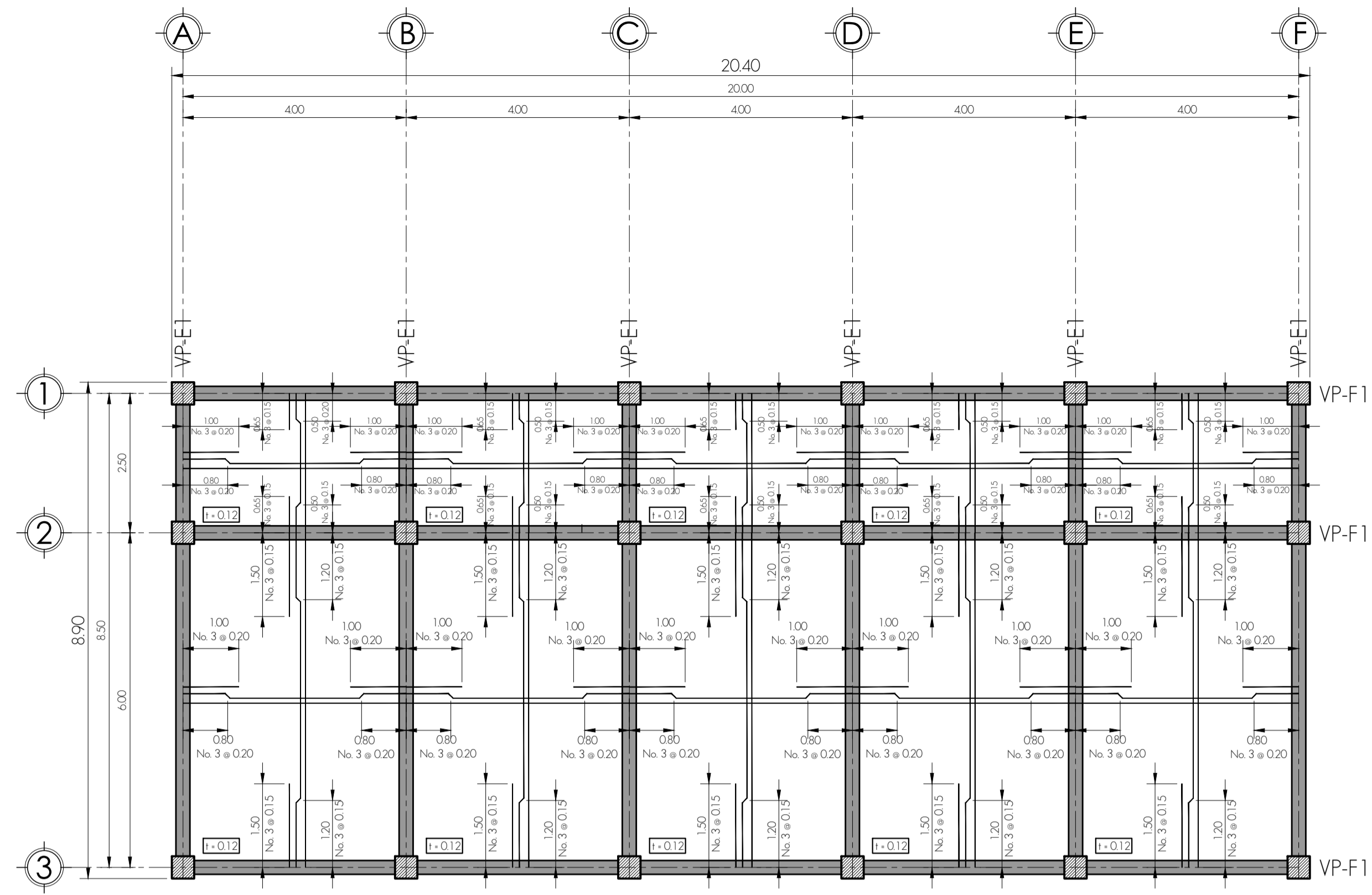
Via: Ing. Angel Roberto Sáiz García
 Asesor-Supervisor



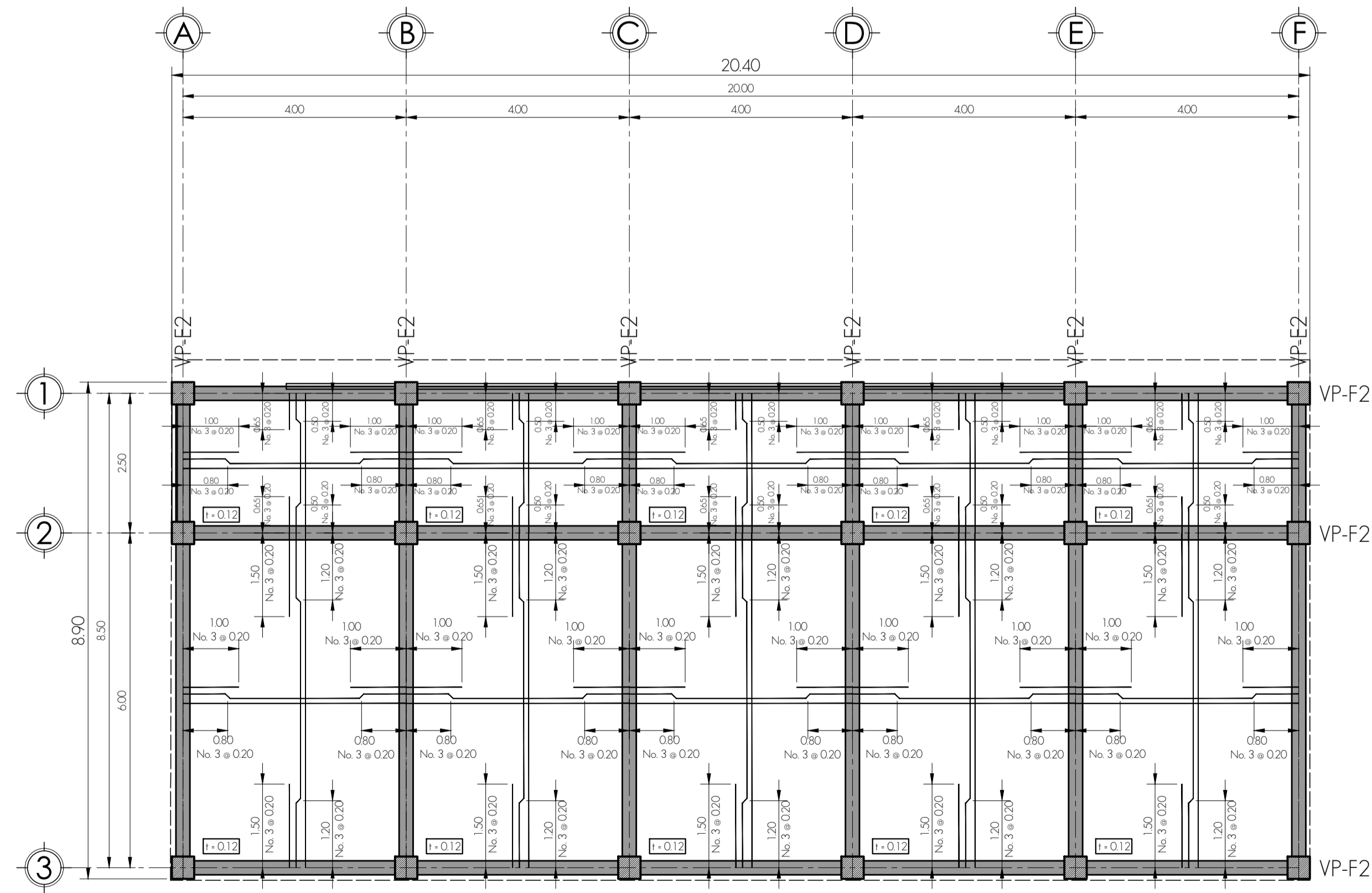
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 4/75

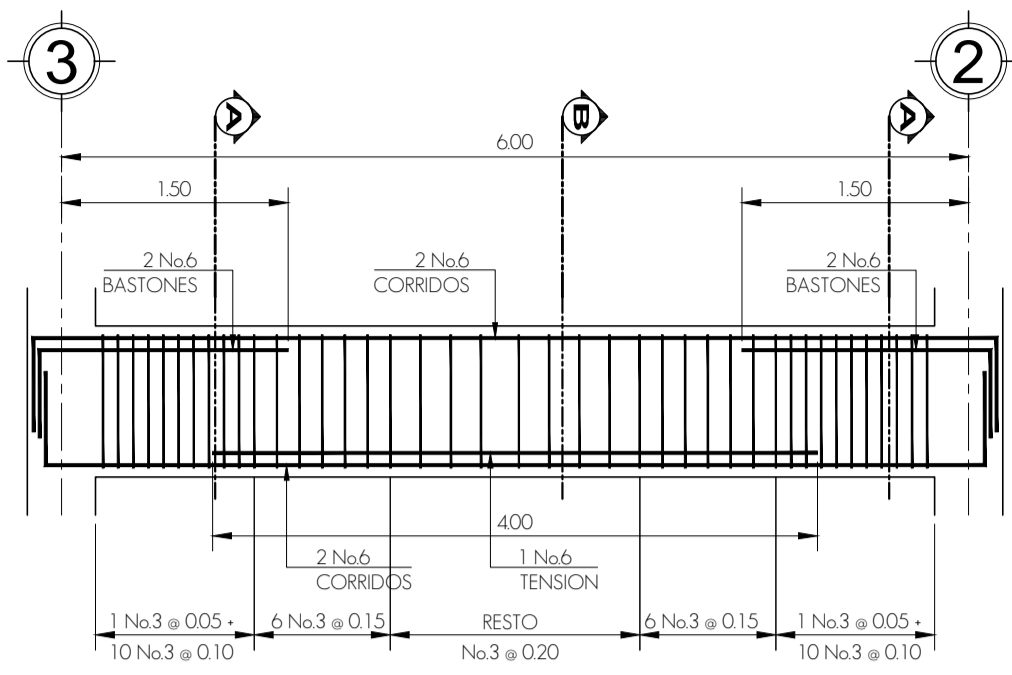
SIMBOLOGÍA	
	Viga principal de 0.25 x 0.50 m, armada según detalle
	Riel, bastón y tensión No. 3 en ambos sentidos con separación indicada en planta
	Proyección de voladizo en losa final, 0.60 m medida desde el eje principal

NOTAS GENERALES	
1.	La longitud de los bastones y tensiones está medida a ejes de las vigas principales, no incluyen los ganchos a 180° para el anclaje del refuerzo.
2.	Colocar el refuerzo en la dirección larga por encima del refuerzo en la dirección corta.
3.	Resistencia del concreto $f_c = 4000$ psi
4.	Resistencia del acero $f_y = 60000$ psi

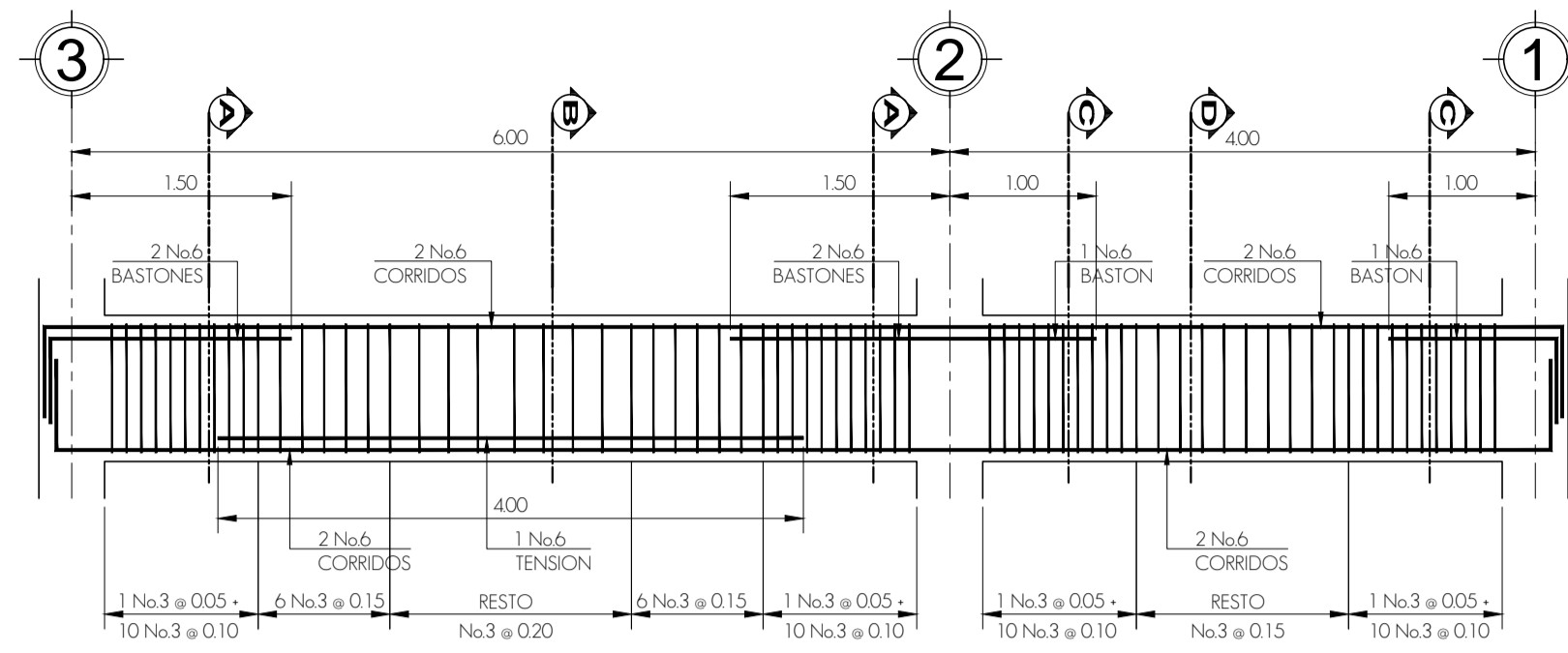
ESTRUCTURAS

Plantas de armado de losa y distribución de vigas módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

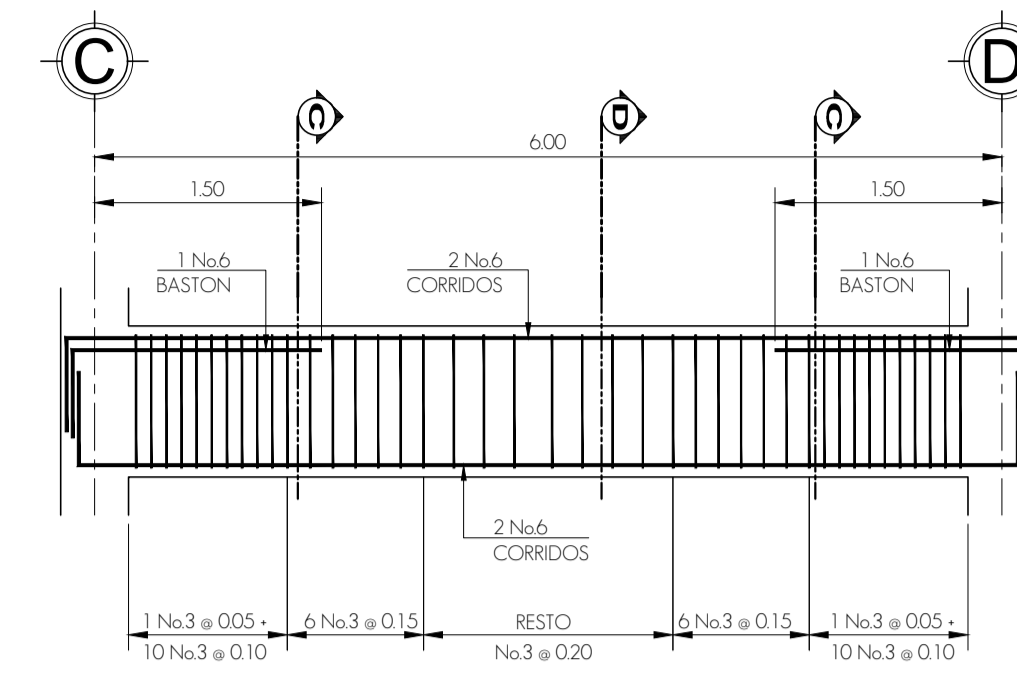
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
		FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR		
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	CONTENIDO: PLANTA DE ARMADO DE LOSA Y VIGAS	HOJA: 08	DE: 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS			
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.				
ESCALA VERTICAL: INDICADA				
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA				



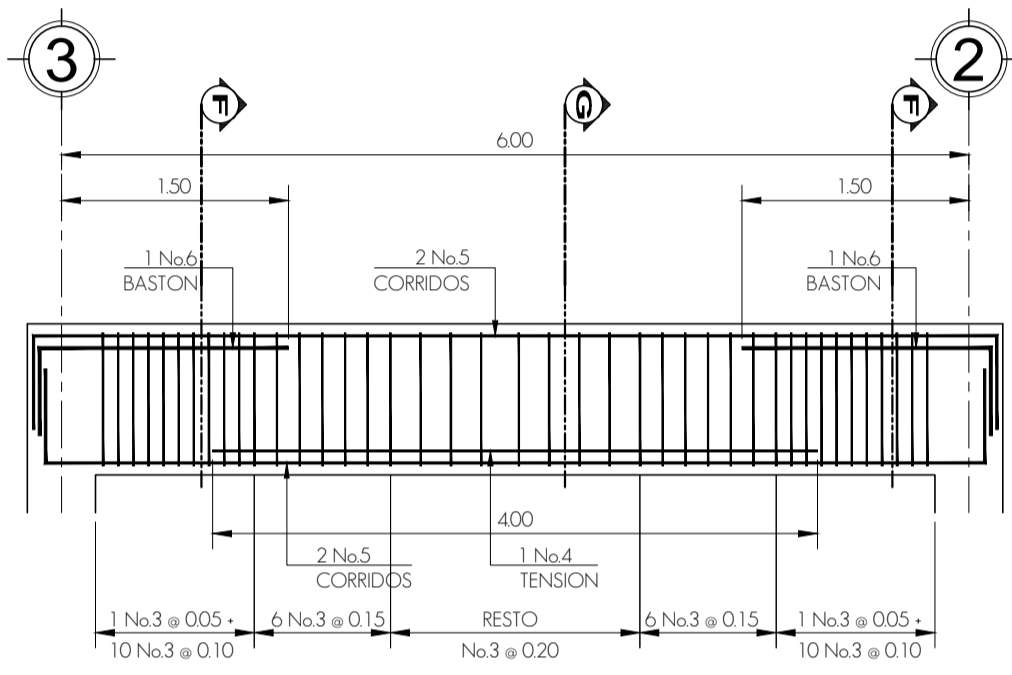
DETALLE DE VIGA VP-A1 Escala horizontal: 1/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje A y B del módulo de servicios educativos



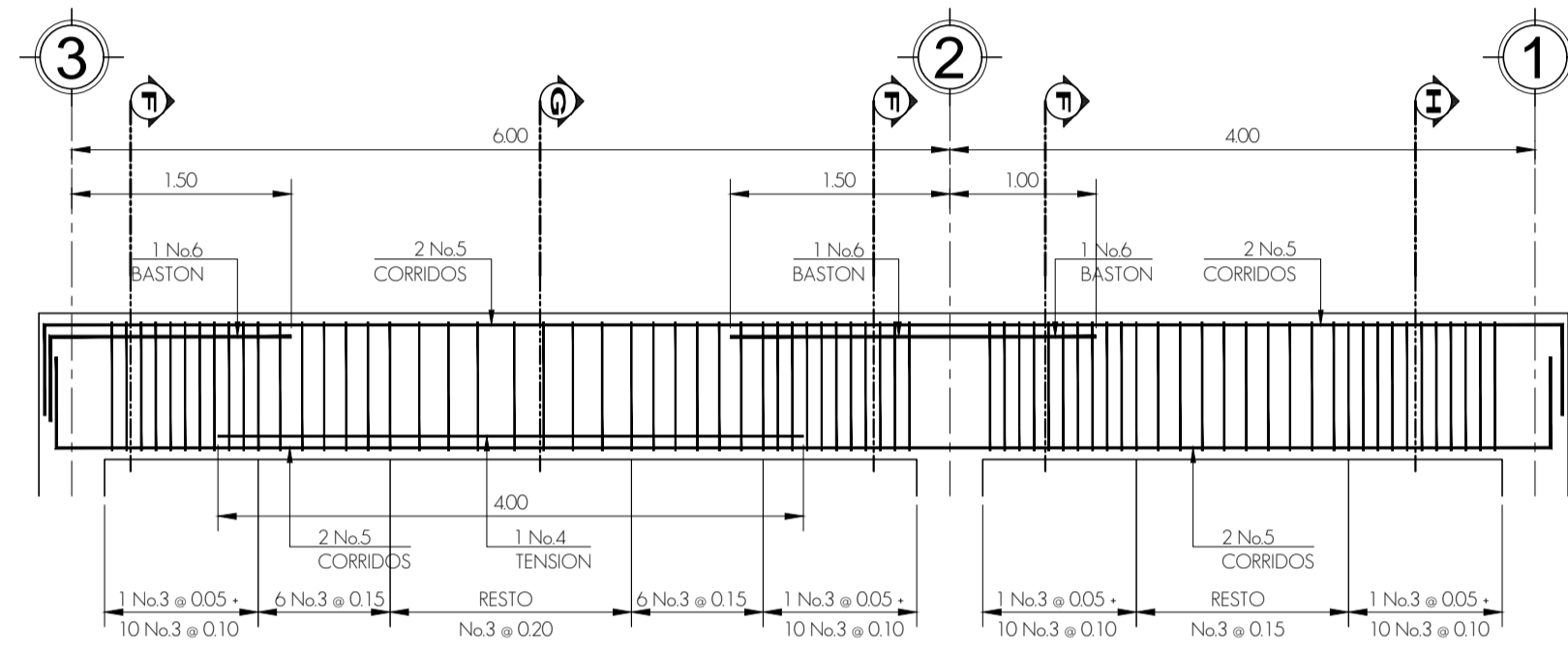
DETALLE DE VIGA VP-B1 Escala horizontal: 1/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje C y D del módulo de servicios educativos



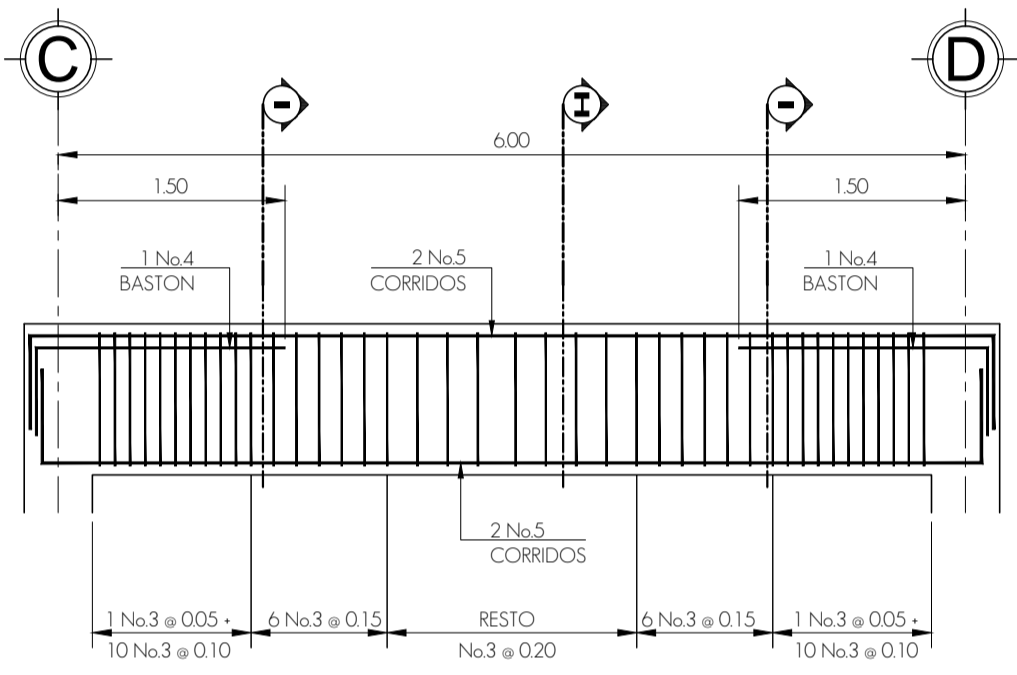
DETALLE DE VIGA VP-C1 Escala horizontal: 1/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje 1 del módulo de servicios educativos



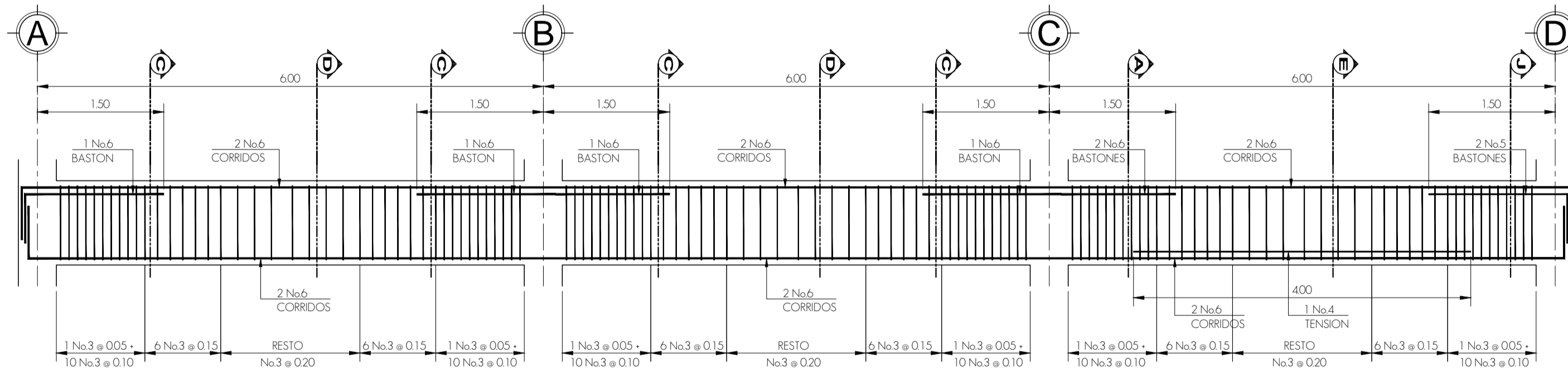
DETALLE DE VIGA VP-A2 Escala horizontal: 5/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje A y B del módulo de servicios educativos



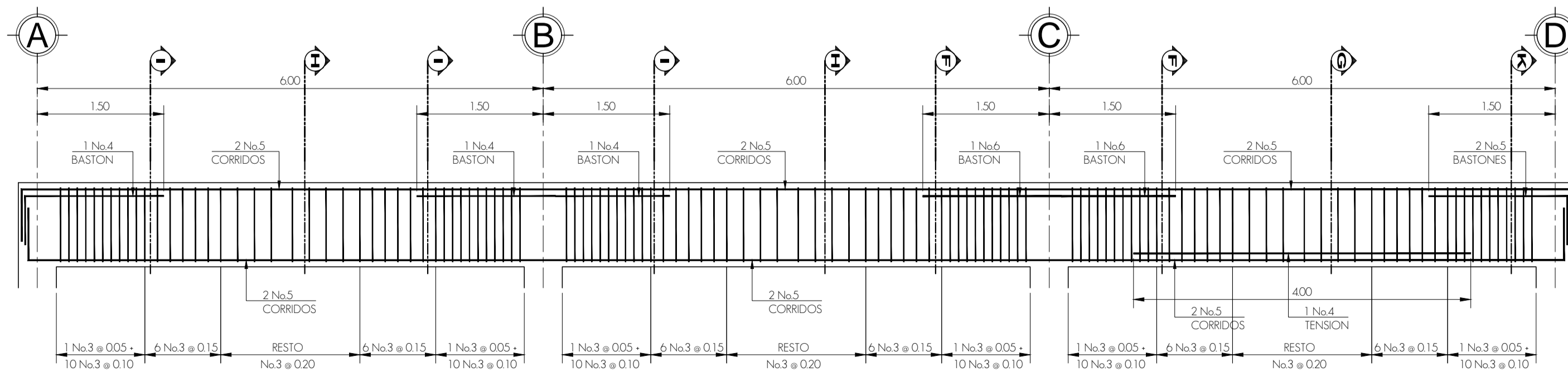
DETALLE DE VIGA VP-B2 Escala horizontal: 6/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje C y D del módulo de servicios educativos



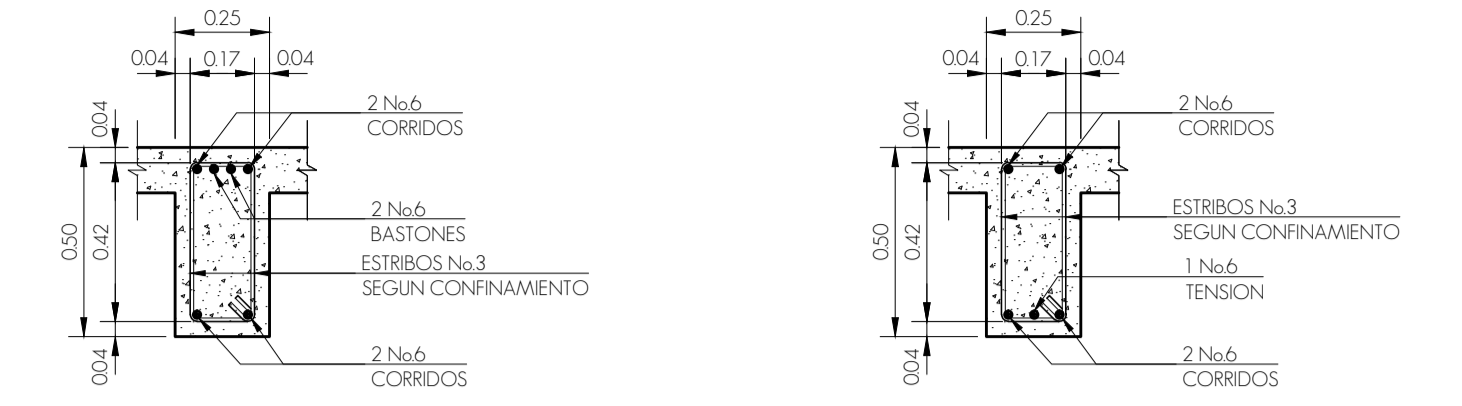
DETALLE DE VIGA VP-C2 Escala horizontal: 7/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje 1 del módulo de servicios educativos



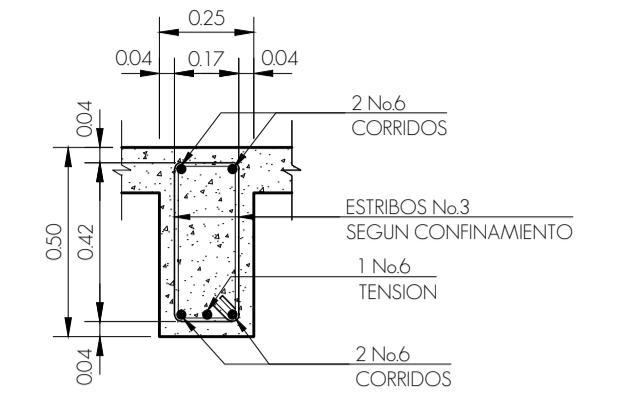
DETALLE DE VIGA VP-D1 Escala horizontal: 1/50 Escala vertical: 4/25
Sobre eje 2 y 3 del módulo de servicios educativos



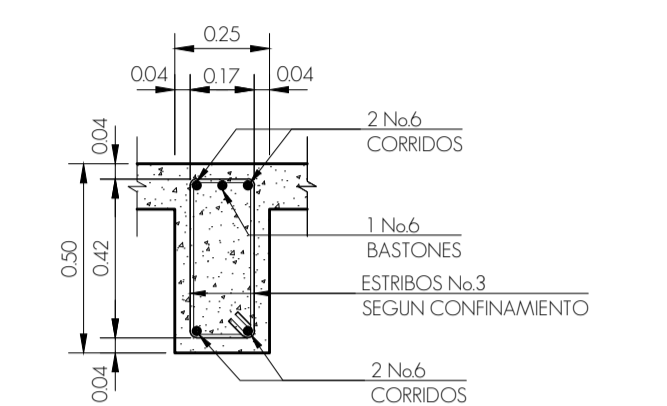
DETALLE DE VIGA VP-D2 Escala horizontal: 8/50 Escala vertical: 1/25
Sobre eje 2 y 3 del módulo de servicios educativos



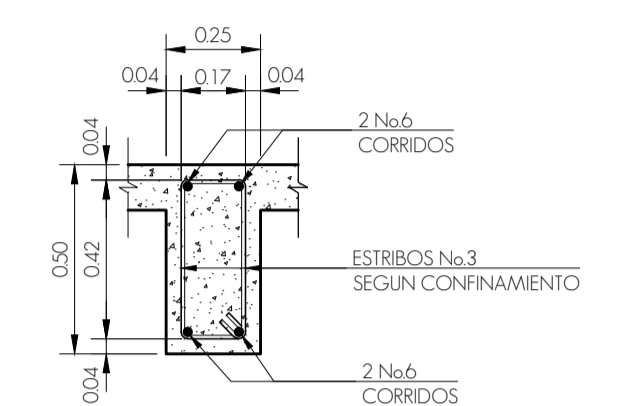
SECCIÓN A - A' Escala: A/20
Detalle de armado de viga principal



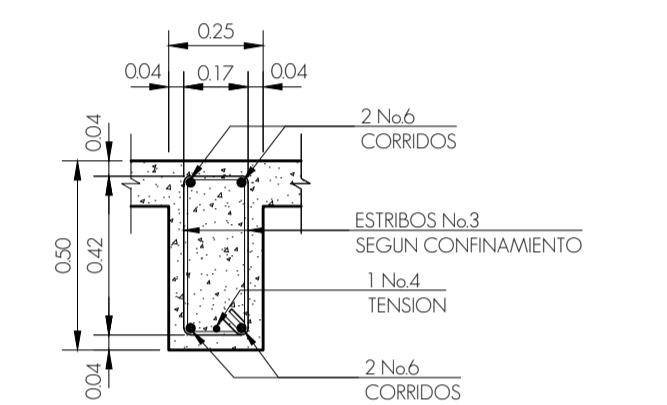
SECCIÓN B - B' Escala: B/20
Detalle de armado de viga principal



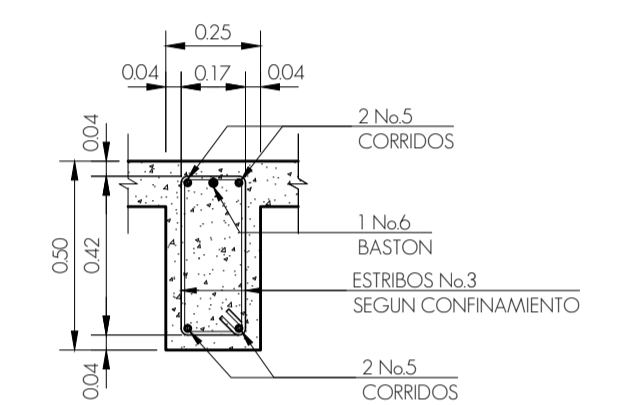
SECCIÓN C - C' Escala: C/20
Detalle de armado de viga principal



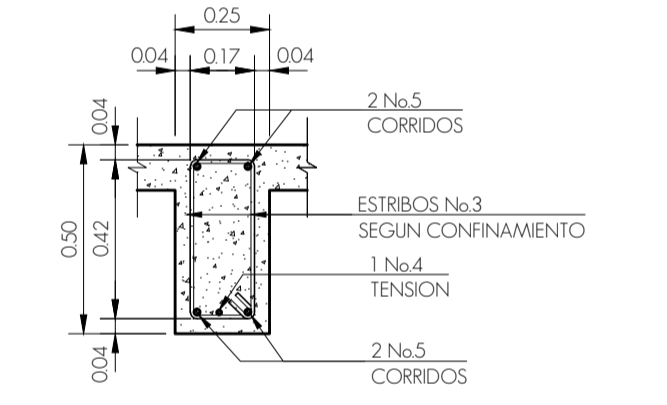
SECCIÓN D - D' Escala: D/20
Detalle de armado de viga principal



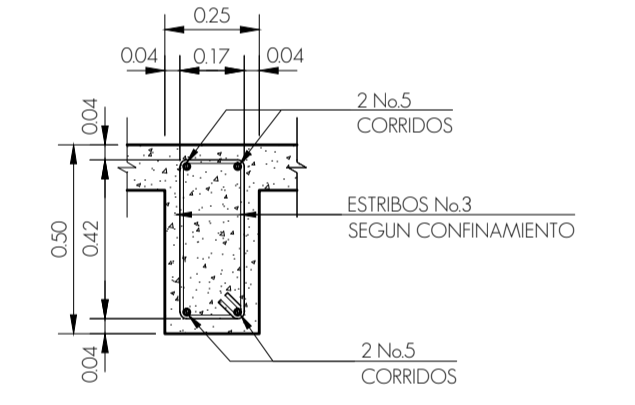
SECCIÓN E - E' Escala: E/20
Detalle de armado de viga principal



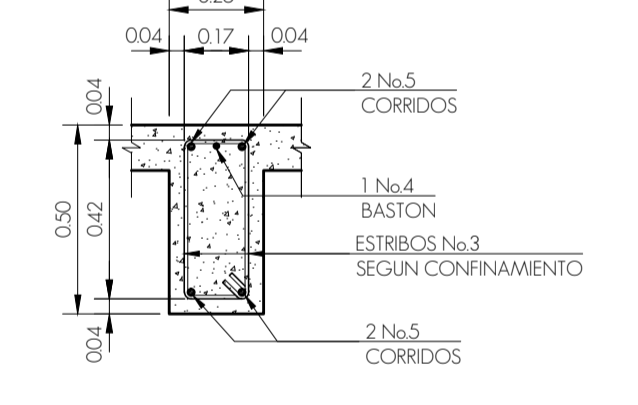
SECCIÓN F - F' Escala: F/20
Detalle de armado de viga principal



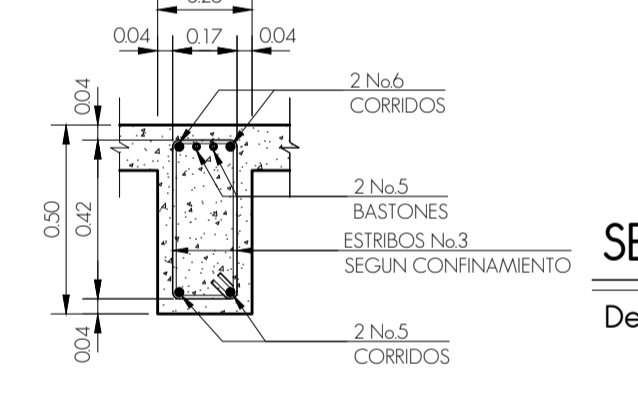
SECCIÓN G - G' Escala: G/20
Detalle de armado de viga principal



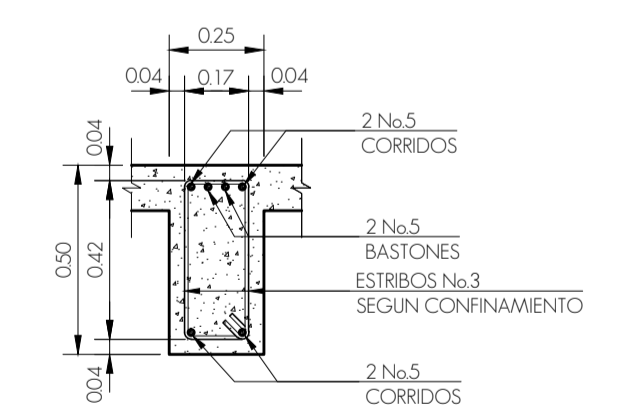
SECCIÓN H - H' Escala: H/20
Detalle de armado de viga principal



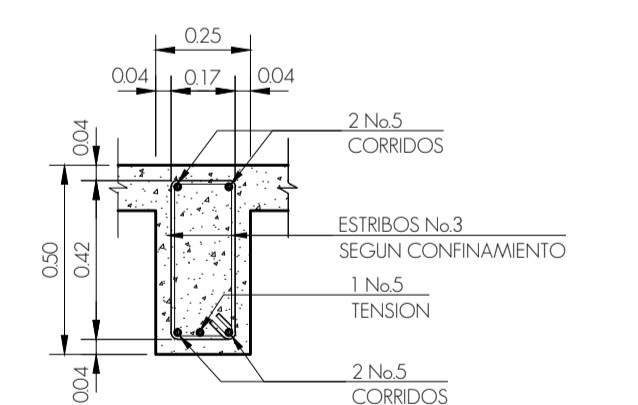
SECCIÓN I - I' Escala: I/20
Detalle de armado de viga principal



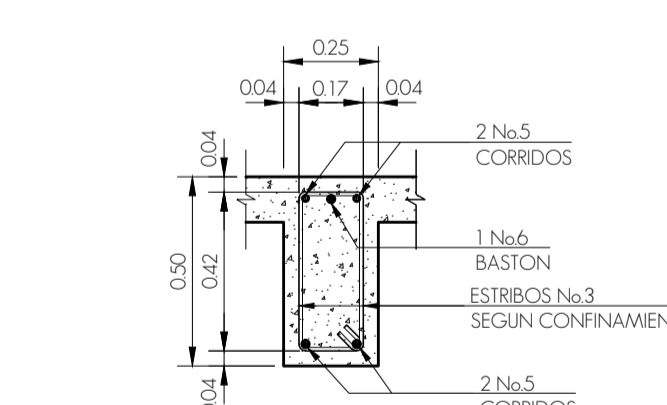
SECCIÓN J - J' Escala: J/20
Detalle de armado de viga principal



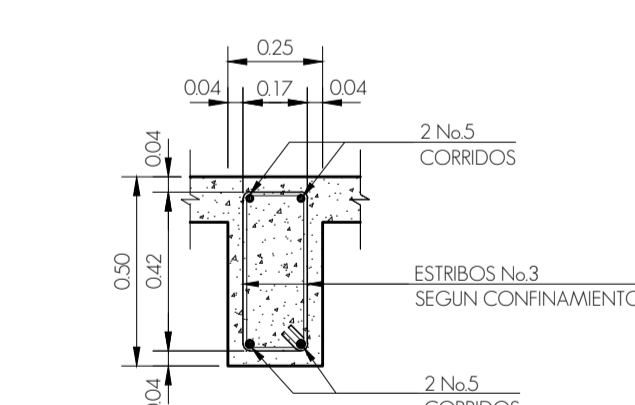
SECCIÓN K - K' Escala: K/20
Detalle de armado de viga principal



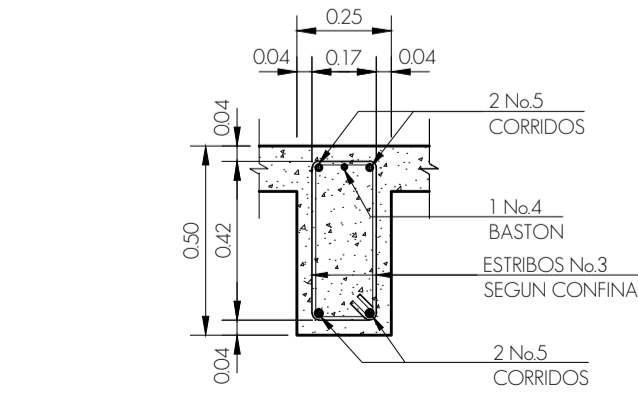
SECCIÓN L - L' Escala: L/20
Detalle de armado de viga principal



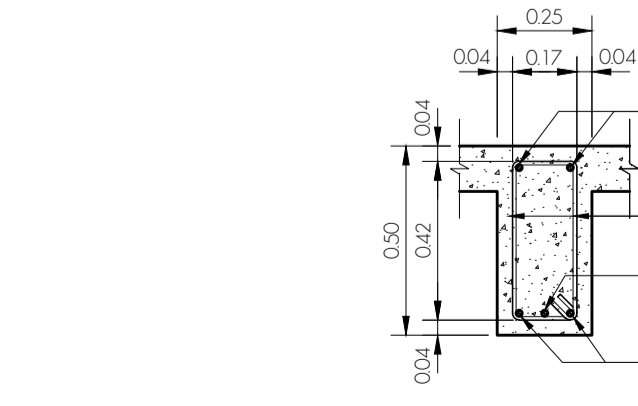
SECCIÓN M - M' Escala: M/20
Detalle de armado de viga principal



SECCIÓN N - N' Escala: N/20
Detalle de armado de viga principal



SECCIÓN O - O' Escala: O/20
Detalle de armado de viga principal

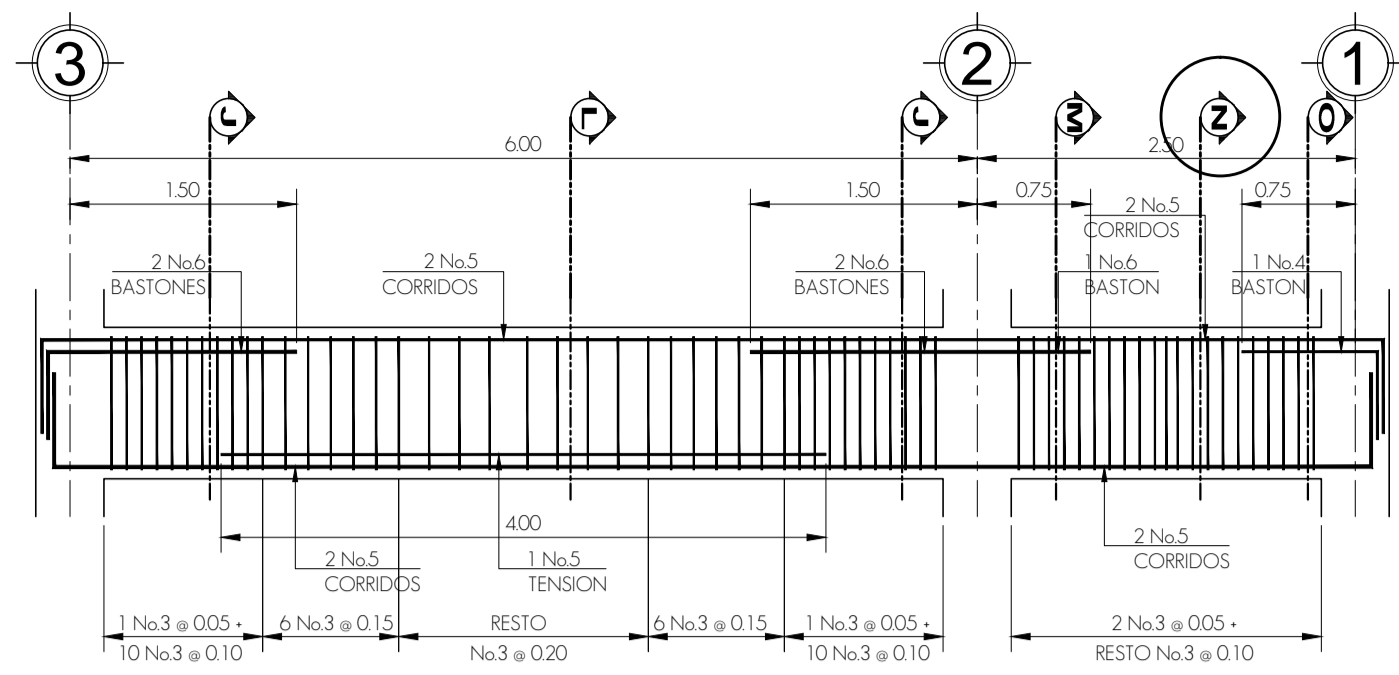


SECCIÓN P - P' Escala: P/20
Detalle de armado de viga principal

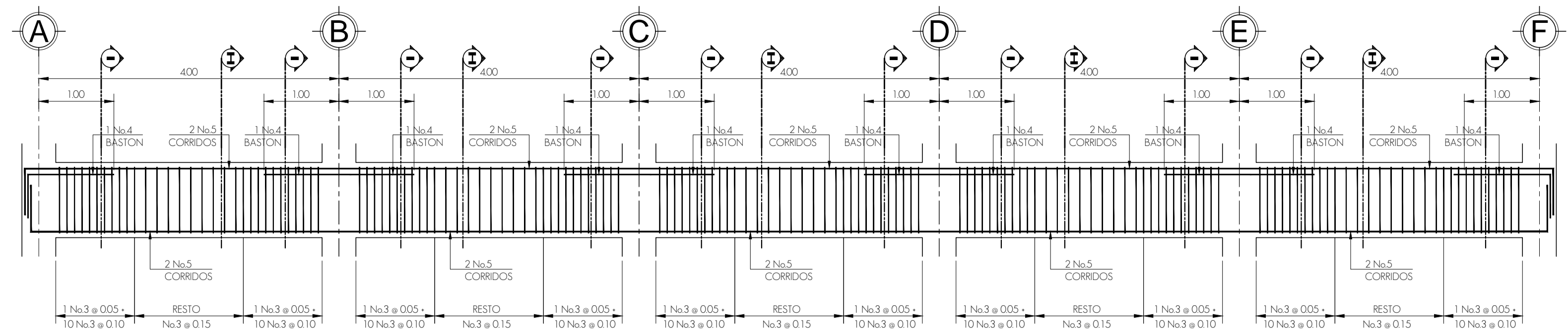
NOTAS GENERALES

- Resistencia del concreto $f_c = 4000$ psi
- Resistencia del acero $f_y = 60000$ psi

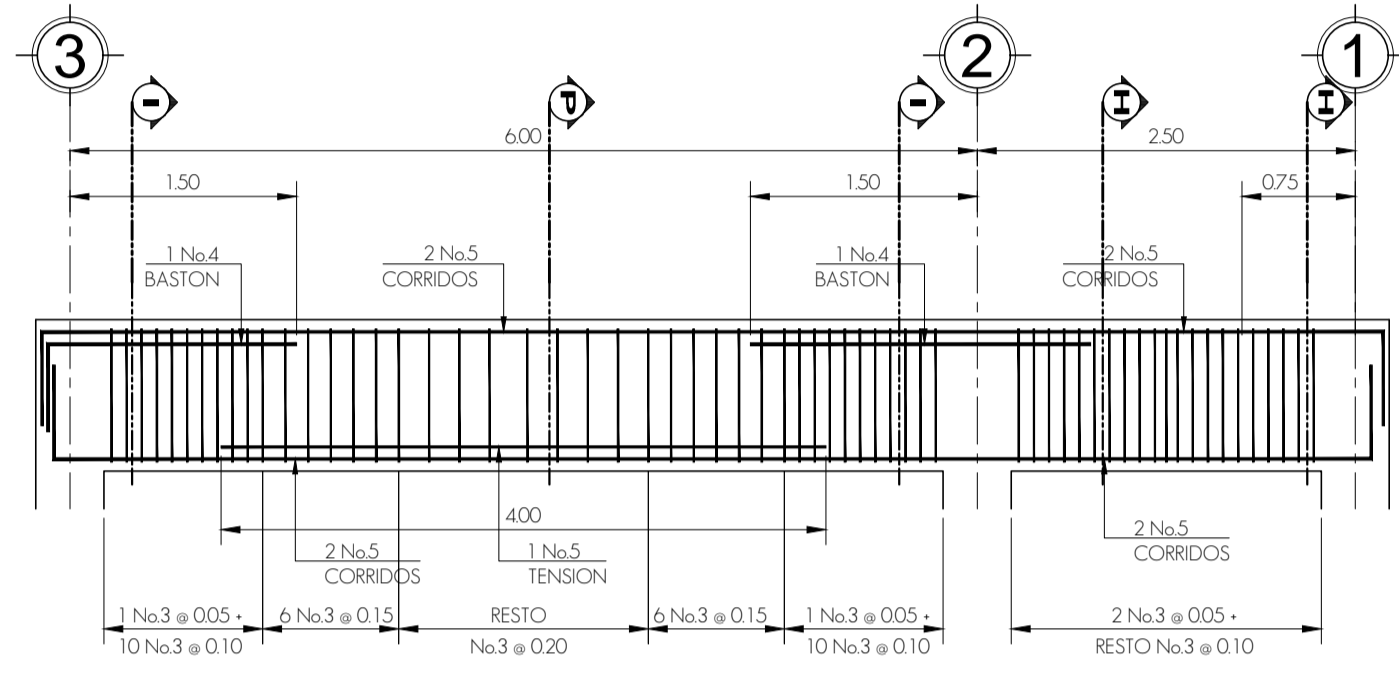
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		HOJA: 09 DE: 15	
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: DETALLE DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES	FECHA: FEB. 2013
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS	ESCALA VERTICAL: INDICADA	ESCALA HORIZONTAL: INDICADA
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	Verbo: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez	Verbo: Ing. Angel Roberto Sa. Garcia Asesor-Supervisor	



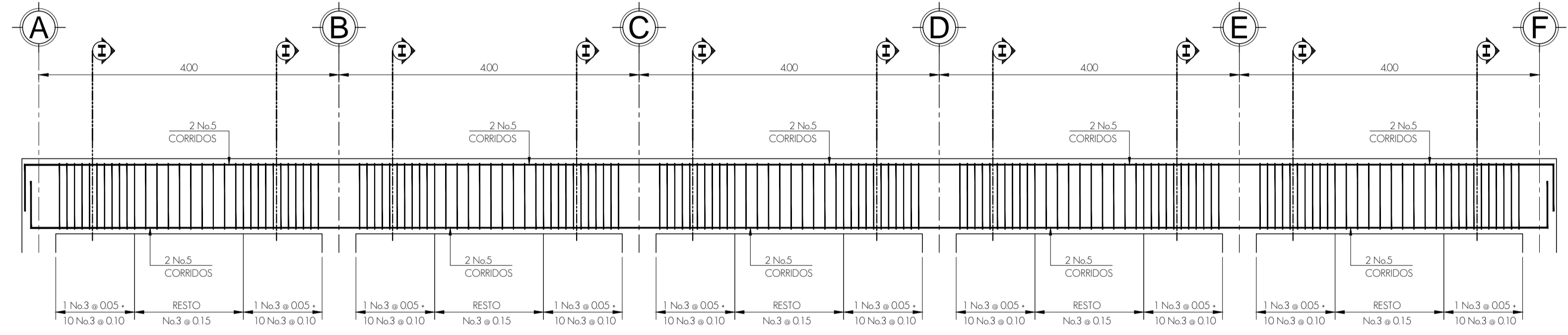
DETALLE DE VIGA VP-E1 Escala horizontal: 9/50 Escala vertical: 1/25
Módulo de enseñanza - aprendizaje



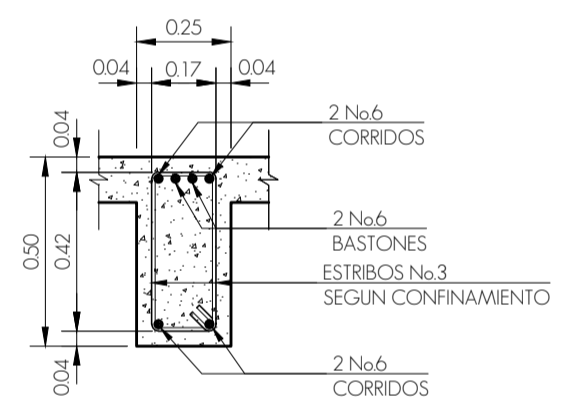
DETALLE DE VIGA VP-F1 Escala horizontal: 10/50 Escala vertical: 1/25
Módulo de enseñanza - aprendizaje



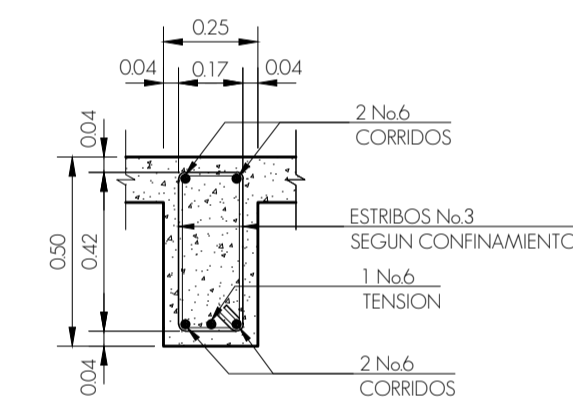
DETALLE DE VIGA VP-E2 Escala horizontal: 11/50 Escala vertical: 1/25
Módulo de enseñanza - aprendizaje



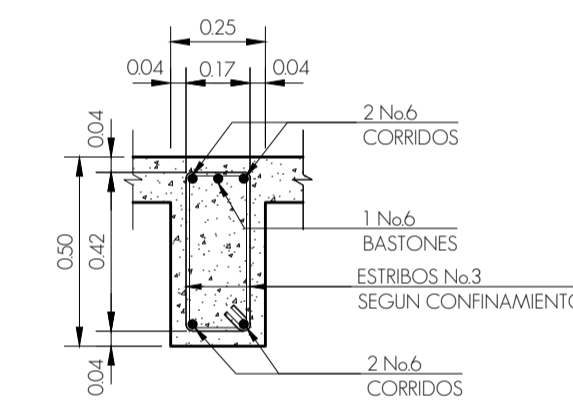
DETALLE DE VIGA VP-F2 Escala horizontal: 12/50 Escala vertical: 1/25
Módulo de enseñanza - aprendizaje



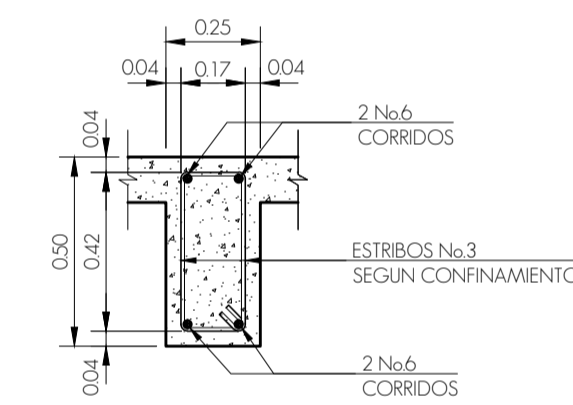
SECCIÓN A - A' Escala: A/20
Detalle de armado de viga principal



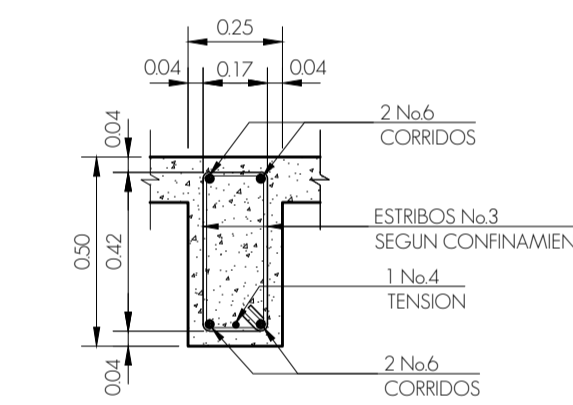
SECCIÓN B - B' Escala: B/20
Detalle de armado de viga principal



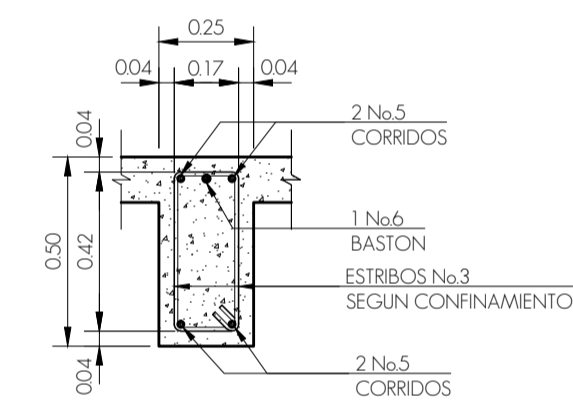
SECCIÓN C - C' Escala: C/20
Detalle de armado de viga principal



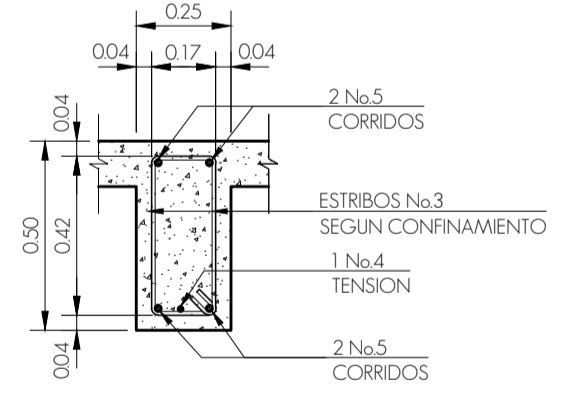
SECCIÓN D - D' Escala: D/20
Detalle de armado de viga principal



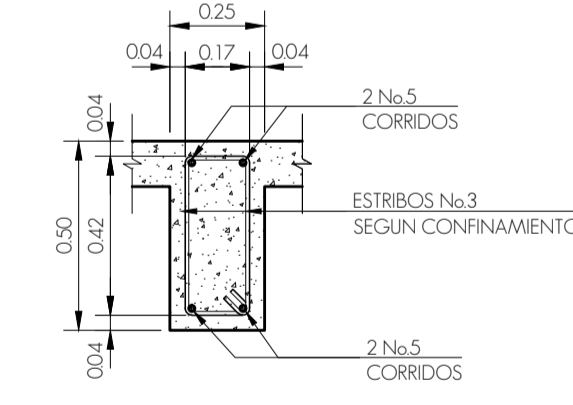
SECCIÓN E - E' Escala: E/20
Detalle de armado de viga principal



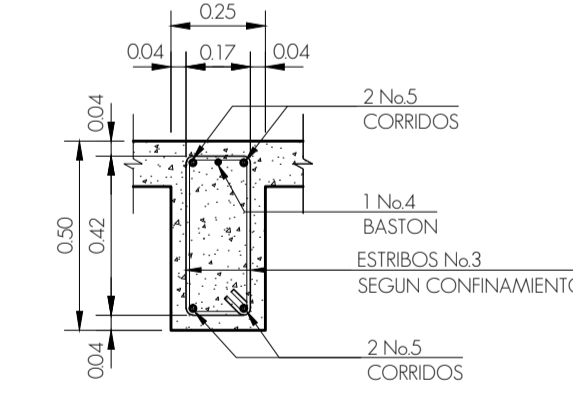
SECCIÓN F - F' Escala: F/20
Detalle de armado de viga principal



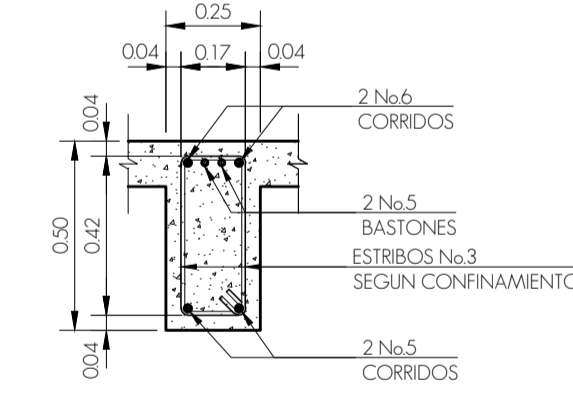
SECCIÓN G - G' Escala: G/20
Detalle de armado de viga principal



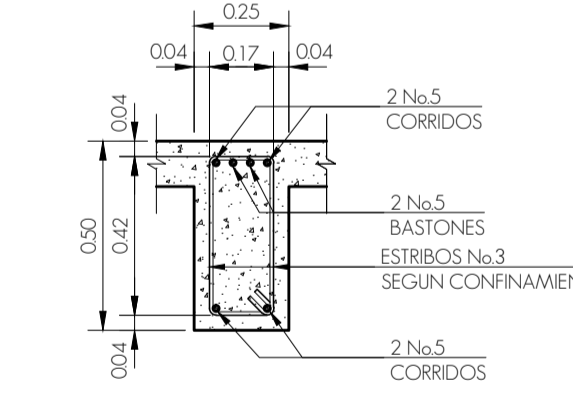
SECCIÓN H - H' Escala: H/20
Detalle de armado de viga principal



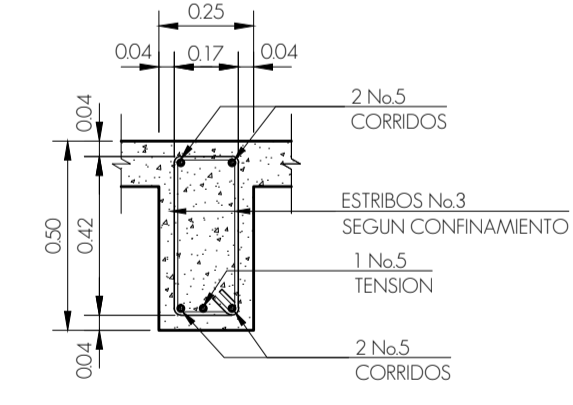
SECCIÓN I - I' Escala: I/20
Detalle de armado de viga principal



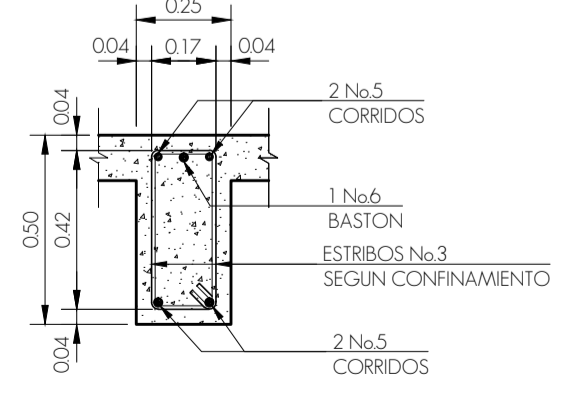
SECCIÓN J - J' Escala: J/20
Detalle de armado de viga principal



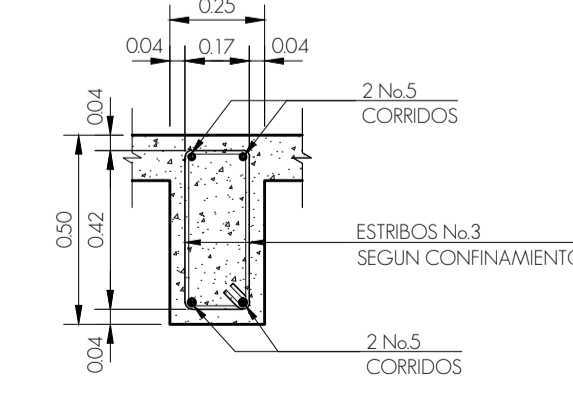
SECCIÓN K - K' Escala: K/20
Detalle de armado de viga principal



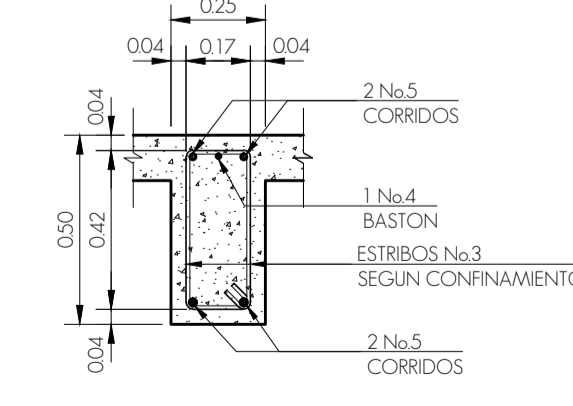
SECCIÓN L - L' Escala: L/20
Detalle de armado de viga principal



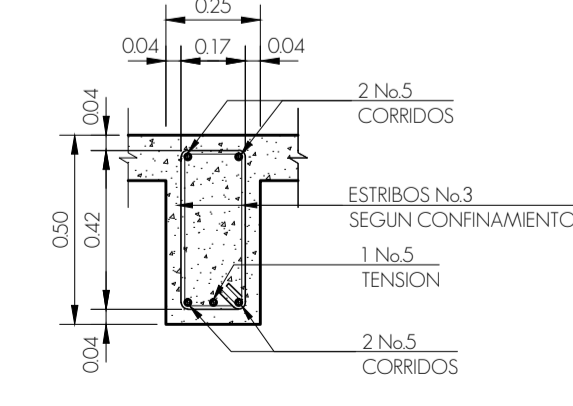
SECCIÓN M - M' Escala: M/20
Detalle de armado de viga principal



SECCIÓN N - N' Escala: N/20
Detalle de armado de viga principal



SECCIÓN O - O' Escala: O/20
Detalle de armado de viga principal



SECCIÓN P - P' Escala: P/20
Detalle de armado de viga principal

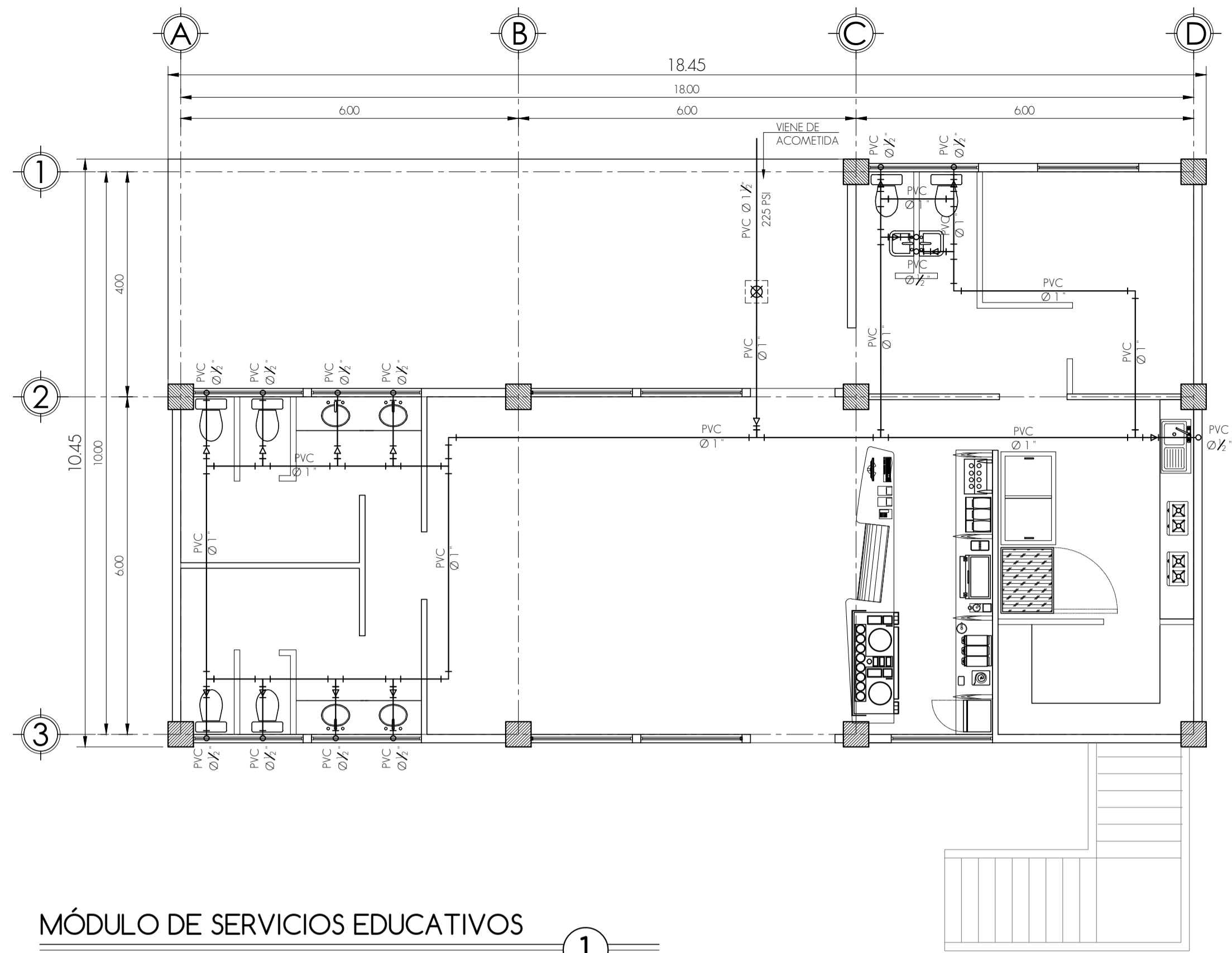
NOTAS GENERALES

- Resistencia del concreto $f_c = 4\ 000$ psi
- Resistencia del acero $f_y = 60\ 000$ psi

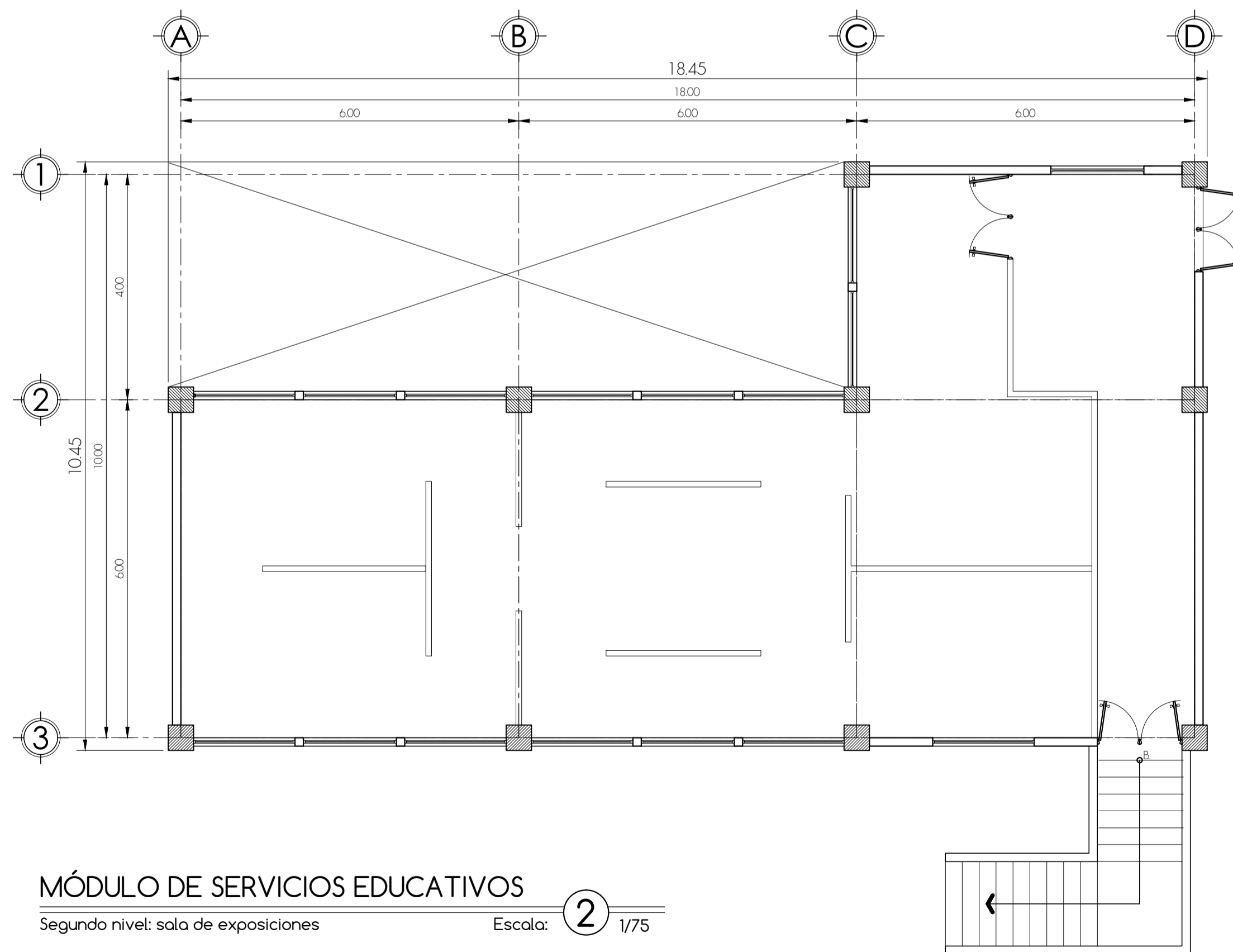
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
GUATEMALA

DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS
ESCALA VERTICAL: INDICADA	ESCALA HORIZONTAL: INDICADA

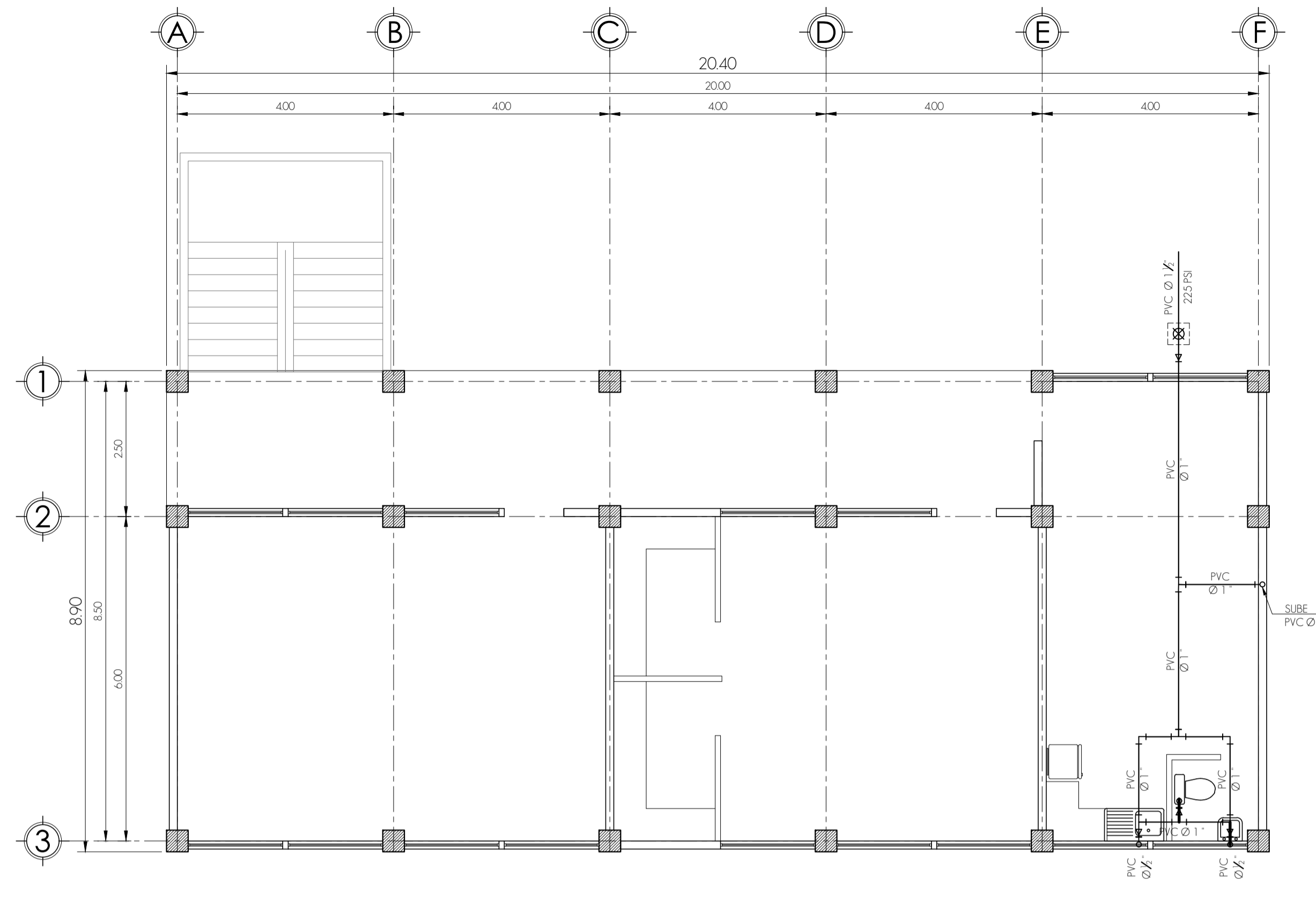
CONTENIDO: DETALLE DE ARMADO DE VIGAS PRINCIPALES	HOJA: 10	DE: 15
--	-------------	-----------



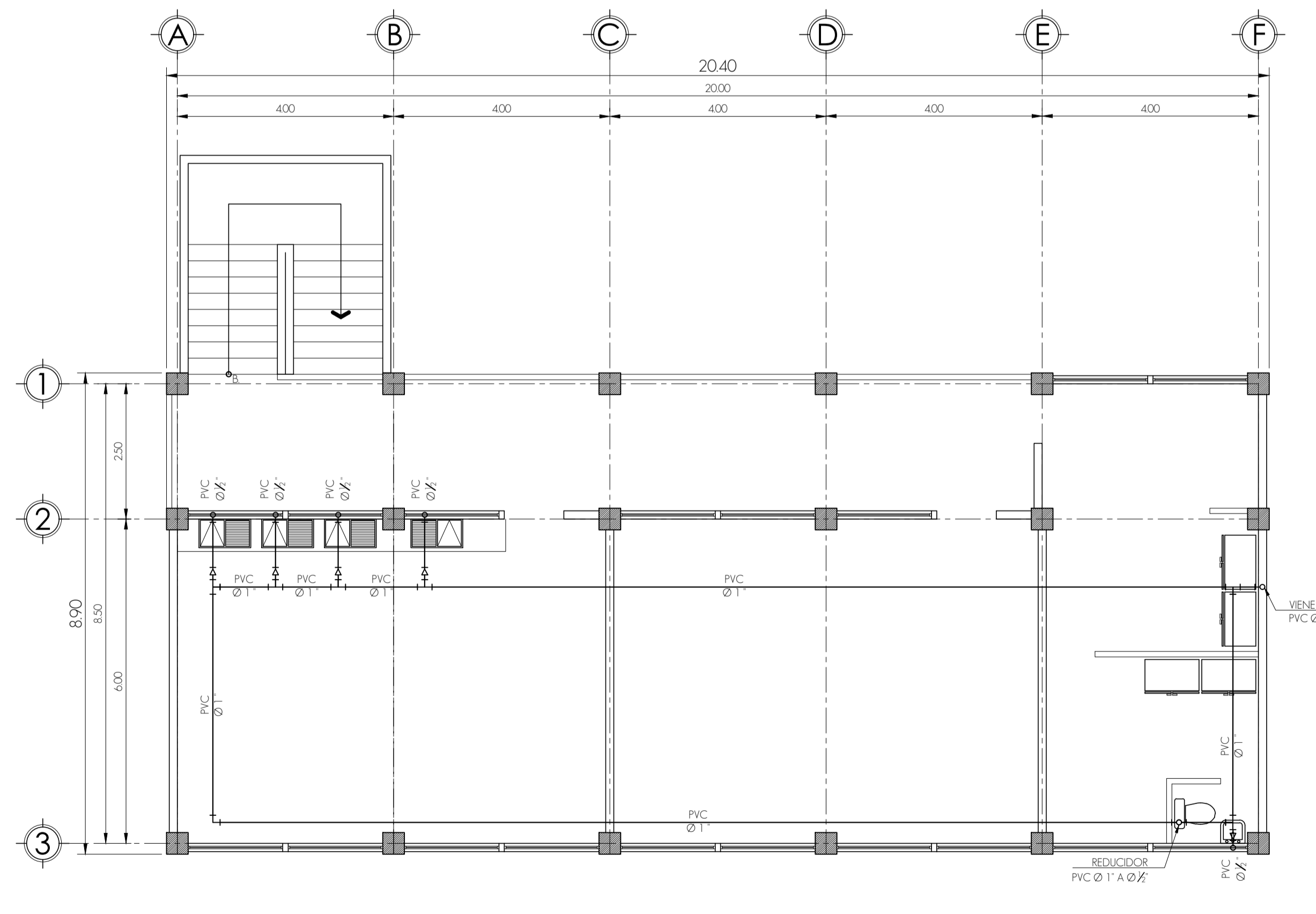
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



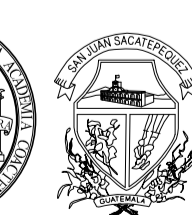
MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 4/75

SIMBOLOGÍA	
	Tubería PVC diámetro indicado en planta y en notas generales
	Codo PVC a 90° en posición vertical, diámetro indicado en planta
	Codo PVC a 90° en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Tee PVC en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Tee PVC en posición vertical, diámetro indicado en planta
	Reductor PVC de 1 1/2" a 1", 1" a 3/4" y de 3/4" a 1/2"
	Llave de compuerta con caja de registro

NOTAS GENERALES	
1.	Toda la distribución principal de la instalación hidráulica será con tubería PVC Ø 1 1/2" ó Ø 1", 225 PSI, norma ASTM D-1785
2.	Todas las acometidas a artefactos serán con tubería PVC Ø 1/2", 315 PSI, norma ASTM D-1785.

INSTALACIONES

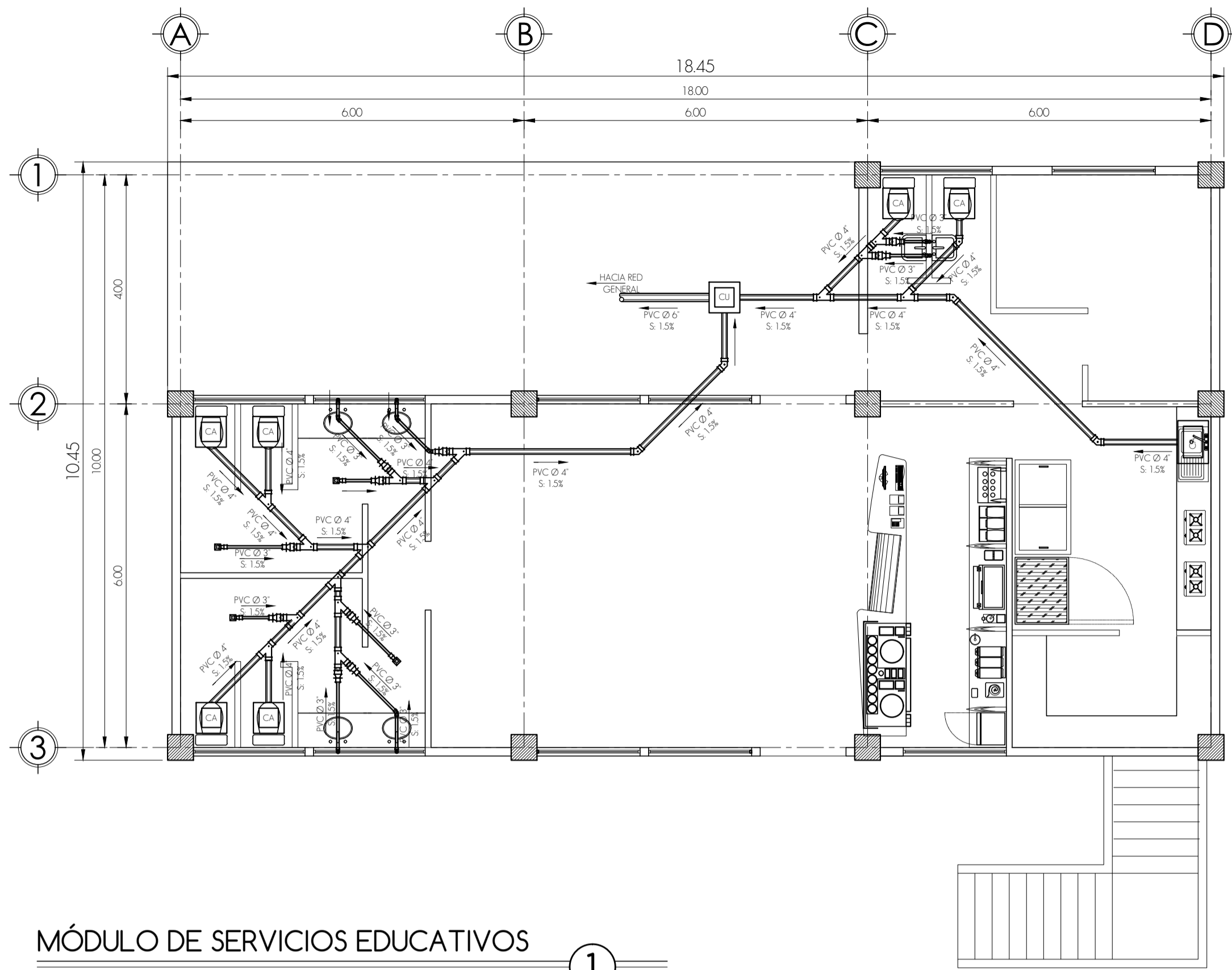
Plantas de instalación hidráulica, módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
GUATEMALA

PROYECTO:	ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR
FECHA:	FEB. 2013
CONTENIDO:	PLANTA INSTALACION HIDRÁULICA MÓDULO 1 Y 2
HOJA:	11
DE:	15

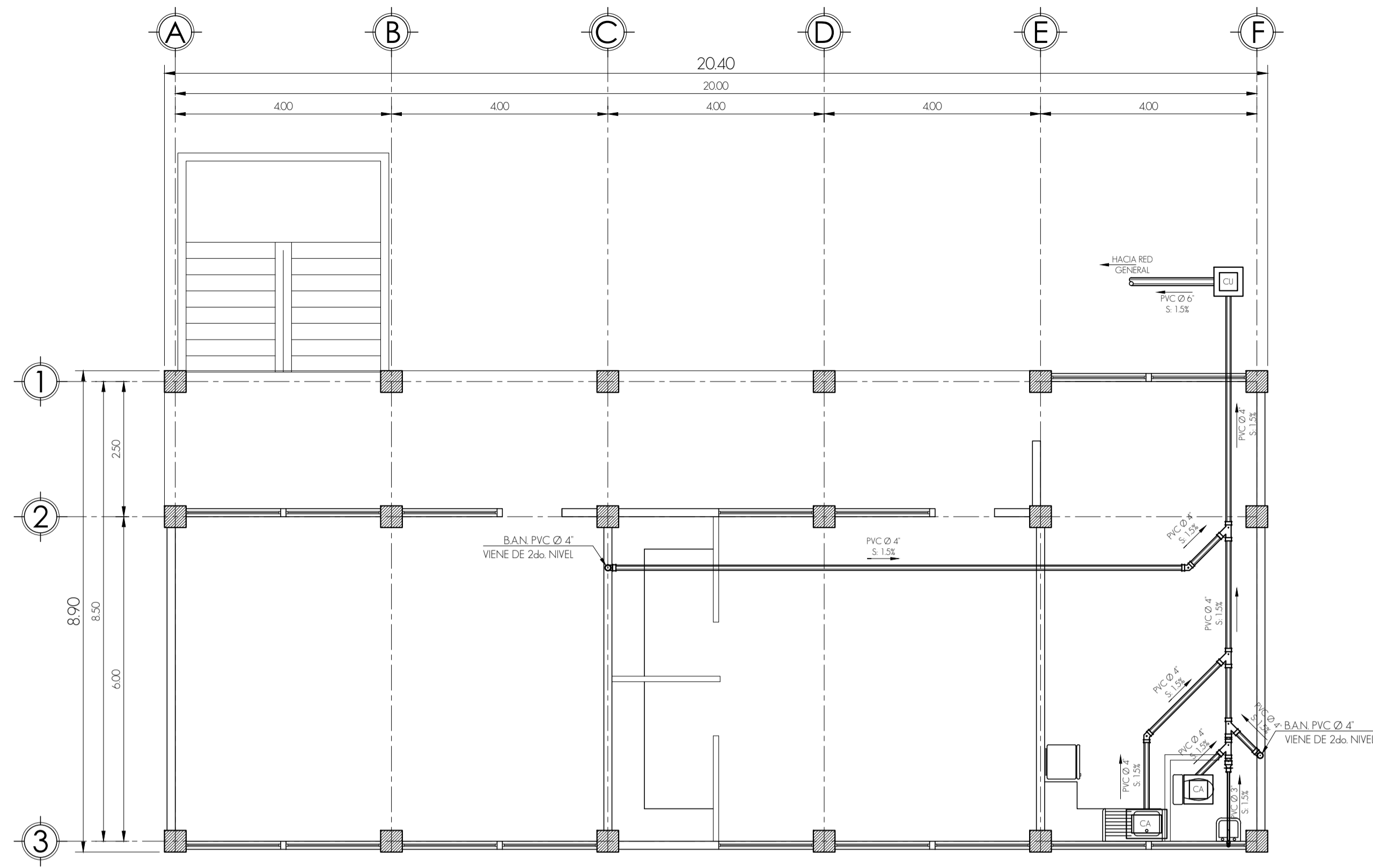
Vic. Ing. Angel Roberto Sá. García
Asesor-Supervisor



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS

Primer nivel: cafetería

Escala: ① 1/75



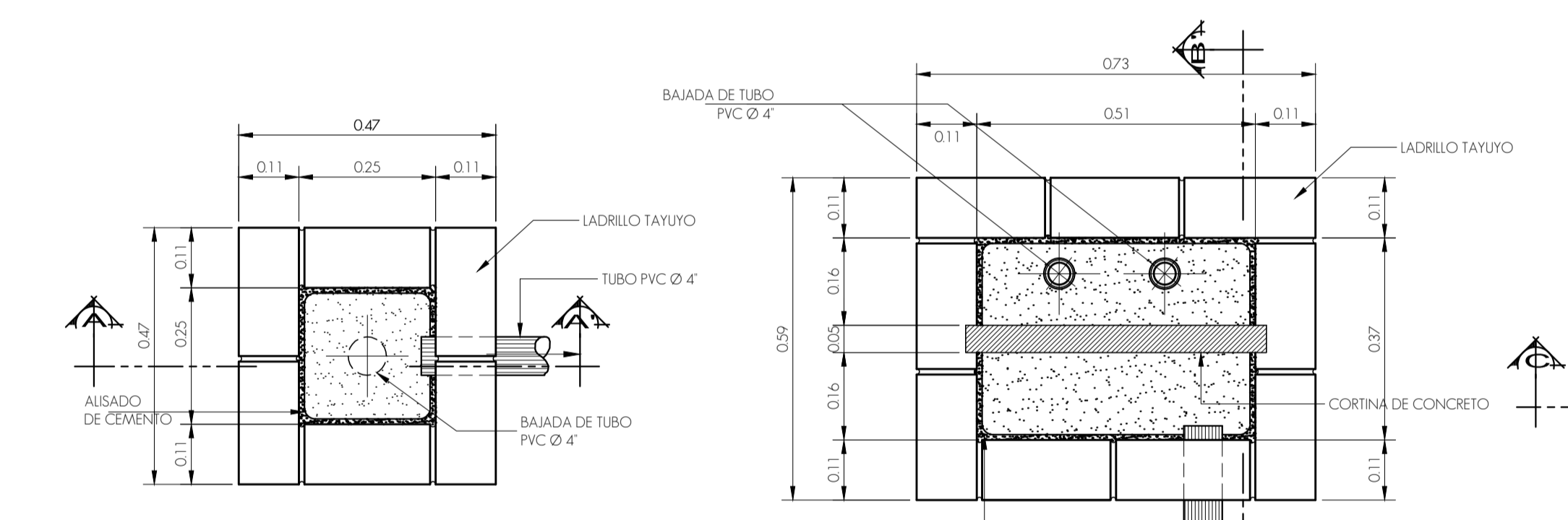
MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

Primer nivel: escuela de arte

Escala: ② 1/75

SIMBOLOGÍA	
	Tubería PVC para drenaje sanitario, diámetro y pendiente indicado en planta y en notas generales
	Codo PVC a 90° en posición vertical, diámetro indicado en planta
	Codo PVC a 45° en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Yee PVC a 45° en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Sifón terminal PVC, diámetro indicado en planta
	Reductor PVC de 4\"/>

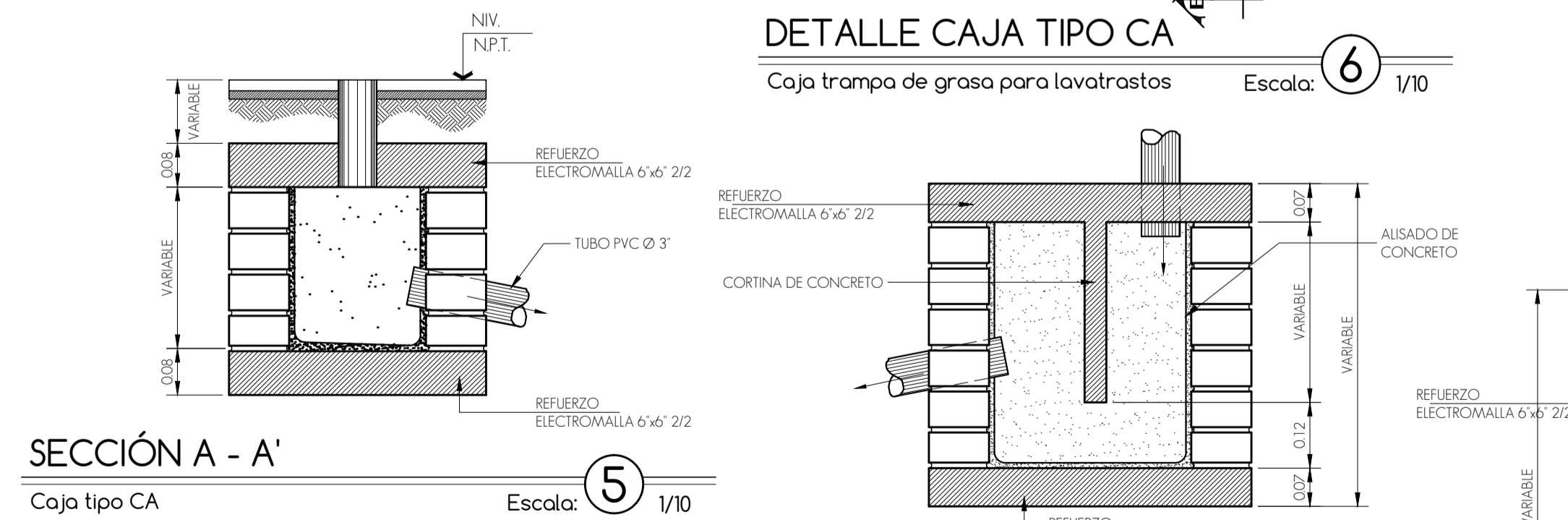
NOTAS GENERALES	
1.	Toda la tubería del sistema de alcantarillado será PVC Ø 6\"/>



DETALLE CAJA TIPO CA

Típico de caja de bajada de artefacto

Escala: ④ 1/10



DETALLE CAJA TIPO CA

Caja trampa de grasa para lavatrastos

Escala: ⑥ 1/10

SECCIÓN A - A'

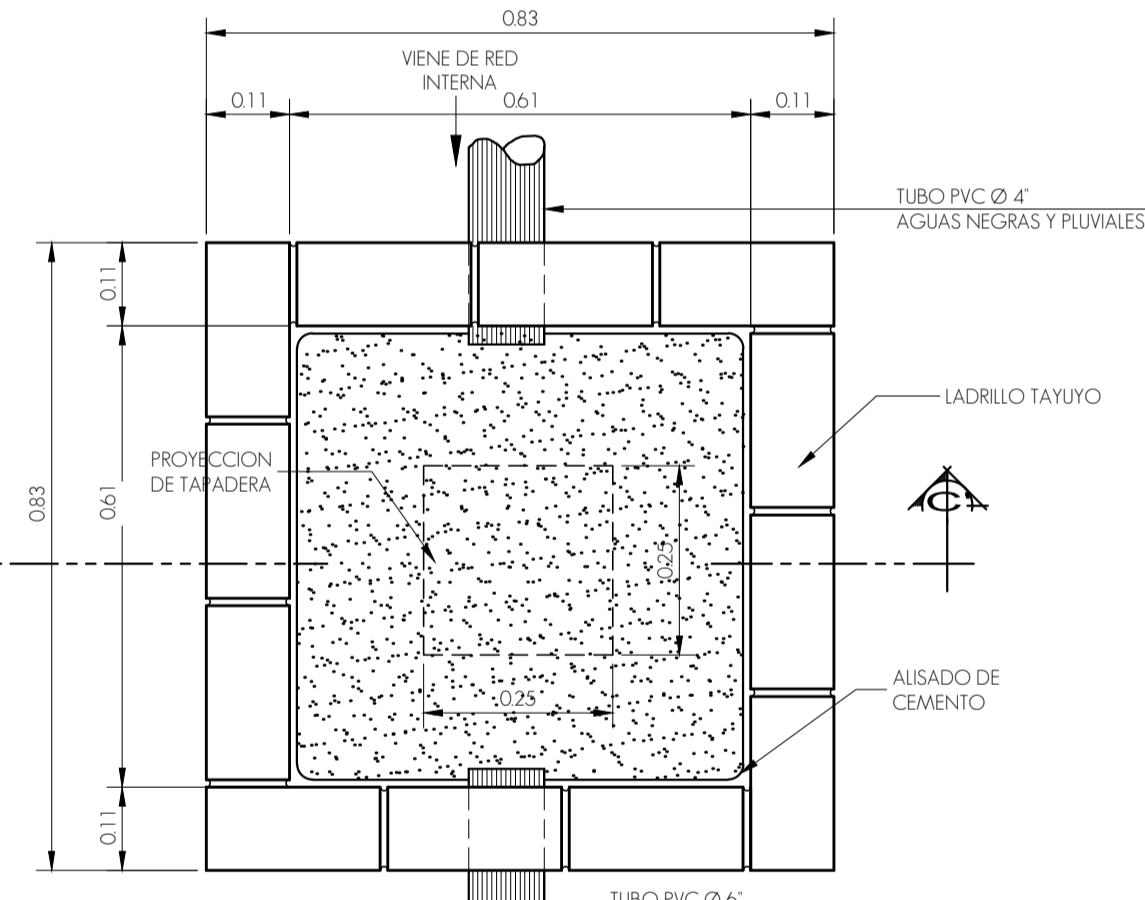
Caja tipo CA

Escala: ⑤ 1/10

SECCIÓN B - B'

Caja trampa de grasa para lavatrastos

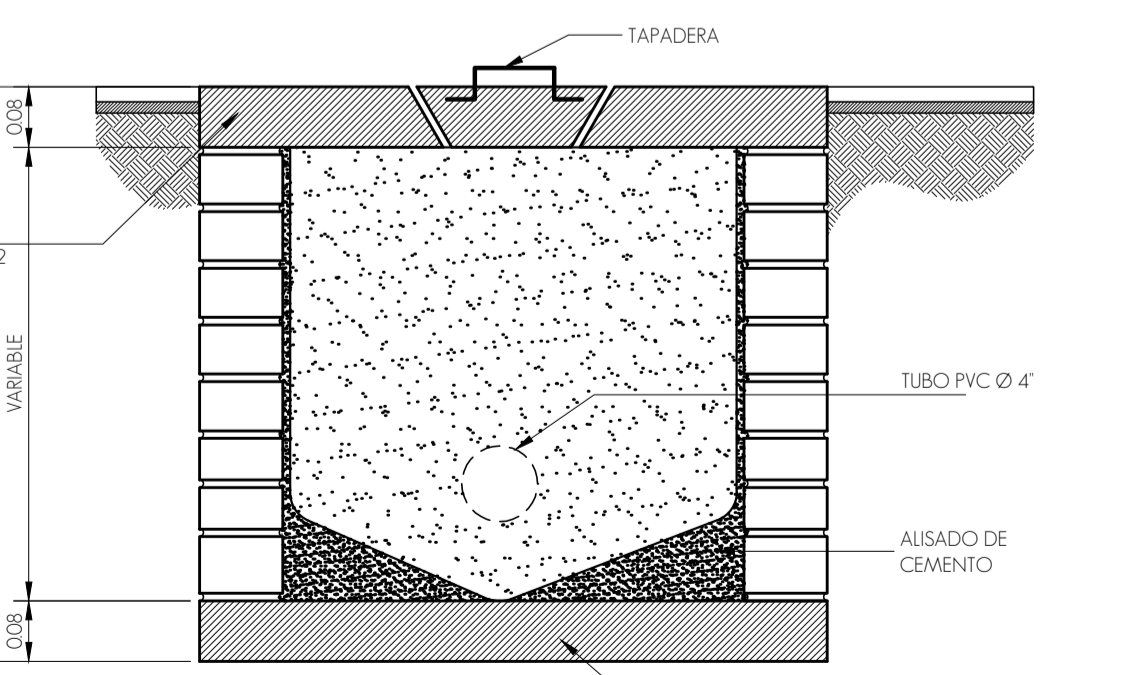
Escala: ⑦ 1/10



DETALLE CAJA TIPO CU

Caja unificadora de caudales

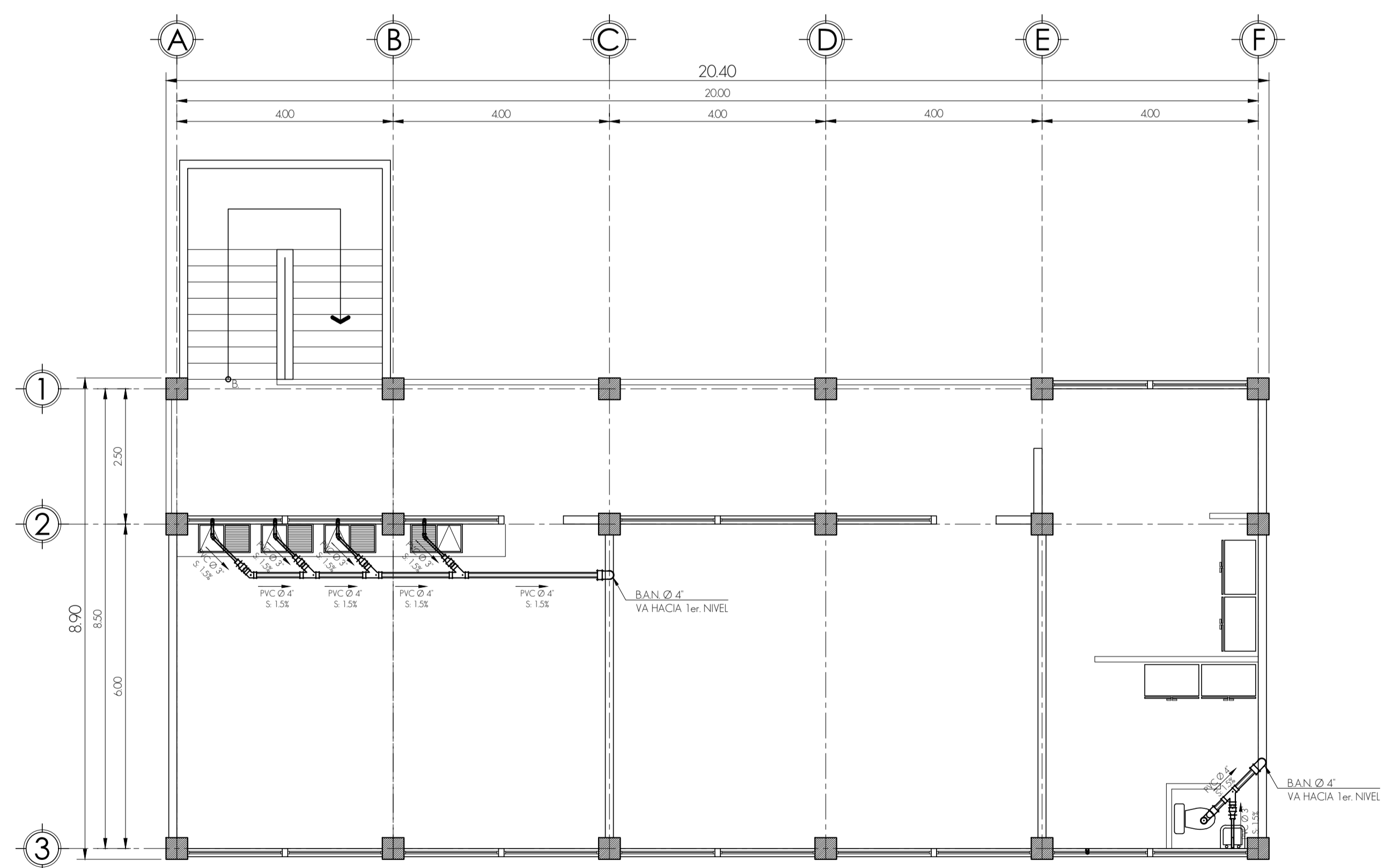
Escala: ⑦ 1/10



SECCIÓN C - C'

Caja unificadora de caudales

Escala: ⑧ 1/10



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE

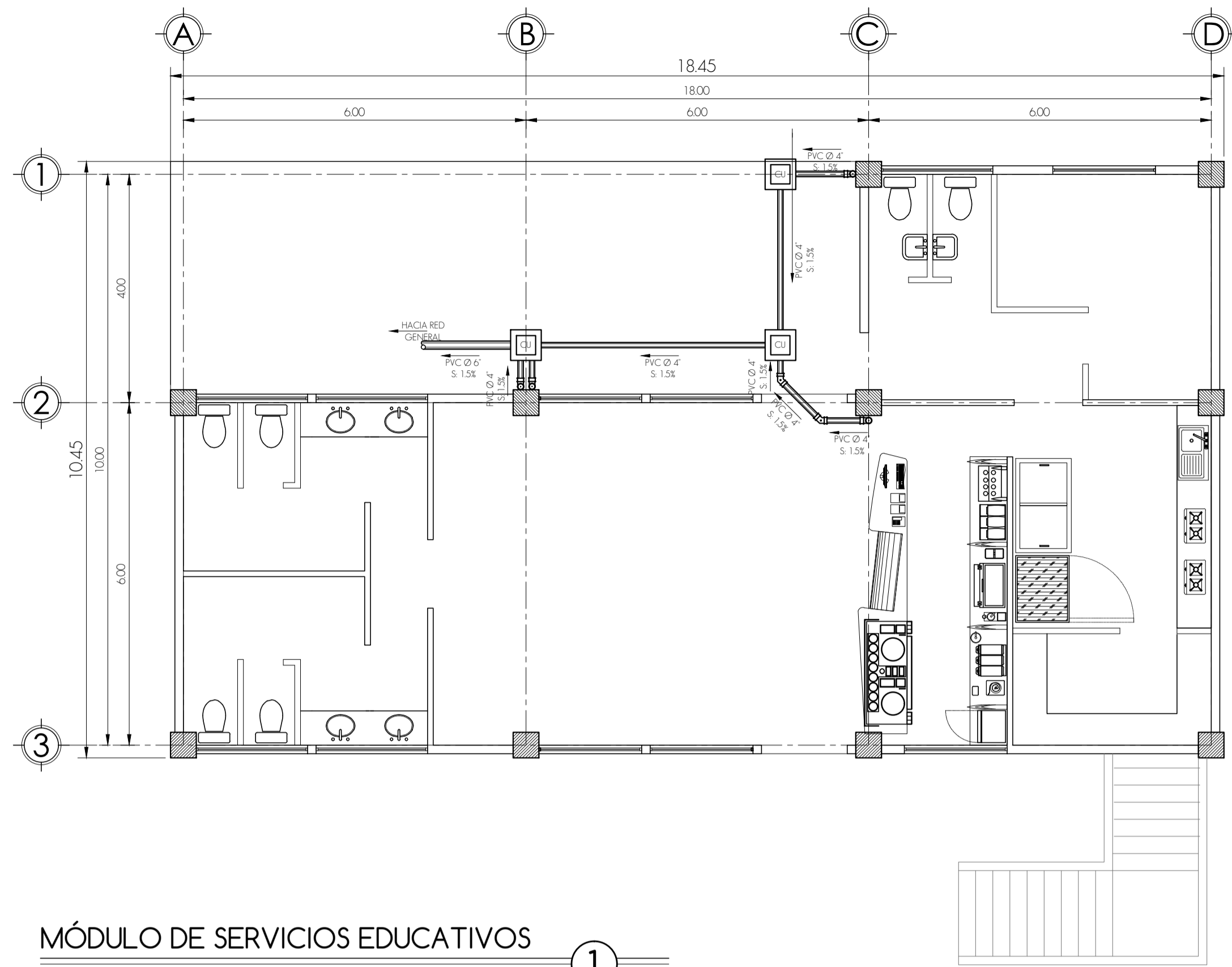
Segundo nivel: escuela de arte

Escala: ③ 1/75

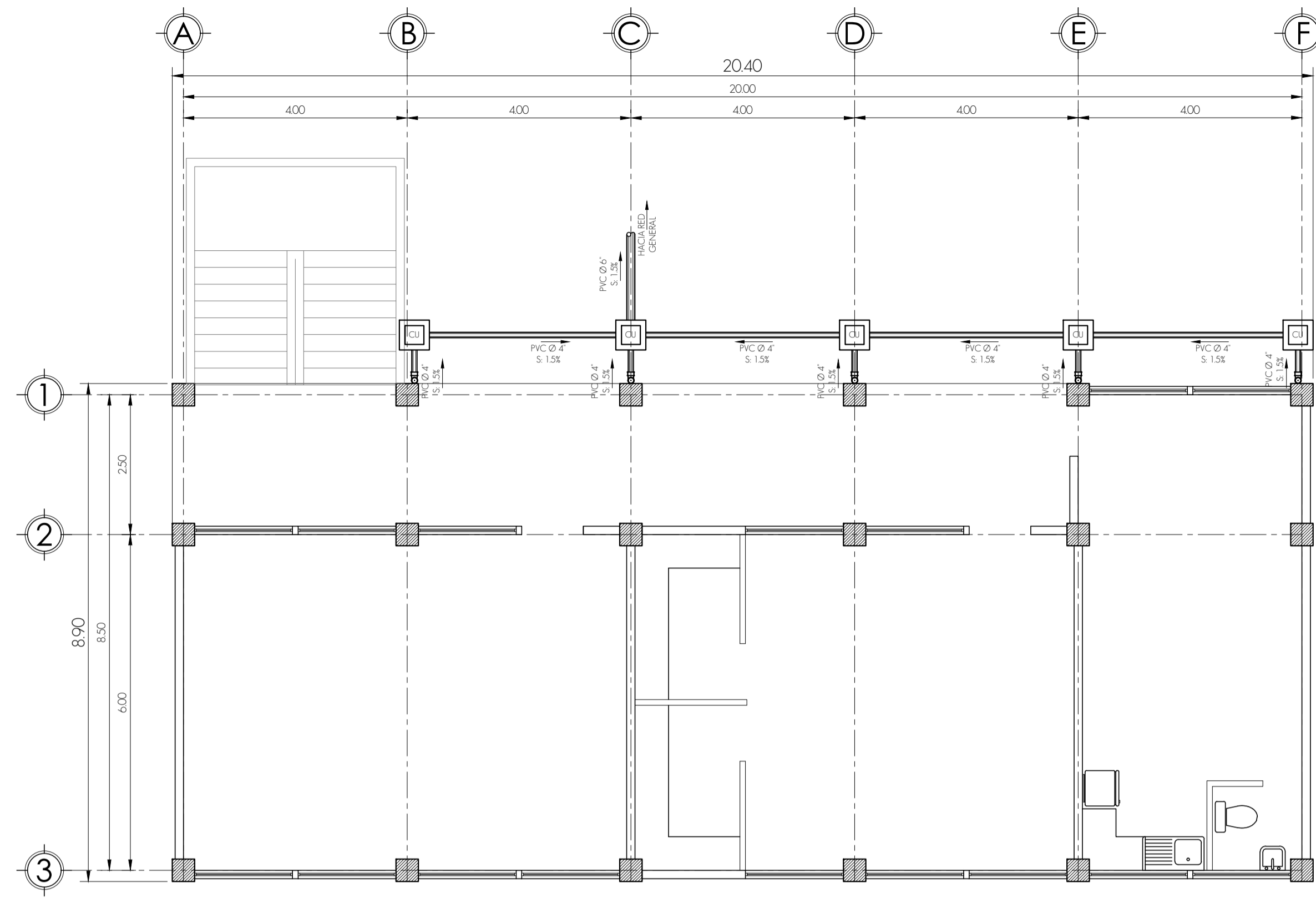
INSTALACIONES

Plantas de instalación drenaje sanitario, módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

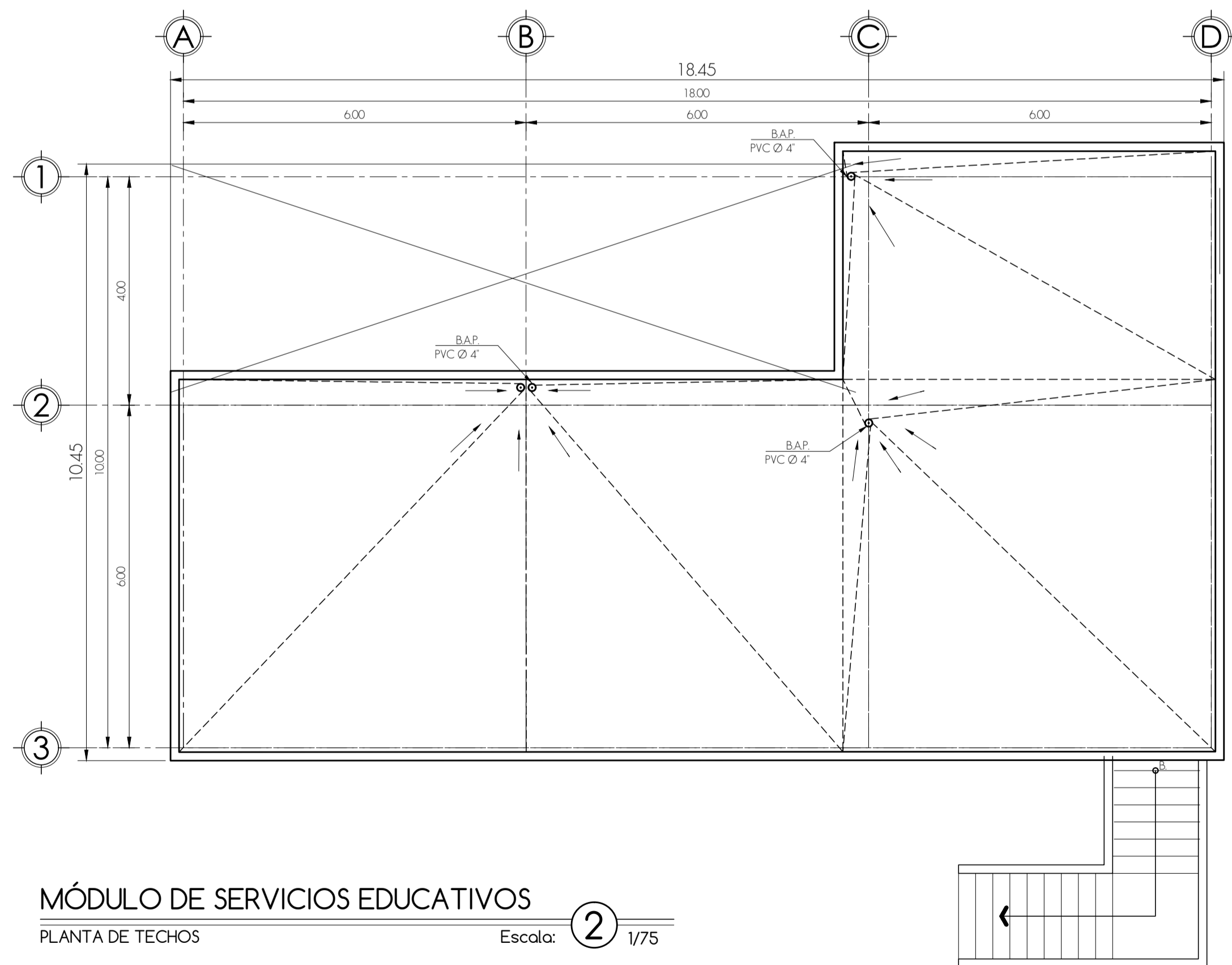
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		
		PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: PLANTA INSTALACION DE DRENAJE SANITARIO MÓDULO 1 Y 2	HOJA: 12
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	ZONA: VARIAS	ESCALA VERTICAL: INDICADA	ESCALA HORIZONTAL: INDICADA



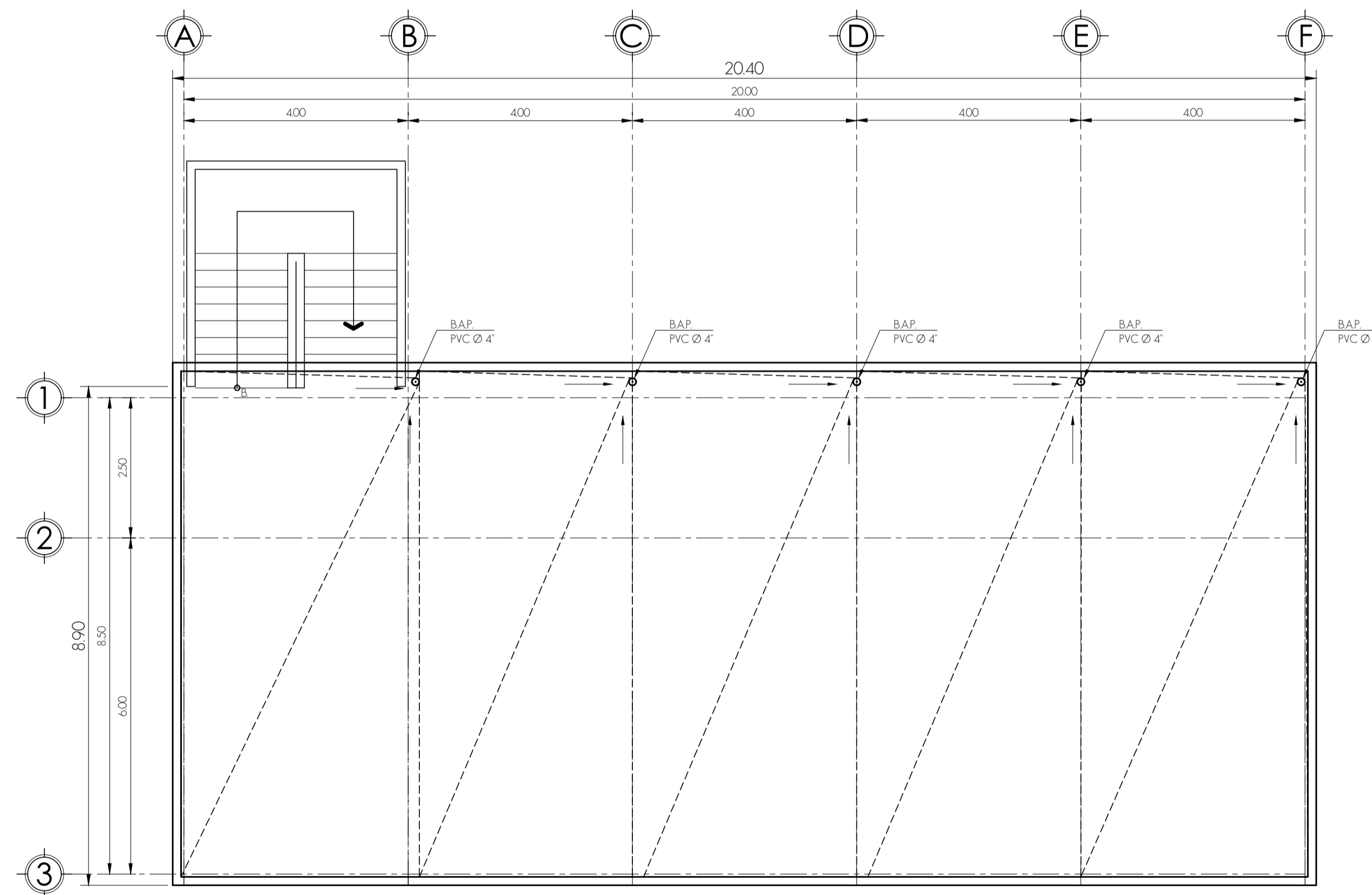
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
PLANTA DE TECHOS Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
PLANTA DE TECHOS Escala: 4/75

SIMBOLOGÍA	
	Tubería PVC para drenaje pluvial, diámetro y pendiente indicada en planta y en notas generales
	Codo PVC a 90° en posición vertical, diámetro indicado en planta
	Codo PVC a 45° en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Yee PVC a 45° en posición horizontal, diámetro indicado en planta
	Sifón terminal PVC, diámetro indicado en planta
	Reductor PVC de 4" a 3"
	Reposadera de bronce - sifón terminal
	Indica sentido de la pendiente
	Bajada de agua pluvial PVC de 4"
	Caja tipo unión

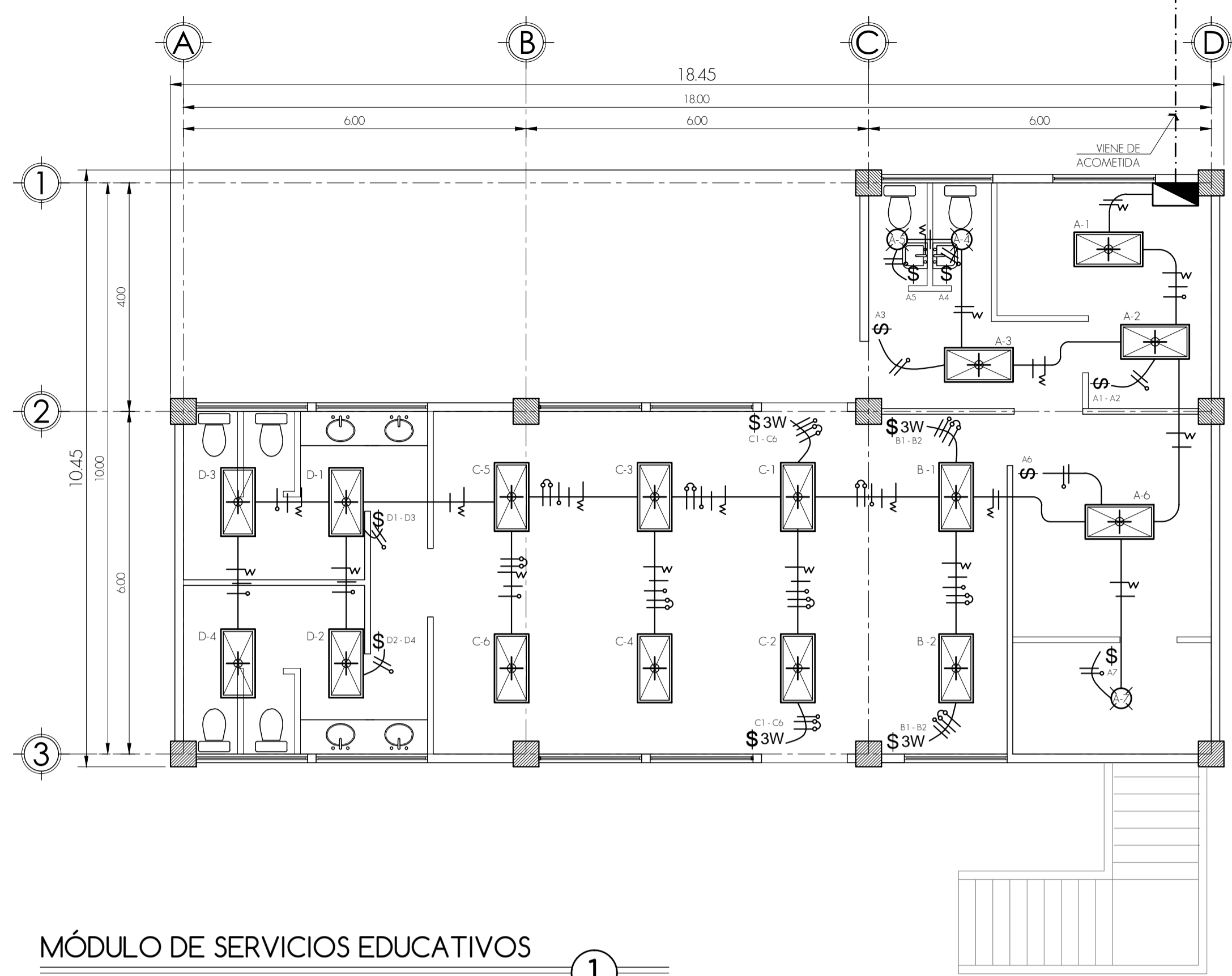
NOTAS GENERALES	
1.	Toda la tubería del sistema de alcantarillado será PVC Ø 6". La tubería debe cumplir con las normas ASTM D-2241, y los accesorios con la norma ASTM D-2665.
2.	Toda la tubería expuesta a la intemperie debe protegerse para garantizar su conservación.
3.	Ver detalles de cajas en hoja 12/15

INSTALACIONES

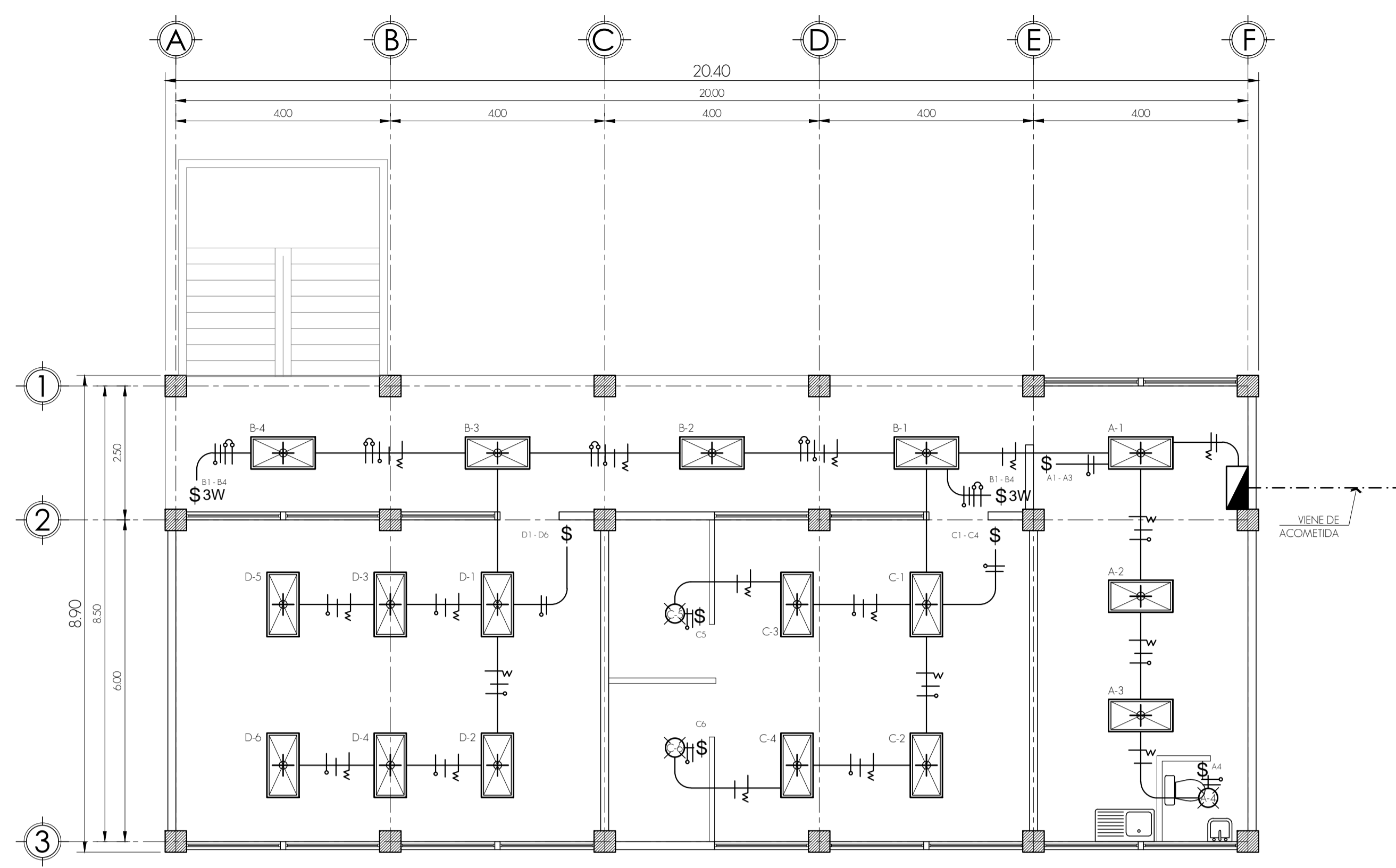
Plantas de instalación drenaje pluvial, módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA	
		PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	HOJA: 13 DE: 15
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	CONTENIDO: PLANTA INSTALACION DE DRENAJE PLUVIAL MÓDULO 1 Y 2	ZONA: VARIAS
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ESCALA VERTICAL: INDICADA	ESCALA HORIZONTAL: INDICADA

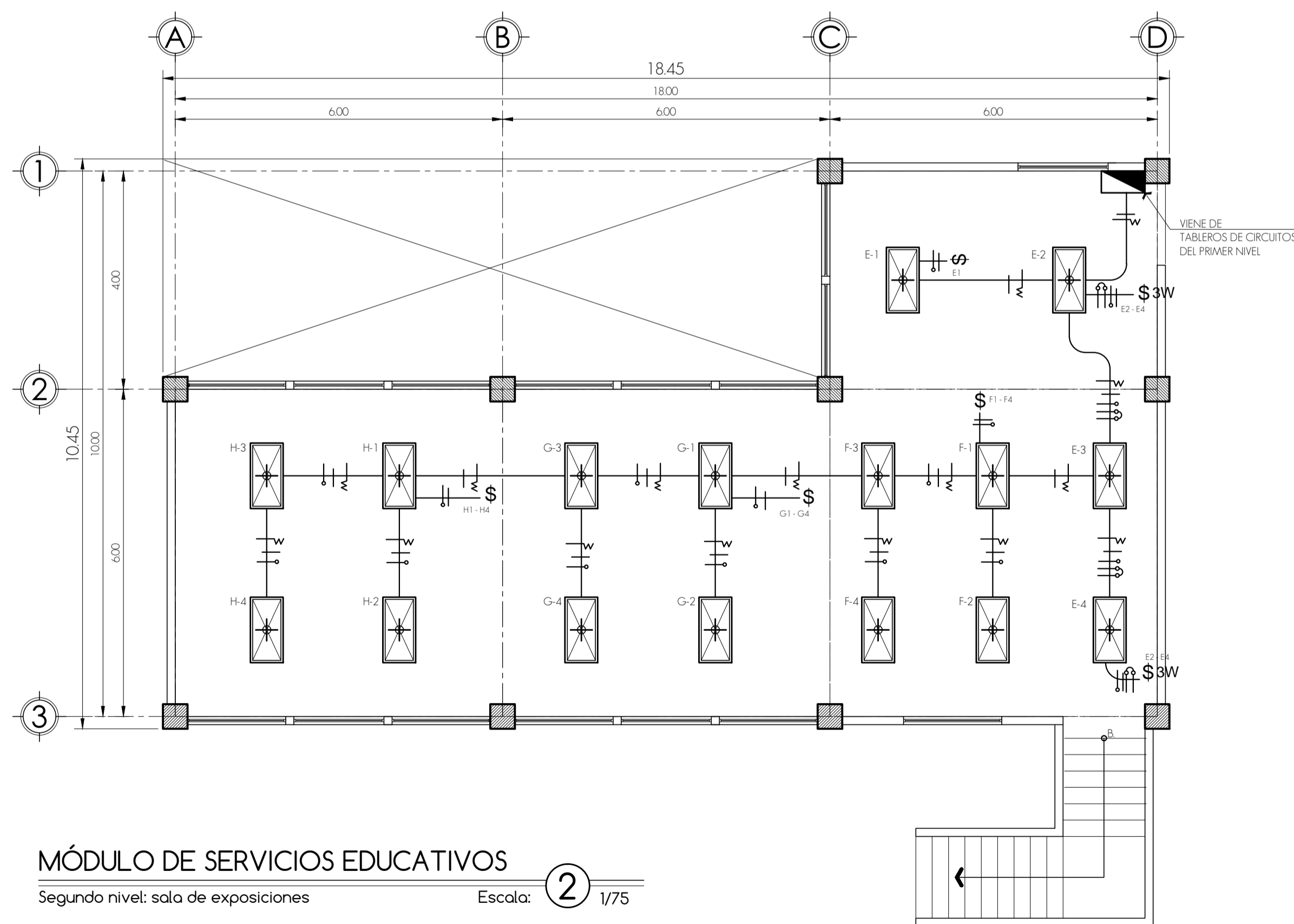
Visto por: Ing. Angel Roberto Gu. García
 Asesor-Supervisor
 Visto por: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez



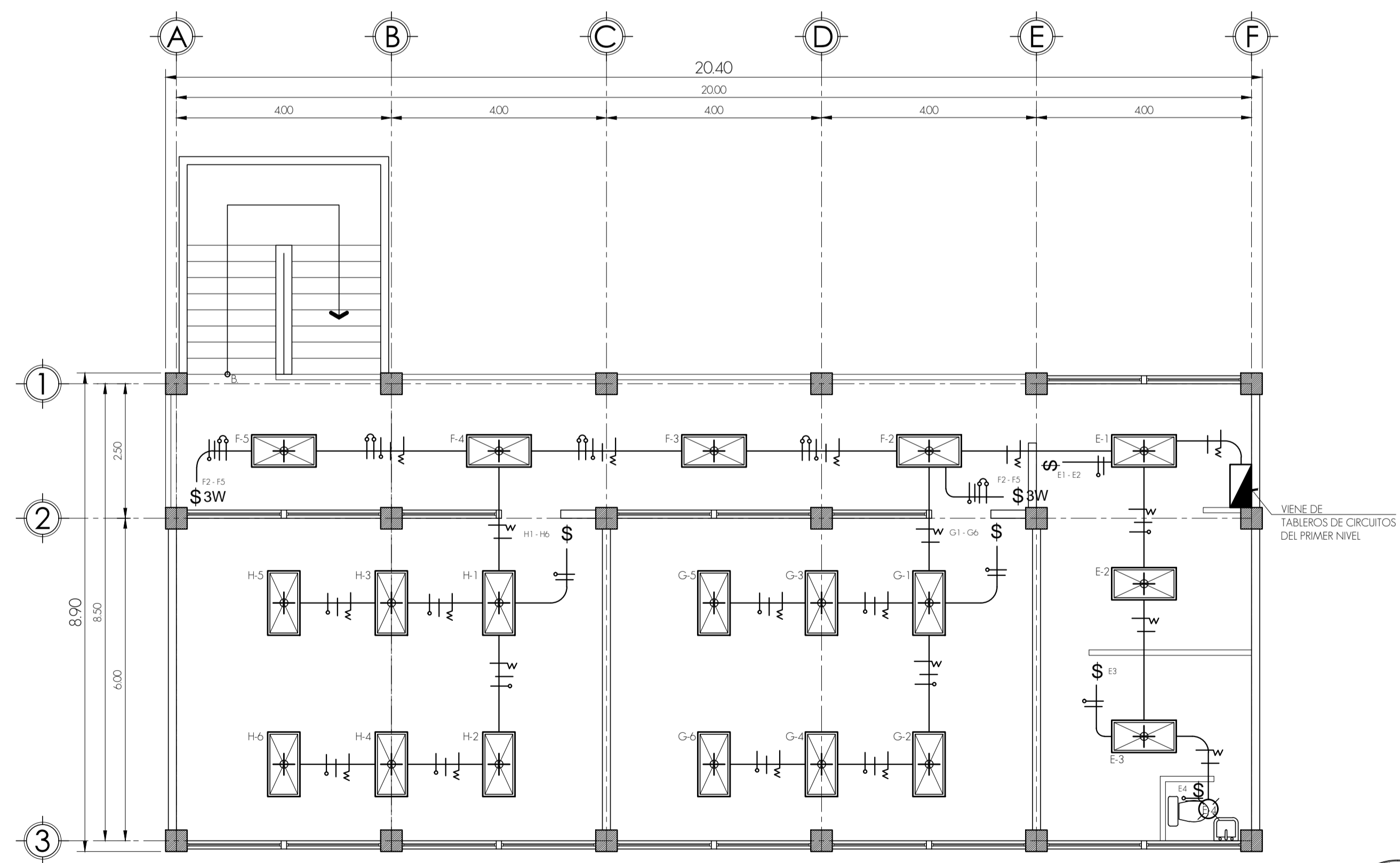
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 4/75

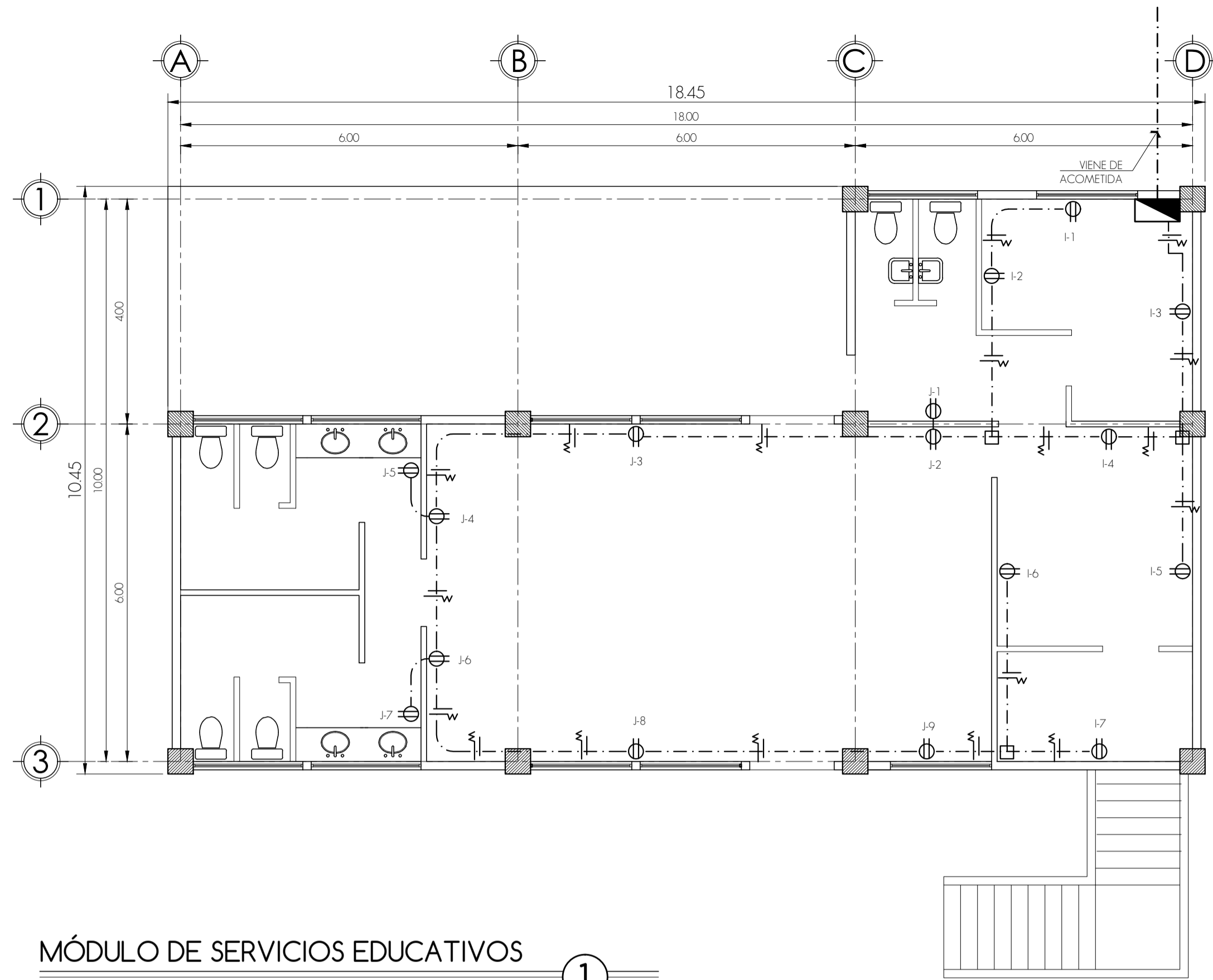
SIMBOLOGÍA	
	Salida para lámpara decorativa de cielo, en caja octogonal instalada sobre cielo falso
	Lámpara fluorescente, 120 v. 4x40 watts, de 2x4 pies
	Interruptor sencillo y doble, 120 v. 15A grado comercial en caja rectangular 2x4", h= 1.20 m
	Interruptor sencillo de tres vías, 120 v. 15A grado comercial en caja rectangular 2x4", h= 1.20 m.
	Tubería tipo PVC eléctrico suspendido en losa, Ø 3/4" o indicado.
	Tubería tipo PVC eléctrico en piso o pared, Ø 3/4" o indicado.
	Lineas viva, retorno y neutral, calibre 12 o indicado.
	Puente para tres vías (3W)
	Tablero de distribución ed circuitos

NOTAS GENERALES	
1.	Toda el alambrado será THW # 12 AWG.
2.	El alambrado para la acometida será THW # 2 AWG.
3.	El cableado del tablero será alambre THW # 8 AWG.

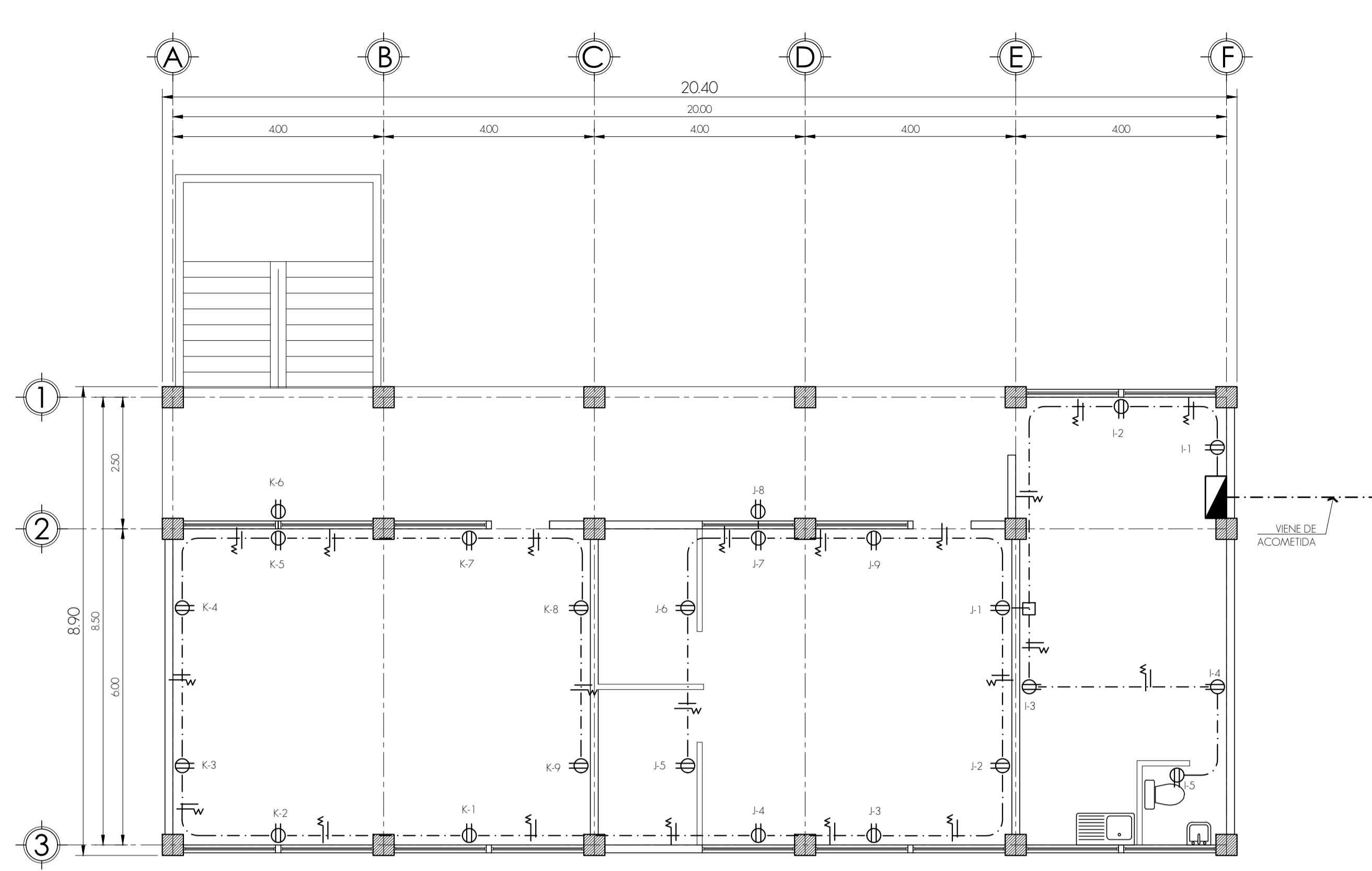
INSTALACIONES

Plantas de instalación eléctrica, circuito de iluminación - módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

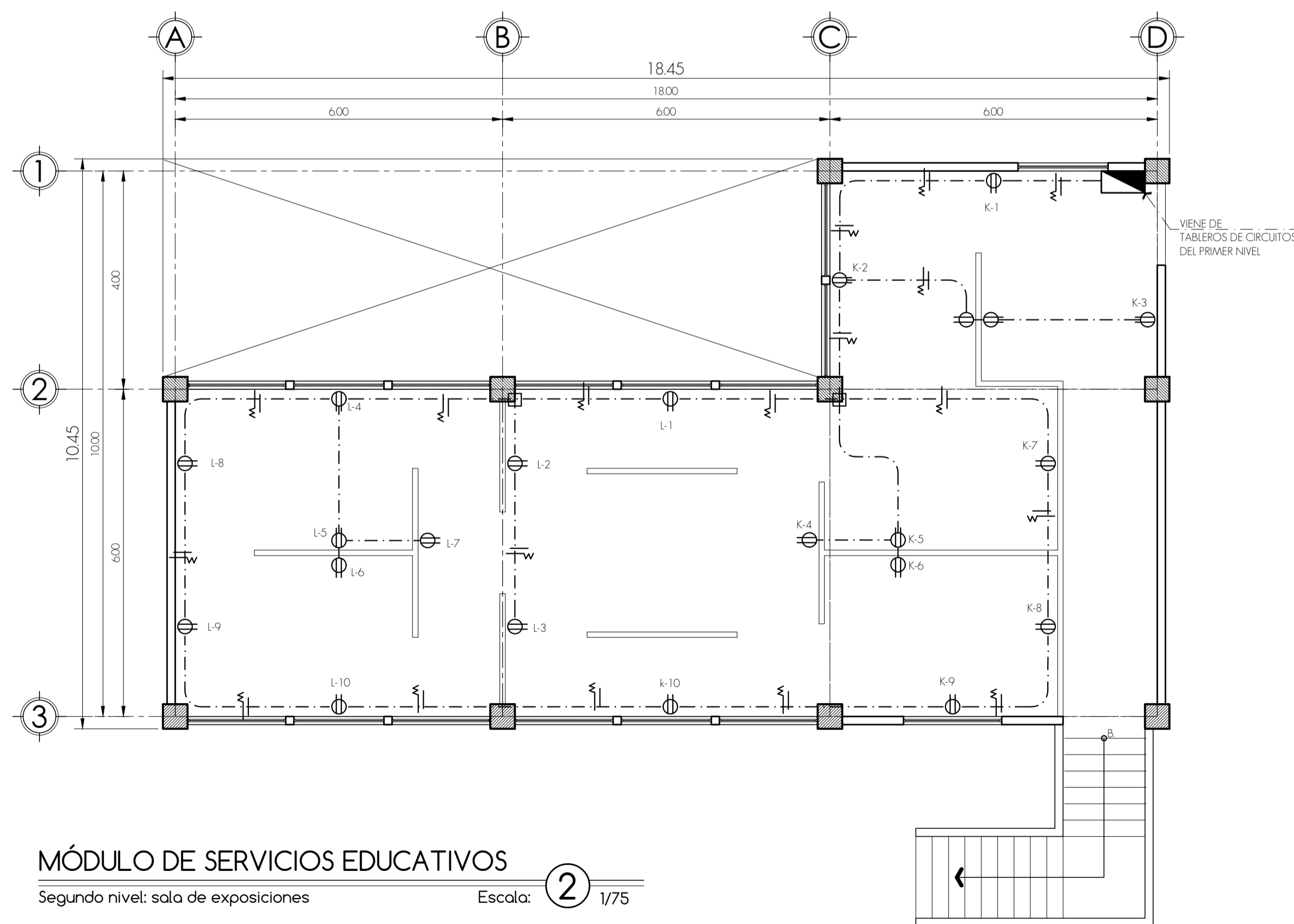
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA		
		PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR		
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	CONTENIDO: PLANTA INSTALACION ELÉCTRICA - CIRCUITO DE ILUMINACION	HOJA: 14	DE: 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	ZONA: VARIAS	ESCALA VERTICAL: INDICADA		
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.	ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			



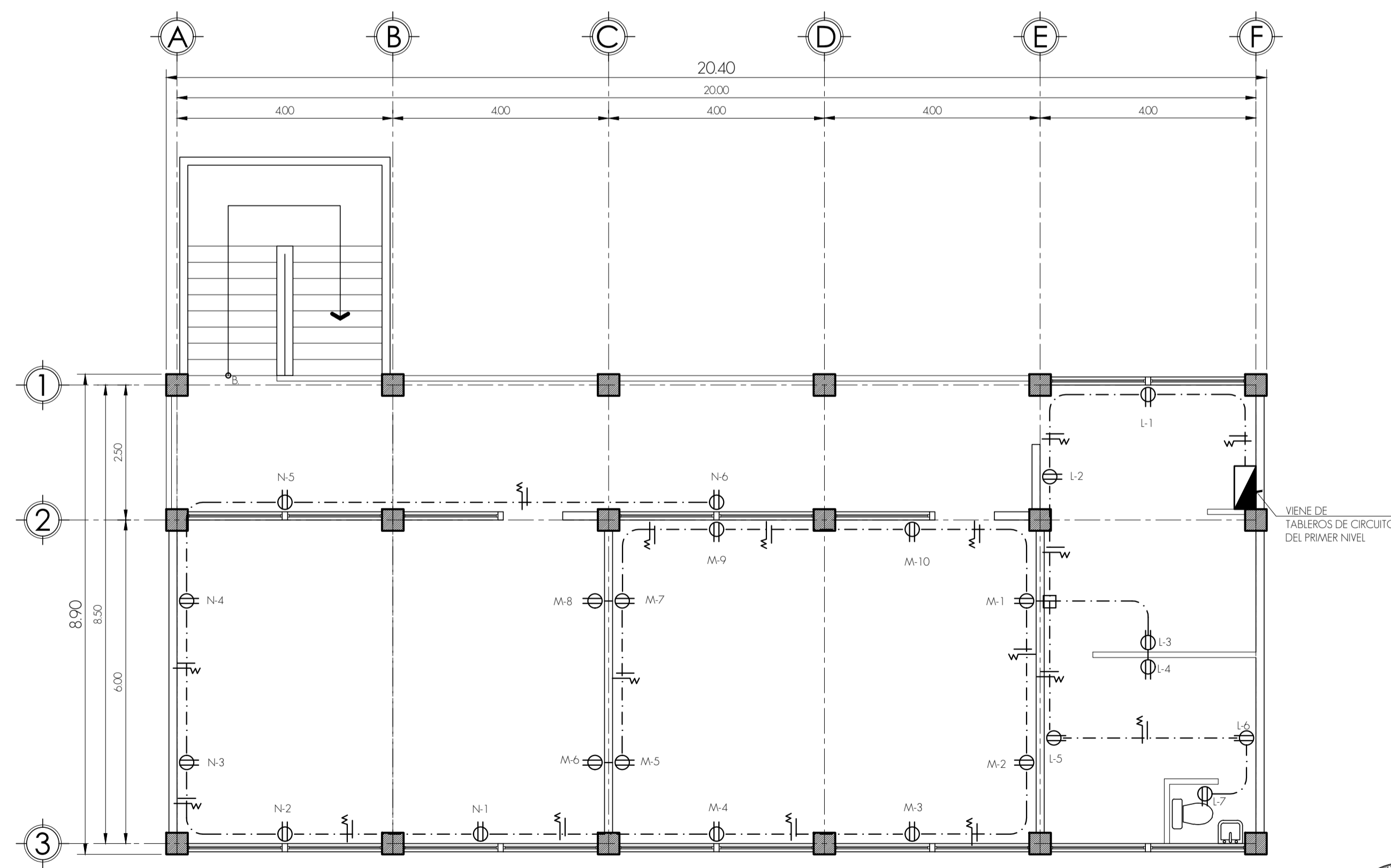
MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Primer nivel: cafetería Escala: 1/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Primer nivel: escuela de arte Escala: 3/75



MÓDULO DE SERVICIOS EDUCATIVOS
Segundo nivel: sala de exposiciones Escala: 2/75



MÓDULO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE
Segundo nivel: escuela de arte Escala: 4/75

SIMBOLOGÍA	
	Tomacorriente doble polarizado 120V 15A, grado comercial en caja 4x2" embebida en pared, h= 0.30 m, o indicado
	Tubería tipo PVC eléctrico suspendida en losa, Ø 3/2" o indicado
	Tubería tipo PVC eléctrico en piso o pared, Ø 3/4" o indicado
	Lineas viva y neutral, calibre 12 o indicado
	Caja de registro cuadrada 4x4" o indicado, con tapadera
	Tablero de distribución de circuitos
NOTAS GENERALES	
1.	Toda el alambrado será THW # 12 AWG.
2.	El alambrado para la acometida será THW # 2 AWG.
3.	El cableado del tablero será alambre THW # 8 AWG.

INSTALACIONES

Plantas de instalación eléctrica, circuito de fuerza - módulo de servicios educativos y de enseñanza - aprendizaje

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA	
DISEÑO: ERICK MARTINEZ H.	PROYECTO: ESCUELA DE ARTE PARA EL CASERIO CANDELARIA, ALDEA MONTUFAR	CONTENIDO: PLANTA INSTALACION ELÉCTRICA - CIRCUITO DE FUERZA	HOJA: DE: 15 15
CALCULO: ERICK MARTINEZ H.	FECHA: FEB. 2013	ZONA: VARIAS	
DIBUJO: ERICK MARTINEZ H.			
ESCALA VERTICAL: INDICADA			
ESCALA HORIZONTAL: INDICADA			

Via: Ing. Angel Roberto Gu. Garcia
Asesor-Supervisor