



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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN
COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSE Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA
MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ**

José Marcos Antonio Armas Jiménez

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN
COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSE Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA
MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MARCOS ANTONIO ARMAS JIMÉNEZ
ASESORADO POR LA INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Ing. Lesbia Magalí Herrera Lopez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN
COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSE Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA
MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ,
SACATEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 24 de julio de 2015.

José Marcos Antonio Armas Jiménez



Guatemala, 03 de febrero de 2017
Ref.EPS.DOC.83.01.17

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Marcos Antonio Armas Jiménez, Registro Académico 201020356** y **CUI 2124 35671 0301**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ.**

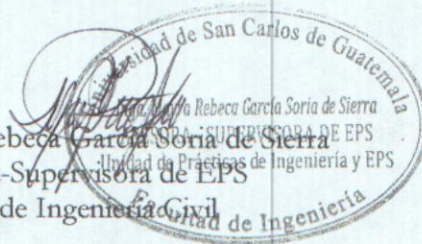
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
05 de mayo de 2017

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 UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Marcos Antonio Armas Jimenez, con Registro Estudiantil No. 201020356, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 23 de mayo de 2017
Ref.EPS.D.153.05.17

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

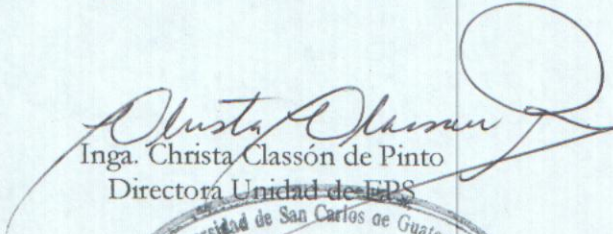
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Marcos Antonio Armas Jiménez, Registro Académico 201020356 y CUI 2124 35671 0301**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la **Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





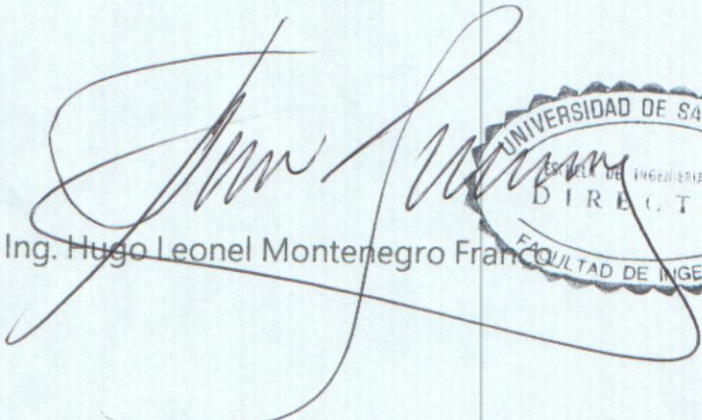
USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante José Marcos Antonio Armas Jiménez titulado **DISEÑO DE UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre
 /mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 391.2017

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 UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA PUESTO DE SALUD Y SALÓN COMUNAL PARA EL CASERÍO SAN JOSÉ Y UN EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA EL MUSEO LOCAL Y ESCUELA DE ARTE Y MÚSICA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **José Marcos Antonio Armas Jiménez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano en Funciones

Guatemala, septiembre de 2017



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Mi padre

Julio Cesar Armas Torres, por ser una influencia, apoyo en mi vida y carrera estudiantil.

Mi madre

Lourdes Iracema Jiménez Morán de Armas, por su amor y apoyo incondicional.

Mis hermanos

Luis, Pablo y Oscar, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Julio y Lourdes por su apoyo incondicional.
Mis compañeros	Todas las personas con las que compartí en la facultad durante mi período de estudio.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formarme como profesional y persona.
Facultad de Ingeniería	Por todos los conocimientos brindados.
Ing. Mayra García	Por brindarme su apoyo y paciencia durante la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Lucas Sacatepéquez departamento de Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización del Lugar	1
1.1.3. Ubicación geográfica	2
1.1.4. Aspectos topográficos	2
1.1.5. Vías de acceso	2
1.1.6. Clima	3
1.1.7. Colindancias	3
1.1.8. Turismo.....	3
1.1.9. Demografía.....	4
1.1.10. Actividades socioeconómicas.....	4
1.1.11. Idioma.....	4
1.1.12. Servicios existentes	5
1.1.13. Educación.....	5
1.1.14. Salud	5
1.1.15. Condiciones sanitarias.....	6

1.1.16.	Natalidad	6
1.1.17.	Mortalidad.....	6
1.1.18.	Morbilidad.....	6
1.2.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Lucas Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez.....	7
1.2.1.	Descripción de las necesidades	7
1.2.2.	Priorización de las necesidades	8
2.	FASE TÉCNICA.....	9
2.1.	Diseño de puesto de salud y salón de usos múltiples, Caserío San José, San Lucas Sacatepéquez	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Investigación preliminar.....	10
2.1.2.1.	Terreno disponible.....	10
2.1.2.2.	Análisis de suelos.....	10
2.1.3.	Normas de diseño	15
2.1.4.	Diseño arquitectónico	15
2.1.4.1.	Ubicación de edificio	16
2.1.4.2.	Distribución de ambientes	16
2.1.4.3.	Altura del edificio	17
2.1.4.4.	Selección del sistema estructural a utilizar.....	18
2.1.5.	Análisis estructural	18
2.1.5.1.	Predimensionamiento estructural	18
2.1.5.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	23

2.1.5.3.	Cargas horizontales y verticales aplicadas a marcos dúctiles utilizando las normas AGIES 2010	24
2.1.5.4.	Análisis de marcos dúctiles por método de Kani.....	58
2.1.5.5.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	76
2.1.5.6.	Diagrama de Corte	80
2.1.5.7.	Resultados de análisis utilizando SAP 2000.....	84
2.1.5.8.	Diseño de elementos estructurales.....	92
2.1.5.9.	Instalaciones eléctricas.....	167
2.1.5.10.	Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias	170
2.1.5.11.	Planos constructivos.....	180
2.1.5.12.	Presupuesto.....	180
2.1.5.13.	Cronograma.....	183
2.1.5.14.	Evaluación de impacto ambiental	183
2.1.5.15.	Evaluación socioeconómica.....	185
2.2.	Diseño un edificio de dos niveles para museo local y escuela de arte y música, San Lucas Sacatepéquez	186
2.2.1.	Descripción del proyecto	186
2.2.2.	Investigación Preliminar.....	186
2.2.2.1.	Terreno disponible.....	186
2.2.2.2.	Análisis de suelos	187
	Ensayo triaxial.	187
2.2.3.	Normas de diseño.....	190
2.2.4.	Diseño arquitectónico	190
2.2.4.1.	Ubicación de edificio.....	190

2.2.4.2.	Distribución de ambientes	191
2.2.4.3.	Altura del edificio	193
2.2.4.4.	Selección del sistema estructural a utilizar	193
2.2.5.	Análisis estructural	193
2.2.5.1.	Predimensionamiento estructural	194
2.2.5.2.	Modelos matemáticos de marcos dúctiles	198
2.2.5.3.	Cargas horizontales y verticales aplicados a marcos dúctiles utilizando las normas AGIES 2010.....	199
2.2.5.1.	Análisis de marcos dúctiles por método de Kani	228
2.2.5.2.	Momentos últimos por envolvente de momentos.....	242
2.2.5.3.	Diagrama de corte	246
2.2.5.4.	Resultados de análisis utilizando SAP 2000	250
2.2.5.5.	Diseño de elementos estructurales	258
2.2.5.6.	Instalaciones eléctricas	332
2.2.5.7.	Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias	335
2.2.5.8.	Planos constructivos	344
2.2.5.9.	Presupuesto	344
2.2.5.10.	Cronograma	348
2.2.5.11.	Evaluación de impacto ambiental.....	348
2.2.5.12.	Evaluación socioeconómica	350

CONCLUSIONES	351
RECOMENDACIONES	353
BIBLIOGRAFÍA.....	355
APÉNDICES	357
ANEXOS	373

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área tributaria.....	20
2.	Marco crítico sentido “X”	23
3.	Marcos Sentido “Y”	24
4.	Planta de áreas tributarias, para cargas verticales en viga	25
5.	Cargas muertas en eje B (kg/m)	28
6.	Cargas vivas en eje B (kg/m)	28
7.	Cargas muertas en eje 7. (kg/m).....	29
8.	Cargas vivas en eje 7. (kg/m).....	29
9.	Diagrama para la distribución de peso por nivel.	31
10.	Definiendo protección sísmica.	34
11.	Direcciones de plano cartesiano en planta del edificio.....	47
12.	Diagrama de centros de masa y rigidez, primer nivel.....	50
13.	Diagrama de centros de masa y rigidez, segundo nivel.....	51
14.	Distribución de fuerzas horizontales en primer nivel.	56
15.	Distribución de fuerzas horizontales en segundo nivel.....	57
16.	Cargas sísmicas en eje B.....	58
17.	Momentos de carga viva en eje 7.	73
18.	Momentos de carga muerta en eje 7.....	73
19.	Momentos de carga sísmica en eje 7.....	74
20.	Momentos de carga viva en eje B.	74
21.	Momentos de carga muerta en eje B.	75
22.	Momentos de carga sísmica en eje B.	75
23.	Momentos de carga muerta en eje 7.....	84

24.	Momentos de cargas vivas en eje 7.....	85
25.	Momentos de cargas sísmicas en eje 7.....	85
26.	Momentos de carga muerta en eje B.....	87
27.	Momentos de carga viva en eje B.....	88
28.	Momentos de cargas sísmicas en eje B.	88
29.	Identificando los casos para cada una de las losas.	93
30.	Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel.	97
31.	Diagrama de momentos a balancear.	98
32.	Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel.....	101
33.	Planta, detalle de losa de 5,00x5,00 primer nivel.	104
34.	Planta, detalle de losa de 5,00 x 6,30 primer nivel.....	105
35.	Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel.	108
36.	Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel.....	111
37.	Planta, detalle de losa de 5.00x5.00 segundo nivel.	114
38.	Planta, detalle de losa de 5.00x6.30 segundo nivel.	115
39.	Detalle longitudinal del armado de viga.	123
40.	Detalle longitudinal del armado de viga.	128
41.	Detalle longitudinal del armado de viga.	130
42.	Detalle longitudinal del armado de viga.	132
43.	Distribución de áreas tributarias para columna seleccionada.	134
44.	Obtención de valores K.....	144
45.	Detalle de columnas.	149
46.	Diagrama de zapata sometida al corte simple.	154
47.	Diagrama de zapata sometida al punzonamiento.	155
48.	Detalle de zapata concéntrica.....	158
49.	Detalle de cimentación.....	161
50.	Planta de distribución de gradas.....	163
51.	Longitud entre apoyos.	163
52.	Detalle del módulo de gradas.	166

53.	Área tributaria.....	195
54.	Marcos sentido "X"	198
55.	Marcos Sentido "Y"	199
56.	Planta de áreas tributarias, para cargas verticales en viga	200
57.	Cargas muertas en eje 1-C (Kg/m)	202
58.	Cargas vivas en eje 1-C (Kg/m)	203
59.	Cargas muertas en eje 2	203
60.	Cargas vivas en eje 2 (Kg/m)	204
61.	Definiendo protección sísmica.	207
62.	Direcciones de plano cartesiano en planta del edificio.....	218
63.	Datos y cálculos para la determinación del centro de rigidez.....	219
64.	Diagrama de centros de masa y rigidez, primer nivel.....	221
65.	Diagrama de centros de masa y rigidez, segundo nivel.....	221
66.	Distribución de fuerzas horizontales en primer nivel.	226
67.	Distribución de fuerzas horizontales en segundo nivel.....	227
68.	Cargas sísmicas en eje 2.	227
69.	Cargas sísmicas en eje 1-C.	228
70.	Momentos de carga viva en eje 2.	239
71.	Momentos de carga muerta en eje 2.....	240
72.	Momentos de carga sísmica en eje 2.....	240
73.	Momentos de carga muerta en eje 1-C.....	241
74.	Momentos de carga viva en eje 1-C.....	241
75.	Momentos de carga sísmica en eje 1-C.....	242
76.	Diagrama de momentos para cargas vivas en marco del eje 2.....	250
77.	Diagrama de momentos para cargas muertas en eje 2.....	251
78.	Diagrama de momentos para cargas sísmicas en eje 2.....	251
79.	Diagrama de momentos de carga viva en eje 1-C.	253
80.	Diagrama de momentos de carga muerta en eje 1-C.....	254
81.	Diagrama de momentos de carga muerta en eje 1-C.....	254

82.	Identificando los casos para cada una de las losas.	258
83.	Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel.	263
84.	Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel.	265
85.	Detalle de armado de losa primer nivel.	268
86.	Diagrama de momentos sin balancear en losas del segundo nivel. ...	271
87.	Diagrama de momentos balanceados en losas de segundo nivel.	272
88.	Detalle de armado en losa segundo nivel.	275
89.	Detalle longitudinal del armado de viga.	283
90.	Detalle longitudinal del armado de viga.	285
91.	Distribución de áreas tributarias para columna seleccionada.	287
92.	Obtención de valores K.	297
93.	Detalle de columnas.	302
94.	Diagrama de zapata sometida al corte simple.	307
95.	Diagrama de zapata sometida al punzonamiento.	308
96.	Detalle de zapata concéntrica.	311
97.	Diagrama de aplicación de cargas.	313
98.	Detalle de zapatas excéntricas.	324
99.	Detalle de cimentación.	327
100.	Planta de distribución de gradadas.	328
101.	Longitud entre apoyos.	329
102.	Detalle armado de gradadas.	332

TABLAS

I.	Valor soporte según tipo de suelo.....	15
II.	Distribución de áreas.....	17
III.	Verificación de losas.	19
IV.	Cargas consideradas.	21
V.	Determinación de cargas distribuidas.	27
VI.	Peso del primer nivel.....	31
VII.	Peso del segundo nivel.	32
VIII.	Determinación de fuerzas por nivel.	41
IX.	Datos y cálculos la determinación del centro de rigidez.....	47
X.	Datos y cálculos para la determinación del centro de rigidez.....	48
XI.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en “X”	53
XII.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en “Y”	53
XIII.	Resultados de corte torsional y corte total en el eje X, nivel 1.	54
XIV.	Resultados de corte torsional y corte total en el eje Y, nivel 1.	54
XV.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión y total, Marcos en “X”.....	55
XVI.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión y total, Marcos en “Y”.....	55
XVII.	Cargas sísmicas en eje 7.....	57
XVIII.	Momentos fijos.	61
XIX.	Momentos de sujeción	62
XX.	Rigidez de elementos.....	63
XXI.	Factores de giro de carga viva para de eje 7.	64
XXII.	Momentos de primera iteración de carga viva para de eje 7.....	64
XXIII.	Momentos de segunda iteración de carga viva para de eje 7.	65

XXIV.	Momentos finales de carga viva para de eje 7.....	66
XXV.	Momentos positivos de carga viva para de eje 7.....	66
XXVI.	Factores de giro de carga sísmica para de eje 7.....	69
XXVII.	Momentos de primera iteración de carga sísmica para de eje 7.....	70
XXVIII.	Momentos de segunda iteración de carga sísmica para de eje 7.....	71
XXIX.	Momentos finales de carga sísmica para de eje 7.....	72
XXX.	Envolventes de momento de vigas en marco del eje 7, segundo nivel.	77
XXXI.	Envolventes de momento de vigas en marco del eje 7, primer nivel ...	77
XXXII.	Envolvente de momentos en columnas del marco en eje 7.....	78
XXXIII.	Envolvente de momentos en vigas del segundo nivel en eje B.	78
XXXIV.	Envolvente de momentos en vigas del primer nivel en eje B.....	79
XXXV.	Envolvente de momentos en columnas del segundo nivel en B.....	79
XXXVI.	Corte en vigas del segundo nivel en el eje 7.	80
XXXVII.	Corte en vigas del primer nivel en eje 7.....	80
XXXVIII.	Corte en vigas del segundo nivel en eje B.....	81
XXXIX.	Corte en vigas del primer nivel en eje B.	81
XL.	Corte en columnas en eje 7.....	82
XLI.	Corte en columnas del marco en eje B.....	83
XLII.	Comparación de envolvente de momentos en vigas del segundo nivel eje 7 (Kani vs SAP 2 000).	86
XLIII.	Comparación de envolvente de momentos en vigas del primer nivel, eje 7 (Kani vs SAP 2 000)	86
XLIV.	Comparación de envolvente de momentos en columnas, eje 7 (Kani vs SAP 2 000).....	87
XLV.	Comparación de envolvente de momentos en vigas del segundo nivel (Kani vs SAP 2 000).	89
XLVI.	Comparación de envolvente de momentos en vigas del primer nivel (Kani vs SAP 2 000).....	90

XLVII.	Comparación de envolvente de momentos en columnas (Kani vs SAP 2 000).....	91
XLVIII.	Cargas utilizadas para el diseño.	94
XLIX.	Cálculo de relación La/Lb.....	95
L.	Ecuaciones para balanceo por rigidez.	98
LI.	Cálculo de área de acero y espaciamiento.	103
LII.	Cálculo de relación La/Lb para las losas.....	106
LIII.	Cálculo de área de acero y espaciamiento.	113
LIV.	Cálculo de área de acero requerida.	117
LV.	Cálculo de área de acero requerida.	124
LVI.	Unidades de gasto para tuberías.	171
LVII.	Gastos para el método de hunter (Lts/s).....	173
LVIII.	Unidades de descarga y diámetros según derivación para artefactos.	176
LIX.	Diámetro según derivación.....	177
LX.	Presupuesto de puesto de salud y salón de usos múltiples caserío San José.	180
LXI.	Cronograma de ejecución del puesto de salud y salón de usos múltiples caserío San José.	183
LXII.	Valor soporte según tipo de suelo.....	189
LXIII.	Distribución de áreas.....	192
LXIV.	Cargas consideradas.	196
LXV.	Cargas distribuidas en ejes críticos.....	202
LXVI.	Peso del primer nivel.....	205
LXVII.	Peso del segundo nivel.	205
LXVIII.	Determinación de fuerzas por nivel.	213
LXIX.	Datos y cálculos la determinación del centro de rigidez.....	218
LXX.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en "X".	223

LXXI.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en “Y”.	223
LXXII.	Resultados de corte por torsión y total en eje X.	224
LXXIII.	Resultados de corte por torsión y total en eje Y.	224
LXXIV.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en “X”	225
LXXV.	Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, marcos en “Y”	225
LXXVI.	Resultados de corte por torsión y total en eje X 2do. nivel.	225
LXXVII.	Resultados de corte por torsión y total en eje Y 2do. nivel.	226
LXXVIII.	Momentos fijos.	229
LXXIX.	Momentos de sujeción	229
LXXX.	Factores de giro de carga viva para marco de eje 2.	231
LXXXI.	Momentos de primera iteración de carga viva para marco de eje 2....	231
LXXXII.	Momentos de segunda iteración de carga viva para marco de eje 2..	232
LXXXIII.	Momentos finales de carga viva para marco de eje 2.....	233
LXXXIV.	Momentos finales de carga viva para marco de eje 2.....	233
LXXXV.	Factores de giro de carga sísmica para marco de eje 2.	235
LXXXVI.	Factores de giro de carga sísmica para marco de eje 2.	236
LXXXVII.	Momentos de segunda iteración de carga sísmica para marco de eje 2.	237
LXXXVIII.	Momentos de segunda iteración de carga sísmica para marco de eje 2.	239
LXXXIX.	Envolventes de momento de vigas en marco del eje 2, segundo nivel.	243
XC.	Envolventes de momento de vigas en marco del eje 2, primer nivel. .	243
XCI.	Envolvente de momentos en columnas del marco en eje 2.....	244
XCII.	Envolvente de momentos en vigas del segundo nivel en eje 1-C.....	244
XCIII.	Envolvente de momentos en vigas del primer nivel en eje 1-C.	245

XCIV.	Envolvente de momentos en columnas del segundo nivel en eje 1-C.	245
XCV.	Corte en vigas del segundo nivel en el eje 2.....	246
XCVI.	Corte en vigas del primer nivel en eje 2.	246
XCVII.	Corte en vigas del segundo nivel en eje 1-C.....	247
XCVIII.	Corte en vigas del primer nivel en eje 1-C.	247
XCIX.	Corte en columnas del marco en eje 2.....	248
C.	Corte en columnas del marco en eje 1-C.....	249
CI.	Tabla comparativa de resultados para momentos en vigas de segundo nivel.	252
CII.	Tabla comparativa de resultados para momentos en vigas de primer nivel.....	252
CIII.	Tabla comparativa de resultados para momentos en columnas.	253
CIV.	Tabla comparativa de momentos para vigas en el 2do. nivel.....	255
CV.	Tabla comparativa de momentos para vigas en 1er. nivel.	256
CVI.	Tabla comparativa de momentos en columnas.....	257
CVII.	Cargas utilizadas para el diseño.	259
CVIII.	Área de acero y espaciamiento en losas.....	267
CIX.	Acero de vigas para momentos requeridos.....	277
CX.	Unidades de gasto para tuberías.	337
CXI.	Gastos para el método de hunter (Lts/s).....	338
CXII.	Unidades de descarga y diámetros según derivación para artefactos.	340
CXIII.	Diámetro según derivación.....	342
CXIV.	Presupuesto de Museo y escuela de arte y música.	345
CXV.	Cronograma de ejecución de Museo y escuela de arte y música.	348

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
\emptyset	Ángulo de fricción interna
$A_{S_{max}}$	Área de acero máxima
$A_{S_{min}}$	Área de acero mínima
A_s	Área de acero requerida
A_g	Área gruesa de la columna
A_t	Área tributaria
P_u	Carga axial última
P_{cr}	Carga crítica de Euler
C_m	Carga muerta
C_v	Carga viva
W_{cm}	Carga muerta distribuida
W_{cv}	Carga viva distribuida
Q	Caudal
cm^2	Centímetros cuadrados
m	Centímetros
C_m	Centro de masa
C_r	Centro de rigidez
C	Coefficiente de escorrentía
C_s	Coefficiente sísmico de diseño
C'	Cohesión.
C_{act}	Corte actuante
V_b	Corte basal
V_d	Corte directo

Vres	Corte resistente
Vi	Corte torsional
Vt	Corte total
Sa(T)	Demanda sísmica de diseño
Df	Desplante de zapata/cimiento
$\emptyset_{\text{longitudinal}}$	Diámetro de varilla longitudinal
$\emptyset_{\text{transversal}}$	Diámetro de varilla transversal
E	Esbeltez
e	Excentricidad
e_{acc}	Excentricidad accidental
β_d	Factor de flujo plástico
k	Factor de longitud efectiva
R	Factor de reducción
Fcu	Factor de seguridad
\ddot{U}_{ik}	Factor de corrimiento
Qn	Fuerza cortante de piso
H	Fuerza de sujeción
Io	Índice de sismicidad
I	Inercia
Ig	Inercia centroidal de la sección de la columna
Kg – m	Kilogramo metro
Kg/cm ²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
Kg/m ²	Kilogramo sobre metro cuadrado
Kg/m ³	Kilogramo sobre metro cúbico
Lb	Libras
l/s	Litros por segundo
Lu	Longitud libre
δ_x	Magnificador de momentos

m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
E _c	Módulo de elasticidad del concreto
M _n	Momento de piso
M _s	Momento de sujeción
M _u	Momento ultimo
Scr	Ordenada espectral con periodo de un segundo
S _{1r}	Ordenada espectral del periodo corto
ψ	Parámetro de empotramiento
s	Pendiente
d	Peralte efectivo
T _a	Periodo de transición
T _s	Periodo fundamental
γ_c	Peso específico del concreto
γ_s	Peso específico del suelo
q _{dis}	Presión de diseño
q _{max}	Presión máxima
q _{neta}	Presión neta del suelo
q _u	Presión última del suelo
r	Radio de giro
R	Recubrimiento
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
f _y	Resistencia a la tensión del acero
K	Rigidez
S	Separación de elementos de confinamiento
Ton	Tonelada
Ton – m	Tonelada metro
Ton ²	Tonelada sobre metro cuadrado

GLOSARIO

ACI	Siglas en inglés para American Concrete Institute, requisitos para reglamento para concreto estructural.
AGIES	Normas de seguridad estructural de edificaciones y obras de infraestructura para la república de Guatemala.
Área de refuerzo	Área de acero longitudinal requerida para resistir un momento específico.
Acero mínimo	Área de acero mínima requerida por un elemento estructural.
Analítico	Que está relacionado con el análisis.
Área tributaria	Área que se considera que debe ser soportada por un elemento estructural.
Carga axial	Carga que se aplica a un elemento estructural perpendicular a su sección transversal.
Cohesión	Cualidad del suelo para mantener unidas las partículas.

Contrahuella	Parte vertical de las gradas, perpendicular a la huella.
Ductilidad	Característica de un material los cuales pueden deformarse plásticamente sin romperse.
Empírico	Resultado o conclusión basada en la experiencia y observación.
Esbeltez	Proporción adecuada entre la longitud y la sección transversal de un elemento.
Esfuerzo de flexión	Esfuerzo ocasionado por fuerzas aplicadas perpendicular al eje longitudinal del elemento.
Eslabón	Elemento de acero transversal que une dos elementos longitudinales.
Estribo	Elementos de acero transversal que confinan el núcleo de concreto de un elemento estructural.
Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación de una fuerza axial y el centro de la sección.
Fuerza cortante	Fuerza externas que actúan perpendicularmente al eje del elemento estructural.
Huella	Luz útil en donde se apoya la pisada en un peldaño.

Inercia	Capacidad que tienen los elementos para permanecer en su estado de reposo.
Infraestructura	Elementos y servicios que se consideran necesarios para el desarrollo de una comunidad.
Iteración	Proceso repetido para alcanzar una meta deseada.
Mampostería	Sistema de construcción que consiste en sobreponer materiales mampuestos para la construcción de muros.
Morbilidad	Proporción de personas que se enferman en un sector y temporada determinada.
Mortero	Es la combinación de conglomerantes inorgánicos, como el agua y el agregado fino, algunas veces otros aditivos, el cual sirve para pegar elementos mampuestos.
Muros tabique	Elementos arquitectónicos que se utilizan para separar o delimitar ambientes dentro de una edificación.
Natalidad	Es una medida proporcional de los nacimientos que se dan en una población y en un tiempo determinado.

Plano cartesiano	Conjunto de dos rectas perpendiculares y numéricas, denominados comúnmente eje “X” y eje “Y”.
Recubrimiento	Espesor de concreto en un elemento estructural utilizado para proteger el acero de la corrosión y otros factores que lo afectan.
Rigidez	Es la resistencia a las deformaciones elásticas producidas en un material.
Suelo orgánico	Suelo que contiene un enorme porcentaje de materia orgánica.
Torsión	Esfuerzo que se presenta cuando existe un momento sobre el eje longitudinal de un elemento estructura.

RESUMEN

Los proyectos presentados son importantes para el municipio, porque con ellos se desea mejorar la calidad de vida del municipio, específicamente, el proyecto del puesto de salud y salón de usos múltiples del caserío San José en proyecto del Museo y escuela de arte y música en la cabecera municipal.

Para lograr cubrir las necesidades en el caserío San José, se realizará la planificación de un edificio de dos niveles en donde se encontrará el puesto de salud y salón de usos múltiples unificados con el fin de aprovechar el terreno y la infraestructura adaptando el diseño arquitectónico para que dichos servicios sean independientes en la misma infraestructura. El museo y escuela de arte y música también es un edificio de dos niveles para cubrir los servicios.

Como se mencionó anteriormente ambos proyectos consisten en edificios de dos niveles con más de 1 500 metros cuadrados, diseñados con un sistema integrado con marcos de concreto reforzado, utilizando los códigos de diseño: ACI; AGIES; TEORIA DE TERZHAGUI; NORMAS AASHTO; ASTM, con los cuales se desea ofrecer una solución técnica y económica factible a la problemática mencionada.

OBJETIVOS

General

Diseñar edificaciones de dos niveles para cubrir las necesidades en salud, educación y espacios públicos en el municipio de San Lucas Sacatepéquez.

Específicos

1. Elaborar una investigación monográfica y un diagnóstico acerca de las necesidades de servicios básicos y de infraestructura del casco urbano y de la aldea San José, San Lucas Sacatepéquez.
2. Diseñar la infraestructura para un museo y escuela de arte y música en el casco urbano de San Lucas Sacatepéquez con base en las normas correspondientes.
3. Diseñar la infraestructura para un puesto de salud y salón de usos múltiples en el caserío San José de San Lucas Sacatepéquez con base en las normas correspondientes.
4. Elaborar los planos de todos los detalles que permitan la ejecución de los edificios.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo en un municipio se refleja principalmente en las obras de infraestructura básica y servicios que ofrece el municipio. Cada municipio cuenta con su cabecera municipal, aldeas, caseríos, etc. Es importante que el desarrollo abarque la cabecera municipal, las aldeas y caseríos.

La tasa de crecimiento poblacional en municipio de San Lucas Sacatepéquez se ha incrementado en los últimos años, con ello, la demanda de diferentes servicios aumenta. San Lucas Sacatepéquez cuenta con la mayoría de infraestructura para servicios básicos, como Salud, educación, seguridad, etc. Además, existen varios proyectos en planificación que suplirán varias de las necesidades existentes

El diagnóstico evidenció la necesidad de la infraestructura para un puesto de salud y salón de usos múltiples en el caserío San José, además de un museo local y escuela de arte y música en el casco urbano del municipio. Por ello, se convino la planificación de dos edificios, uno servirá para el puesto de salud y salón de usos múltiples y el otro para el museo local y escuela de arte y música. Para esta planificación se contó con la anuencia de las autoridades locales correspondientes.

Este trabajo planteará la solución más factible a la problemática, su justificación, los alcances, los límites y el plan de trabajo. El objetivo es mejorar la calidad de vida del municipio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Lucas Sacatepéquez departamento de Sacatepéquez

1.1.1. Aspectos generales

San Lucas Sacatepéquez es un municipio del departamento de Sacatepéquez, fundado por los españoles en el transcurso del siglo XVI. Se le adjudicó el nombre en honor a uno de los apóstoles de Jesús y se combinó con la palabra Sacatepéquez, la cual es una composición de las voces Nahuatl Zacat que significa Hierba y Tepet (cerro). Es decir, que significa "Cerro de Hierbas".

1.1.2. Localización del Lugar

San Lucas Sacatepéquez es uno de los 16 municipios que conforman el departamento de Sacatepéquez. Se encuentra en la región central en el kilómetro 28,5 sobre la carretera Interamericana al este, a 25 kilómetros de la cabecera departamental del departamento de Chimaltenango, al noroeste. Los proyectos están ubicados en este municipio, uno en la cabecera municipal y otro en el caserío San José al sur de la cabecera.

1.1.3. Ubicación geográfica

San Lucas Sacatepéquez se localiza en las coordenadas geográficas: latitud norte 14°36'29" y longitud oeste 90°39'32", las cuales se traducen en coordenadas UTM como: Coordenada este: 752201,19 m. E. y coordenada norte: 1616275,95 m. N.

1.1.4. Aspectos topográficos

La topografía de San Lucas Sacatepéquez, así como la mayoría del país, es irregular. Pertenecen al complejo montañoso del Altiplano Central. Su altura encuentra aproximadamente a 2 062,85 metros sobre el nivel mar y consta de una extensión territorial de 24,5 km². Lo integran las Choacorrán y Zorzoya; los caseríos: San José, Chichorin, Chiquel, El Manzanillo y la embaulada.

1.1.5. Vías de acceso

San Lucas Sacatepéquez cuenta con varias vías de acceso. La principal es la carretera interamericana (km. 28,5), acceso que se encuentra en buen estado y totalmente pavimentado. Permite el acceso en el este desde la Ciudad Capital y Mixco y en el noreste desde Chimaltenango. También se puede llegar por medio de la carretera asfaltada que conduce de la Calzada Aguilar Batres hacia Bárcenas, Villa Nueva, entrando frente a la aldea La Embaulada. De igual manera se cuenta con el acceso desde la carretera asfaltada que comunica con el municipio de Santiago Sacatepéquez y con el acceso que comunica con La Antigua Guatemala, siguiendo la Ruta Nacional 10. Además, cuenta con caminos de terracería que conducen a las aldeas y caseríos desde la cabecera municipal de San Lucas Sacatepéquez. Estas vías son transitables todo el tiempo.

1.1.6. Clima

El clima en el municipio de San Lucas Sacatepéquez es regularmente templado y mantiene un porcentaje de humedad alta en época lluviosa.

El porcentaje de humedad relativa alcanza hasta un 96%. Cuenta con una temperatura media anual de 16 °C; temperatura mínima anual de 9,4 °C y una temperatura máxima anual de 23 °C. El promedio anual de lluvia es de 1 400 mm distribuido en los meses de mayo a octubre.

1.1.7. Colindancias

San Lucas Sacatepéquez colinda al norte con Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez y con Mixco, Guatemala; al sur con Santa Lucía Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas ambos del departamento de Sacatepéquez; al este con el municipio de Mixco y Villa Nueva, ambos del departamento de Guatemala; y al oeste con San Bartolomé Milpas Altas y Santa Lucía Milpas Altas ambos del departamento de Sacatepéquez.

1.1.8. Turismo

La ubicación del municipio de San Lucas Sacatepéquez favorece al turismo nacional e internacional. Entre los lugares más visitados por los turistas está el mercado Monumento al Caminero ubicado en el km. 28,9 de la Carretera Interamericana. Su atractivo principal es su variedad de comida típica. Además, el Cerro Alux es una atracción eco-turística del municipio que posibilita el contacto con la naturaleza.

1.1.9. Demografía

La mayoría de la población de San Lucas Sacatepéquez pertenece al área urbana. Según el censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2 002, San Lucas contaba con 12 656 habitantes. Sin embargo, la tasa poblacional ha crecido, por lo que la proyección para el año 2010 se estimaba en 25 789 habitantes, de los cuales un 48,97% son hombres y 51,03% son mujeres.

1.1.10. Actividades socioeconómicas

Las actividades económicas de San Lucas Sacatepéquez que predominan es el comercio y la industria. Actualmente, cuenta con centros comerciales, maquilas, actividades agrícolas y pequeños comercios, como panaderías, cafeterías, ferreterías, abarroterías, entre otros.

En el 2 002, según datos del Instituto Nacional de Estadística, la población económicamente activa comprendía un 45,00% de la población total, y se divide en 67,00% hombres y 33,00% mujeres. Además, la mayoría de los trabajadores no cuentan con un empleo digno, es decir, el salario está debajo del salario mínimo establecido.

1.1.11. Idioma

El idioma natal de San Lucas Sacatepéquez es el Kaqchikel, sin embargo, debido a que un 90% de los pobladores es de etnia ladina, el idioma que más se habla es el español o castellano.

1.1.12. Servicios existentes

En la actualidad San Lucas Sacatepéquez cuenta con los servicios básicos, como energía eléctrica, agua potable, drenajes y calles pavimentadas en la mayoría de sus áreas pobladas, como el casco urbano, aldeas y caseríos. Los servicios mencionados no benefician en su totalidad a la población, sin embargo, abarcan un alto porcentaje de beneficiados.

Además el municipio cuenta con: correos, telefonía, servicios de taxi, servicio de buses extraurbanos, colegios, escuelas, institutos de segunda enseñanza, estadio, estación de bomberos, mercado, restaurantes, centros comerciales, clínicas médicas particulares, centro de salud, cementerios, bancos y plaza central.

1.1.13. Educación

Los servicios educativos en el municipio se implementan de manera privada y por cooperativa. El 12,19% de la población es analfabeta. La población que no lo es, ha cursado estudios de la siguiente manera: 1,41% educación preprimaria, el 55,88% de la población ha cursado educación primaria, el 14,63% cursó educación media, el 15,66% educación diversificada y finalmente el 12,42% cursó educación superior.

1.1.14. Salud

San Lucas Sacatepéquez cuenta con un centro de salud tipo “B” dentro del casco urbano. Se cuenta con un médico, enfermeros profesionales, odontólogos, psicólogos, entre otros. y se brindan servicios de consulta externa, odontología infantil y atención psicológica. Las intervenciones quirúrgicas,

fracturas, laboratorios y otros son referidos al Hospital Nacional de Antigua Guatemala. El caserío San José actualmente carece de totalmente de servicio médico.

1.1.15. Condiciones sanitarias

Actualmente, un 80% de las aguas negras son tratadas por medio de las plantas de tratamiento del municipio. Las aguas pluviales en su mayoría son encausadas a cuerpos de aguas naturales y el resto son captadas por medio de una rejilla a pozos de absorción.

1.1.16. Natalidad

Según datos del Instituto Nacional de Estadística, la tasa de nacimientos por cada 1 000 habitantes es de 16,31, es decir, 1,63%.

1.1.17. Mortalidad

La tasa de mortalidad del municipio es de 1,55%.

1.1.18. Morbilidad

Las enfermedades que más afectan a las comunidades son el resfriado común, bronconeumonía, diarrea, faringoamigdalitis bacteriana, entre otras. Los factores, como el clima, economía y condiciones de vida, generalmente, son los causantes de las enfermedades.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Lucas Sacatepéquez, del departamento de Sacatepéquez

1.2.1. Descripción de las necesidades

La entrevista a las autoridades de la municipalidad de San Lucas Sacatepéquez y los aspectos expuestos en la monografía de esta investigación, determinaron las necesidades. Además, aunque aún se carece de ciertos servicios, la municipalidad cuenta con la planificación pertinente. Generalmente, para llevar a cabo un proyecto se recurre a especialistas de diversas universidades y facultades del país o los desarrolla la municipalidad. A continuación, se mencionan las necesidades identificadas.

El caserío San José carece de la infraestructura para el servicio de salud pública y de un área para celebrar actividades comunales. Por eso, se propuso el diseño de una infraestructura para el puesto de salud y salón de usos múltiples.

Museo local y escuela de arte y música en el casco urbano. En la actualidad se cuenta con una escuela de artes en el municipio, sin embargo, dicha institución no se da abasto para suplir la demanda y no se cuenta con un museo local.

Remodelación del Mercado municipal Monumento al Caminero. Dicho mercado, actualmente, genera una gran demanda debido al crecimiento turístico del municipio, por lo que su visita frecuente en fin de semana y días festivos provocan congestión vehicular en el sector.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Después del diagnóstico y evaluación de las necesidades, se ha llegado a la conclusión de que es necesario dar prioridad a la salud y educación. Por lo cual se eligieron los proyectos del puesto de salud en el caserío San José, sin embargo, dada la magnitud del proyecto y que la municipalidad cuenta con un relativamente extenso en el sector, se ha decidido planificar un edificio que supla la necesidad del puesto de salud y salón de usos múltiples en el mismo caserío. Además, se eligió la planificación del Museo Local y Escuela de Arte y Música, como proyecto prioritario por las razones expuestas anteriormente.

2. FASE TÉCNICA

2.1. Diseño de puesto de salud y salón de usos múltiples, Caserío San José, San Lucas Sacatepéquez

2.1.1. Descripción del proyecto

Las aldeas y caseríos del municipio de San Lucas Sacatepéquez carecen de la infraestructura de centros de salud y un salón de usos múltiples. Por lo que los pobladores del caserío San José deben recurrir al centro de salud y salón de usos múltiples de la cabecera municipal de San Lucas Sacatepéquez. La demanda de dichos servicios es amplia y la atención médica de los habitantes se dificulta.

El puesto de salón y usos múltiples que se llevará a cabo en el caserío San José, San Lucas Sacatepéquez reducirá la demanda de atención médica en el centro de salud y el uso del salón de usos múltiples de la cabecera municipal de San Lucas Sacatepéquez. Proporcionará instalaciones adecuadas para la atención médica y desarrollo del caserío San José. Además, se beneficiará a toda la población del mismo.

Dicho edificio se ubicará en el área central del caserío para facilitar el acceso de los pobladores del municipio. Contará con dos niveles, cuya área constructiva será de 948 metros cuadrados y se diseñará con sistemas de marcos dúctiles.

2.1.2. Investigación preliminar

Para estudiar el área donde se ubicará el proyecto, se delimitó el terreno y se analizó su suelo.

2.1.2.1. Terreno disponible

Debido a que la municipalidad contaba con la información topográfica del terreno, fue innecesario el levantamiento topográfico del mismo. Dicho terreno se ubica en el área central del mismo con las coordenadas geográficas: latitud 14°35'51,11" N y longitud 90°39'40,48" O. Tiene un área total de 1 243,47 metros cuadrados y su altimetría es regular.

2.1.2.2. Análisis de suelos

- Ensayo triaxial

Para calcular la capacidad del suelo donde se planea diseñar el edificio, se analizó el suelo para determinar sus datos técnicos y características. Debido a la naturaleza del proyecto fue necesaria la extracción de una muestra inalterada a pozo abierto y a una profundidad de 1,80 metros. Por lo que se obtuvieron los siguientes datos:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Angulo de fricción interna (ϕ): 21,09°

Cohesión (Cu): 11,86 Ton/m²

Peso específico del suelo (γ): 1,68 Ton/m³

Descripción del suelo: limo arcilloso color café

Lugar: caserío San José

Los datos anteriores y otros resultados del laboratorio se encuentran en el anexo. Con estos valores es posible determinar el valor soporte del suelo para el diseño de la cimentación del edificio. Este es el resultado del valor determinado a partir de la ecuación general de Meyerhof menos el esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación, la ecuación se define de la siguiente manera:

$$q_u = C'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0,5\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

Donde:

C' = Cohesión

q = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación = $\gamma * D_f$

γ = Peso específico del suelo

B = Ancho de la cimentación

- Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right) e^{\pi \tan \phi}; N_c = (N_q - 1) * \cot \phi; N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

- Factores de forma:

$$F_{cs} = 1 + \frac{BN_q}{LN_c}; F_{qs} = 1 + \frac{B}{L \tan \phi}; F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

Donde:

L = Longitud de cimentación

Factores de profundidad:

Condición (a) $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{D_f}{B}; F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}; F_\gamma = 1$$

Condición (b) $\frac{D_f}{B} > 1$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right); F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right); F_\gamma = 1$$

○ Factores de inclinación:

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2; F_\gamma = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)$$

Donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación respecto al eje vertical

Al ángulo de fricción interna se le aplicará un factor de seguridad (FS) con respecto a la falla de corte. De igual manera se le aplicará un factor de seguridad directo a la cohesión. El factor de seguridad se toma entre 1.4 y 1.6. Para este caso se tomará 1.6.

$$\phi_{FS} = \tan^{-1} \left[\frac{\tan(\phi)}{FS} \right] = \tan^{-1} \left[\frac{\tan(21.09^\circ)}{1.6} \right] = 11.998^\circ$$
$$C_{FS} = \frac{11,86}{1,6} = 7,41$$

Además, se pre-dimensionara una zapata de 2,50 x 2,50 metros y definimos un valor β igual a 0 debido a la forma en que se aplica la carga. Habiendo definido las ecuaciones y valores anteriores procedemos a calcular el valor soporte del suelo en el siguiente orden.

- Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{11,99}{2} \right) e^{\pi \tan(11,99)} = 2,97$$

$$N_c = (2,97 - 1) * \cot(11,99) = 9,28$$

$$N_\gamma = 2(2,97 + 1) \tan(11,99) = 1,70$$

- Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{2,50 \times 2,97}{2,50 \times 9,28} = 1,32$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{2,50}{2,50} * \tan(11,99) = 1,21$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{2,50}{2,50} = 0,60$$

- Factores de profundidad

$$\text{Como: } \frac{2,50}{2,50} = 1 \leq 1 \text{ entonces:}$$

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{1,80}{2,50} = 1,288$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan(11,99) (1 - \sin(11,99))^2 * \frac{1,80}{2,50} = 1,166$$

$$F_\gamma = 1$$

- Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{0}{90}\right)^2 = 1$$

$$F_{\gamma} = \left(1 - \frac{0}{9,81}\right) = 1$$

Por último se calcula el valor q el cual, como se describió anteriormente se calcula de la siguiente manera:

$$q = \gamma * D_f = 1,68 * 1,80 = 3,024 \text{ Ton}/m^2$$

Sustituyendo valores en la ecuación general de Meyerhof:

$$q_u = C' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0,5 \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 7,4125 * (9,28) * (1,32) * (1,29) * (1) + (3,024) * (2,97) * (1,21) * (1,19) * (1) + 0,5 * (1,68) * (2,50) * (1,69) * (0,6) * (1) * (1) = 132,13 \text{ Ton}/m^2$$

El factor de seguridad “debe estar en un rango de 3-5”¹ por capacidad carga última neta.

Por lo que la capacidad de carga última neta será:

$$q_{neta} = \frac{q_u - q}{5} = \frac{132,13 - 3,024}{5} = 25,82 \text{ Ton}/m^2$$

¹ DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones* p. 165

Tabla I. **Valor soporte según tipo de suelo**

Material del suelo	ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
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. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 650.

El tipo de suelo analizado es un tipo limo-arcilloso, el cual, según los cálculos realizados tiene un valor soporte de 25,82 ton/m². En la tabla I se observa que, para un suelo arcilloso, es de 53 ton/m² y para suelos limosos es de 16 ton/m². Tomando en consideración lo anterior, se puede concluir que el valor soporte calculado es el adecuado.

2.1.3. Normas de diseño

Para el diseño arquitectónico debido a la falta de un reglamento nacional para el diseño arquitectónico de un puesto de salud se utilizará como normas, el documento peruano del Ministerio de salud ² además también se tomó en cuenta el libro de arquitectura *Neuffert* ³.

2.1.4. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico contemplará la distribución, dimensión y forma de los ambientes. Además, un diseño arquitectónico óptimo brinda la mejor

² Ministerio de Salud, *Normas técnicas para la elaboración de proyectos arquitectónicos centro de salud*. p. 42.

³ NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura*. p. 580

iluminación, ventilación y circulación dentro de la edificación. Debe ofrecer funcionalidad, flexibilidad y simplicidad.

2.1.4.1. Ubicación de edificio

El edificio se ubicará en el centro del terreno disponible en el caserío San José de San Lucas Sacatepéquez. De esta forma se dispondrá de un área libre, para jardines, parqueo y una mejor ventilación para todos los ambientes.

2.1.4.2. Distribución de ambientes

Tomando en cuenta que la planta del edificio es rectangular, para la distribución de ambientes se tomó en consideración los tamaños mínimos, ventilación, iluminación natural y circulación.

Como se mencionó anteriormente, la ubicación del edificio permitió una ventilación cruzada, muy buena iluminación, ya que la fachada cuenta con ventanales y hay ventanas en sus cuatro lados

El salón de usos múltiples se encuentra en la planta baja, ya que la carga viva es mayor debido al uso designado. El puesto de salud se encuentra en la planta alta y para su acceso se ha considerado un módulo de gradas aparte al edificio y una rampa de acceso para personas discapacitadas.

Se logró alcanzar un índice de ocupación del 40%. Para las dimensiones de los ambientes se tomó en consideración, la temperatura, el mobiliario y la función que cumplirá cada ambiente. A continuación, se puede apreciar las áreas de trabajo según uso, encontradas en el edificio.

Tabla II. **Distribución de áreas**

Salones de estudio			
No. De ambiente	Ocupación	Área	
Salón de usos múltiples			
1	Área libre en el salón de usos múltiples	315,00	m2
2	Vestidores	46,40	m2
3	Salón para reuniones privadas	55,00	m2
4	Baños para visitantes en salón de usos múltiples	42,50	m2
Puesto de Salud			
5	Área de pasillos	147,00	m2
Administración de puesto de salud			
6	Secretaria	5,70	m2
7	Jefatura	13,65	m2
8	Baños para administración	92,80	m2
9	Recursos humanos	12,65	m2
10	Contabilidad	12,70	m2
11	Caja, logística e informes	14,55	m2
12	Archivo de historias clínicas	6,85	m2
Atención de pacientes			
13	Sala de espera	42,22	m2
14	Farmacia+bodega	7,65	m2
15	Consultorio de medicina + Sanitario privado	20,00	m2
16	Consultorio de gineco-obstetricia + Sanitario privado	18,80	m2
17	Consultorio de pediatría+ Sanitario privado	18,80	m2
18	Consultorio dental + Sanitario privado	18,80	m2
19	Centro de reposo	9,40	m2
20	Despensa y bodega	4,70	m2
21	Sanitario para pacientes	16,80	m2
Empleados			
22	Sala de estar	20,80	m2
23	Baños para empleados	11,40	m2
24	Vestidores para empleados	8,09	m2

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.1.4.3. **Altura del edificio**

Unos de los principales factores que limitan la altura de un edificio es el clima. Para climas templados, como el de San Lucas Sacatepéquez es de 3,60

m, sin embargo, para el primer nivel se utilizó una altura de 4.00 para una mejorar la acústica.

2.1.4.4. Selección del sistema estructural a utilizar

Existen diversos sistemas estructurales. Uno de los más conocidos y utilizados en el país, por su bajo costo y fácil ejecución es el de mampostería confinada. Sin embargo, el tipo de edificación exige mayor seguridad y resistencia; además el alto índice sísmico y al ser el segundo sistema estructural más utilizado en el país, se ha optado por utilizar un sistema integrado con marcos de concreto reforzado. Dicho sistema se diseñará utilizando las normas nacionales de seguridad estructural de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural Sísmica (AGIES).

2.1.5. Análisis estructural

Con este análisis, se podrán establecer dimensiones de forma predeterminada a los diferentes elementos estructurales, así como las cargas a las que son sometidos, entre ellas: cargas vivas, cargas muertas y cargas de sismo. Con ello, se podrán analizar y diseñar los momentos que generan las cargas utilizando los métodos numéricos tales como Kani y el software SAP.

2.1.5.1. Predimensionamiento estructural

El predimensionamiento estructural consiste en establecer dimensiones preliminares. Dicho pre-dimensionamiento puede variar, según la experiencia del diseñador. Al establecer las dimensiones se puede contar con una dimensión aproximada del elemento, para calcular la carga muerta de los elementos, luego, se podrá rectificar o modificar, si fuera necesario.

- Losa

Para el pre-dimensionamiento de la losa se utilizó el criterio de perímetro dividido dentro de 180 utilizado para losas que trabajan en ambos sentidos ($a/b > 0,50$).

Tabla III. **Verificación de losas**

a	b	a/b
5	5,5	0,90909091
5	6,3	0,79365079

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Losa crítica

Datos

Lado corto de losa = 5,00 m

Lado largo de la losa = 6,30 m

$$\text{Espesor } t = \frac{5,00 * 2 + 6,30 * 2}{180} = 0,1255 \text{ m}$$

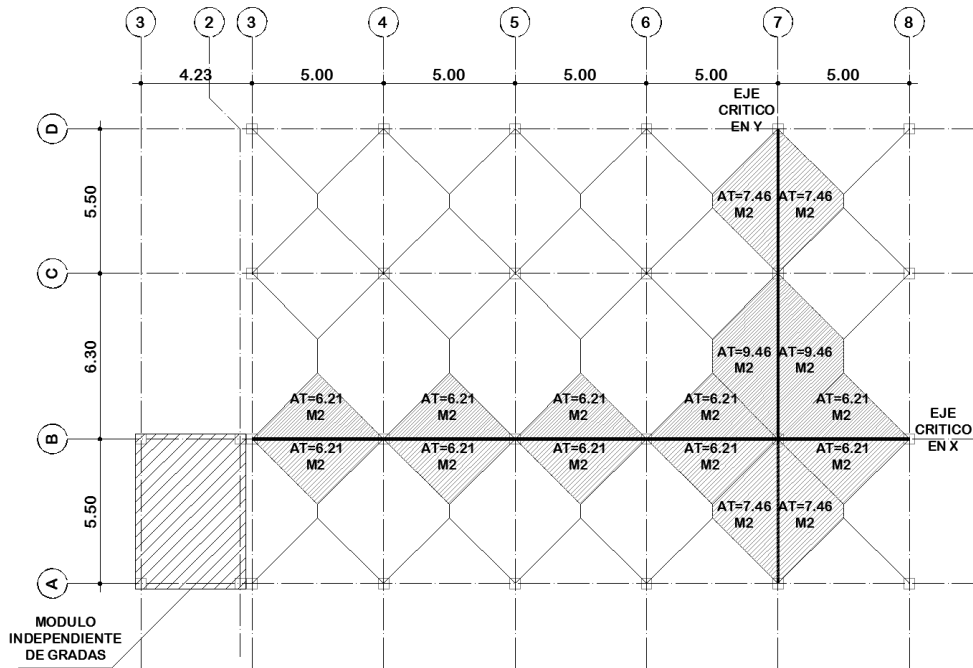
$$\text{Espesor } t = 12,00 \text{ cm}$$

Se establece un pre-dimensionamiento en el espesor de la losa de 12,00 centímetros para el entrepiso y azotea.

- Columnas

Se determinará el área gruesa de la columna para establecer el área tributaria que afecta a la columna crítica y la carga axial muerta que esta soporta.

Figura 1. Área tributaria



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Por motivos prácticos el módulo de gradas será omitido en las próximas figuras que incluyan la planta del edificio.

Datos

$$At = 29,50 \text{ m}^2$$

$$\gamma_c = 2400,00 \text{ kg/m}^3$$

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

$$f_y = 2810,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$As = 1\%$$

Tabla IV. Cargas consideradas

Integración de cargas		
Carga muerta	Descripción	Peso (kg/m ²)
Losa	Espesor de 0.12	288,00
Piso + acabados	(incluye repello, ventaneria, puertas, etc)	125,00
Instalaciones	Incluye lamparas+tuberias+accesorios	45,00
Muros tabique	Mamposteria	250,00
Carga muerta primer nivel		708,00
Carga muerta segundo nivel		288,00
Carga viva	Descripción	
Entrepiso	Según norma AGIES NR-2 (Clinicas y ecamamiento)	250
Azotea	Según norma AGIES NR-2	200
Gradas y pasillo	Según norma AGIES NR-2	500

Fuente: elaboración propia en Excel 2010.

La carga axial la calcularemos de la siguiente forma.

Cargas factorizadas de entrepiso.

$$P_u = 1,4 CM + 1,7 CV \text{ (ACI 318S-08 apendice C.9.2.1)}$$

$$P_u = 1,4 * \left(708 \frac{kg}{m^2} + 288 \frac{kg}{m^2} \right) * 29,50 m^2 + 1,7 \left(250 \frac{kg}{m^2} + 200 \frac{kg}{m^2} \right) * 29,50 m^2$$

$$P_u = 41 134,8 kg + 22 567,5 kg$$

$$P_u = 63 702,3 kg$$

$$P_u = 0,80\phi(0,85 * f'c(Ag - Ast) + fy * Ast) \quad \text{(ACI 318 - 08 cap. 10.3.6.2)}$$

Donde:

$$Ast = 0,01Ag$$

$$\phi = 0,70$$

$$f'c = 280 kg/cm^2$$

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

Sustituyendo valores

$$63\,702,3 = 0,80 * (0,70)(0,85 * 280(Ag - 0,01Ag) + 2810 * 0,01Ag)$$

$$63\,702,3 = 0,56 * ((238Ag - 2,38Ag) + 28,1Ag)$$

$$63\,702,3 = 147,68Ag$$

$$Ag = 1\,056,77 \text{ cm}^2$$

Tomando en cuenta la limitante del capítulo 21,6,1,1 y 21,6,1,2 del ACI 318S-08 donde se establece que la dimensión transversal de una columna de concreto armado no debe ser menor de 30 centímetros y la relación base altura no debe ser menor a 0,40, se establece una sección de 0,40m x 0,40m para columnas del primero y segundo nivel.

- Vigas

Para el predimensionamiento de la viga se utilizó el criterio de 8 centímetros por cada metro de luz libre de la viga. De igual manera, como se hizo con la columna, solo se consideró la luz libre de la viga crítica.

$$H_{viga} = \text{Luz libre de viga} * 0,08$$

$$H_{viga} = 6,30 * 0,08 = 0,50 \text{ m}$$

$$B_{viga} = 0,50/2 = 0,25$$

El ACI 318S-08 hace referencia en las secciones 21,5,1,2 21,5,1,3 y 21,5,1,4 Las dimensiones mínimas del elemento estructural, 25 cm de ancho y un peralte de 40 cm para todas las vigas. Conociendo dicha limitante se

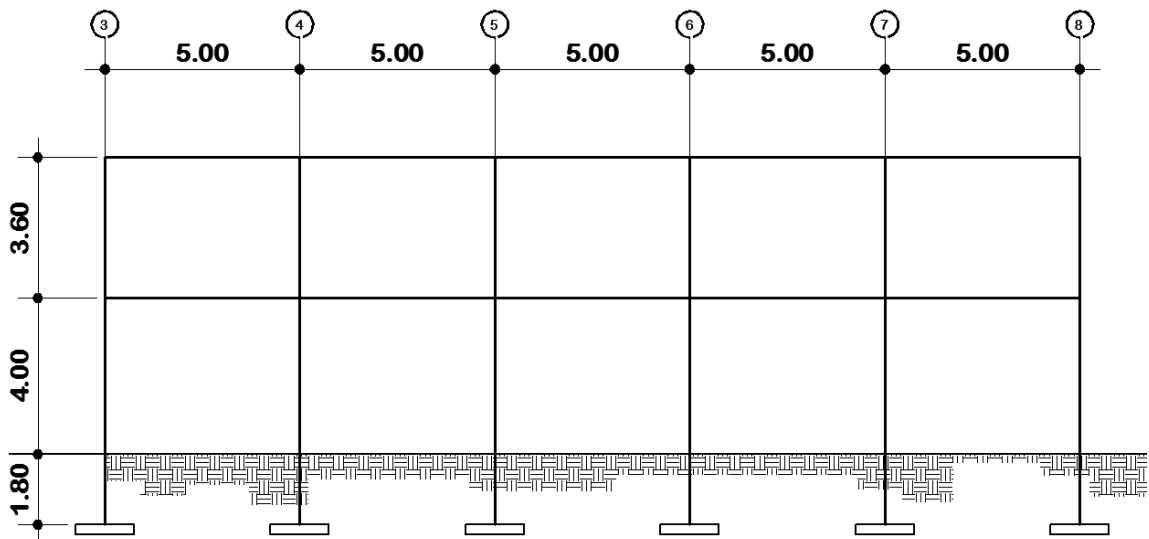
consideran las siguientes dimensiones: 0,50 m x 0,25 m. para vigas del primero y segundo nivel, en ambos sentidos.

2.1.5.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

Los modelos matemáticos muestran las cargas que actúan sobre los marcos, así como su geometría, los cuales son básicos para la realización del análisis estructural. Se analizarán y diseñarán los marcos críticos, conforme indicación de planta en figura no. 1.

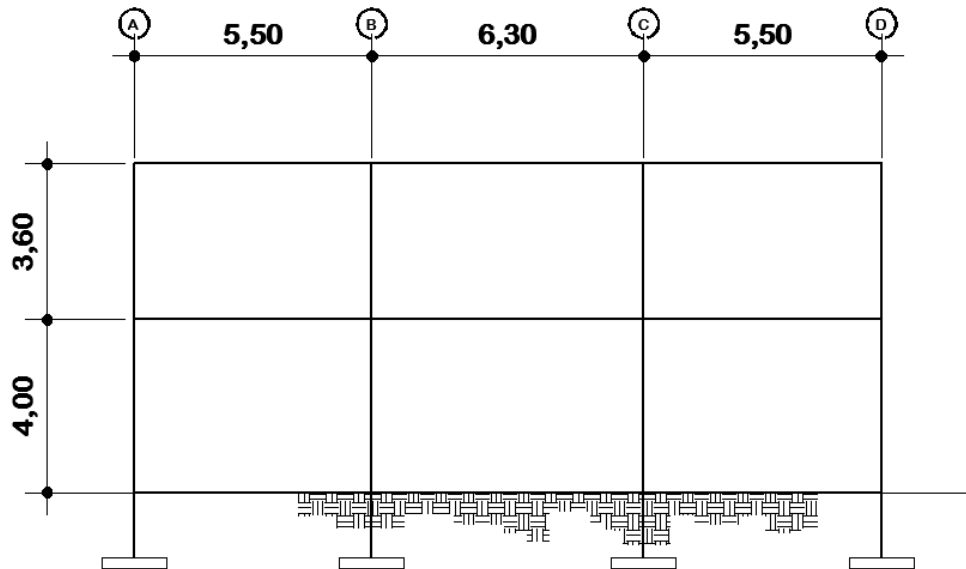
A continuación, se muestran la representación gráfica de los marcos dúctiles del módulo.

Figura 2. Marco crítico sentido "X"



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 3. Marcos Sentido "Y"



Fuente: elaboración propia en AutoCAD 2013.

2.1.5.3. Cargas horizontales y verticales aplicadas a marcos dúctiles utilizando las normas AGIES 2010

- Cargas verticales

Las cargas verticales son las que se aplican en la estructura de forma perpendicular a la superficie sobre la cual se apoya la edificación. Estas regularmente se dividen en cargas muertas y cargas vivas.

- Cargas muertas

Las cargas muertas son, como lo define el AGIES, aquellas cargas de elementos permanentes de la construcción. Estas cargas muertas pueden estar

basadas en las que establece la norma del AGIES o por criterio del diseñador. Para el diseño del edificio se considerarán las cargas mostradas en Tabla II.

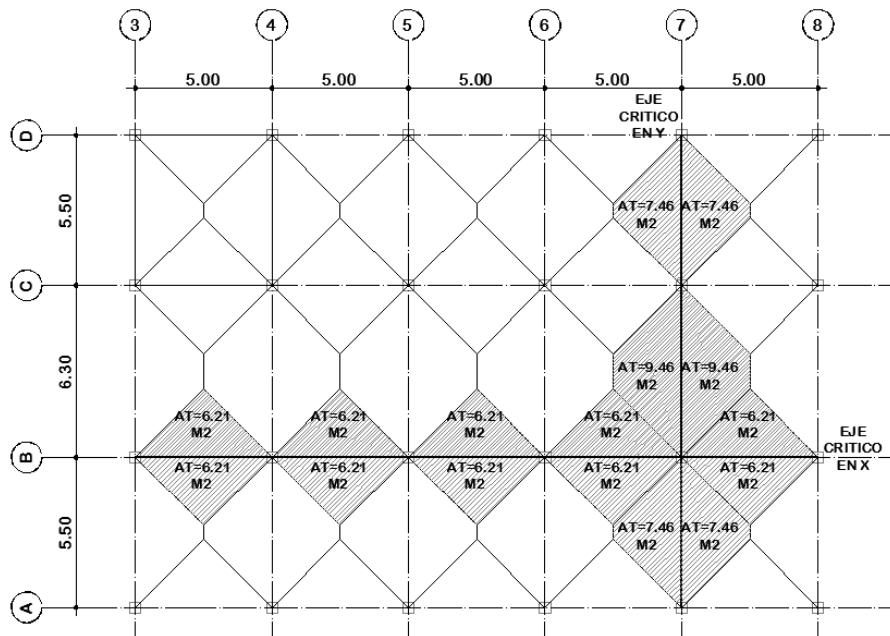
- Cargas vivas

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación, de igual manera, son dependientes de los mismos. El AGIES NR-2 establece las cargas vivas según el uso de la edificación, las cargas vivas utilizadas en nuestra edificación se muestran en la tabla II.

A continuación, se realizará el cálculo de las cargas verticales que actúan en las vigas de los marcos dúctiles.

Para poder proceder, se establecerán las áreas tributarias en planta, ver Figura 4.

Figura 4. **Planta de áreas tributarias, para cargas verticales en viga**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Para el cálculo de la carga muerta y carga viva total en cada viga se utilizará la siguiente ecuación.

$$W_{cm_{entre\ ejes\ X-Y}} = \frac{A_t * (CM) + p.p.Viga}{Longitud\ de\ viga}$$

$$W_{cv_{entre\ ejes\ X-Y}} = \frac{A_t * (Cv)}{Longitud\ de\ viga}$$

Para el peso propio de la viga, debido a que existen tres tipos de vigas diferenciados por su longitud se calcula a continuación.

Peso propio de Viga de 5,00 m

$$W_{viga} = 0,50 \times 0,25 \times 2\ 400 \times 5,00 = 1\ 500,00\ kg$$

Peso propio de Viga de 5,50 m = 1 650,00 kg

Peso propio de Viga de 6,30 m = 1 890,00 kg

Integración de cargas verticales para el marco crítico en X.

Eje B, Nivel 1, Cargas muertas. Entre ejes 3-4

$$W_{cm} = \frac{12,42 * (708) + 1\ 500}{5,00} = 2562,67\ kg/m$$

Cargas vivas. Entre ejes 3-4

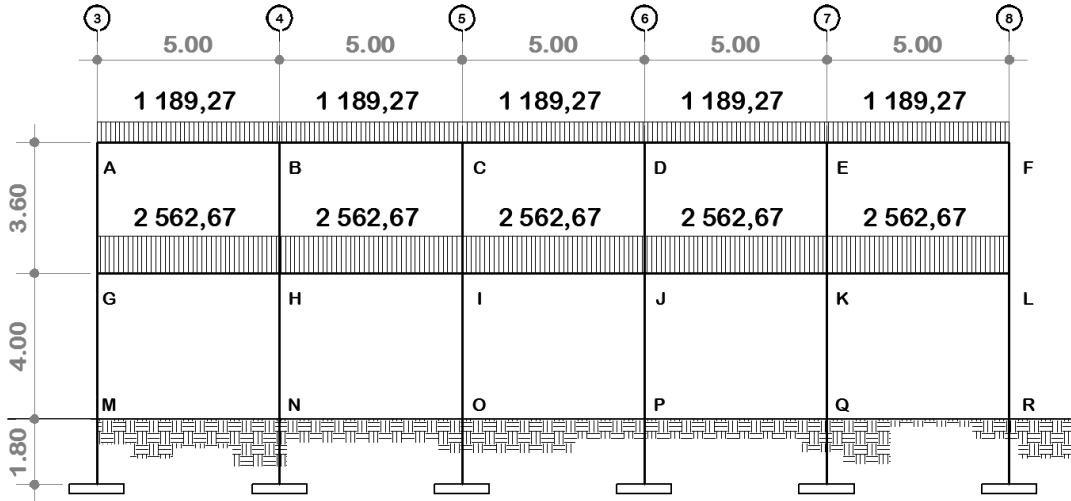
$$W_{cv} = \frac{12,42 * (250)}{5,00} = 621\ kg/m$$

Tabla V. **Determinación de cargas distribuidas**

Eje B					
Nivel 1					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 3-4	2 562,67	kg/m	W 3-4	621,00	kg/m
W 4-5	2 562,67	kg/m	W 4-5	621,00	kg/m
W 5-6	2 562,67	kg/m	W 5-6	621,00	kg/m
W 6-7	2 562,67	kg/m	W 6-7	621,00	kg/m
W 7-8	2 562,67	kg/m	W 7-8	621,00	kg/m
Nivel 2					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 3-4	1 189,27	kg/m	W 3-4	496,80	kg/m
W 4-5	1 189,27	kg/m	W 4-5	496,80	kg/m
W 5-6	1 189,27	kg/m	W 5-6	496,80	kg/m
W 6-7	1 189,27	kg/m	W 6-7	496,80	kg/m
W 7-8	1 189,27	kg/m	W 7-8	496,80	kg/m
Eje 2					
Nivel 1					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W A-B	2 543,88	kg/m	W A-B	678,18	kg/m
W B-C	2 803,71	kg/m	W B-C	750,79	kg/m
W C-D	2 543,88	kg/m	W C-D	678,18	kg/m
Nivel 2					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W A-B	1 271,16	kg/m	W A-B	542,54	kg/m
W B-C	1 375,14	kg/m	W B-C	600,64	kg/m
W C-D	1 271,16	kg/m	W C-D	542,54	kg/m

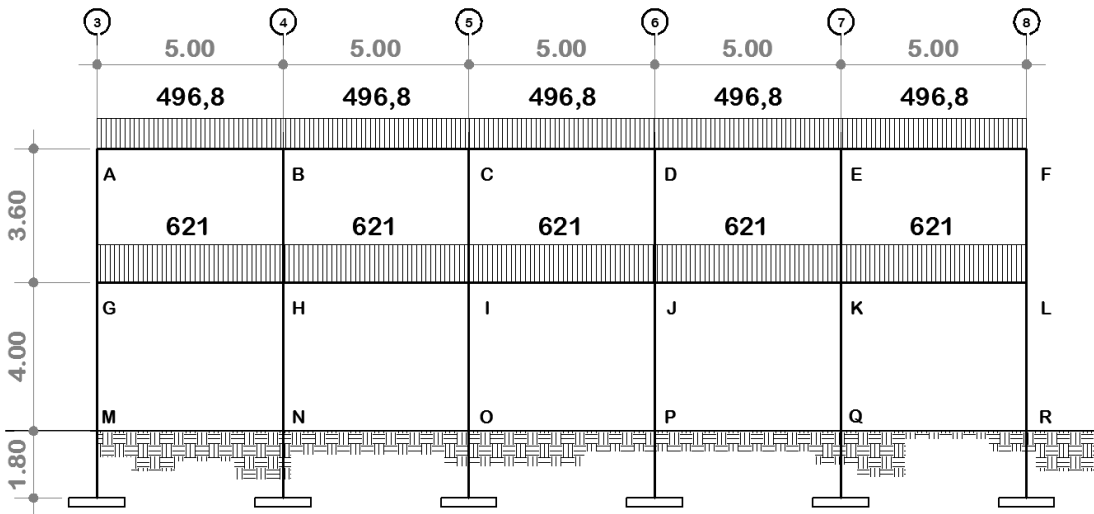
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Figura 5. **Cargas muertas en eje B (kg/m)**



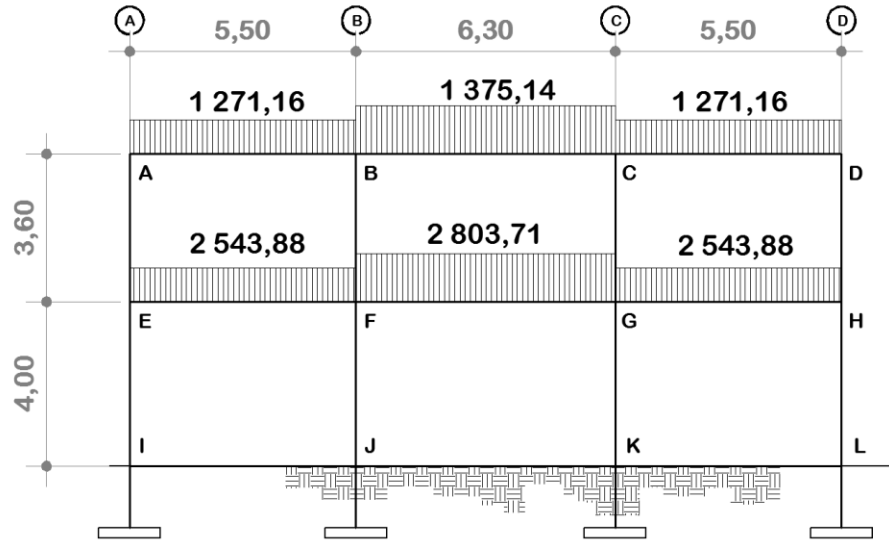
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 6. **Cargas vivas en eje B (kg/m)**



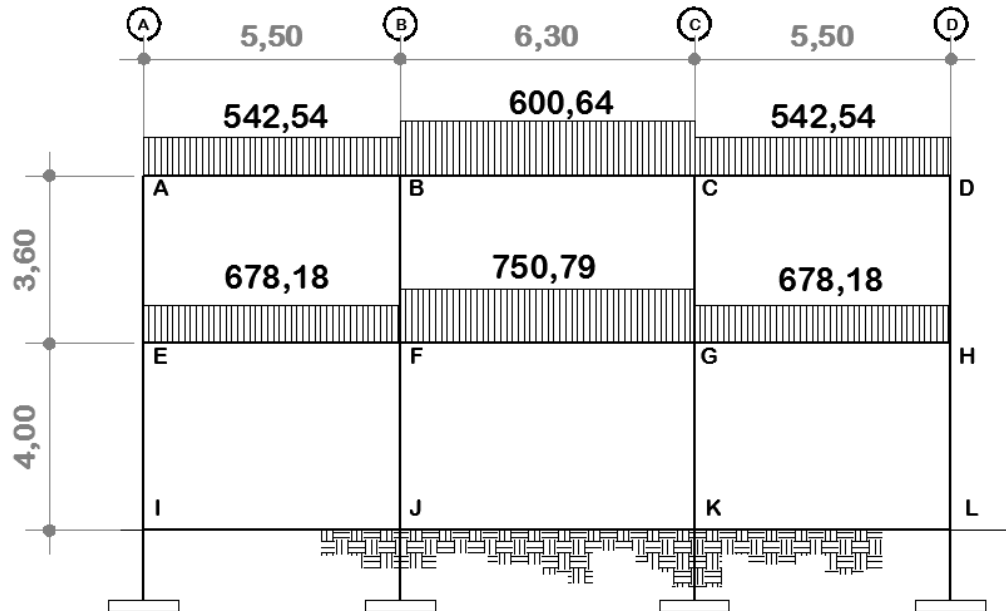
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 7. **Cargas muertas en eje 7. (kg/m)**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 8. **Cargas vivas en eje 7. (kg/m)**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Cargas horizontales

Las cargas horizontales son todas las que se aplican a los marcos de forma paralela a la superficie. Regularmente, son producidas por vientos, sismos y en casos especiales empujes de tierra. Para esta edificación solo se tomará en cuenta la carga producida por sismo, debido a su altura y localización.

Cálculo de corte basal mediante el método estático equivalente, AGIES 2010.

- Corte basal

El corte basal de la estructura se obtiene mediante el producto del coeficiente sísmico de diseño por el peso de la estructura.

$$V_b = C_s \times W_s$$

Donde

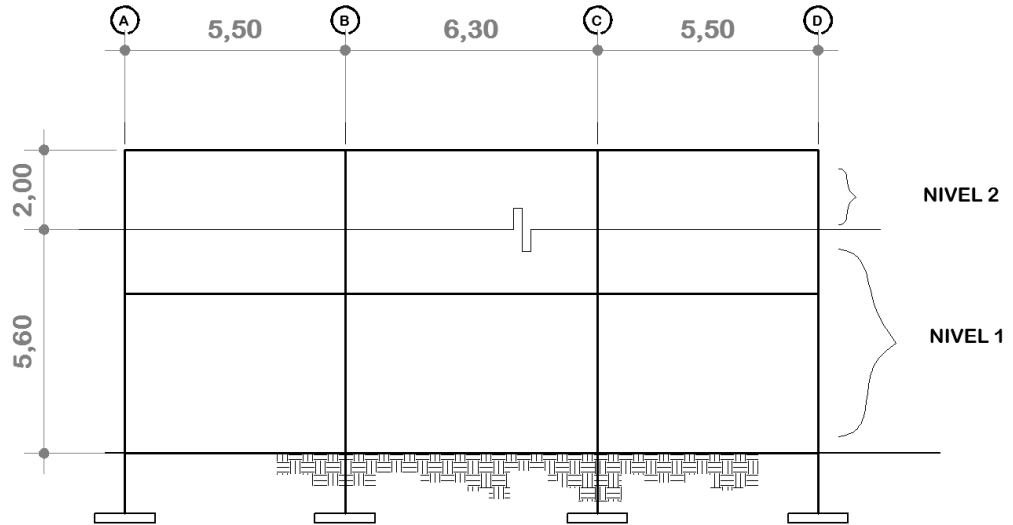
C_s = coeficiente sísmico de diseño

W_s = Peso total de la edificación

Cálculo del peso total de la estructura

Antes de calcular el peso total de la estructura, este mismo se desglosará por nivel. Cada nivel contará con un rango de influencia como se muestra en la figura. Se determinará el peso muerto y un porcentaje de la carga viva, como se muestra más adelante.

Figura 9. Diagrama para la distribución de peso por nivel



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Tabla VI. Peso del primer nivel

Calculo de peso de estructura nivel 1							
Elemento	Descipción.	Area/volumen	Cantidad	Densidad	Peso		
Losa	Espesor de losa 0.12 m	57,95 m ³	1,00 u	2 400,00 kg/m ³	139 089,60	kg	
Vigas	Concreto	0,10 m ²	203,80 m	2 400,00 kg/m ³	46 466,40	kg	
Columnas	Concreto	0,16 m ²	139,20 m	2 400,00 kg/m ³	53 452,80	kg	
Muros	Muros de mampostería	1 026,20 m ²	1,00 u	250,00 kg/m ²	256 550,00	kg	
Pisos y acabados	Incluye acabados en muros, piso ceramico, puertas y ventanas	432,00 m ²	1,00 u	100,00 kg/m ²	43 200,00	kg	
Instalaciones	Incluye tuberías, lamparas y accesorios.	432,00 m ²	1,00 u	35,00 kg/m ²	15 120,00	kg	
Total					553 878,80	kg	
Total					553,88	ton	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla VII. **Peso del segundo nivel**

Calculo de peso de estructura nivel 2							
Elemento	Descipción.	Area/volumen	Cantidad	Densidad	Peso		
Losa	Espesor de losa 0.12 m	57,95 m ³	1,00 u	2 400,00 kg/m ³	139 089,60 kg		
Vigas	Concreto	0,10 m ²	203,80 m	2 400,00 kg/m ³	46 466,40 kg		
Columnas	Concreto	0,16 m ²	43,20 m	2 400,00 kg/m ³	16 588,80 kg		
Mamposteria	Muros de mamposteria	502,20 m ²	1,00 u	250,00 kg/m ²	125 550,00 kg		
Pisos y acabados	Incluye acabados en muros, piso ceramico, puertas y ventanas	432,00 m ²	1,00 u	100,00 kg/m ²	43 200,00 kg		
Instalaciones	Incluye tuberías, lamparas y accesorios.	432,00 m ²	1,00 u	35,00 kg/m ²	15 120,00 kg		
					Total	386 014,80 kg	
					Total	386,01 ton	
					Peso total muerto	939,89 Ton	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Además de calcular el peso muerto de la estructura, la norma AGIES NSE-3, sección 1.10.3, establece que debe incluirse un 25% de la carga viva que no califica como reducible.

Cargas vivas: 250 kg/m² (Entrepiso)
 200 kg/m² (Azotea)
 500 kg/m² (Pasillos)

Cálculo de carga viva influyente:

$$CV_{primer\ nivel} = 250 \frac{kg}{m^2} \times 432m^2 \times 0.25 = 27\ 000,00\ kg = 27,00\ To$$

$$CV_{segundo\ nivel} = 200 \frac{kg}{m^2} \times 432m^2 \times 0.25 = 21\ 600,00\ kg = 21,60\ Ton$$

Determinando el peso total por nivel

$$W_{S_{\text{primer nivel}}} = 553,88 \text{ Ton} + 27,00 \text{ Ton} = 580,88 \text{ Ton}$$

$$W_{S_{\text{segundo nivel}}} = 386,01 \text{ Ton} + 21,60 \text{ Ton} = 410,61 \text{ Ton}$$

$$W_{S_{\text{Total}}} = 580,88 \text{ Ton} + 410,61 \text{ Ton} = 991,49 \text{ Ton}$$

- Determinación del índice sísmico de diseño
 - Categoría de obra

Uno de los primeros parámetros por determinar o establecer es la clase de obra. Las obras, según su ocupación, se clasifican en: obras utilitarias, obras ordinarias, obras importantes y obras esenciales. La edificación que se está diseñando es una obra importante y no esencial. Un puesto de salud no es considerado una obra esencial debido a que carece de servicios de emergencia, cuidado intensivo o quirófanos.

Categoría de obra: Importante

- Índice de sismicidad y parámetros S_{cr} y S_{1r}

El índice de sismicidad es la “Medida relativa de la severidad esperada de un sismo en una localidad. Índice sobre nivel de protección sísmica que se hace necesario para diseñar la obra o edificación e incide en la selección del espectro sísmico de diseño.”⁴

⁴ Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala: NSE-2 Guatemala, 2010.*

Utilizando la zonificación Sísmica para La República de Guatemala NSE-2-10, figura 4-1. Se ha localizado San Lucas Sacatepéquez en la zona con las siguientes características: $l_0 = 4$; $S_{cr} = 1.50 g$; $S_{1r} = 0.55 g$.

“Los parámetros S_{cr} y S_{1r} son respectivamente la ordenada espectral de período corto y la ordenada espectral con período de 1 segundo del sismo extremo considerado en el basamento de roca en el sitio de interés, en teoría, sin la influencia del suelo que cubre el basamento”⁵

- Nivel de protección Sísmica

El nivel de protección sísmica se obtiene en función del índice de sismicidad y la clasificación de la obra. Por medio de la siguiente tabla de la norma NSE-2-10 se interpola el índice de sismicidad y la categoría de la obra, establecida anteriormente.

Figura 10. Definiendo protección sísmica

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$l_0 = 5$	E	E	D	C
$l_0 = 4$	E	D	D	C
$l_0 = 3$	D	C	C	B
$l_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	No aplica
a) ver clasificación de obra en Capítulo 3, norma NSE 1 b) ver índice de sismicidad en Sección 4.2.1 c) ver Sección 4.3.4, para selección de espectro sísmico de diseño según probabilidad de excederlo d) para ciertas obras que hayan sido calificadas como "críticas" el ente estatal correspondiente puede considerar probabilidad de excedencia de 2% en 50 años ($K_d = 1.00$ en sección 4.3.4) e) "esencial" e "importante" tienen la misma probabilidad de excedencia – se diferencian en el Nivel de Protección y en las deformaciones laterales permitidas				

Fuente: tabla 4-1 de NSE-2-10.

⁵ Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala NSE-2, Guatemala, 2010.*

Por medio de la interpolación se puede observar que la clasificación del nivel de protección es D, asimismo la probabilidad del sismo de diseño será de 5% en 50 años y se define como un sismo severo.

- Clasificación del sitio

El tipo de suelo para la edificación está clasificado como A, B, C, D, E y F. El suelo en el que estará la edificación, según el estudio de suelos, cumple con las características del suelo tipo D. Dicha categoría se define en la tabla 4-4 del NSE-2-10.

- Ajustes a parámetros

A los parámetros establecidos anteriormente S_{cr} y S_{1r} se le deberán aplicar ajustes dependiendo de la clase de sitio y a las intensidades sísmicas especiales.

Los coeficientes de sitio F_a y F_v se determinarán por medio de las tablas 4-2 y 4-3 de la norma NSE-2-10 del AGIES, interpolando el índice de sismicidad y la clase de sitio para ambos.

Los valores obtenidos son $F_a = 1,0$ y $F_v = 1,5$.

Los valores N_a y N_v dependerán de la cercanía de nuestra edificación a una falla geológica y se determinarán por medio de las tablas 4-6 y 4-7 de la Norma NSE-2-10 del AGIES.

Los valores obtenidos son $N_a = 1,0$ y $N_v = 1,0$.

Los ajustes se realizarán mediante las siguientes fórmulas.

$$S_{cs} = S_{cr} \times F_a \times N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} \times F_v \times N_v$$

Con los datos obtenidos anteriormente:

$$S_{cs} = 1,50 \times 1,0 \times 1,0 = 1,50$$

$$S_{1s} = 0,55 \times 1,50 \times 1,00 = 0,825$$

- Espectro calibrado al nivel de diseño requerido.

Además de los ajustes realizados anteriormente, el espectro se deberá calibrar según el tipo de sismo determinado anteriormente el cual variará de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia del mismo. Se calibrará con las siguientes ecuaciones:

$$S_{cd} = K_d \times S_{cs} \quad (4 - 4 \text{ NSE} - 2 - 10)$$

$$S_{1d} = K_d \times S_{1s} \quad (4 - 4 \text{ NSE} - 2 - 10)$$

Anteriormente, se determinó que se diseñaría para un sismo severo con probabilidad de ocurrencia de 5% en 50 años.

En la sección 4,3,4,1 (NSE-4-10) se define un valor $K_d = 0,80$ para un sismo severo.

Calibrando el espectro:

$$S_{cd} = 0,80 \times 1,50 = 1,2$$

$$S_{1d} = 0,80 \times 0,825 = 0,66$$

- Cálculo del periodo fundamental “Ta”

El cálculo del periodo fundamental se puede realizar de tres maneras: de forma empírica, analítica o genérica. En esta ocasión se calculará de forma empírica o genérica, de la siguiente manera:

$$T_a = K_T x (h_n)^x$$

Donde:

hn = altura total del edificio en metros

KT y x se dan según el sistema estructural a utilizar en la edificación;
AGIES 2010.

(a) KT = 0,049, x=0,75 para sistemas estructurales E2, E3, E4 o E5;

(b) KT = 0,047, x=0,90 solamente para sistemas estructurales E1 de concreto reforzado, abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.

(c) KT = 0.047, x=0,85 para sistemas E1 de concreto reforzado con fachadas rígidas o que no cumplan con el párrafo anterior.

(d) KT = 0,072, x=0,80 solamente para sistemas estructurales E1 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas;

(e) KT = 0,072, x=0,75 para sistemas E1 de acero rigidizados.

La edificación cumple con las características del sistema estructural E-1 (Sistema de marcos de columnas y vigas) con fachadas rígidas por lo que KT=0,047 y x=0,85, la altura del edificio es de hn=7,20m. Entonces:

$$T_a = T = 0,047 x (7,60)^{0,85}$$

$$T_a = T = 0,26$$

- Cálculo del periodo de transición

El periodo de transición se describe como el período que separa los periodos cortos de los largos, determinándose mediante la siguiente ecuación.

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}} = \frac{0,66}{1,20} = 0,55$$

- Cálculo de las ordenadas espectrales.

La ordenada espectral $S_a(T)$ puede variar según los periodos mediante las siguientes condiciones:

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

Según los cálculos anteriores:

$$T < T_s$$
$$0,26 < 0,55$$

Por lo que:

$$S_a(T) = 1,20$$

- Cálculo del coeficiente sísmico al límite de cedencia.

Para determinar el coeficiente sísmico de diseño fue necesaria la realización de los cálculos anteriores ya que la ecuación que lo define es:

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

$S_a(T)$ = Demanda sísmica de diseño para una estructura con un periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio y calibrado según la probabilidad de ocurrencia.

R = Es el factor de reducción

El factor de reducción R se determina mediante la tabla 1-1 de la norma NSE-3-10, el cual para esta edificación de marcos tipo A de concreto reforzado es de 8.

Entonces:

$$C_s = \frac{1,20}{8} = 0,15$$

La norma NSE-3-10 requiere que el C_s sea mayor a los valores mínimos determinados mediante las ecuaciones (2-2a) y (2-2b).

$$C_s > 0,044 * S_{cd} = 0,044 * 1,20 = 0,05$$

$$C_s > \frac{0,5 * S_{1r}}{R} = \frac{0,5 * 0,55}{8} = 0,034$$

Por lo que el C_s calculado es mayor a ambos valores mínimos y será utilizado para el cálculo de corte basal de la edificación.

- Cálculo del corte basal.

Utilizando los valores anteriormente calculados:

$$\begin{aligned}V_B &= C_s \times W_s \\V_B &= 0,15 \times 991,49 \\V_B &= 148,72 \text{ Ton}\end{aligned}$$

- Distribución de fuerzas sísmicas por nivel

La fuerza sísmica a la cual está sometida una edificación está distribuida de forma vertical y de forma horizontal. La distribución vertical dependerá del peso y la altura del nivel, regularmente las fuerzas mayores están en la base de la edificación y las menores en los niveles superiores.

Para distribuir las fuerzas se utilizan las siguientes ecuaciones según AGIES 3-10 (Sección 2.2):

$$\begin{aligned}F_i &= C_{vi} \times V_B \\C_{vi} &= \frac{W_{vi} \times h_i^k}{\sum(W_i \times h_i^k)}\end{aligned}$$

Donde:

F_i = Cortante de cedencia en el nivel i de la edificación.

Hi = Altura del nivel i desde el nivel del suelo.

K = 1 para $T \leq 0,5$ s

K = 0,75 para $0,5 < T \leq 2,5$ s

K = 2 para $T \geq 2,5$ s

Para esta edificación se utilizará K =1

$$C_{v1} = \frac{(580,88 * 5,8)^1}{((410,61 * 7,6)^1 + (580,88 * 5,8)^1)} = 0,52$$

$$C_{v2} = \frac{(410,61 * 7,60)^1}{((410,61 * 7,6)^1 + (580,88 * 5,80)^1)} = 0,48$$

$$F_1 = 0,52 * 148,72 = 77,20 \text{ Ton}$$

$$F_2 = 0,48 * 148,72 = 71,51 \text{ Ton}$$

Tabla VIII. **Determinación de fuerzas por nivel**

Nivel	Wi (ton)	hi (m)	(Wi*hi)^k	C	V	F
2	410,6	7,6	3120,56	0,57320245	148,72	85,2466685
1	580,88	4	2323,52	0,42679755	148,72	63,4733315
		$\Sigma(Wi*hi)^k$	5444,08			

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Determinación de fuerza sísmica por marco

- Cálculo de rigidez

La rigidez sirve para distribuir las fuerzas horizontales o sísmicas de una forma proporcional determinando el centro de rigidez. Para ello, se deberá determinar la rigidez que proporciona las columnas y vigas en cada marco de un nivel en específico.

La rigidez se calculará con la siguiente ecuación

$$K = \frac{Inercia}{L} \times (\text{no. de elementos})$$

Donde:

$$Inercia = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

La rigidez será determinada en ambos sentidos.

- Cálculo de inercia.

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

$$I_v = \frac{1}{12} \times 25 \times (50)^3 = 260\,416,67 \text{ cm}^4$$

En el sentido X para primer nivel

Debido a la simetría de los ejes la rigidez total de columnas y vigas en el sentido X será igual para todos los marcos.

Para el Eje A, B, C y D

Rigidez total de columnas

$$\sum K_c = \frac{213\,333,33}{400} \times 6 \text{ columnas} = 3\,200,00 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{500} \times 5 \text{ vigas} = 2\,604,17 \text{ cm}^3$$

En el sentido X para segundo nivel

Debido a la simetría de los ejes la rigidez total de columnas y vigas en el sentido X será igual para todos los marcos.

Rigidez total de columnas, para el Eje A, B, C y D

$$\sum K_c = \frac{213\,333,33}{360} \times 6 \text{ columnas} = 3\,555,55 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas, para el Eje A, B, C y D

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{500} \times 5 \text{ vigas} = 2\,604,17 \text{ cm}^3$$

En el sentido Y para primer nivel

Debido a la simetría de los ejes la rigidez total de columnas y vigas en el sentido Y será igual para todos los marcos.

Rigidez total de columnas, para el Eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8

$$\sum K_c = \frac{213\,333,33}{400} \times 4 \text{ columnas} = 2\,133,33 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas, para el Eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{550} \times 2 \text{ vigas} + \frac{260\,416,67}{630} = 1\,360,33 \text{ cm}^3$$

En el sentido Y para segundo nivel

Debido a la simetría de los ejes la rigidez total de columnas y vigas en el sentido Y será igual para todos los marcos.

Rigidez total de columnas, para el Eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8

$$\sum K_c = \frac{213\,333,33}{360} \times 4 \text{ columnas} = 2\,370,37 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas, para el Eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{550} \times 2 \text{ vigas} + \frac{260\,416,67}{630} = 1\,360,33 \text{ cm}^3$$

Habiendo calculado la rigidez de los elementos es posible determinar la rigidez total de cada marco en el eje y nivel bajo estudio utilizando el método de wilbur mediante la siguiente ecuación.

Para primer entres piso

$$R_i = \frac{48E}{h_i * \left[\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_i + h_{sup}}{\sum K_{vi} + \frac{\sum K_{ci}}{12}} \right]}$$

Para entrepiso intermedio y superior.

$$R_i = \frac{48E}{h_i * \left[\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_{inf} + h_i}{\sum K_{v-inf}} + \frac{h_i + h_{sup}}{\sum K_{v-i}} \right]}$$

Donde:

hi = Altura del nivel bajo estudio.

hinf = Altura del nivel inferior al nivel bajo estudio.

hsup = Altura del nivel superior al nivel bajo estudio.

$\sum K_{ci}$ = Sumatoria de rigideces de columnas en el nivel bajo estudio.

$\sum K_{vi}$ = Sumatoria de rigideces de vigas en el nivel bajo estudio.

$\sum K_{vinf}$ = Sumatoria de rigideces de vigas en el nivel inferior al nivel bajo estudio.

En el sentido X del primer nivel

$$R_{ix} = \frac{48E}{400 * \left[\frac{4 * 400}{3\,199,99} + \frac{400 + 360}{2\,244,97 + \frac{2\,604,17}{12}} \right]} = 0,1569 E$$

En el sentido Y del primer nivel

$$R_{iy} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4 * 360}{750} + \frac{360 + 360}{1\,953,13 + \frac{750}{12}} \right]} = 0,0965 E$$

En el sentido X del segundo nivel

$$R_{ix} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4*360}{3\ 555,56} + \frac{400+360}{2\ 604,17} + \frac{360+0}{2\ 604,17} \right]} = 0,1349 E$$

En el sentido Y del segundo nivel

$$R_{iy} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4*360}{2\ 370,37} + \frac{400+360}{1\ 360,33} + \frac{360+0}{1\ 360,33} \right]} = 0,09319 E$$

- Cálculo del centro de rigidez

Para el cálculo del centro de rigidez se utilizarán los datos calculados anteriormente en cada marco, por lo cual se presentarán en una tabla.

El centro de rigidez se calculará con las siguientes ecuaciones:

$$Cr_x = \frac{\sum R_y * X}{\sum R_y}$$
$$Cr_y = \frac{\sum R_x * Y}{\sum R_x}$$

Donde X y Y, serán las coordenadas en plano cartesiano donde está ubicado cada eje utilizando en la coordenada (0,00.0,00) como se muestra en la imagen.

Cálculo del centro de rigidez en Y

$$C_{r_y} = \frac{5,4294}{0,6277} = 8,65$$

Tabla X. Datos y cálculos para la determinación del centro de rigidez

Sentido Y									
Marco	Hi	4*Hi/Σ Kc	hi+hsup	Σ Kv + Σ Kci/12	48E	R	X	R*X	
Eje 3	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	0,00	0,0000	
Eje 4	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	5,00	0,4823	
Eje 5	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	10,00	0,9645	
Eje 6	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	15,00	1,4468	
Eje 7	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	20,00	1,9291	
Eje 8	400	0,75	760	1538,11	48	0,0965	25,00	2,4114	
						ΣRy	0,5787	ΣRy*X	7,2341

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Cálculo del centro de rigidez en X

$$C_{r_x} = \frac{72341}{0,5787} = 12,50$$

Las coordenadas para el centro de rigidez son (8,65.12,50), dichas coordenadas coinciden con el centro geométrico de la edificación. Debido a la simetría de la edificación el centro de masa es igual al centro geométrico de la edificación. Por lo que no existe excentricidad. Sin embargo, la normas del AGIES establecen que debe considerarse una excentricidad accidental, igual al 5,00% de la dimensión perpendicular a las fuerzas consideradas.

- Calculando las excentricidades

Excentricidad calculada:

$$e_{cx} = Cm_x - Cr_x$$

$$e_{cx} = 12,50 - 12,50 = 0,00$$

$$e_{cy} = 8,65 - 8,65 = 0,00$$

Excentricidad total

$$e_{dx} = e_{cx} + e_{acx}$$

$$e_{dx} = 0,00 + (0,05 * 25,00) = 1,25 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 0,00 + (0,05 * 17,30) = 0,865 \text{ m}$$

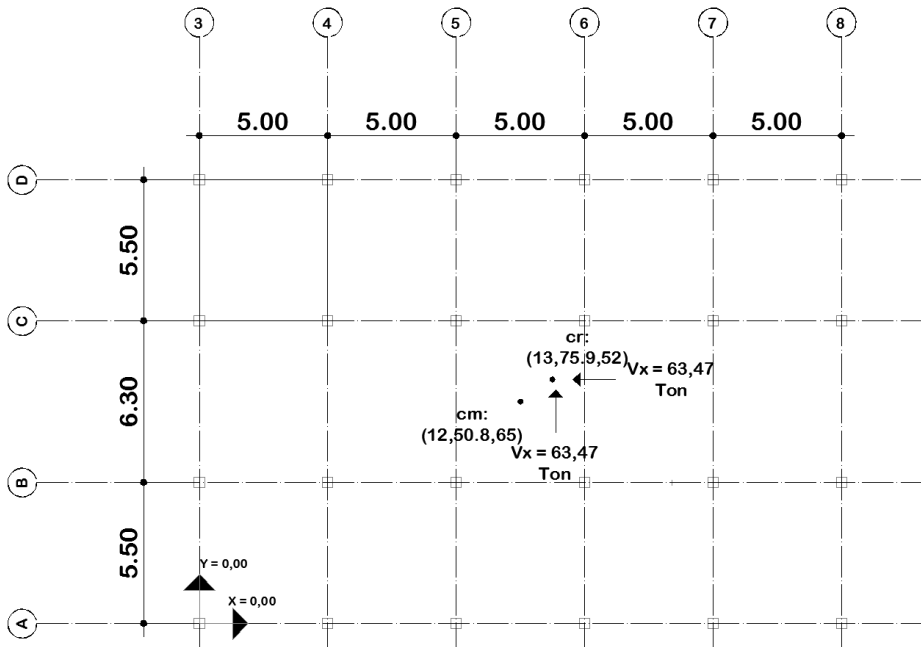
Cálculo del momento torsionante provocado por la excentricidad.

Para el cálculo de dicho momento se debe utilizar la fuerza cortante calculada para el nivel bajo estudio con un brazo igual a la excentricidad.

$$Mt_x = ed_y * V$$

$$Mt_y = ed_x * V$$

Figura 12. Diagrama de centros de masa y rigidez, primer nivel

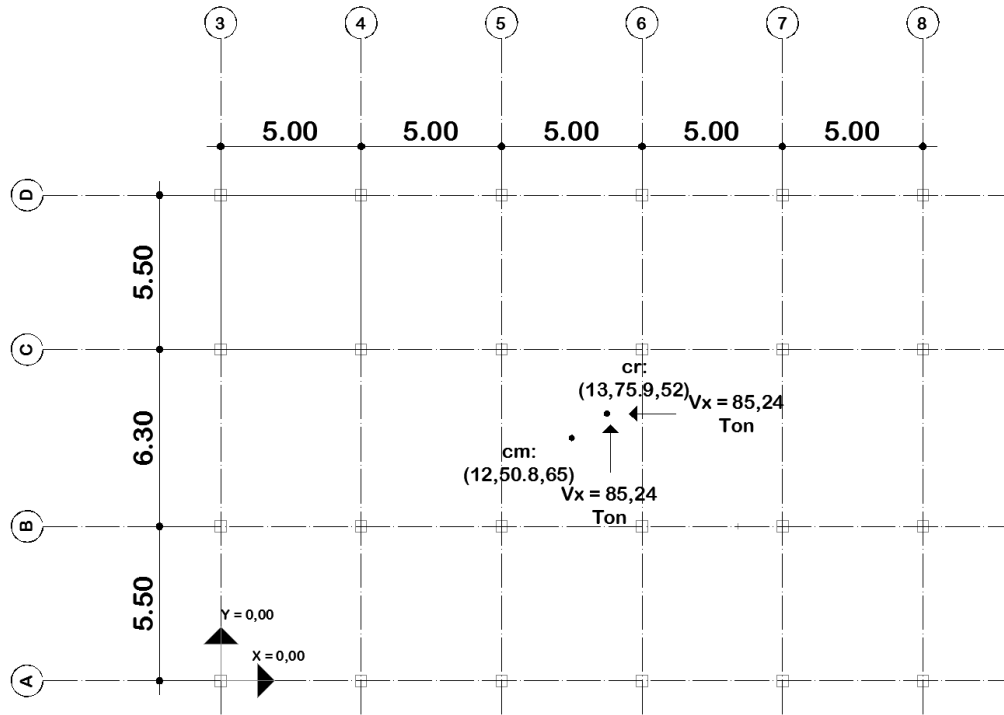


Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

$$Mt_x = 0,865 * 63,47 = 54,90 \text{ Ton} - m$$

$$Mt_y = 1,25 * 63,47 = 79,33 \text{ Ton} - m$$

Figura 13. Diagrama de centros de masa y rigidez, segundo nivel



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

$$Mt_x = 0,865 * 71,51 = 61,86 \text{ Ton} - m$$

$$Mt_y = 1,25 * 71,51 = 89,39 \text{ Ton} - m$$

- Cálculo de fuerza cortante

La fuerza cortante es la sumatoria del corte directo con el corte por torsión.
Se determinarán con las siguientes ecuaciones:

Corte directo

$$V_{d1x} = \frac{R_i}{\sum R_i} * V_i$$

Corte por torsión

$$V_{ix} = \left[\frac{R_x * Y_{it}}{\sum (R_x * Y_{it}^2 + R_y * X_{it}^2)} \right] * Mt_x$$

$$V_{iy} = \left[\frac{R_y * Y_{it}}{\sum (R_x * Y_{it}^2 + R_y * X_{it}^2)} \right] * Mt_y$$

- Cálculo de corte directo

Debido a la simetría de los marcos el cálculo del corte directo es igual para todos los marcos en el sentido X y en el sentido Y.

Nivel 1. Corte directo para marcos en el eje A, B, C y D.

$$V_{d1x} = \frac{0,1569}{0,63} * 63,47 = 15,80 \text{ Ton}$$

Nivel 1. Corte directo para marcos en el eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

$$V_{d1y} = \frac{0,09645}{0,5787} * 63,47 = 10,57 \text{ Ton}$$

Nivel 2. Corte directo para marcos en el eje A, B, C y D.

$$V_{d2x} = \frac{0,1348}{0,5394} * 85,24 = 21,30 \text{ Ton}$$

Nivel 2. Corte directo para marcos en el eje 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

$$V_{d2y} = \frac{0,09319}{0,5591} * 85,24 = 14,20 \text{ Ton}$$

- Cálculo de corte por torsión

Para primer nivel

Tabla XI. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “X”**

Marco	R	Y	R*Y	V directo	Cty	Yit	Rix Yit	Rix Yit^2
Eje A	0,1569	0,0000	0,0000	15,8675	9,5150	-9,5150	-1,4931	14,2066
Eje B	0,1569	5,5000	0,8630	15,8675	9,5150	-4,0150	-0,6300	2,5296
Eje C	0,1569	11,8000	1,8516	15,8675	9,5150	2,2850	0,3586	0,8193
Eje D	0,1569	17,3000	2,7147	15,8675	9,5150	7,7850	1,2216	9,5102
							$\Sigma(Rx*(Yit)^2)$	27,0656

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XII. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “Y”**

Marco	R	X	R*X	V directo	Ctx	Xit	Riy Xit	Riy Xit^2
Eje 3	0,0965	0,0000	0,0000	10,5783	13,7500	-13,7500	-1,3262	18,2359
Eje 4	0,0965	5,0000	0,4823	10,5783	13,7500	-8,7500	-0,8440	7,3848
Eje 5	0,0965	10,0000	0,9645	10,5783	13,7500	-3,7500	-0,3617	1,3564
Eje 6	0,0965	15,0000	1,4468	10,5783	13,7500	1,2500	0,1206	0,1507
Eje 7	0,0965	20,0000	1,9291	10,5783	13,7500	6,2500	0,6028	3,7677
Eje 8	0,0965	25,0000	2,4114	10,5783	13,7500	11,2500	1,0851	12,2075
							$\Sigma(Ry*(Xit)^2)$	43,1030

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Cálculo de cortante por torsión, primer nivel, Eje A

$$V_{tx} = \left[\frac{-1,4931}{27,0656 + 43,1030} \right] * 54,90 = -1,1682 \text{ Ton}$$

Cálculo del cortante total, primer nivel, Eje A

Como se mencionó anteriormente el cortante total será igual a:

$$V_{total} = Vd + Vt$$
$$V_{total} = 15,86 + (-1,1682) = 14,6993 \text{ Ton}$$

Los datos calculados para los demás marcos en este sentido se encuentran en la tabla X.

Tabla XIII. **Resultados de corte torsional y corte total en el eje X, nivel 1**

Marco	Vt	Vtotal
Eje A	-1,1682	14,6993
Eje B	-0,4929	15,3746
Eje C	0,2805	16,1480
Eje D	0,9558	16,8233

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XIV. **Resultados de corte torsional y corte total en el eje Y, nivel 1**

Marco	Vt	Vtotal
Eje 3	-1,4995	9,0788
Eje 4	-0,9543	9,6241
Eje 5	-0,4090	10,1694
Eje 6	0,1363	10,7147
Eje 7	0,6816	11,2599
Eje 8	1,2269	11,8052

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Para segundo nivel

Tabla XV. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión y total, Marcos en “X”**

Marco	R	Y	R*Y	V directo	Cty	Yit	Rix Yit	Rix Yit^2	Vt	Vtotal
Eje A	0,1349	0,0000	0,0000	21,3100	9,3350	-9,3350	-1,2589	11,7520	-1,1352	20,1748
Eje B	0,1349	5,5000	0,7417	21,3100	9,3350	-3,8350	-0,5172	1,9834	-0,4664	20,8436
Eje C	0,1349	11,8000	1,5913	21,3100	9,3350	2,4650	0,3324	0,8194	0,29976	21,6098
Eje D	0,1349	17,3000	2,3331	21,3100	9,3350	7,9650	1,0742	8,5557	0,9686	22,2786
							$\Sigma(Rx*(Yit)^2)$	23,1105		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

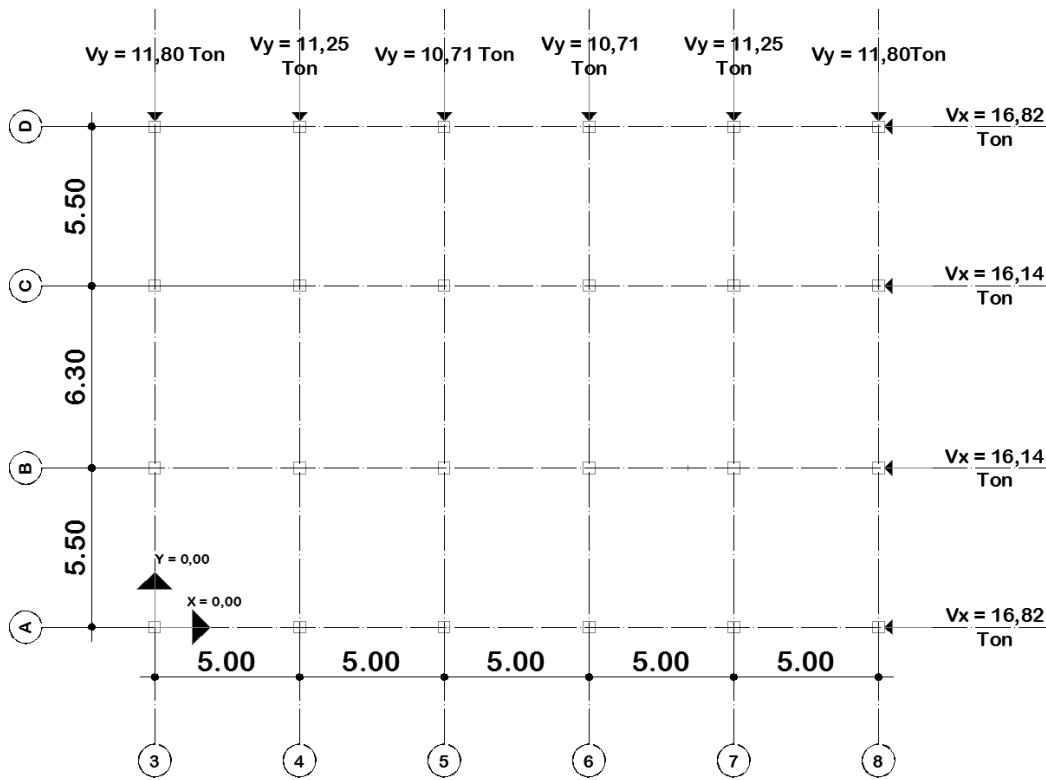
Tabla XVI. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión y total, Marcos en “Y”**

Marco	R	X	R*X	V directo		Xit	Rix Xit	Rix Xit^2	Vt	Vtotal
Eje 3	0,0932	0,0000	0,0000	14,2067	13,7500	-13,7500	-1,2813	17,6180	-2,1084	12,0983
Eje 4	0,0932	5,0000	0,4659	14,2067	13,7500	-8,7500	-0,8154	7,1346	-1,3417	12,865
Eje 5	0,0932	10,0000	0,9319	14,2067	13,7500	-3,7500	-0,3494	1,3104	-0,575	13,6317
Eje 6	0,0932	15,0000	1,3978	14,2067	13,7500	1,2500	0,1165	0,1456	0,19167	14,3983
Eje 7	0,0932	20,0000	1,8637	14,2067	13,7500	6,2500	0,5824	3,6401	0,95835	15,165
Eje 8	0,0932	25,0000	2,3297	14,2067	13,7500	11,2500	1,0483	11,7939	1,72503	15,9317
				0,0000			$\Sigma(Ry*(Xit)^2)$	41,6425		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

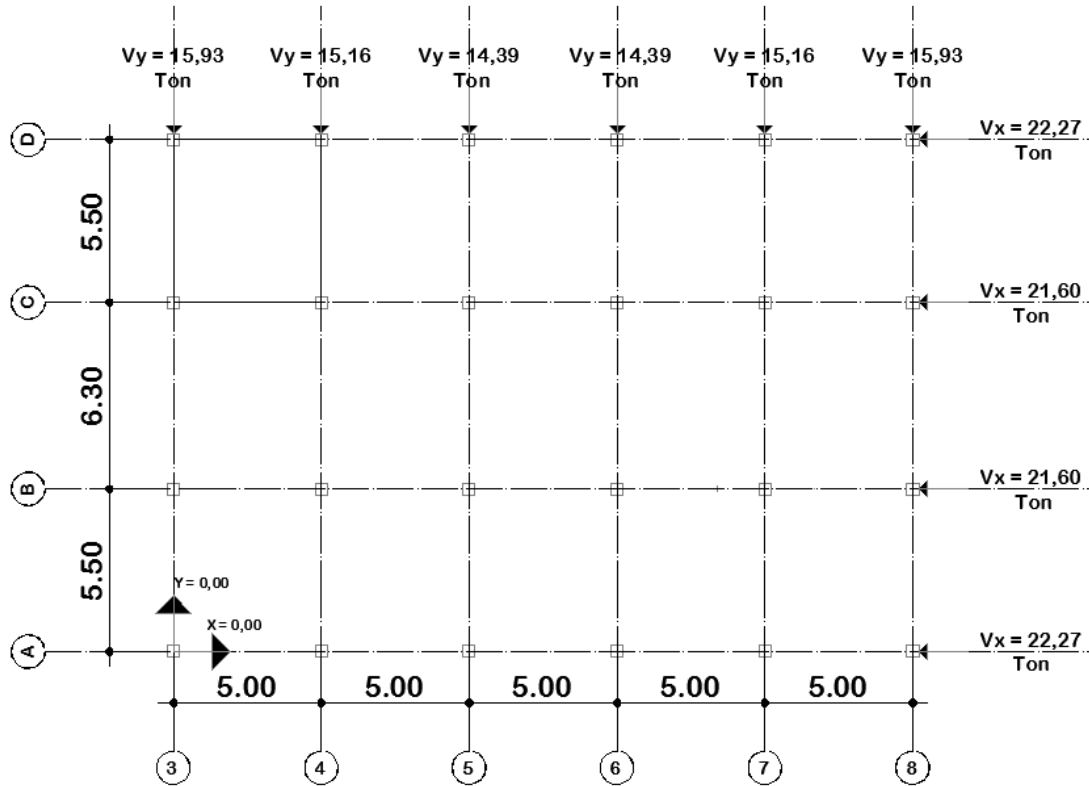
Las fuerzas por sismo se distribuyen de la siguiente manera. Debido a que el sismo puede ocurrir en ambos sentidos se utilizarán las cargas horizontales más grandes.

Figura 14. Distribución de fuerzas horizontales en primer nivel



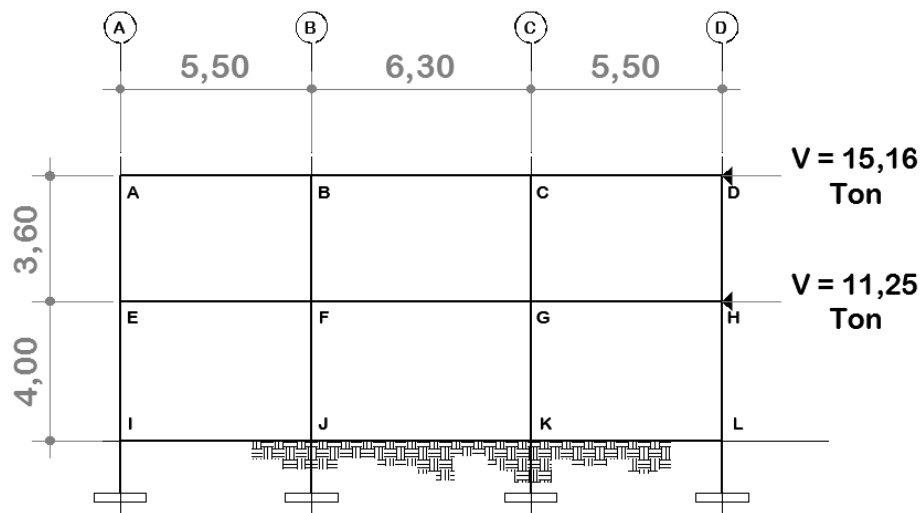
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 15. **Distribución de fuerzas horizontales en segundo nivel**



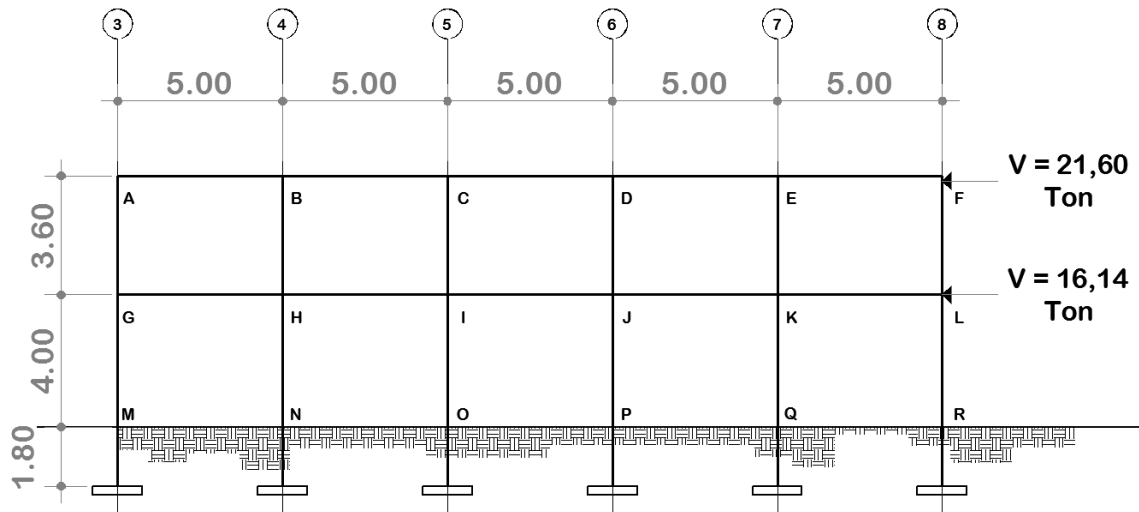
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Tabla XVII. **Cargas sísmicas en eje 7**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013..

Figura 16. Cargas sísmicas en eje B



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

2.1.5.4. Análisis de marcos dúctiles por método de Kani

El análisis de los marcos se realiza para conocer cómo se comportará la estructura en un estado crítico, donde están siendo aplicadas las cargas vivas, muertas y sísmicas.

Para el procedimiento de dicho análisis es importante conocer lo siguiente:

Momentos fijos (MF_{ik}): Se debe calcular cuando existen cargas verticales.

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

Rigidez de elemento (K_{ik}).

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

Donde:

I = inercia

L= longitud del elemento

Factor de giro o coeficiente de reparto (μ_{ik})

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

Momentos de sujeción (M_s). Se calcula cuando hay cargas verticales.

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

Factores de corrimiento (\ddot{U}_{ik}). Se calculan cuando hay ladeo, normalmente en el análisis de las fuerzas horizontales aplicadas al marco.

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

Fuerzas de sujeción (H). Se calculan en el análisis de fuerzas horizontales aplicadas al marco.

$$H = FM_{nivel n}$$

Donde:

F= Fuerza horizontal en el marco y nivel "n"

Fuerza cortante en el piso (Q_n). Se calculan en el análisis de fuerzas horizontales aplicadas al marco.

$$Q_n = \sum H$$

Momentos de piso (M_n). Se calculan en el análisis de fuerzas horizontales aplicadas al marco.

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

Donde:

H_n : altura del nivel "n"

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

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

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

Cálculo de iteraciones. Por desplazamiento (M''_{ik}) cuando existe ladeo.

$$M'_{ik} = \ddot{U}_{ik} \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \text{ Ladeo por asimetria.}$$

$$M'_{ik} = \dot{U}_{ik} \left(M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}) \right) \text{ Ladeo por fuerza horizontal.}$$

Cálculo de momentos finales (m_{ik}).

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

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

Cálculo de momentos positivos en vigas ($M_{ik(+)}$).

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

Donde:

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

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

A continuación, se muestran los marcos críticos que se analizarán.

- Cálculo de momentos fijos

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

$$MF_{AB} = -\frac{0,542 * 5,5^2}{12} = -1,3663 \text{ Ton} - m$$

Tabla XVIII. **Momentos fijos**

MF	Ton-m	MF	Ton-m
B-A	1,3663	F-E	1,7091
B-C	-1,9845	F-G	-2,4806
C-B	1,9845	G-F	2,4806
C-D	-1,3663	G-H	-1,7091
D-C	1,3663	H-G	1,7091
E-F	-1,7091		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de momentos de sujeción

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

$$MS_A = -1,3663 + 0 = -1,3663 \text{ Ton} - m$$

Tabla XIX. **Momentos de sujeción**

MS	Ton-m
B	-0,6182
C	0,6182
D	1,3663
E	-1,7091
F	-0,7715
G	0,7715
H	1,7091

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de inercia

$$I_{columna} = \frac{0,40 * 0,40^2}{12} = 0,002133$$

$$I_{viga} = \frac{0,25 * 0,50^2}{12} = 0,0026$$

- Cálculo de inercia relativa

$$I_{columna} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{0,002604}{0,002133} = 1,22$$

- Cálculo de rigidez de los elementos

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

$$K_{vigas\ de\ 5,50} = \frac{1,22}{5,50} = 0,2219$$

Tabla XX. **Rigidez de elementos**

K	
Vigas 6,30	0,1938
Columnas 3,60	0,28
Columnas 4	0,25

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Factor de giro.

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

Nudo A

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,2219}{0,2219 + 0,2778} \right) = -0,2220$$

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,2778}{0,2219 + 0,2778} \right) = -0,2779$$

Tabla XXI. Factores de giro de carga viva para de eje 7

Factor de giro							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
A-B	-0,222	B-A	-0,16	C-B	-0,1397	D-C	-0,221
A-E	-0,2779	B-F	-0,203	C-G	-0,2003	D-H	-0,2779
		B-C	-0,1397	C-D	-0,16		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
E-A	-0,1853	F-E	-0,1176	G-F	-0,102	H-B	-0,1853
E-F	-0,148	F-B	-0,1472	G-C	-0,147	H-G	-0,148
E-I	-0,1667	F-G	-0,1027	G-H	-0,1176	H-L	-0,1667
		F-J	-0,1325	G-K	-0,1325		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = -1,3663 * -0,2221 = 0,3034 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = -1,3663 * -0,2779 = 0,3797 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXII. Momentos de primera iteración de carga viva para de eje 7

Momentos de primera iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	-0,3034	B-A	-0,05037	C-B	-0,00989	D-C	-0,2799
A-E	-0,3797	B-F	-0,06304	C-D	-0,106	D-H	-0,3502
		B-C	-0,04398	C-G	-0,1326		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0,1837	F-G	0,0774	G-H	-0,05149	H-D	-0,2517
E-A	0,2299	F-B	0,1109	G-C	-0,0644	H-G	-0,2011
E-I	0,2069	F-E	0,0886	G-K	-0,05799	H-L	-0,2266
		F-J	0,09982	G-F	-0,04495		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Segunda iteración

Nudo A

$$M_{AB} = (-1,3663 + 0,05037 + 0,2299) * -0,2221 = 0,2412 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = (-1,3663 + 0,05037 + 0,2299) * -0,2779 = 0,3018 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXIII. **Momentos de segunda iteración de carga viva para de eje 7**

Momentos de segunda iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,2412	B-A	0,05739	C-B	-0,04526	D-C	-0,236
A-E	0,3018	B-F	0,07183	C-D	-0,05185	D-H	-0,2954
		B-C	0,0501	C-G	-0,06489		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0,1983	F-G	0,05913	G-H	0,226	H-D	-0,2524
E-A	0,2482	F-B	0,08476	G-C	-0,08572	H-G	-0,2016
E-I	0,2233	F-E	0,06773	G-K	-0,05979	H-L	-0,2271
		F-J	0,07629	G-F	-0,07715		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de los momentos calculados se repitan en cada una de las iteraciones, en este marco, se realizaron once iteraciones.

- Momentos finales

Nudo A

$$M_{AB} = -1,3663 + 2 * (0,2355) + 0,05586 = -0,8394 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = 0 + 2 * (0,2948) + 0,2498 = 0,8394 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXIV. **Momentos finales de carga viva para de eje 7**

Momentos finales							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	-0,8394	B-A	1,7135	C-B	1,9357	D-C	0,8394
A-E	0,8394	B-F	-0,05084	C-G	-0,2222	D-H	-0,8394
		B-C	0,2222	C-D	-1,7135		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	-1,2441	F-G	-2,4232	G-H	-2,0403	H-D	-0,7944
E-A	0,7944	F-B	0,2346	G-C	-0,2346	H-G	1,2441
E-I	0,4497	F-E	2,0403	G-K	-0,1482	H-L	-0,4497
		F-J	-0,1482	G-F	2,4232		
Nudo I		Nudo J		Nudo K		Nudo L	
I-E	0,2248	J-F	0,07412	K-G	-0,07412	L-H	-0,2248

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Momento positivo en vigas

$$M_{AB} = \frac{0,542 * 5,5^2}{8} - \frac{|-0,8394| + |1,7135|}{2} = 0,7730 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXV. **Momentos positivos de carga viva para de eje 7**

Momentos positivos					
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,773	B-C	1,041	C-D	0,773
E-F	0,9215	F-G	1,2978	G-H	0,9215

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Este mismo procedimiento se utilizó para las cargas muertas del eje 7, cargas vivas del eje B y cargas muertas del eje B.

- Carga sísmica

El procedimiento para el cálculo de momentos generados por la carga sísmica es similar al de las cargas verticales agregando un momento de piso para cada nivel y su factor de corrimiento.

- Momentos fijos

Los momentos fijos para este procedimiento es igual a cero debido a que no se cuenta con cargas verticales y las cargas horizontales están siendo aplicadas en el nodo de cada nivel.

- Momentos de sujeción

Debido a que los momentos fijos son igual a 0 la sumatoria en cada nodo, la cual es igual al momento de sujeción es igual a 0.

- Cálculo de inercia

$$I_{columna} = \frac{0,40 * 0,40^2}{12} = 0,002133$$

$$I_{viga} = \frac{0,25 * 0,50^2}{12} = 0,002604$$

- Cálculo de inercia relativa

$$I_{columna} = 1$$
$$I_{viga} = \frac{0,002604}{0,002133} = 1,22$$

- Cálculo de rigidez de los elementos

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

$$K_{vigas\ de\ 5,50} = \frac{1,22}{5,50} = 0,2219$$

$$K_{vigas\ de\ 6,30} = \frac{1,22}{6,30} = 0,1938$$

$$K_{columnas\ de\ 3,60} = \frac{1}{3,60} = 0,28$$

$$K_{columnas\ de\ 4,00} = \frac{1}{4,00} = 0,25$$

- Factor de giro

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

Nudo A

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,2219}{0,2219 + 0,2778} \right) = -0,2220$$

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,2778}{0,2219 + 0,2778} \right) = -0,2779$$

Tabla XXVI. Factores de giro de carga sísmica para de eje 7

Factor de giro							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
A-B	-0,222	B-A	-0,16	C-B	-0,1397	D-C	-0,221
A-E	-0,2779	B-F	-0,203	C-G	-0,2003	D-H	-0,2779
		B-C	-0,1397	C-D	-0,16		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
E-A	-0,1853	F-E	-0,1176	G-F	-0,102	H-B	-0,1853
E-F	-0,148	F-B	-0,1472	G-C	-0,147	H-G	-0,148
E-I	-0,1667	F-G	-0,1027	G-H	-0,1176	H-L	-0,1667
		F-J	-0,1325	G-K	-0,1325		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de factor de corrimiento

$$\ddot{U}_1 = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,28}{0,28 + 0,28 + 0,28 + 0,28} \right) = -0,375$$

$$\ddot{U}_2 = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,25}{0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,25} \right) = -0,375$$

- Cálculo de momento de piso

$$M_2 = \frac{(15,16) * 3,60}{3} = 18,19 \text{ Ton} - m$$

$$M_1 = \frac{(15,16 + 11,25) * 4,00}{3} = 26,41 \text{ Ton} - m$$

- Primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = 0 * -0,2221 = 0 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = 0 * -0,2779 = 0 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXVII. **Momentos de primera iteración de carga sísmica para de eje 7**

Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0	B-A	0	C-B	0	D-C	0
A-E	0	B-F	0	C-D	0	D-H	0
		B-C	0	C-G	0		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0	F-G	0	G-H	0	H-D	0
E-A	0	F-B	0	G-C	0	H-G	0
E-I	0	F-E	0	G-K	0	H-L	0
		F-J	0	G-F	0		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2do. Nivel

$$M_{A,B,C \text{ y } D} = (18,19 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) * -0,375 = -6,822 \text{ Ton} - m$$

1er. Nivel

$$M_{A,B,C \text{ y } D} = (35,213 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) * -0,375$$

$$= -13,205 \text{ Ton} - m$$

- Segunda iteración

Nudo A

$$M_{AB} = (-6,822) * -0,2221 = 1,515 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = (-6,822) * -0,2779 = 1,896 \text{ Ton} - m$$

Tabla XXVIII. Momentos de segunda iteración de carga sísmica para de eje 7

Momentos de segunda iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	1,515	B-A	0,8492	C-B	0,8495	D-C	1,2989
A-E	1,896	B-F	1,0629	C-D	0,973	D-H	1,6256
		B-C	0,7414	C-G	1,2178		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	2,9816	F-G	1,777	G-H	1,892	H-D	3,4089
E-A	2,9816	F-B	2,5485	G-C	2,3679	H-G	2,7237
E-I	2,6834	F-E	2,0363	G-K	2,1311	H-L	3,068
		F-J	2,2937	G-F	1,6517		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2do. Nivel

$$M_{A,B,C \ Y \ D} = (15,264 + 1,896 + 2,9816 + 1,0629 + 2,5485 + 1,2178 + 2,3679 + 1,6256 + 3,4089) * -0,375 = -13,2379 \text{ Ton} - m$$

1er. Nivel

$$M_{A,B,C \ Y \ D} = (35,2267 + 2,6834 + 2,2937 + 2,1311 + 3,068) * -0,375 = -17,0211 \text{ Ton} - m$$

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de los momentos calculados se repitan en cada una de las iteraciones. En este marco se realizaron hasta diez y siete iteraciones.

- Momentos finales

Nudo A

$$M_{AB} = 0 + 2 * (2,354) + 1,6261 = 6,334 \text{ Ton} - m$$

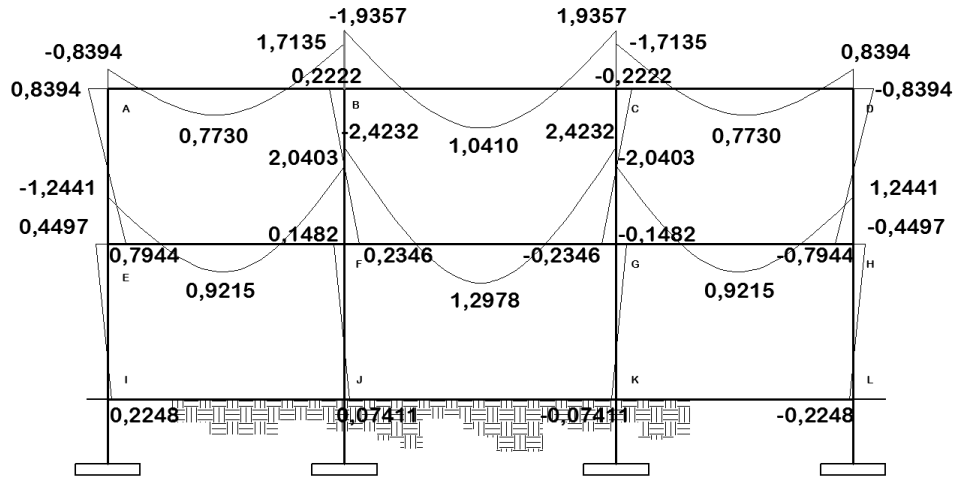
Tabla XXIX. **Momentos finales de carga sísmica para de eje 7**

Momentos finales							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	6,334	B-A	5,6061	C-B	4,25	D-C	6,334
A-E	-6,334	B-F	-9,865	C-G	-9,865	D-H	-6,334
		B-C	4,25	C-D	5,6061		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	12,777	F-G	11,411	G-H	11,411	H-D	-3,38
E-A	-3,38	F-B	-7,709	G-C	-7,709	H-G	12,777
E-I	-9,397	F-E	8,7702	G-K	-12,47	H-L	-9,397
		F-J	-12,47	G-F	8,7702		
Nudo I		Nudo J		Nudo K		Nudo L	
I-E	-14,71	J-F	-16,24	K-G	-16,247	L-H	-14,71

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

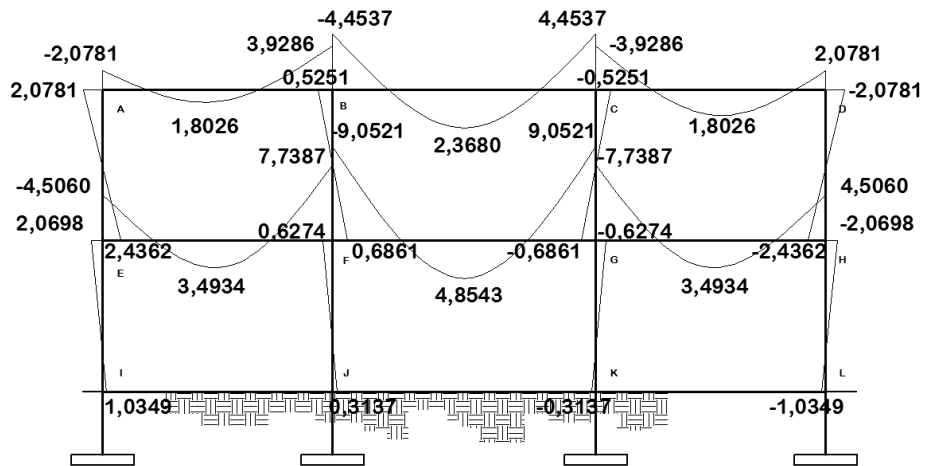
Este mismo procedimiento se utilizó para las cargas sísmicas en el eje B. Ver anexos para las hojas electrónicas completas del análisis estructural. Los marcos con sus momentos finales se representan gráficamente a continuación, los momentos están dados en Ton-m.

Figura 17. **Momentos de carga viva en eje 7**



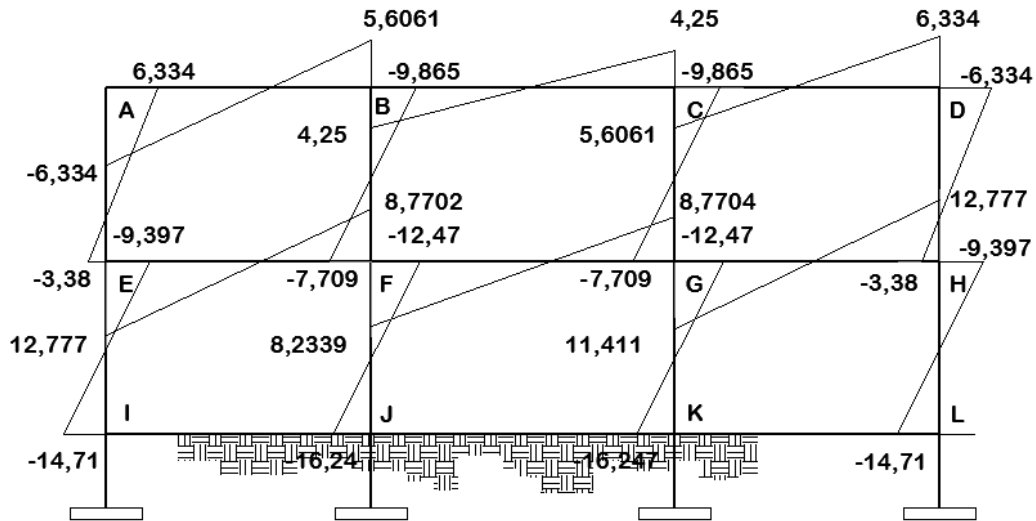
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 18. **Momentos de carga muerta en eje 7**



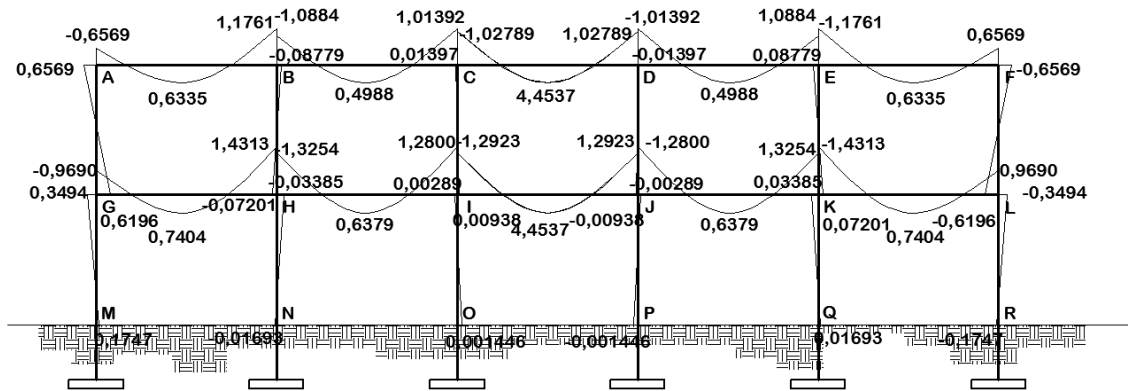
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 19. **Momentos de carga sísmica en eje 7**



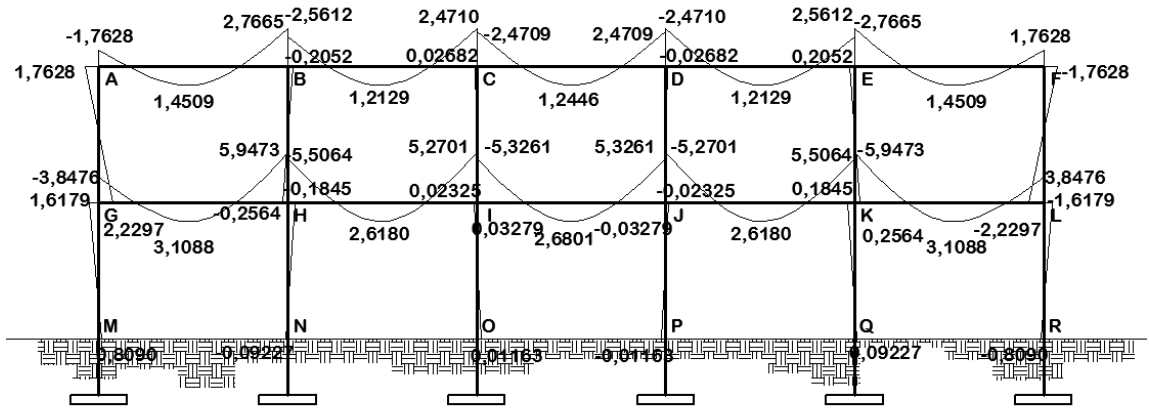
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 20. **Momentos de carga viva en eje B**



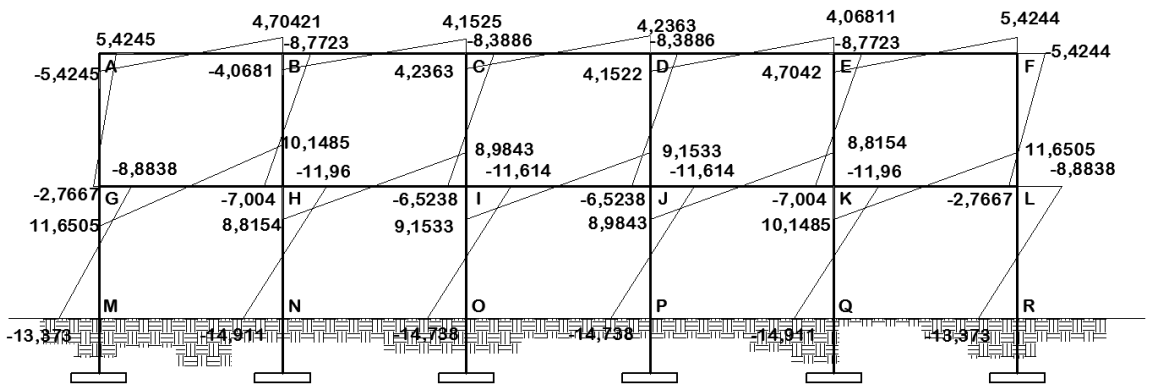
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 21. Momentos de carga muerta en eje B



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 22. Momentos de carga sísmica en eje B



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

2.1.5.5. Momentos últimos por envolvente de momentos

Con los resultados de cada uno de los casos de carga se calculará la envolvente de momentos, la cual consiste en aplicarle un factor de seguridad a cada momento final, según sea el tipo de carga. Dichos factores los establece el ACI 318-08, debido a que existen varios casos los factores varían para cada uno y esto genera varias combinaciones. A continuación, se calculará la envolvente de momentos con las diferentes combinaciones y se elegirá la más crítica, es decir, la menos favorable para el marco.

Las combinaciones están propuestas en el ACI 318-08 sección C,9,2.

$$Mu = 1,4CM + 1,7CV \quad (1)$$

$$Mu = 0,75 * (1,4CM + 1,7CV) + 1,4S \quad (2)$$

$$Mu = 0,75 * (1,4CM + 1,7CV) - 1,4S \quad (3)$$

$$Mu = 0,9CM + 1,4S \quad (4)$$

$$Mu = 0,90CM - 1,4S \quad (5)$$

En las siguientes tablas se calculan los valores de las envolventes de momentos de los diferentes marcos.

Tabla XXX. Envoltentes de momento de vigas en marco del eje 7, segundo nivel

Marco del eje 7									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C,M	C,V	C,S	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS	
VIGA A-B									
M A-B	-2,0781	-0,8394	6,3340	-4,3363	5,6153	-12,1198	6,9972	-10,7379	-12,1198
M (+)	1,8026	0,7730	0,0000	3,8377	2,8783	2,8783	1,6223	1,6223	3,8377
B B-A	3,9286	1,7135	5,6061	8,4130	14,1583	-1,5388	11,3842	-4,3128	14,1583
VIGA B-C									
M B-C	-4,4537	-1,9357	4,2588	-9,5259	-1,1822	-13,1067	1,9539	-9,9706	-13,1067
M (+)	2,3680	1,0410	0,0000	5,0849	3,8137	3,8137	2,1312	2,1312	5,0849
B C-B	4,4537	1,9357	4,2588	9,5259	13,1067	1,1822	9,9706	-1,9539	13,1067
VIGA C-D									
M C-D	-3,9286	-1,7135	5,6061	-8,4130	1,5388	-14,1583	4,3128	-11,3842	-14,1583
M (+)	1,8026	0,7730	0,0000	3,8377	2,8783	2,8783	1,6223	1,6223	3,8377
B D-C	2,0781	0,8394	6,3340	4,3363	12,1198	-5,6153	10,7379	-6,9972	12,1198

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXI. Envoltentes de momento de vigas en marco del eje 7, primer nivel

Marco del eje 7									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C,M	C,V	C,S	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS	
Viga E-F									
M E-F	-4,5060	-1,2441	12,7767	-8,4234	11,5698	-24,2050	13,8320	-21,9428	-24,2050
M (+)	3,4934	0,9215	0,0000	6,4572	4,8429	4,8429	3,1440	3,1440	6,4572
M F-E	7,7387	2,0403	11,4113	14,3027	26,7028	-5,2488	22,9406	-9,0110	26,7028
Viga F-G									
M F-G	-9,0521	-2,4232	8,7702	-16,7924	-0,3160	-24,8726	4,1314	-20,4252	-24,8726
M (+)	4,8543	1,2978	0,0000	9,0022	6,7516	6,7516	4,3688	4,3688	9,0022
M G-F	9,0521	2,4232	8,7702	16,7924	24,8726	0,3160	20,4252	-4,1314	24,8726
Viga G-H									
M G-H	-7,7387	-2,0403	11,4113	-14,3027	5,2488	-26,7028	9,0110	-22,9406	-26,7028
M (+)	3,4934	0,9215	0,0000	6,4572	4,8429	4,8429	3,1440	3,1440	6,4572
M H-G	4,5060	1,2441	12,7767	8,4234	24,2050	-11,5698	21,9428	-13,8320	24,2050

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXII. Envoltente de momentos en columnas del marco en eje 7

Marco del eje 7										
Datos preliminares				Combinaciones						Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS		
Columna A-E	2,0781	0,8394	-6,3340	4,3363	-5,6153	12,1198	-6,9972	10,7379	12,1198	
Columna E-A	2,4362	0,7944	-3,3802	4,7612	-1,1614	8,3032	-2,5397	6,9249	8,3032	
Columna E-I	2,0698	0,4497	-9,3965	3,6622	-10,4085	15,9018	-11,2923	15,0180	15,9018	
Zapata I	1,0349	0,2248	-14,7064	1,8311	-19,2157	21,9624	-19,6576	21,5204	21,9624	
Columna B-F	0,5251	0,2222	-9,8649	1,1129	-12,9761	14,6455	-13,3382	14,2834	14,6455	
Columna F-B	0,6861	0,2346	-7,7090	1,3593	-9,7731	11,8121	-10,1751	11,4100	11,8121	
Columna F-J	0,6274	0,1482	-12,4726	1,1303	-16,6138	18,3093	-16,8969	18,0262	18,3093	
Zapata J	0,3137	0,0741	-16,2445	0,5652	-22,3184	23,1661	-22,4599	23,0246	23,1661	
Columna C-G	-0,5251	-0,2222	-9,8648	-1,1129	-14,6455	12,9761	-14,2834	13,3382	-14,6455	
Columna G-C	-0,6861	-0,2346	-7,7090	-1,3593	-11,8121	9,7731	-11,4100	10,1751	-11,8121	
Columna G-K	-0,6274	-0,1482	-12,4726	-1,1303	-18,3093	16,6138	-18,0262	16,8969	-18,3093	
Zapata K	-0,3137	-0,0741	-16,2445	-0,5652	-23,1661	22,3184	-23,0246	22,4599	-23,1661	
Columna D-H	-2,0781	-0,8394	-6,3340	-4,3363	-12,1198	5,6153	-10,7379	6,9972	-12,1198	
Columna H-D	-2,4362	-0,7944	-3,3802	-4,7612	-8,3032	1,1614	-6,9249	2,5397	-8,3032	
Columna H-L	-2,0698	-0,4497	-9,3965	-3,6622	-15,9018	10,4085	-15,0180	11,2923	-15,9018	
Zapata L	-1,0349	-0,2248	-14,7064	-1,8311	-21,9624	19,2157	-21,5204	19,6576	-21,9624	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXIII. Envoltente de momentos en vigas del segundo nivel en eje B

Marco del eje B										
Datos preliminares				Combinaciones						Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS		
VIGA A-B										
M A-B	-1,7628	-0,6569	5,4245	-3,5847	4,9057	-10,2827	6,0077	-9,1808	-10,2827	
M (+)	1,4510	0,6335	0,0000	3,1083	2,3312	2,3312	1,3059	1,3059	3,1083	
B B-A	2,7665	1,1761	4,7042	5,8725	10,9903	-2,1815	9,0757	-4,0961	10,9903	
VIGA B-C										
M B-C	-2,5613	-1,0884	4,0681	-5,4361	1,6183	-9,7724	3,3902	-8,0005	-9,7724	
M (+)	1,2129	0,4988	0,0000	2,5461	1,9095	1,9095	1,0916	1,0916	2,5461	
B C-B	2,4442	1,0139	4,1523	5,1455	9,6723	-1,9540	8,0129	-3,6134	9,6723	
VIGA C-D										
M C-D	-2,4710	-1,0279	4,2364	-5,2068	2,0258	-9,8360	3,7071	-8,1548	-9,8360	
M (+)	1,2446	0,5221	0,0000	2,6301	1,9726	1,9726	1,1202	1,1202	2,6301	
B D-C	2,4710	1,0279	4,2364	5,2068	9,8360	-2,0258	8,1548	-3,7071	9,8360	
VIGA D-E										
M D-E	-2,4442	-1,0139	4,1523	-5,1455	1,9540	-9,6723	3,6134	-8,0129	-9,6723	
M (+)	1,2129	0,4988	0,0000	2,5461	1,9095	1,9095	1,0916	1,0916	2,5461	
B E-D	2,5613	1,0884	4,0681	5,4361	9,7724	-1,6183	8,0005	-3,3902	9,7724	
Viga E-F										
M E-F	-2,7665	-1,1761	4,7042	-5,8725	2,1815	-10,9903	4,0961	-9,0757	-10,9903	
M (+)	1,4510	0,6335	0,0000	3,1083	2,3312	2,3312	1,3059	1,3059	3,1083	
M F-E	1,7628	0,6569	5,4245	3,5847	10,2827	-4,9057	9,1808	-6,0077	10,2827	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXIV. Envoltente de momentos en vigas del primer nivel en eje B

Marco del eje B									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS	
Viga G-H									
M G-H	-3,8476	-0,9690	11,6505	-7,0340	11,0351	-21,5862	12,8478	-19,7735	-21,5862
M (+)	3,1088	0,7404	0,0000	5,6111	4,2083	4,2083	2,7979	2,7979	5,6111
M H-G	5,9473	1,4313	10,1485	10,7594	22,2774	-6,1383	19,5604	-8,8553	22,2774
Viga H-I									
M H-I	-5,5064	-1,3254	8,8154	-9,9621	4,8700	-19,8131	7,3859	-17,2973	-19,8131
M (+)	2,6180	0,6379	0,0000	4,7497	3,5622	3,5622	2,3562	2,3562	4,7497
M I-H	5,2701	1,2800	8,9844	9,5542	19,7438	-5,4125	17,3212	-7,8350	19,7438
Viga J-I									
M J-I	-5,3261	-1,2923	9,1533	-9,6536	5,5745	-20,0548	8,0211	-17,6082	-20,0548
M (+)	2,6801	0,6483	0,0000	4,8542	3,6407	3,6407	2,4121	2,4121	4,8542
M I-J	5,3261	1,2923	9,1533	9,6536	20,0548	-5,5745	17,6082	-8,0211	20,0548
Viga J-K									
M J-K	-5,2701	-1,2800	8,9844	-9,5542	5,4125	-19,7438	7,8350	-17,3212	-19,7438
M (+)	2,6180	0,6379	0,0000	4,7497	3,5622	3,5622	2,3562	2,3562	4,7497
M K-J	5,5064	1,3254	8,8154	9,9621	19,8131	-4,8700	17,2973	-7,3859	19,8131
Viga K-L									
M K-L	-5,9473	-1,4313	10,1485	-10,7594	6,1383	-22,2774	8,8553	-19,5604	-22,2774
M (+)	3,1088	0,7404	0,0000	5,6111	4,2083	4,2083	2,7979	2,7979	5,6111
M L-K	3,8476	0,9690	11,6505	7,0340	21,5862	-11,0351	19,7735	-12,8478	21,5862

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXV. Envoltente de momentos en columnas del segundo nivel en B

Marco del eje B									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS	
Columna A-G	1,7628	0,6569	-5,4245	3,5847	-4,9057	10,2827	-6,0077	9,1808	10,2827
Columna G-A	2,2297	0,6196	-2,7667	4,1749	-0,7422	7,0046	-1,8666	5,8801	7,0046
Columna G-M	1,6179	0,3494	-8,8838	2,8591	-10,2930	14,5816	-10,9812	13,8934	14,5816
Zapata M	0,8090	0,1747	-13,3731	1,4296	-17,6502	19,7946	-17,9943	19,4505	19,7946
Columna B-H	-0,2052	-0,0877	-8,7723	-0,4364	-12,6086	11,9539	-12,4660	12,0965	-12,6086
Columna H-B	-0,2564	-0,0721	-7,0040	-0,4815	-10,1667	9,4446	-10,0364	9,5749	-10,1667
Columna H-N	-0,1845	-0,0339	-11,9599	-0,3159	-16,9807	16,5069	-16,9099	16,5777	-16,9807
Zapata N	-0,0923	-0,0169	-14,9112	-0,1579	-20,9941	20,7572	-20,9587	20,7926	-20,9941
Columna C-I	0,0268	0,0140	-8,3886	0,0613	-11,6981	11,7901	-11,7200	11,7682	11,7901
Columna I-C	0,0328	0,0094	-6,5238	0,0619	-9,0870	9,1798	-9,1039	9,1629	9,1798
Columna I-O	0,0233	0,0029	-11,6138	0,0375	-16,2313	16,2875	-16,2385	16,2803	16,2875
Zapata O	0,0116	0,0014	-14,7382	0,0187	-20,6194	20,6475	-20,6230	20,6439	20,6475
Columna D-J	-0,0268	-0,0140	-8,3886	-0,0613	-11,7901	11,6981	-11,7682	11,7200	-11,7901
Columna J-D	-0,0328	-0,0094	-6,5238	-0,0619	-9,1798	9,0870	-9,1629	9,1039	-9,1798
Columna J-P	-0,0233	-0,0029	-11,6138	-0,0375	-16,2875	16,2313	-16,2803	16,2385	-16,2875
Zapata P	-0,0116	-0,0014	-14,7382	-0,0187	-20,6475	20,6194	-20,6439	20,6230	-20,6475
Columna E-K	0,2052	0,0877	-8,7723	0,4364	-11,9539	12,6086	-12,0965	12,4660	12,6086
Columna K-E	0,2564	0,0721	-7,0040	0,4815	-9,4446	10,1667	-9,5749	10,0364	10,1667
Columna H-Q	0,1845	0,0339	-11,9599	0,3159	-16,5069	16,9807	-16,5777	16,9099	16,9807
Zapata Q	0,0923	0,0169	-14,9112	0,1579	-20,7572	20,9941	-20,7926	20,9587	20,9941
Columna F-L	-1,7628	-0,6569	-5,4245	-3,5847	-10,2827	4,9057	-9,1808	6,0077	-10,2827
Columna L-F	-2,2297	-0,6196	-2,7667	-4,1749	-7,0046	0,7422	-5,8801	1,8666	-7,0046
Columna L-R	-1,6179	-0,3494	-8,8838	-2,8591	-14,5816	10,2930	-13,8934	10,9812	-14,5816
Zapata R	-0,8090	-0,1747	-13,3731	-1,4296	-19,7946	17,6502	-19,4505	17,9943	-19,7946

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.1.5.6. Diagrama de Corte

Para el cálculo de la fuerza cortante es necesario aplicar las siguientes expresiones, considerando efectos de carga viva, carga muerta y carga sísmica.

Para vigas:

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

Tabla XXXVI. Corte en vigas del segundo nivel en el eje 7

Marco del eje 7				
Wcm	Wcv	∑Ms	Longitud	Vv (Ton)
VIGA A-B				
1,2710	0,5420	11,9401	5,5000	9,1215
VIGA B-C				
1,3750	0,6000	8,5175	6,3000	8,5224
VIGA C-D				
1,2710	0,5420	11,9401	5,5000	9,1215

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXVII. Corte en vigas del primer nivel en eje 7

Marco del eje 7				
Wcm	Wcv	∑Ms	Longitud	Vv (Ton)
Viga E-F				
2,5430	0,6780	24,1880	5,5000	16,7717
Viga F-G				
2,8030	0,7500	17,5404	6,3000	15,6030
Viga G-H				
2,5430	0,6780	24,1880	5,5000	16,7717

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXVIII. **Corte en vigas del segundo nivel en eje B**

Marco del eje B				
Wcm	Wcv	ΣMs	Longitud	Vv (Ton)
VIGA A-B				
1,1890	0,4960	10,1287	5,0000	8,4836
VIGA B-C				
1,1890	0,4960	8,2204	5,0000	7,9484
VIGA C-D				
1,1890	0,4960	8,4728	5,0000	8,0192
VIGA D-E				
1,1890	0,4960	8,2204	5,0000	7,9484
Viga E-F				
1,1890	0,4960	10,1287	5,0000	8,4836

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XXXIX. **Corte en vigas del primer nivel en eje B**

Marco del eje B				
Wcm	Wcv	ΣMs	Longitud	Vv
Viga G-H				
2,5620	0,6210	21,7989	5,0000	16,5602
Viga H-I				
2,5620	0,6210	17,7998	5,0000	15,4385
Viga I-J				
2,5620	0,6210	18,3066	5,0000	15,5806
Viga J-K				
2,5620	0,6210	17,7998	5,0000	15,4385
Viga K-L				
2,5620	0,6210	21,7989	5,0000	14,8193

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Para columnas:

$$V_{col} = \frac{\sum M_{S.Columna}}{L}$$

Tabla XL. **Corte en columnas en eje 7**

Marco del eje 7			
Elemento	$\sum Ms$	Longitud	V. c. (Ton)
Columna A-E	-9,7142	3,6000	-2,6984
Columna E-I	-24,1030	4,0000	-6,0257
Columna B-F	-17,5738	3,6000	-4,8816
Columna F-J	-28,7170	4,0000	-7,1793
Columna C-G	-17,5738	3,6000	-4,8816
Columna G-K	-28,7170	4,0000	-7,1793
Columna D-H	-9,7142	3,6000	-2,6984
Columna H-L	-24,1030	4,0000	-6,0257

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XLI. **Corte en columnas del marco en eje B**

Marco del eje 1-C			
Elemento	ΣMs	Longitud	Vc (Ton)
Columna A-G	-8,1911	3,6000	-2,2753
Columna G-M	-22,2569	4,0000	-5,5642
Columna B-H	-15,7764	3,6000	-4,3823
Columna H-N	-26,8710	4,0000	-6,7178
Columna C-I	-14,9125	3,6000	-4,1424
Columna I-O	-26,3520	4,0000	-6,5880
Columna D-J	-14,9125	3,6000	-4,1424
Columna J-P	-26,3520	4,0000	-6,5880
Columna E-K	-15,7764	3,6000	-4,3823
Columna K-Q	-26,8710	4,0000	-6,7178
Columna F-L	-8,1911	3,6000	-2,2753
Columna L-R	-22,2569	4,0000	-5,5642

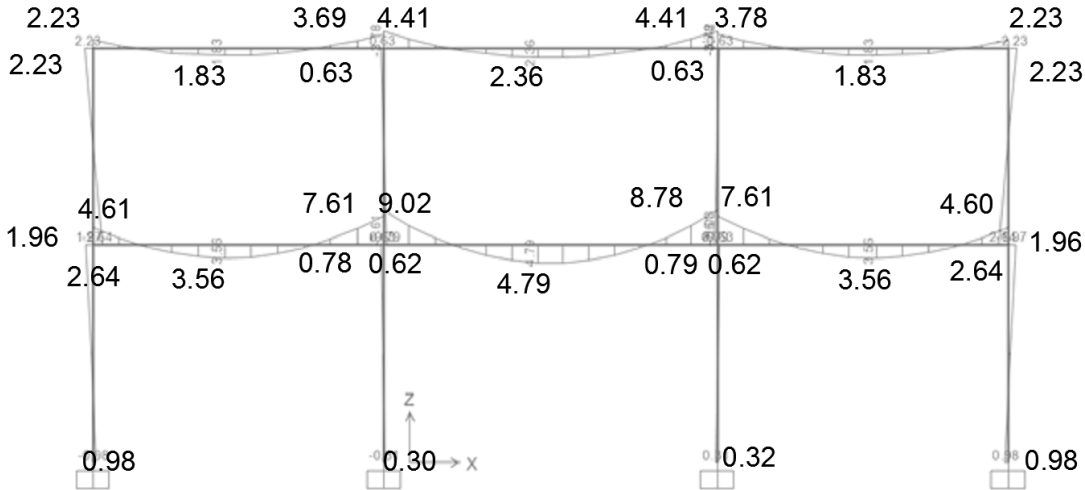
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.1.5.7. Resultados de análisis utilizando SAP 2000

Para poner en práctica el uso de software en el área de la ingeniería se deben comparar los resultados obtenidos por medio del método de Kani con los resultados obtenidos del software, en este caso SAP 2000, versión 17. Dichos software ofrecen un procedimiento más rápido y práctico, por supuesto, depende del usuario, el correcto ingreso de datos y la interpretación de los resultados obtenidos.

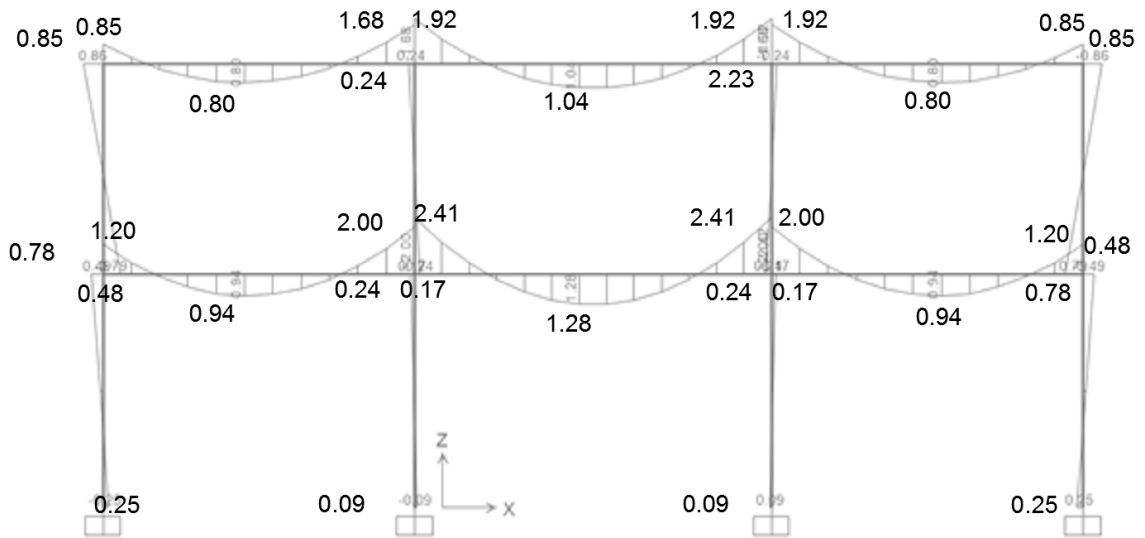
Del análisis de SAP se lograron los siguientes resultados de forma gráfica. Los resultados también se pueden apreciar en las tablas.

Figura 23. Momentos de carga muerta en eje 7



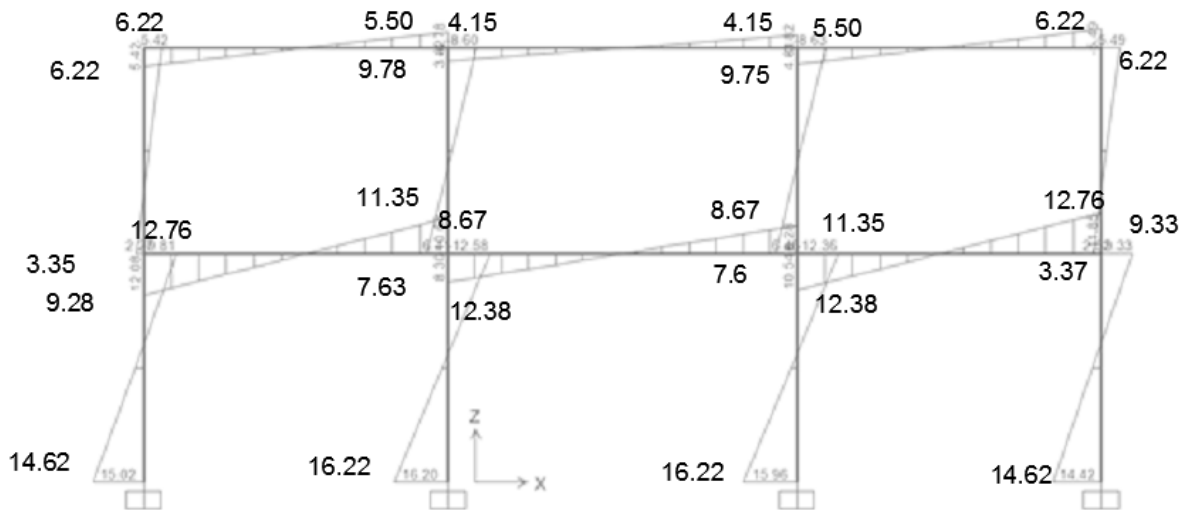
Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Figura 24. **Momentos de cargas vivas en eje 7**



Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Figura 25. **Momentos de cargas sísmicas en eje 7**



Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Tabla XLII. Comparación de envolvente de momentos en vigas del segundo nivel eje 7 (Kani vs SAP 2 000)

Marco del eje 7									
	Momentos de cargas muertas			Momentos de cargas vivas			Momentos de cargas sismicas		
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
VIGA A-B									
M A-B	-2,0781	-2,0542	1,15%	-0,8394	-0,8555	1,88%	6,3340	6,2200	1,80%
M (+)	1,8026	1,8300	1,50%	0,7730	0,8000	3,38%	0,0000	0,0000	0,00%
B B-A	3,9286	3,6945	5,96%	1,7135	1,6808	1,91%	5,6061	5,5000	1,89%
VIGA B-C									
M B-C	-4,4537	-4,4168	0,83%	-1,9357	-1,9218	0,72%	4,2588	4,1500	2,55%
M (+)	2,3680	2,3600	0,34%	1,0410	1,0400	0,10%	0,0000	0,0000	0,00%
B C-B	4,4537	4,4168	0,83%	1,9357	1,9218	0,72%	4,2588	4,1500	2,55%
VIGA C-D									
M C-D	-3,9286	-3,7834	3,70%	-1,7135	-1,6808	1,91%	5,6061	5,5000	1,89%
M (+)	1,8026	1,8300	1,50%	0,7730	0,8000	3,38%	0,0000	0,0000	0,00%
B D-C	2,0781	2,2284	6,74%	0,8394	0,8555	1,88%	6,3340	6,2200	1,80%
		Promedio	2,50%		Promedio	1,76%		Promedio	1,39%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XLIII. Comparación de envolvente de momentos en vigas del primer nivel, eje 7 (Kani vs SAP 2 000)

Marco del eje 7									
	Momentos de cargas muertas			Momentos de cargas vivas			Momentos de cargas sismicas		
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Viga E-F									
M E-F	-4,5060	-4,6091	2,24%	-1,2441	-1,2098	2,76%	12,7767	12,7600	0,13%
M (+)	3,4934	3,5600	1,87%	0,9215	0,9400	1,97%	0,0000	0,0000	0,00%
M F-E	7,7387	7,6124	1,63%	2,0403	2,0012	1,92%	11,4113	11,3500	0,54%
Viga F-G									
M F-G	-9,0521	-9,0295	0,25%	-2,4232	-2,4158	0,30%	8,7702	8,6700	1,14%
M (+)	4,8543	4,7900	1,32%	1,2978	1,2800	1,37%	0,0000	0,0000	0,00%
M G-F	9,0521	8,7896	2,90%	2,4232	2,4158	0,30%	8,7702	8,6700	1,14%
Viga G-H									
M G-H	-7,7387	-7,6124	1,63%	-2,0403	-2,0012	1,92%	11,4113	11,3500	0,54%
M (+)	3,4934	3,5600	1,87%	0,9215	0,9400	1,97%	0,0000	0,0000	0,00%
M H-G	4,5060	4,6091	2,24%	1,2441	1,2098	2,76%	12,7767	12,7600	0,13%
		Promedio	1,77%		Promedio	1,70%		Promedio	0,40%

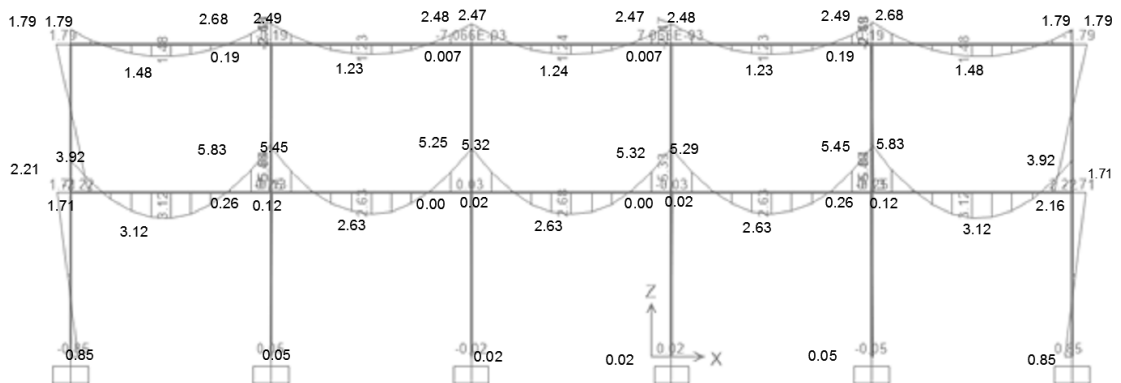
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XLIV. **Comparación de envolvente de momentos en columnas, eje 7**
(Kani vs SAP 2 000)

Marco del eje 7									
Elemento	Momentos de cargas muertas			Momentos de cargas vivas			Momentos de cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Columna A-E	2,0781	2,2284	6,74%	0,8394	0,8555	1,88%	-6,3340	-6,2200	1,80%
Columna E-A	2,4362	2,6411	7,76%	0,7944	0,7881	0,80%	-3,3802	-3,3500	0,89%
Columna E-I	2,0698	1,9681	4,91%	0,4497	0,4888	8,00%	-9,3965	-9,2800	1,24%
Zapata I	1,0349	0,9815	5,16%	0,2248	0,2473	9,08%	-14,7064	-14,6200	0,59%
Columna B-F	0,5251	0,6335	17,10%	0,2222	0,2410	7,80%	-9,8649	-9,7800	0,86%
Columna F-B	0,6861	0,7896	13,11%	0,2346	0,2444	4,00%	-7,7090	-7,6300	1,02%
Columna F-J	0,6274	0,6208	1,05%	0,1482	0,1705	13,08%	-12,4726	-12,3800	0,74%
Zapata J	0,3137	0,3093	1,40%	0,0741	0,0869	14,68%	-16,2445	-16,2002	0,27%
Columna C-G	-0,5251	-0,6334	17,09%	-0,2222	-0,2372	6,33%	-9,8648	-9,7500	1,16%
Columna G-C	-0,6861	-0,7919	13,36%	-0,2346	-0,2440	3,85%	-7,7090	-7,6000	1,41%
Columna G-K	-0,6274	-0,6252	0,35%	-0,1482	-0,1705	13,08%	-12,4726	-12,3800	0,74%
Zapata K	-0,3137	-0,3137	0,00%	-0,0741	-0,0869	14,68%	-16,2445	-16,2215	0,14%
Columna D-H	-2,0781	-2,2284	6,74%	-0,8394	-0,8555	1,88%	-6,3340	-6,2200	1,80%
Columna H-D	-2,4362	-2,6411	7,76%	-0,7944	-0,7881	0,80%	-3,3802	-3,3700	0,30%
Columna H-L	-2,0698	-1,9681	4,91%	-0,4497	-0,4883	7,91%	-9,3965	-9,3344	0,66%
Zapata L	-1,0349	-0,9815	5,16%	-0,2248	-0,2473	9,08%	-14,7064	-14,6200	0,59%
		Promedio	7,04%		Promedio	7,31%		Promedio	0,89%

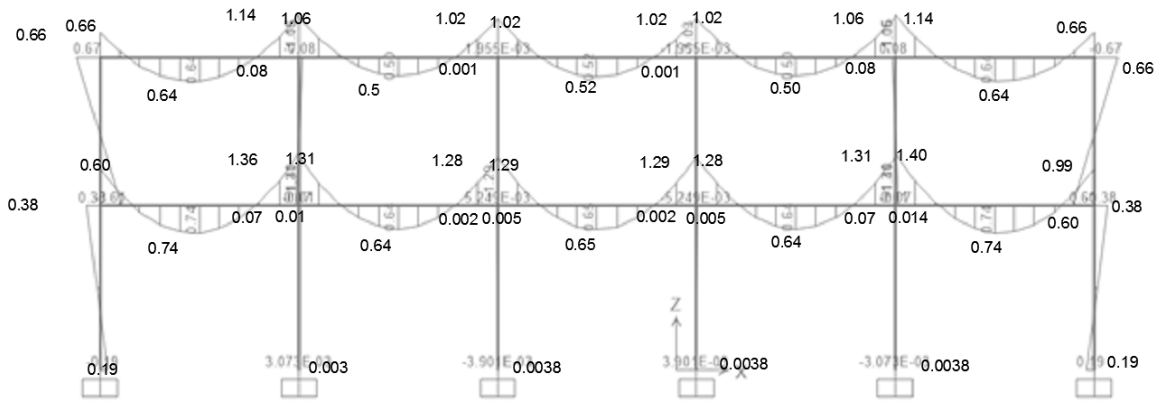
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Figura 26. **Momentos de carga muerta en eje B**



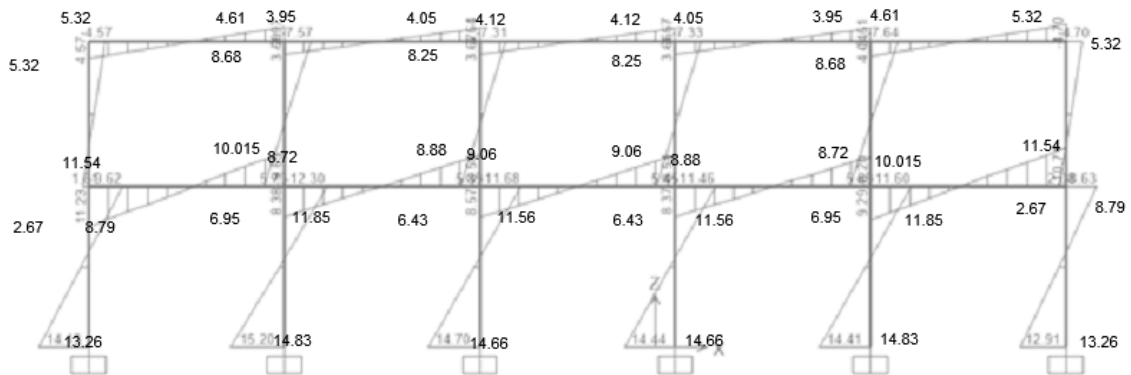
Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Figura 27. Momentos de carga viva en eje B



Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Figura 28. Momentos de cargas sísmicas en eje B



Fuente: elaboración propia en SAP 2 000.

Tabla XLV. **Comparación de envolvente de momentos en vigas del segundo nivel (Kani vs SAP 2 000)**

Marco del eje B									
Elemento	Cargas muertas			Cargas vivas			Cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
VIGA A-B									
M A-B	-1,7628	-1,7909	1,57%	-0,6569	-0,6651	1,23%	5,4245	5,3200	1,93%
M (+)	1,4510	1,4800	1,96%	0,6335	0,6400	1,02%	0,0000	0,0000	0,00%
B B-A	2,7665	2,6842	2,97%	1,1761	1,1487	2,33%	4,7042	4,6100	2,00%
VIGA B-C									
M B-C	-2,5613	-2,4928	2,67%	-1,0884	-1,0643	2,22%	4,0681	3,9564	2,75%
M (+)	1,2129	1,2300	1,39%	0,4988	0,5000	0,24%	0,0000	0,0000	0,00%
B C-B	2,4442	2,4807	1,47%	1,0139	1,0270	1,27%	4,1523	4,0563	2,31%
VIGA C-D									
M C-D	-2,4710	-2,4736	0,11%	-1,0279	-1,0290	0,11%	4,2364	4,1253	2,62%
M (+)	1,2446	1,2400	0,37%	0,5221	0,5200	0,40%	0,0000	0,0000	0,00%
B D-C	2,4710	2,4736	0,11%	1,0279	1,0290	0,11%	4,2364	4,1253	2,62%
VIGA D-E									
M D-E	-2,4442	-2,4807	1,47%	-1,0139	-1,0270	1,27%	4,1523	4,0563	2,31%
M (+)	1,2129	1,2300	1,39%	0,4988	0,5000	0,24%	0,0000	0,0000	0,00%
B E-D	2,5613	2,4928	2,67%	1,0884	1,0643	2,22%	4,0681	3,9564	2,75%
Viga E-F									
M E-F	-2,7665	-2,6842	2,97%	-1,1761	-1,1487	2,33%	4,7042	4,6100	2,00%
M (+)	1,4510	1,4800	1,96%	0,6335	0,6400	1,02%	0,0000	0,0000	0,00%
M F-E	1,7628	1,7909	1,57%	0,6569	0,6651	1,23%	5,4245	5,3200	1,93%
		Promedi	1,64%		Promedi	1,15%		Promedi	1,55%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XLVI. **Comparación de envolvente de momentos en vigas del primer nivel (Kani vs SAP 2 000)**

Marco del eje B									
Elemento	Cargas muertas			Cargas vivas			Cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Viga G-H									
M G-H	-3,8476	-3,9273	2,03%	-0,9690	-0,9926	2,37%	11,6505	11,5412	0,94%
M (+)	3,1088	3,1200	0,36%	0,7404	0,7400	0,06%	0,0000	0,0000	0,00%
M H-G	5,9473	5,8390	1,82%	1,4313	1,3654	4,60%	10,1485	10,0150	1,32%
Viga H-I									
M H-I	-5,5064	-5,4583	0,87%	-1,3254	-1,3113	1,06%	8,8154	8,7253	1,02%
M (+)	2,6180	2,6300	0,46%	0,6379	0,6400	0,33%	0,0000	0,0000	0,00%
M I-H	5,2701	5,2550	0,29%	1,2800	1,2887	0,67%	8,9844	8,8853	1,10%
Viga I-J									
M I-J	-5,3261	-5,3270	0,02%	-1,2923	-1,2924	0,01%	9,1533	9,0645	0,97%
M (+)	2,6801	2,6300	1,87%	0,6483	0,6500	0,26%	0,0000	0,0000	0,00%
M J-I	5,3261	5,3270	0,02%	1,2923	1,2924	0,01%	9,1533	9,0645	0,97%
Viga J-K									
M J-K	-5,2701	-5,2990	0,54%	-1,2800	-1,2887	0,67%	8,9844	8,8853	1,10%
M (+)	2,6180	2,6300	0,46%	0,6379	0,6400	0,33%	0,0000	0,0000	0,00%
M K-J	5,5064	5,4583	0,87%	1,3254	1,3113	1,06%	8,8154	8,7253	1,02%
Viga K-L									
M K-L	-5,9473	-5,8390	1,82%	-1,4313	-1,4000	2,19%	10,1485	10,0150	1,32%
M (+)	3,1088	3,1200	0,36%	0,7404	0,7400	0,06%	0,0000	0,0000	0,00%
M L-K	3,8476	3,9273	2,03%	0,9690	0,9926	2,37%	11,6505	11,5412	0,94%
		Promedi	0,92%		Promedi	1,07%		Promedi	0,71%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XLVII. **Comparación de envolvente de momentos en columnas (Kani vs SAP 2 000)**

Marco del eje B									
Elemento	Cargas muertas			Cargas vivas			Cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Columna A-G	1,7628	1,7909	1,57%	0,6569	0,6651	1,23%	-5,4245	-5,3212	1,90%
Columna G-A	2,2297	2,2101	0,88%	0,6196	0,6096	1,62%	-2,7667	-2,6702	3,49%
Columna G-M	1,6179	1,711	5,44%	0,3494	0,383	8,76%	-8,8838	-8,7896	1,06%
Zapta M	0,8090	0,8539	5,26%	0,1747	0,1947	10,29%	-13,3731	-13,268	0,79%
Columna B-H	-0,2052	-0,1914	6,74%	-0,0877	-0,0845	3,69%	-8,7723	-8,683	1,02%
Columna H-B	-0,2564	-0,2549	0,57%	-0,0721	-0,0741	2,77%	-7,0040	-6,9506	0,76%
Columna H-N	-0,1845	-0,1257	31,88%	-0,0339	-0,0145	57,11%	-11,9599	-11,856	0,87%
Zapata N	-0,0923	-0,0523	43,36%	-0,0169	-0,0031	81,86%	-14,9112	-14,835	0,51%
Columna C-I	0,0268	0,0071	73,64%	0,0140	0,002	85,97%	-8,3886	-8,2564	1,58%
Columna I-C	0,0328	1E-04	99,70%	0,0094	0,0015	84,04%	-6,5238	-6,4356	1,35%
Columna I-O	0,0233	0,027	13,71%	0,0029	0,0053	44,89%	-11,6138	-11,563	0,44%
Zapata O	0,0116	0,0162	28,40%	0,0014	0,0039	62,90%	-14,7382	-14,668	0,48%
Columna D-J	-0,0268	-0,0071	73,64%	-0,0140	-0,002	85,97%	-8,3886	-8,2564	1,58%
Columna J-D	-0,0328	-1E-04	99,70%	-0,0094	-0,0015	84,04%	-6,5238	-6,4356	1,35%
Columna J-P	-0,0233	-0,027	13,94%	-0,0029	-0,0053	44,89%	-11,6138	-11,563	0,44%
Zapata P	-0,0116	-0,0162	28,09%	-0,0014	-0,0039	62,90%	-14,7382	-14,668	0,48%
Columna E-K	0,2052	0,1914	6,74%	0,0877	0,0845	3,69%	-8,7723	-7,6448	12,85%
Columna K-E	0,2564	0,2549	0,57%	0,0721	0,0741	2,77%	-7,0040	-8,683	19,34%
Columna K-Q	0,1845	0,1257	31,88%	0,0339	0,0145	57,11%	-11,9599	-6,9506	41,88%
Zapata Q	0,0923	0,0523	43,36%	0,0169	0,0031	81,86%	-14,9112	-11,856	20,49%
Columna F-L	-1,7628	-1,7909	1,57%	-0,6569	-0,6651	1,23%	-5,4245	-5,3212	1,90%
Columna L-F	-2,2297	-2,1626	3,01%	-0,6196	-0,6096	1,62%	-2,7667	-2,6702	3,49%
Columna L-R	-1,6179	-1,711	5,44%	-0,3494	-0,383	8,76%	-8,8838	-8,7896	1,06%
Zapata R	-0,8090	-0,8539	5,26%	-0,1747	-0,1947	10,29%	-13,3731	-13,268	0,79%
		Promedi	32,91%		Promedi	45,18%		Promedi	1,13%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Se puede observar que la diferencia de los momentos es mínima, en los elementos donde los momentos supera 1 Ton, la diferencia es mínima y se mantiene en un rango del 1% al 3%. Sin embargo, cuando los valores son más cercanos a 0 la diferencia aumenta a un rango de 3% a 46%, no obstante, la diferencia es relativamente pequeña por lo que se considera aceptable.

Para fines didácticos se seguirá trabajando con los resultados obtenidos del método numérico Kani.

2.1.5.8. Diseño de elementos estructurales

El diseño estructural servirá para definir las características de los elementos, como losas, columnas, vigas, zapatas, etc. En dichas características podemos mencionar las dimensiones y áreas de acero que componen a los elementos estructurales.

Las características que se definirán tendrán como objetivo principal otorgar la resistencia necesaria a los elementos para soportar ciertos estados hipotéticos de sobrecarga.

Para el diseño estructural se tomaron las siguientes características generales en los materiales. Las características específicas se mencionan más adelante:

$$E_s = 2,04 * 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

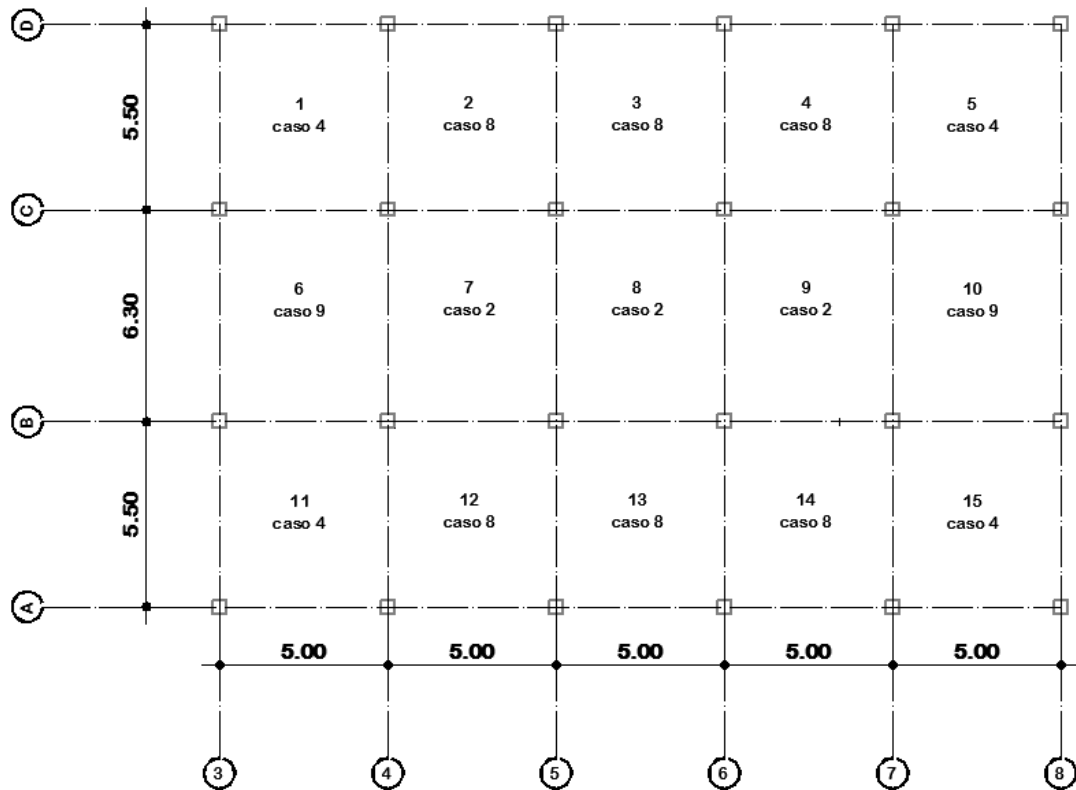
$$E_c = 2,19 * 10^5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 2\,400 \text{ Kg/cm}^2$$

- Diseño de losas

Las losas se diseñarán por medio del método del capítulo 3 que establece el ACI 318-63, determinando los momentos actuantes en las losas para cada uno de sus lados.

Figura 29. **Identificando los casos para cada una de las losas**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Determinación de cargas

Las cargas muertas y vivas ya han sido definidas en títulos anteriores, por lo cual se utilizarán.

Tabla XLVIII. **Cargas utilizadas para el diseño**

Integración de cargas		
Carga muerta	Descripción	Peso (kg/m ²)
Losa	Espesor de 0.12	288,00
Piso + acabados	(incluye repello, ventanería, puertas, etc)	125,00
Instalaciones	Incluye lámparas+tuberías+accesorios	45,00
Muros tabique	Mampostería	250,00
Carga muerta primer nivel		708,00
Carga muerta segundo nivel		288,00
Carga viva	Descripción	
Entrepiso	Según norma AGIES NR-2 (Clínicas y ecamamiento)	250
Azotea	Según norma AGIES NR-2	200
Gradas y pasillo	Según norma AGIES NR-2	500

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Primer nivel

$$C_v = 1,7 * (250,00 \text{ kg/m}^2) = 425,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_m = 1,4 * (708) = 1\ 061,20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1\ 486,20 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

La ecuación para el cálculo de momentos para cada lado dependerá de las características de empotramiento en las losas, aplicando Método del capítulo 3 ACI 318-63.

$$-M_A = Cc m_A * C U_{tot} * A^2$$

$$-M_B = Cc m_B * C U_{tot} * B^2$$

$$+M_A = Ccm_A * CMu * A^2 + Ccv_A * CVu * A^2$$

$$+M_B = Ccm_B * CMu * B^2 + Ccv_B * CVu * B^2$$

-MA y +MA: Momentos de lado corto

-MB y +MB: Momentos de lado largo

CcmA y CcvA: Coeficientes de carga en A

CcmB y CcvB: Coeficientes de carga en B

Cálculo de relación La/Lb Para losa 1

$$\frac{La}{Lb} = \frac{5,00}{5,50} = 0,91$$

Tabla XLIX. **Cálculo de relación La/Lb**

Losa	Relación la/lb	Losa	Relación la/lb
1	0,91	9	0,79
2	0,91	10	0,79
3	0,91	11	0,91
4	0,91	12	0,91
5	0,91	13	0,91
6	0,79	14	0,91
7	0,79	15	0,91
8	0,79		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Cálculo de momentos para Losas 1, 5, 11 y 15

Caso no. 4

$$-M_A = 0,060 * 1\,486,20 * 5,00^2 = 2\,229,3 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,040 * 1\,486,20 * 5,50^2 = 1\,798,30 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,033 * 1\,061,20 * 5,00^2 + 0,039 * 425 * 5,00^2 = 1\,289,865 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,022 * 1\,061,20 * 5,50^2 + 0,026 * 425 * 5,50^2 = 1\,040,49 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 2, 3, 4, 12, 13 y 14.

Caso no. 8

$$-M_A = 0,043 * 1\,486,20 * 5,00^2 = 1\,597,67 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,052 * 1\,486,20 * 5,50^2 = 2\,337,79 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,025 * 1\,061,20 * 5,00^2 + 0,035 * 425 * 5,00^2 = 1\,035,13 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,019 * 1\,061,20 * 5,50^2 + 0,024 * 425 * 5,50^2 = 918,48 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 6 y 10

Caso no. 9

$$-M_A = 0,075 * 1\,486,20 * 5,00^2 = 2\,786,63 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,017 * 1\,486,20 * 6,30^2 = 1\,002,78 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,029 * 1\,061,20 * 5,00^2 + 0,042 * 425 * 5,00^2 = 1\,215,62 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,010 * 1\,061,20 * 6,30^2 + 0,017 * 425 * 6,30^2 = 707,95 \text{ Kg} -$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 7,8 y 9.

Caso no. 2

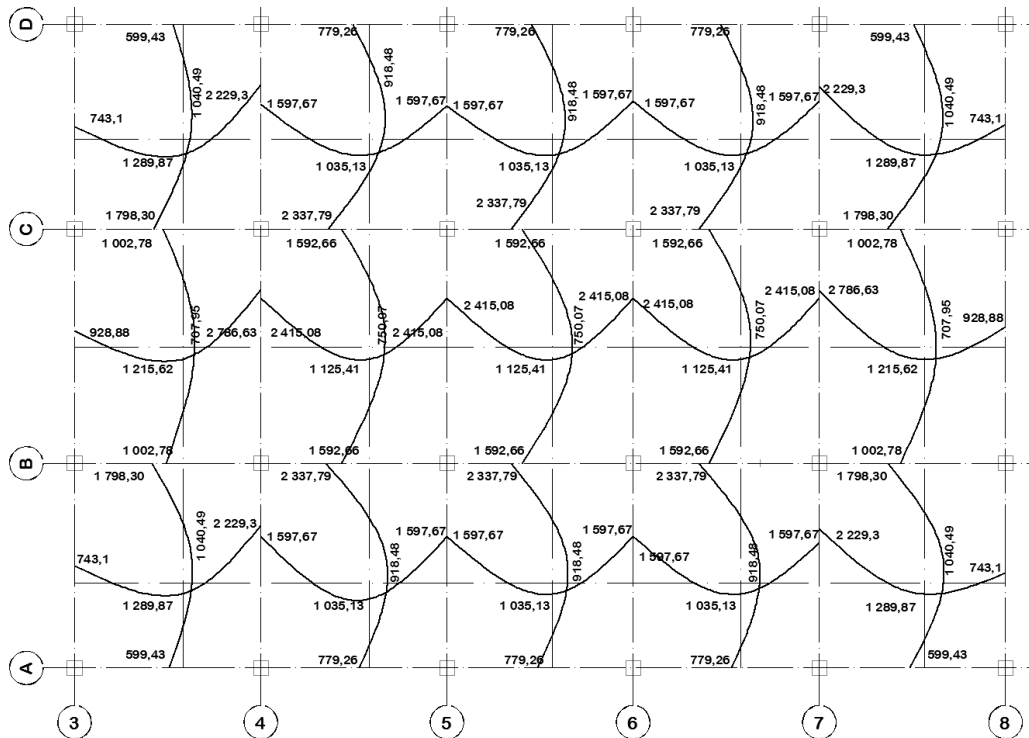
$$-M_A = 0,065 * 1\,486,20 * 5,00^2 = 2\,415,08 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,027 * 1\,486,20 * 6,30^2 = 1\,592,66 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,026 * 1\,061,20 * 5,00^2 + 0,041 * 425 * 5,00^2 = 1\,125,41 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 1\,061,20 * 6,30^2 + 0,017 * 425 * 6,30^2 = 750,07 \text{ Kg} - m$$

Figura 30. Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel



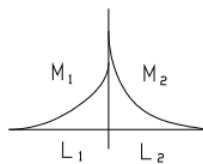
Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Balanceo de momentos.

Cuando dos losas tienen un lado en común y poseen un momento negativo diferente, deben de ser balanceados, para tener un solo momento en la unión de ambos elementos.

El ACI recomienda hacer el balanceo utilizando las rigideces de la siguiente manera.

Figura 31. **Diagrama de momentos a balancear**



Fuente: elaboración propia.

Para:

0,80 $M_2 > M_1$ = Balanceo por rigideces.

0,80 $M_2 < M_1$ = Promedio de ambos momentos.

Tabla L. **Ecuaciones para balanceo por rigidez.**

Rigidez	$k_1 = \frac{1}{l_1}$ $k_2 = \frac{1}{l_2}$
Factores de distribución	$D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2}$ $D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$
Momentos balanceados	$Mb_1 = M_1 + [(M_2 - M_1) * D_1]$ $Mb_2 = M_2 - [(M_2 - M_1) * D_2]$

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de momentos, primer nivel

Entre losa: 1-2, 4-5, 11-12 y 14-15

$$(0,80) * 2\ 229,3 > 1\ 783,44$$

1 597,67 < 1 783,44 entonces: balancear por promedio.

$$Mb = \frac{1\ 597,67 + 1\ 783,44}{2} = 1\ 690,55\ kg - m$$

Entre losa: 1-6, 11-6, 5-10 y 15-10.

$$(0,80) * 1\ 798,30 > 1\ 438,64$$

1 002,78 < 1 438,64 entonces: balancear por promedio.

$$Mb = \frac{1\ 002,78 + 1\ 438,64}{2} = 1\ 220,71\ kg - m$$

Entre losa: 2-7, 3-8, 4-9, 12-7, 13-8 y 14-9.

$$(0,80) * 2\ 337,79 > 1\ 870,20$$

1 592,66 < 1 870,20 entonces: balancear por promedio.

$$Mb = \frac{1\ 870,20 + 1\ 592,66}{2} = 1\ 731,43\ kg - m$$

Entre losa: 6-7 y 9-10.

$$(0,80) * 2\,786,63 > 2\,229,304$$

2 415,08 < 2 229,304 entonces: balancear por promedio.

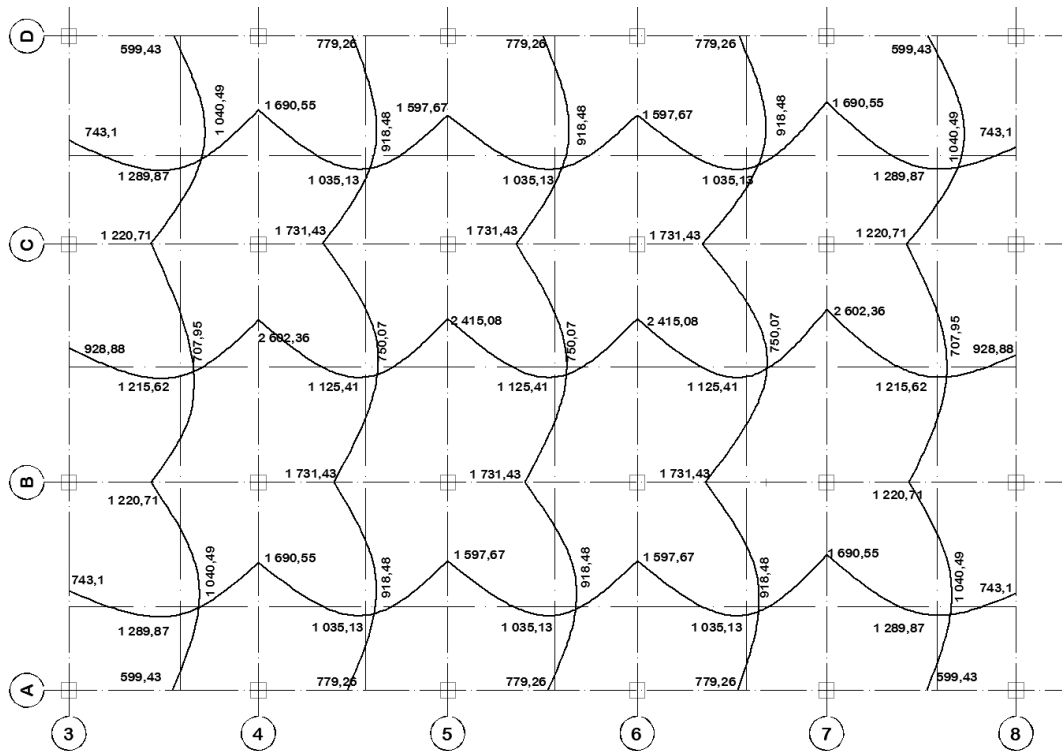
$$k_1 = \frac{1}{5,00} = 0,2 \quad k_2 = \frac{1}{5,00} = 0,20$$

$$D_1 = \frac{0,20}{0,40} = 0,50 \quad D_2 = \frac{0,20}{0,40} = 0,50$$

$$Mb_1 = 2\,415,08 + [(2\,786,63 - 2\,415,08) * 0,50] = 2\,602,36 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 2\,786,63 - [(2\,786,63 - 2\,415,08) * 0,50] = 2\,602,36 \text{ kg} - m$$

Figura 32. Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Diseño de refuerzo en losa

Cálculo del peralte

Se utilizará un "t" de 12 cm.

Se asumirá refuerzo de 3/8"

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 12 - 2.5 - 1,27/2$$

$$d = 8,87 \text{ cm}$$

Cálculo de área de acero mínima

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

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 100 * 8,87 = 4,45 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 8,87 = 4,22 \text{ cm}^2$$

○ Área de acero máxima

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} * \left(\frac{6120}{6120 + 2810}\right) = 0,049565$$

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

$$A_{s_{max}} = 0,50 * 0,04957 * 100 * 8,87 = 21,98 \text{ cm}^2$$

Momento soportado por acero mínimo

$$M_{As_{min}} = 0,90 \left[A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{As_{min}} = 0,90 \left[4,45 * 2810 * \left(8,87 - \frac{4,45 * 2810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 96883,51 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{As_{min}} = 968,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Debido a que los momentos actuantes exceden el momento resistente por el área de acero mínima se calculará el área de acero requerida para ambos momentos mediante la siguiente ecuación.

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

Para $M_x = 1\ 690,55\ \text{kg-m}$

$$A_s = \frac{0,85 * 280}{2\ 810} * \left[(100 * 8,87) - \sqrt{(100 * 8,87)^2 - \frac{1\ 690,55 * 100}{0,003825 * 280}} \right]$$

$$A_s = 7,95\ \text{cm}^2$$

Calculando espaciamiento

$$7,95 \text{ ----- } 100$$

$$1,27 \text{ ----- } S$$

$$S = 16\ \text{cm}$$

Tabla LI. **Cálculo de área de acero y espaciamiento**

Losas 5,00x5,50				
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)	Espaciamiento (cm)	As min = 4,45 cm ²	As max = 21,98 cm ²
$M_x = 1690,55$	7,95	16	Aceptable	
$M_y = 1731,43$	8,16	15	Aceptable	
Losas 6,30x5,00				
$M_x = 2602,36$	12,69	10	Aceptable	
$M_y = 1731,43$	8,16	15	Aceptable	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Chequeo por corte

$$\frac{W * L * C}{2} < \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$\frac{1\ 486,20 * 5,50 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 8,87$$

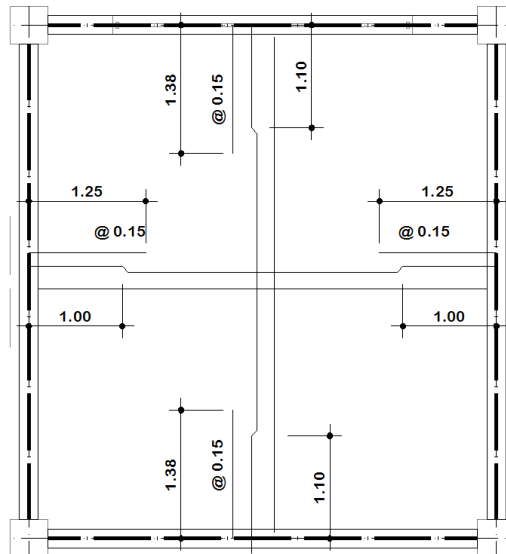
$$2\ 043,53\ kg < 6\ 686,48\ kg$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 33. **Planta, detalle de losa de 5.00x5.00 primer nivel**

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 4
t = 0.12
fy = 40, 000 PSI
fc = 3,000 PSI



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Losa de 5,00 x 6,30:

- Chequeo por corte

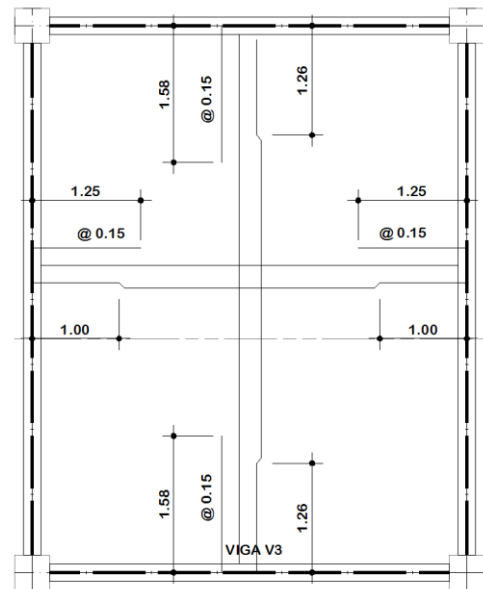
$$\frac{1\,486,20 * 6,30 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 8,87$$
$$2\,340,76 \text{ kg} < 6\,686,48 \text{ kg}$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 34. **Planta, detalle de losa de 5,00 x 6,30 primer nivel**

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 4
t = 0.12
f_y = 40, 000 PSI
f_c = 3,000 PSI



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Segundo nivel

$$C_v = 1,7 * (200,00 \text{ kg/m}^2) = 340,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_m = 1,4 * (288 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_m = 501,2 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 841,20 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

Tabla LII. **Cálculo de relación La/Lb para las losas**

Losa	Relación la/lb	Losa	Relación la/lb
1	0,91	9	0,79
2	0,91	10	0,79
3	0,91	11	0,91
4	0,91	12	0,91
5	0,91	13	0,91
6	0,79	14	0,91
7	0,79	15	0,91
8	0,79		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Caso no. 4.

$$-M_A = 0,060 * 841,20 * 5,00^2 = 1\,261,80 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,040 * 841,20 * 5,50^2 = 1\,017,85 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,033 * 501,2 * 5,00^2 + 0,039 * 340 * 5,00^2 = 744,99 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,022 * 501,2 * 5,50^2 + 0,026 * 340 * 5,50^2 = 600,95 \text{ Kg} - m$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 2, 3, 4, 12, 13 y 14.

Caso no. 8.

$$-M_A = 0,043 * 841,20 * 5,00^2 = 904,29 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,052 * 841,20 * 5,50^2 = 1\,323,21 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,025 * 501,20 * 5,00^2 + 0,035 * 340 * 5,00^2 = 610,75 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,019 * 501,20 * 5,50^2 + 0,024 * 340 * 5,50^2 = 534,91 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 6 y 10

Caso no. 9.

$$-M_A = 0,075 * 841,20 * 5,00^2 = 1\,577,25 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,017 * 841,20 * 6,30^2 = 567,58 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,029 * 501,20 * 5,00^2 + 0,042 * 340 * 5,00^2 = 720,37 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,010 * 501,20 * 6,30^2 + 0,017 * 340 * 6,30^2 = 428,33 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 7,8 y 9

Caso no. 2.

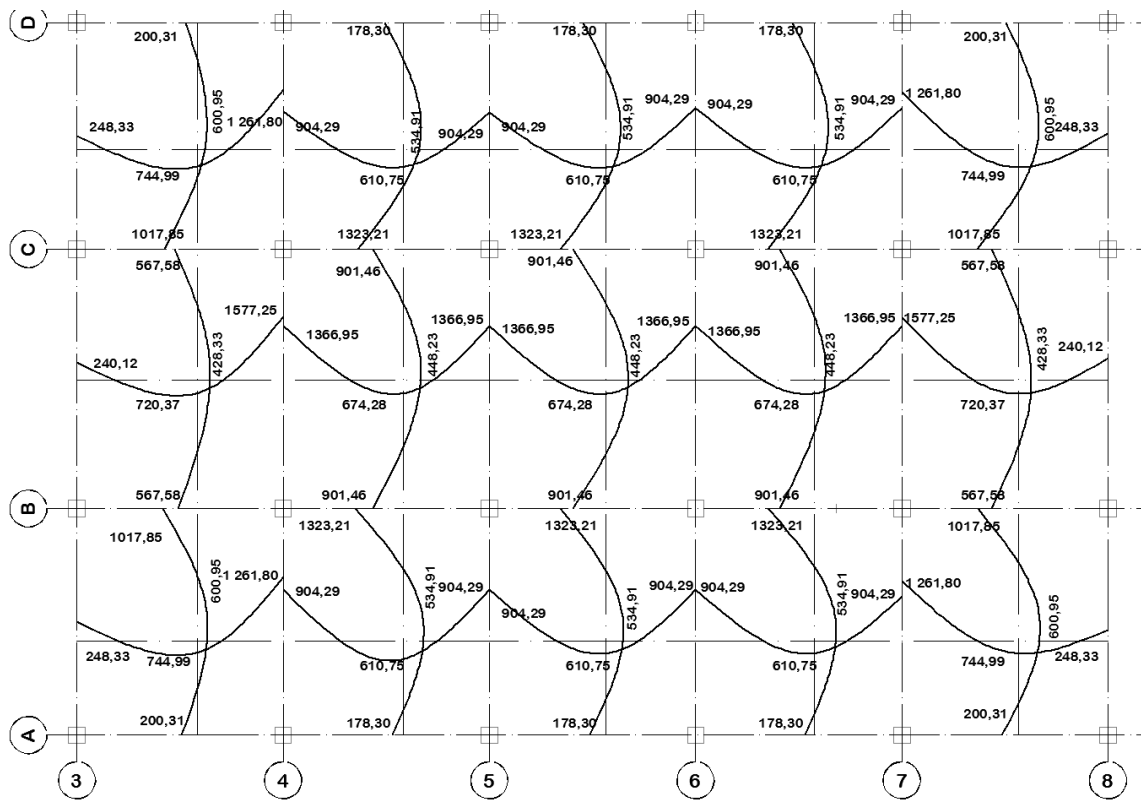
$$-M_A = 0,065 * 841,20 * 5,00^2 = 1\,366,95 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,027 * 841,20 * 6,30^2 = 901,46 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,026 * 501,20 * 5,00^2 + 0,041 * 340 * 5,00^2 = 674,28 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 501,20 * 6,30^2 + 0,017 * 340 * 6,30^2 = 448,23 \text{ Kg} - m$$

Figura 35. Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Balanceo de momentos
- Cálculo de momentos.

Entre losa: 1-2, 4-5, 11-12 y 14-15.

$$(0,80) * 1\ 261,80 > 904,29$$

1 009,44 < 904,29 entonces: balancear por rigidez

$$k_1 = \frac{1}{5,00} = 0,2 \quad k_2 = \frac{1}{5,00} = 0,20$$

$$D_1 = \frac{0,20}{0,40} = 0,50 \quad D_2 = \frac{0,20}{0,40} = 0,50$$

$$Mb_1 = 904,29 + [(1\ 261,80 - 904,29) * 0,50] = 1\ 083,04 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 1\ 261,80 - [(1\ 261,80 - 904,29) * 0,50] = 1\ 083,04 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 1-6, 11-6, 5-10 y 15-10.

$$(0,80) * 1\ 017,85 > 567,58$$

841,28 < 1 438,64 entonces: balancear por rigidez.

$$k_1 = \frac{1}{5,50} = 0,18 \quad k_2 = \frac{1}{6,30} = 0,16$$

$$D_1 = \frac{0,18}{0,34} = 0,53 \quad D_2 = \frac{0,16}{0,34} = 0,47$$

$$Mb_1 = 567,58 + [(1\ 017,85 - 567,58) * 0,53] = 806,22 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 1\ 017,85 - [(1\ 017,85 - 567,58) * 0,47] = 806,22 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 2-7, 3-8, 4-9, 12-7, 13-8 y 14-9.

$$(0,80) * 1\ 323,21 > 901,46$$

1 058,56 < 901,46 entonces: balancear por rigidez.

$$k_1 = \frac{1}{5,50} = 0,18 \quad k_2 = \frac{1}{6,30} = 0,16$$

$$D_1 = \frac{0,18}{0,34} = 0,53 \quad D_2 = \frac{0,16}{0,34} = 0,47$$

$$Mb_1 = 901,46 + [(1\ 323,21 - 901,46) * 0,53] = 1\ 124,99 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 1\ 323,21 - [(1\ 323,21 - 901,46) * 0,47] = 1\ 124,99 \text{ kg} - m$$

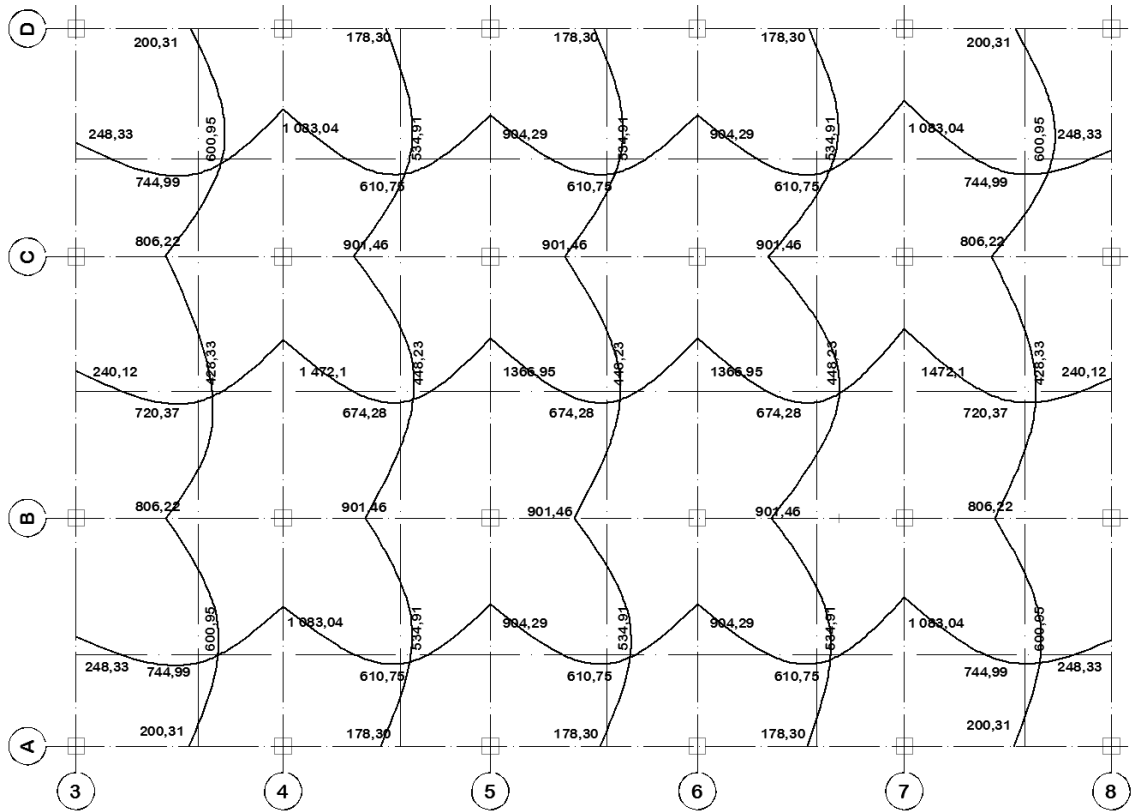
Entre losa: 6-7 y 9-10.

$$(0,80) * 1\ 577,25 < 1\ 366,95$$

1 261,8 < 2 229,304 entonces: balancear por promedio.

$$Mb = \frac{1\ 577,25 + 1\ 366,95}{2} = 1\ 472,1 \text{ kg} - m$$

Figura 36. Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Diseño de refuerzo en losa

Cálculo del peralte

Se utilizará un "t" de 12 cm

Se asumirá refuerzo de 3/8"

$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$

$d = 12 - 2.5 - 1,27/2$

$d = 8,87 \text{ cm}$

- Acero mínima

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{fy}\right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{2810}\right) * 100 * 8,87 = 4,45 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0,80 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 8,87 = 4,22 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} * \left(\frac{6120}{6120 + 2810}\right) = 0,049565$$

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

$$As_{max} = 0,50 * 0,04957 * 100 * 8,87 = 21,98 \text{ cm}^2$$

- Momento soportado por acero mínimo

$$M_{Asmin} = 0,90 \left[As_{min} * fy * \left(d - \frac{As_{min} * fy}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 0,90 \left[4,45 * 2810 * \left(8,87 - \frac{4,45 * 2810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 96883,51 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{Asmin} = 968,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Losa de 5,00 x 5,50

El momento en el sentido X se diseñará y en el sentido Y se utilizará el área de acero mínima.

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

Tabla LIII. **Cálculo de área de acero y espaciamiento**

Losa 5,00x5,50				
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)	Espaciamiento (cm)	As min = 4,45 cm ²	As max = 21,98 cm ²
Mx= 1083,04	4,99	15	Aceptable	
My=901,46	4,45	16	Aceptable	
Losa 6,30x5,00				
Mx= 1472,1	6,87	11	Aceptable	
My=901,46	4,45	15	Aceptable	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Chequeo por corte

$$\frac{841,20 * 5,50 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 8,87$$

$$1\ 156,65\ kg < 6\ 686,48\ kg$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 37. Planta, detalle de losa de 5,00x5,00 segundo nivel

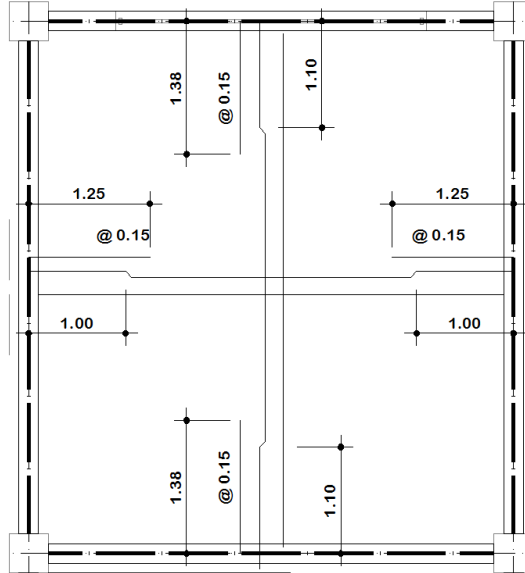
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 3

t = 0.12

f_y = 40, 000 PSI

f_c = 3.000 PSI



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Losa de 5,00 x 6,30:

- Chequeo por corte

$$\frac{841,20 * 6,30 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 8,87$$

$$1\ 324,89\ kg < 6\ 686,48\ kg$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 38. **Planta, detalle de losa de 5,00x6,30 segundo nivel**

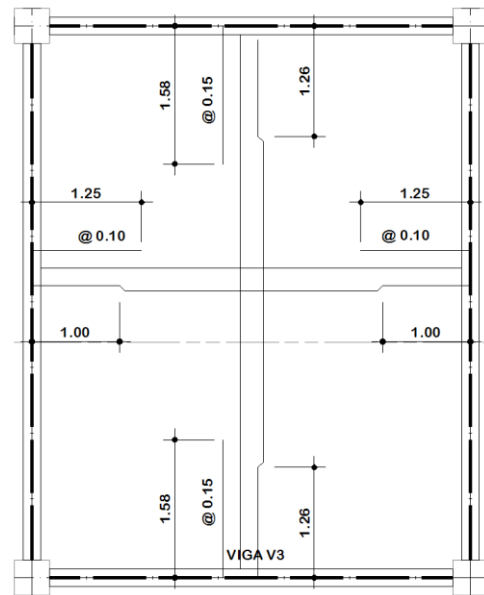
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 3

t = 0.12

f_y = 40,000 PSI

f'c = 3.000 PSI



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- **Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales sometidos normalmente a esfuerzos de flexión, por lo que también se encuentran sometidos a esfuerzos de tensión, compresión y corte. Para el diseño de las vigas se debe empezar por determinar los momentos y corte últimos a los que están sometidos. Dichos datos vienen del análisis estructural.

Para el diseño se utilizará los datos de una viga crítica en cada sentido y nivel. Además, se utilizarán los criterios encontrados en el capítulo 21 del ACI 318-08.

Viga crítica en el sentido “X” para primer nivel

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm

Longitud: 5,00 m.

(-) $M_{ab} = 21,5862 \text{ Ton-m} = 21\,586,2 \text{ kg-m}$

(-) $M_{ba} = -22,2774 \text{ Ton-m} = -22\,277,4 \text{ kg-m}$

(+) $M_c = 5,6111 \text{ Ton-m} = 5\,611,1 \text{ kg-m}$

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

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$V_{\text{ultimo}} = 16,5602 \text{ Ton} = 16\,560,2 \text{ kg}$

- Cálculos preliminares.
 - Cálculo de “d”.

$d = h - \text{recubrimiento} - \phi/2$

(se asumirá varilla no. 6)

$d = 50 - 4 - 1,91/2$

$d = 45,045 \text{ cm}$

- Área de acero mínima.

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

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2\,810} * 25 * 45,04 = 5,65 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = 0.80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 25 * 45,04 = 5,36 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima.

$$\rho_b = \frac{0,85 * \beta * f'c}{fy} * \left(\frac{6\ 120}{6\ 120 + fy} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2\ 810} * \left(\frac{6\ 120}{6\ 120 + 2\ 810} \right) = 0,049565$$

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

$$As_{max} = 0,50 * 0,03717 * 25 * 45,045 = 27,90 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del acero longitudinal.

Con el momento máximo negativo se calculará el área de acero requerida para soportar dicho momento.

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

Tabla LIV. **Cálculo de área de acero requerida**

Área de acero en vigas	
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)
22 277,40	22,12
5 611,10	5,04

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Después de calcular el área de acero requerida para los momentos críticos se diseñará el refuerzo longitudinal de la viga siguiendo ciertos criterios sísmicos.

- Para la cama inferior.

Para la cama inferior el ACI recomienda que por lo menos deban colocarse dos varillas corridas, y cubrir el área de acero del mayor de los valores siguientes:

- 50% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 10,58 \text{ cm}^2$
- 50% del área de acero requerida por el momento positivo. $A_s = 2,5295 \text{ cm}^2$
- El área de acero mínima. $5,65 \text{ cm}^2$

En esta cama será necesario utilizar varillas que cubran un área de $10,58 \text{ cm}^2$, dicha área cubre el área de acero requerida por el momento positivo. Se utilizarán dos varillas no. 7 y dos no. 5 las cuales cubren un área de $11,74 \text{ cm}^2$

- Para la cama superior.

También se deberán de colocar dos varillas longitudinales, con el área no menor al mayor de las siguientes opciones.

- El área de acero mínima. $5,65 \text{ cm}^2$
- 33% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 6,99 \text{ cm}^2$

Para cubrir dicho requisito se utilizarán 2 varillas no. 8, las cuales cubren un área de 10,14 cm². Para cubrir el resto del área requerida por el momento negativo (el área restante a cubrir es de 11.98 cm²) se utilizarán bastones, dos varillas no. 8. Y una varilla no. 5. Lo que en total cubren un área de 22,28 cm².

- Verificando área de acero.

$$A_{s_{min}} > A_s > A_{s_{max}}$$

Cama superior:

$$5,65 > 11,74 > 27,90$$

Cama inferior:

$$5,65 > 22,28 > 27,90$$

Ambas camas cumplen con el rango de área de acero.

- Diseño a corte.

Además de una de sus funciones principales que tiene el refuerzo transversal, confinar el núcleo de concreto, tiene como función resistir los esfuerzos a corte, cuando el concreto no es suficiente para resistirlo. Para saber si la sección de concreto es suficiente para resistir el corte, se debe de hacer un chequeo por corte.

$$V_{act} < V_{cu}$$

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

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * (25 * 45,045) = 8\ 489,08\ Kg$$

$$V_{act} = 16\,560,2 > V_{cu} = 8\,489,08 \text{ Kg}$$

El corte resistente de la viga en estudio es menor al actuante por lo que será necesario calcular el espaciamiento y longitud de confinamiento.

Cálculo de espaciamiento para estribos

$$S = \frac{2 * \emptyset * f_y * d}{V_{act}}$$

Donde:

\emptyset = Área de la varilla a proponer, para lo estribos se utilizará una varilla de no. 3 de grado 40.

$$S = \frac{2 * 1,27 * 2810 * 45,045}{16\,560,2} = 19,41 \text{ cm}$$

Es importante comparar el espaciamiento calculado con el espaciamiento máximo.

$$\begin{aligned} S_{max} &= d/2 \\ S_{max} &= \frac{45,045}{2} = 22,52 \\ S_{max} &= 22,68 \text{ cm} > S = 19,41 \text{ cm} \end{aligned}$$

El espaciamiento calculado es menor al espaciamiento máximo por lo que se tomará como correcto para el diseño de acero transversal, tomando en cuenta que se aproximará a 20 cm con el objetivo de facilitar la construcción.

Según lo establecido en el ACI 318-08 capítulo 21,3,4,2. La viga debe disponer de estribos de confinamiento en una longitud igual a $2h$ desde los extremos de la viga hacia el centro de la misma. Además, el primer estribo de confinamiento deberá ubicarse a 5 cm del apoyo de la viga.

El espaciamiento de los estribos de confinamiento no deberá exceder al menor de las siguientes expresiones, según sección ACI 318-08.

- $d/4 = 45,045/4 = 11,26$ cm
- $8*\phi_{longitudinal} = 8*2,22 = 17,76$ cm
- $24*\phi_{transversal} = 24*1,27 = 30,48$ cm
- 30 cm

De manera que se confinará de la siguiente manera, el primer estribo estará a 5 cm de la cara del apoyo de la viga, luego, en un área de 1m desde ese estribo, se colocará a cada 10 cm y el resto a cada 20 cm para cubrir los esfuerzos a corte.

- Chequeo por torsión

Debido a que las vigas de borde están sometidas a torsión por compatibilidad es necesario hacer un chequeo. El código ACI 318-08 en su sección 11,5 presenta los requisitos para el diseño por torsión. Como primer paso se debe comparar el momento por torsión último con el momento crítico de la sección.

$$T_u \leq T_{cr}$$

Si esta expresión es falsa se debe diseñar la viga por torsión.

La torsión crítica está dada por la ecuación:

$$T_{cr} = \phi * \lambda * \sqrt{f'c} * \left[\frac{Acp^2}{Pcp} \right] \quad (ACI 318 - 08 \text{ Sección: } 11,5,2,2)$$

Donde:

$\lambda = 1,00$ Para concretos de peso normal (ACI 318 – 08; Sección 8,6,1)

$\phi = 0,85$

Este procedimiento se hará para la viga crítica del eje 3 entre ejes B-C.

Datos:

$b = 25 \text{ cm}$

$h = 50 \text{ cm}$

$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

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

$T_u = 928,88 \text{ kg-m}$

$$Acp = 25 \times 50 = 1250 \text{ cm}^2$$

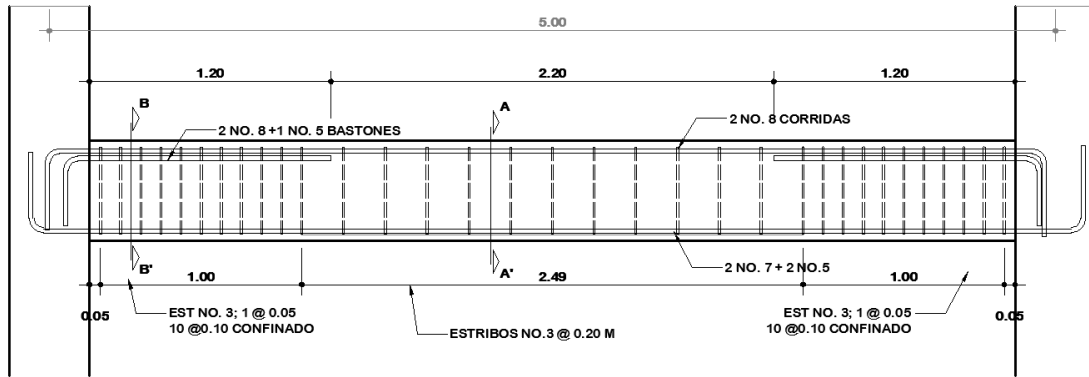
$$Pcp = 25 \times 2 + 50 \times 2 = 150 \text{ cm}$$

$$T_{cr} = 0,85 * 1,00 * \sqrt{280} * \left[\frac{1250^2}{150} \right] = 148\,158,59 \text{ kg} - \text{cm} = 1\,481,16 \text{ kg} - \text{m}$$

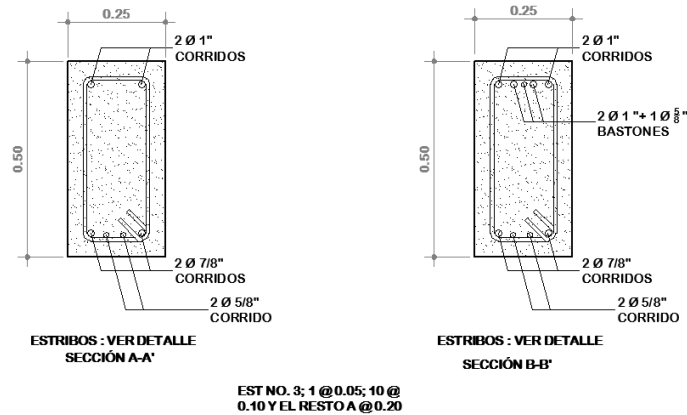
$$928,88 \text{ kg} - \text{m} \leq 1\,481,16 \text{ kg} - \text{m}$$

Debido a que la condición es verdadera, no es necesario realizar un diseño por torsión.

Figura 39. Detalle longitudinal del armado de viga



DETALLE DE VIGA 3



EST NO. 3; 1 @ 0.05; 10 @ 0.10 Y EL RESTO A @ 0.20

Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Viga crítica en el sentido “Y”

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm.

Longitud: 6,30 m.

(-) $M_{ab} = 24, 8726 \text{ Ton-m} = 24\ 872,6 \text{ kg-m}$

(-) $M_{ba} = 24, 8726 \text{ Ton-m} = 24\ 872,6 \text{ kg-m}$

(+) $M = 9,0022 \text{ Ton-m} = 9\ 002,2 \text{ kg-m}$

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

$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{\text{ultimo}} = 15,3643 \text{ Ton} = 15\,364,3 \text{ kg}$$

El procedimiento que se utilizó para el diseño es el mismo y los resultados obtenidos son los siguientes.

Tabla LV. **Cálculo de área de acero requerida**

Área de acero en vigas	
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)
24 872,60	25,14
9 002,20	8,26

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Para la cama inferior.

Para la cama inferior el ACI 318-08 recomienda que, por lo menos, deban colocarse dos varillas corridas, y cubrir el área de acero del mayor de los valores siguientes:

- 50% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 12,13 \text{ cm}^2$
- 50% del área de acero requerida por el momento positivo. $A_s = 4,13 \text{ cm}^2$
- El área de acero mínima. $5,65 \text{ cm}^2$

En esta cama será necesario utilizar varillas que cubran un área de $12,13 \text{ cm}^2$, dicha área cubre el área de acero requerida por el momento positivo. Se utilizarán dos varillas no. 8 y dos varillas no. 4, las cuales cubren un área de $12,68 \text{ cm}^2$.

- Para la cama superior.

También se deberán de colocar dos varillas longitudinales, con el área no menor al mayor de las siguientes opciones.

- El área de acero mínima. 5,65 cm².
- 33% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 8,06$ cm².

Para cubrir dicho requisito se utilizarán 2 varillas no. 8, las cuales cubren un área de 10,14 cm². Para cubrir el resto del área requerida por el momento negativo (el área restante a cubrir es de 14,12 cm²) se utilizarán bastones, 4 varillas no. 7. Lo cual suman 25,62 cm².

- Verificando área de acero.

$$A_{s_{min}} > A_s > A_{s_{max}}$$

Cama superior:

$$5,65 > 12,68 > 27,90$$

Cama inferior:

$$5,65 > 25,62 > 27,90$$

Ambas camas cumplen con el rango de área de acero.

- Diseño a corte.

Además de que el refuerzo transversal confina el núcleo de concreto, también resiste los esfuerzos a corte, cuando el concreto no es suficiente para resistirlo. Para saber si la sección de concreto es suficiente para resistir el corte se debe revisar por corte.

$$V_{act} < V_{cu}$$

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

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * (25 * 45,045) = 8\,489,08 \text{ Kg}$$

$$V_{act} = 13\,364,3 \text{ Kg} > V_{cu} = 8\,489,08 \text{ Kg}$$

El corte resistente de la viga en estudio es menor al actuante por lo que será necesario calcular el espaciamiento y longitud de confinamiento.

Cálculo de espaciamiento para estribos.

$$S = \frac{2 * \phi * f_y * d}{V_{act}}$$

Donde:

ϕ = Área de la varilla a proponer, para lo estribos se utilizará una varilla de no. 4 de grado 40.

$$S = \frac{2 * 1,27 * 2810 * 45,045}{15\,364,3} = 20,92 \text{ cm}$$

Es importante comparar el espaciamiento calculado con el espaciamiento máximo.

$$S_{max} = d/2$$

$$S_{max} = \frac{45,045}{2} = 22,52$$

$$S_{max} = 22,52 \text{ cm} > S = 20,92 \text{ cm}$$

El espaciamiento calculado es menor al espaciamiento máximo por lo que se tomará como correcto para el diseño de acero transversal, tomando en cuenta que se aproximará a 20 cm para facilitar la construcción.

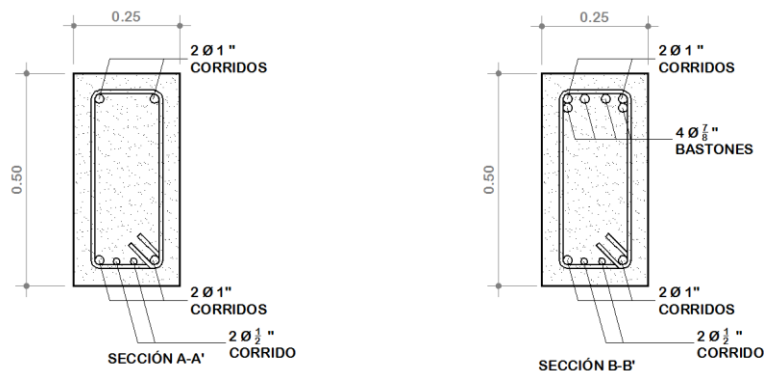
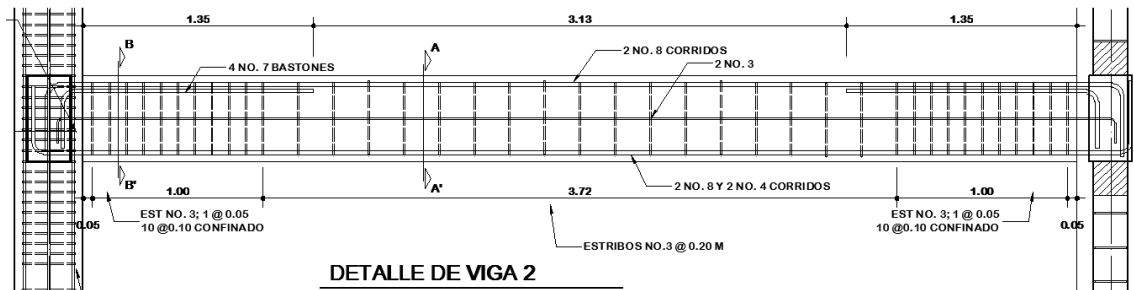
Según lo establecido en el ACI 318-08 capítulo 21,3,4,2. La viga debe disponer de estribos de confinamiento en una longitud igual a $2h$ desde los extremos de la viga hacia el centro de la misma. Además, el primer estribo de confinamiento deberá ubicarse a 5 cm del apoyo de la viga.

El espaciamiento de los estribos de confinamiento no deberá exceder al menor de las siguientes expresiones.

- $d/4 = 45,045/4 = 11,26$ cm
- $8*\phi_{longitudinal} = 8*2,54 = 20,32$ cm
- $24*\phi_{transversal} = 24*1,27 = 30,48$ cm
- 30 cm

De manera que se confinará de la siguiente manera: el primer estribo estará a 5 cm de la cara del apoyo de la viga, luego, en un área de 1m desde ese estribo se colocará a cada 10 cm y el resto a cada 20 cm para cubrir los esfuerzos a corte.

Figura 40. Detalle longitudinal del armado de viga



EST NO. 3; 1 @ 0.05; 10 @ 0.10 Y EL RESTO A @ 0.20

Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Viga crítica en el sentido "X" para segundo nivel

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm.

Longitud: 5,00 m.

(-) $M_{ab} = 10\,282,7 \text{ kg-m}$

(-) $M_{ba} = 10\,282,7 \text{ kg-m}$

(+) $M = 3\,108,3 \text{ kg-m}$

$f'_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$V \text{ último} = 8\ 0826 \text{ Kg.}$$

El procedimiento que se utilizó para el diseño es el mismo, y los resultados obtenidos son los siguientes.

- Cama superior

Contará con dos varillas no. 6 y dos bastones no. 5. Suma 9,74 cm².

Verificación de acero.

$$5,65 > 9,74 > 27,90$$

- Cama inferior.

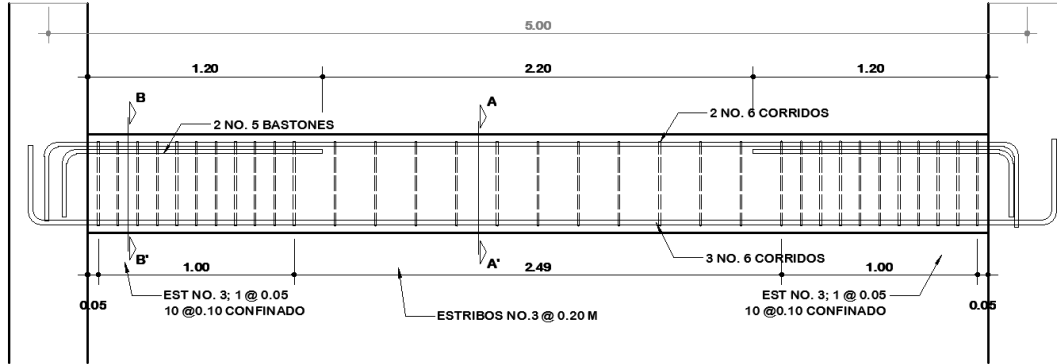
Contará con tres varillas no. 6 Suma un total de 8,55 cm².

- Verificación de acero.

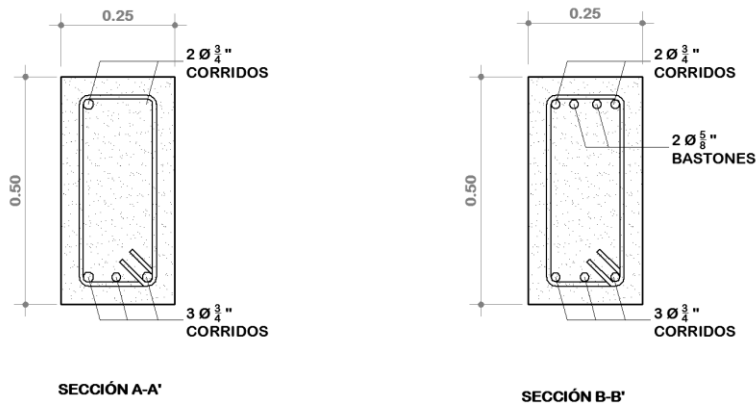
$$5,65 > 8,55 > 27,90$$

Estribos no. 3. Primer estribo a 0,05 del rostro del apoyo, con un área de confinamiento de 1 m. @0,10 y el resto a 20 cm.

Figura 41. **Detalle longitudinal del armado de viga**



DETALLE DE VIGA 5



EST NO. 3; 1 @ 0.05; 10 @ 0.10 Y EL RESTO A @ 0.20

Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Viga crítica en el sentido “Y” para primer nivel

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm.

Longitud: 6,30 m.

(-) $M_{ab} = 13\ 106,7\ \text{kg-m}$

(-) $M_{ba} = 13\,106,7 \text{ kg-m}$

(+) $M = 5\,084,9 \text{ kg-m}$

$f'_y = 2\,810 \text{ kg/cm}^2$

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$V_{\text{ultimo}} = 8\,522,4 \text{ Kg.}$

El procedimiento que se utilizó para el diseño es el mismo y los resultados obtenidos son los siguientes.

- Cama inferior

Contará con dos varillas no. 7 Suma un total de $7,74 \text{ cm}^2$.

- Cama superior

Contará con dos varillas no. 7 y tres bastones no. 5. Suma $13,74 \text{ cm}^2$.

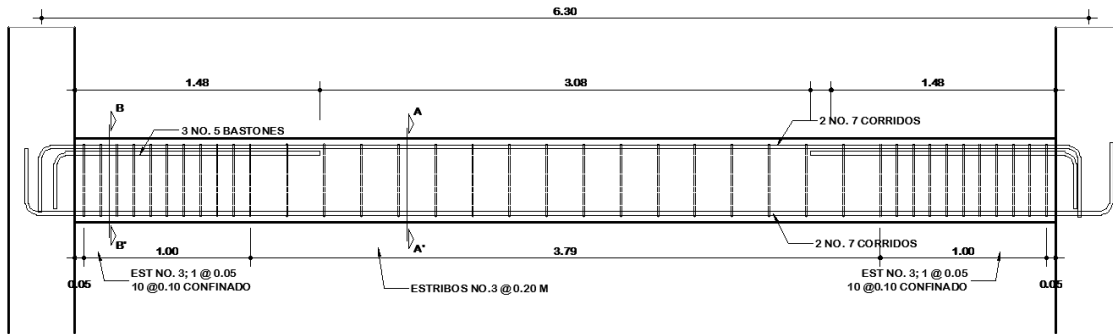
- Verificación de acero.

$$5,65 > 13,74 > 27,90$$

$$5,65 > 7,74 > 27,90$$

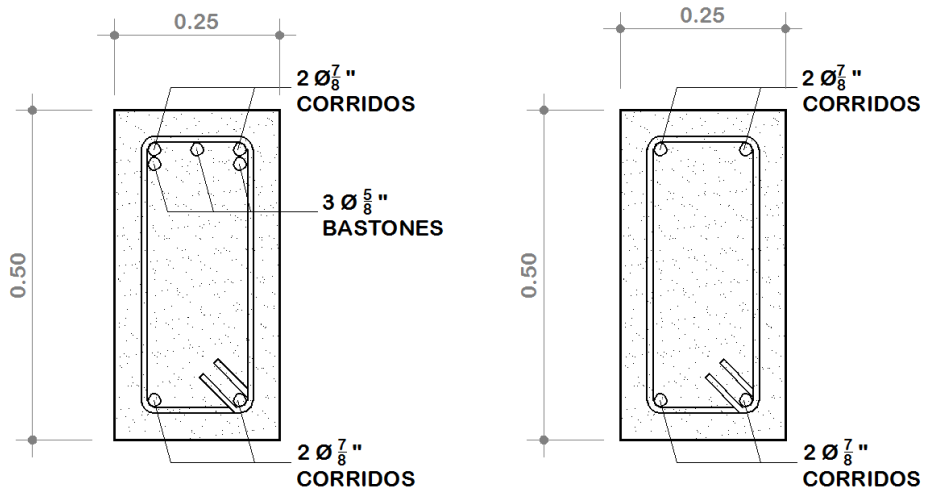
Estribos no. 3. Primer estribo a $0,05$ del rostro del apoyo, con un área de confinamiento de $1 \text{ m. @}0,10$ y el resto a 22 cm.

Figura 42. Detalle longitudinal del armado de viga



DETALLE DE VIGA 7

ESCALA 1: 20



SECCIÓN A-A'

SECCIÓN B-B'

EST NO. 3; 1 @ 0.05; 10 @
0.10 Y EL RESTO A @ 0.20

Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Diseño de columnas

Criterios de diseño. Según ACI 318-08 cap. 21,6,3,1

- El acero mínimo longitudinal es de 1% del área gruesa de la columna.
- El acero máximo longitudinal es del 4% debido a que el edificio se encuentra en un área sísmica.
- La columna deberá tener como mínimo cuatro varillas longitudinales.
- El refuerzo transversal, deberá ser como mínimo de varillas no. 3 para varillas longitudinales menores a la no. 10. y por lo menos varillas no. 4 para varillas longitudinales mayores a la no. 10.
- El recubrimiento mínimo para la columna será de 3 cm.

La separación máxima en estribos

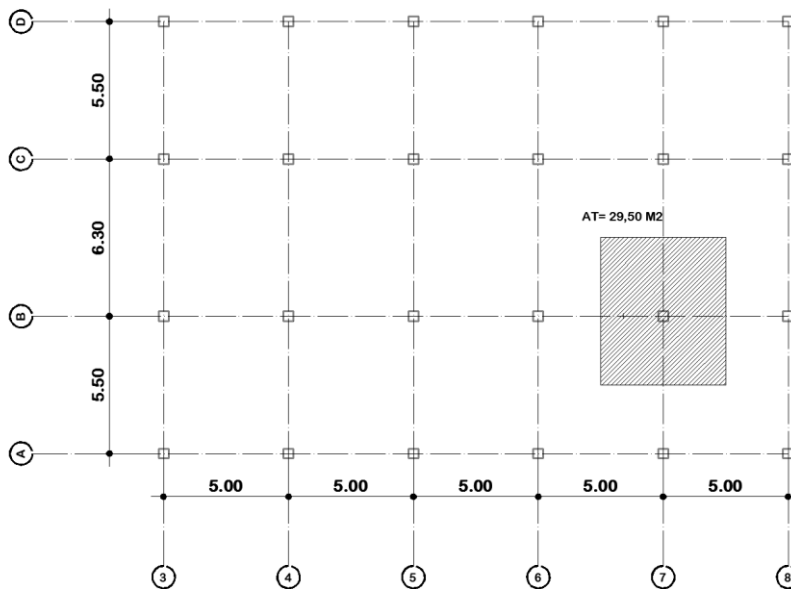
- No debe ser superior a 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal;
- No debe ser mayor a 48 veces el diámetro de la varilla transversal.
- No debe ser mayor a la dimensión más pequeña de la columna.

- Carga Axial.

La carga axial se determina por medio de áreas tributarias, incluyendo el peso propio de los elementos que se localicen en el área. Considerando que si la columna soporta otros niveles se deben sumar a la carga axial.

La columna seleccionada como la crítica se encuentra en la intersección del eje B con el eje 7 y se diseñara aplicando el método de Bresler.

Figura 43. **Distribución de áreas tributarias para columna seleccionada**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

$$Pu = A_t * CUT_{pasillos} + A_t * CUT_{salones} + Pp_{vigas} * Fcu$$

- Datos preliminares:

Pu segundo nivel

Carga última = 841,20 kg/m².

Carga T = 558,00 kg/m².

At = 29,50 m².

$$Fcu = \frac{558}{841,20} = 1,51$$

$$Pu = 29,50 * 841,20 + \frac{(0,25*0,50)*2\ 400*2*1,51*5,00}{2} + \frac{(0,25*0,50)*2\ 400*1,51*6,30}{2} + \frac{(0,25*0,50)*2\ 400*1,51*5,50}{2} = 29\ 745,01\ kg$$

Pu para primer nivel

Carga última = 1 486,20 kg/m2.

Carga T = 1008,00 kg/m2.

At = 29,50 m2.

$$Fcu = \frac{1\ 486,20}{1008,00} = 1,47$$

$$Pu = 29,50 * 1\ 486,20 + \frac{(0,25 * 0,50) * 2\ 400 * 2 * 1,47 * 5,00}{2} + \frac{(0,25 * 0,50) * 2\ 400 * 1,47 * 6,30}{2} + \frac{(0,25 * 0,50) * 2\ 400 * 1,47 * 5,50}{2}$$

$$Pu = 48\ 664,20\ kg$$

$$Pu_{total} = Pu_1 + Pu_2$$

$$Pu_{total} = 29\ 745,02 + 48\ 664,20 = 78\ 409,2\ Kg$$

- Esbeltez (E).

Para el diseño de la columna, se analizarán los efectos de rigidez para obtener los momentos y cargas de diseño. Se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

E = Esbeltez.

k = Factor de longitud efectiva.

Lu = Longitud libre.

r = Radio de giro.

Para columnas rectangulares el radio de giro (r) para columnas rectangulares será de 0,30 de la dimensión en la que se aplique la flexión y 0,25 del diámetro para columnas circulares.

- Columna corta $E < 22$.
- Columna intermedia $22 < E < 100$.
- Columna larga $E > 100$.

Para determinar el factor de longitud efectiva (r) se utilizarán las ecuaciones de Furlong de la siguiente manera.

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = 0,90 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p \geq 2$$

$$\text{En donde } \Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

Ψ se determina con las siguientes ecuaciones.

$$\Psi = \frac{\sum K_{columnas}}{\sum K_{vigas}} \quad \text{o} \quad \Psi = 0 \quad (\text{si existe empotramiento})$$

- Rigideces.

Para encontrar la rigidez utilizaremos la siguiente ecuación.

$$K = \frac{b * h^3}{L}$$

Sentido X-X.

$$K_{vigas \text{ de } 5,00} = \frac{0,25 * 0,50^3}{5,00} = 0,00625$$

$$K_{columna \text{ de } 4,00} = \frac{0,40 * 0,40^3}{4,00} = 0,0078$$

$$K_{columna \text{ de } 3,60} = \frac{0,40 * 0,40^3}{3,60} = 0,0064$$

Cálculo de Ψ en lado inferior.

$$\Psi = 0$$

Cálculo de Ψ en lado superior.

$$\Psi = \frac{0,0064 + 0,0078}{0,00625 + 0,00625} = 1,08089$$

$$\Psi_p = \frac{0 + 1,08089}{2} = 0,54$$

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = \frac{20 - 0,54}{20} * \sqrt{1 + 0,54} = 1,2076$$

Esbeltez de la columna

$$E = \frac{1,2076 * 4,00}{0,30 * 0,40} = 40,2536$$

La esbeltez se encuentra en el rango de columna intermedia, por lo que se deberán amplificar los momentos en este sentido.

Sentido Y-Y.

$$K_{vigas\ de\ 6,30} = \frac{0,25 * 0,50^3}{6,30} = 0,004960$$

$$K_{vigas\ de\ 5,50} = \frac{0,25 * 0,50^3}{5,00} = 0,00625$$

$$K_{columna\ de\ 4,00} = \frac{0,40 * 0,40^3}{4,00} = 0,0078$$

$$K_{columna\ de\ 3,60} = \frac{0,40 * 0,40^3}{3,60} = 0,0064$$

Cálculo de Ψ en lado inferior

$$\Psi = 0$$

Cálculo de Ψ en lado superior

$$\Psi = \frac{0,0078 + 0,0064}{0,004960 + 0,00625} = 0,1696$$

$$\Psi_p = \frac{0 + 0,16962}{2} = 0,08481$$

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = \frac{20 - 0,08481}{20} * \sqrt{1 + 0,08481} = 1,0021$$

Esbeltez de la columna

$$E = \frac{1,0021 * 4,00}{0,30 * 0,40} = 33,38$$

La esbeltez se encuentra en el rango de columna intermedia, por lo que se deberán amplificar los momentos en este sentido.

- Magnificación de momentos

Los momentos que se magnificarán son:

$$M_x = 17\,065,26 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 18\,401,00 \text{ Kg-m}$$

La magnificación del momento se realiza con la siguiente ecuación.

$$\delta x = \frac{Cm}{1 - Pu/\phi Pcr}$$

Donde:

Cm: factor del efecto de extremo

Cm= 0,6+0,4M1/M2>0,40 columnas sin ladeo lateral y cargas transversales.

Cm= 1 Para los demás casos.

Pcr = carga crítica de pandeo de Euler.

ϕ = factor de reducción para cara axial 0,70 o 0,75

- Cálculo del EI

$$EI = \frac{Ec * Ig/2,5}{1 + \beta d}$$

Donde:

Ec = Modulo de elasticidad del concreto = 15,100 * $\sqrt{f'c}$

Ig = Inercia centroidal de la sección de la columna = $bh^3/12$

βd = Factor de flujo plástico = CMu/CUtot

- Factor de flujo

$$\beta d = \frac{CMU}{CU}$$
$$\beta d = \frac{1\ 061,2}{1\ 486,2\ \text{kg/m}^2} = 0,7140$$

$$EI = \frac{15,100 * \sqrt{f'c} * (bh^3/12)/2,5}{1 + \beta d}$$

$$EI = \frac{15,100 * \sqrt{281} * (40 * 40^3/12)/2,5}{1 + 0,7140} = 1,2579 E + 10 Kg - cm^2$$

$$EI = 1\,257,9\, Ton - m^2$$

- Cálculo de la carga crítica de Euler:

$$P_{crx} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2} = \frac{\pi^2 * 1\,257,9}{(1,2076 * 4,00)^2} = 532,09\, Ton$$

$$P_{cry} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2} = \frac{\pi^2 * 1\,257,9}{(1,2380 * 4,00)^2} = 506,28\, Ton$$

$$\delta x = \frac{1}{1 - 78,409 / (0,70 * 460,80)} = 1,2666$$

$$\delta y = \frac{1}{1 - 78,409 / (0,70 * 438,45)} = 1,2841$$

- Momentos magnificados.

$$M_x = 17\,065,26 * 1,2666 = 21\,615,70\, Kg$$

$$M_y = 18\,401 * 1,2841 = 23\,628,84\, Kg$$

- Refuerzo longitudinal.

Para el diseño de la columna se utilizará el método de Bresler. Es un método sencillo y se obtienen cálculos exactos. El método asume una aproximación de la superficie de la falla.

Los datos preliminares para el diseño:

$$P_u = 78,409,2 \text{ Ton.}$$

$$M_{dx} = 21\,615,70 \text{ Kg.}$$

$$M_{dy} = 23\,628,84 \text{ Kg.}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4,00 \text{ cm.}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2.$$

Cálculo de acero mínimo y máximo.

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

$$A_{s_{max}} = 0,06 * 40 * 40 = 96 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado que se encuentre dentro del rango anterior.

$$A_{st} = 8 \text{ varillas no.7} = 30,96 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de excentricidades.

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{21,62}{78,41} = 0,2757$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{23,63}{78,41} = 0,3013$$

- Cálculo de (e/h) (Diagonal).

$$(e/h)_x = \frac{0,2757}{0,40} = 0,6892$$

$$(e/h)_y = \frac{0,3152}{0,40} = 0,7534$$

- Cálculo de γ_x y γ_y .

$$\gamma_x = \frac{h_x - 2 * recubrimiento}{h_x} = \frac{0,40 - 2 * 0,04}{0,40} = 0,80$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - 2 * recubrimiento}{h_y} = \frac{0,40 - 2 * 0,04}{0,40} = 0,80$$

- Cálculo de $\rho\mu$ (Curva).

$$\rho\mu = \frac{Ast}{Ag} * \frac{fy}{0,85 * f'c}$$

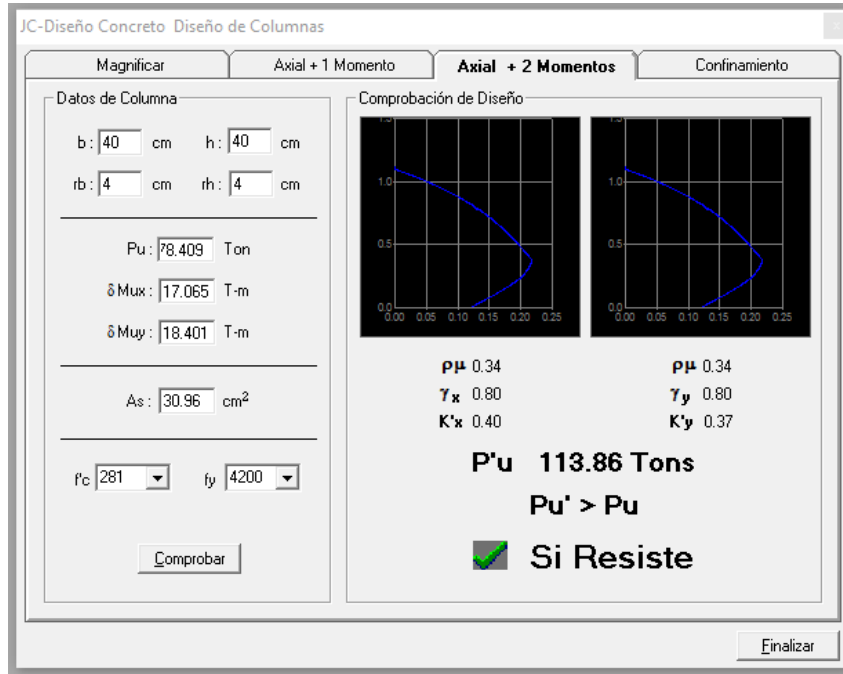
$$\rho\mu = \frac{30,96}{40 * 40} * \frac{4200}{0,85 * 281} = 0,3414$$

Los coeficientes se obtuvieron del diagrama de iteración proporcionado por el *software* J. C. diseño de concreto.

$$K'_x=0,40$$

$$K'_y=0,37$$

Figura 44. Obtención de valores K



Fuente: elaboración propia empleando J.C. Diseño de Concreto.

- Encontrando el valor de $P'u$ mediante la fórmula de Bresler.

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'o}}$$

Dónde:

$P'u$ = valor aproximado de carga de falla con excentricidad e_x y e_y .

$P'x$ = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_x ($e_y = 0$)

$P'y$ = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_y ($e_x = 0$)

$P'o$ = Carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura.

$$P'x = \frac{K'x * f'c * Ag}{1000} = \frac{0,40 * 281 * 40 * 40}{1000} = 179,2 \text{ Ton}$$

$$P'y = \frac{K'x * f'c * Ag}{1\ 000} = \frac{0,37 * 281 * 40 * 40}{1\ 000} = 165,76\ Ton$$

$$P'o = \frac{0,85 * f'c * (Ag - Ast) + As * fy}{1\ 000}$$

$$= \frac{0,70 * 0,85 * 281 * (40 * 40 - 40,56) + 40,56 * 4200}{1\ 000}$$

$$= 352,42\ Ton$$

Entonces:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{179,2} + \frac{1}{165,76} - \frac{1}{352,42}} = 113,95\ Ton$$

- Carga última actuante

$$Pua = \frac{Pu}{\phi}$$

Donde:

Pua = Carga última actuante

Pu = Carga axial

ϕ = factor de carga de falla = 0,75

Entonces

$$Pua = \frac{78,41}{0,75} = 104,5\ Ton$$

$$P'u = 113,95\ Ton > Pua = 104,5\ Ton$$

Debido a que $P'u > Pua$, La columna es adecuada y por lo tanto el armado propuesto resiste las cargas aplicadas.

- Refuerzo transversal.

Al igual que las vigas, debido a que la zona es sísmica, se debe proveer la ductilidad suficiente.

El ACI 318-08 establece que se debe de proveer estribos de confinamiento en ambos extremos de la columna.

En el cap. 21,3,5,2 del ACI318-08 El espaciamiento de los estribos de confinamiento no deberá exceder la menor de las siguientes expresiones.

- 8 veces el diámetro de la varilla longitudinal de menor diámetro. (17,76 cm)
- 24 veces el diámetro del estribo. (22,8 cm)
- La mitad del lado menor de la sección transversal. (20 cm)
- 30 cm.

Y la longitud del confinamiento.

- Una sexta parte de la luz de la columna $360/6 = 60$ cm
- La mayor dimensión de la sección transversal de la columna 40 cm
- 45 cm

La separación de los estribos dentro de la longitud de confinamiento se calculará con la siguiente ecuación.

$$S_o = \frac{(2 * A_v)}{L_n * \rho_s}$$

Donde:

S_o = Espaciamiento por confinamiento.

A_v = Área de la varilla.

L_n = Lado mayor sin recubrimiento.

ρ_s = Relación volumen de refuerzo en espiral al total del núcleo.

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

Donde:

A_g = Área gruesa de la columna = 1 600 cm²

A_{ch} = Área del núcleo medida al diámetro de la espiral, 32 x 32 = 1,024cm²

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{1\ 600}{1\ 024} - 1 \right) \frac{0,85 * 281}{4200} = 0,01439$$

$$L_n = \text{Lado mayor} - 2 * \text{recubrimiento}$$

$$L_n = 40 - 2 * 4 = 32 \text{ cm}$$

- Cálculo de espaciamento.

$$S_o = \frac{(4 * 0,71)}{0,01439 * 32} = 6,17 \text{ cm}$$

Se utiliza un valor de 6 cm.

- Cortante actuante.

$$V = 7,15 \text{ Ton}$$

- Cortante resistente.

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 40 * 32 = 12,001 \text{ Ton}$$

Si $V_{res} > V$ Entonces en el resto del armado se colocan estribos a cada $S=d/2$

Si $V_{res} < V$ Entonces se diseñan estribos a corte

$$V_{res} > V$$

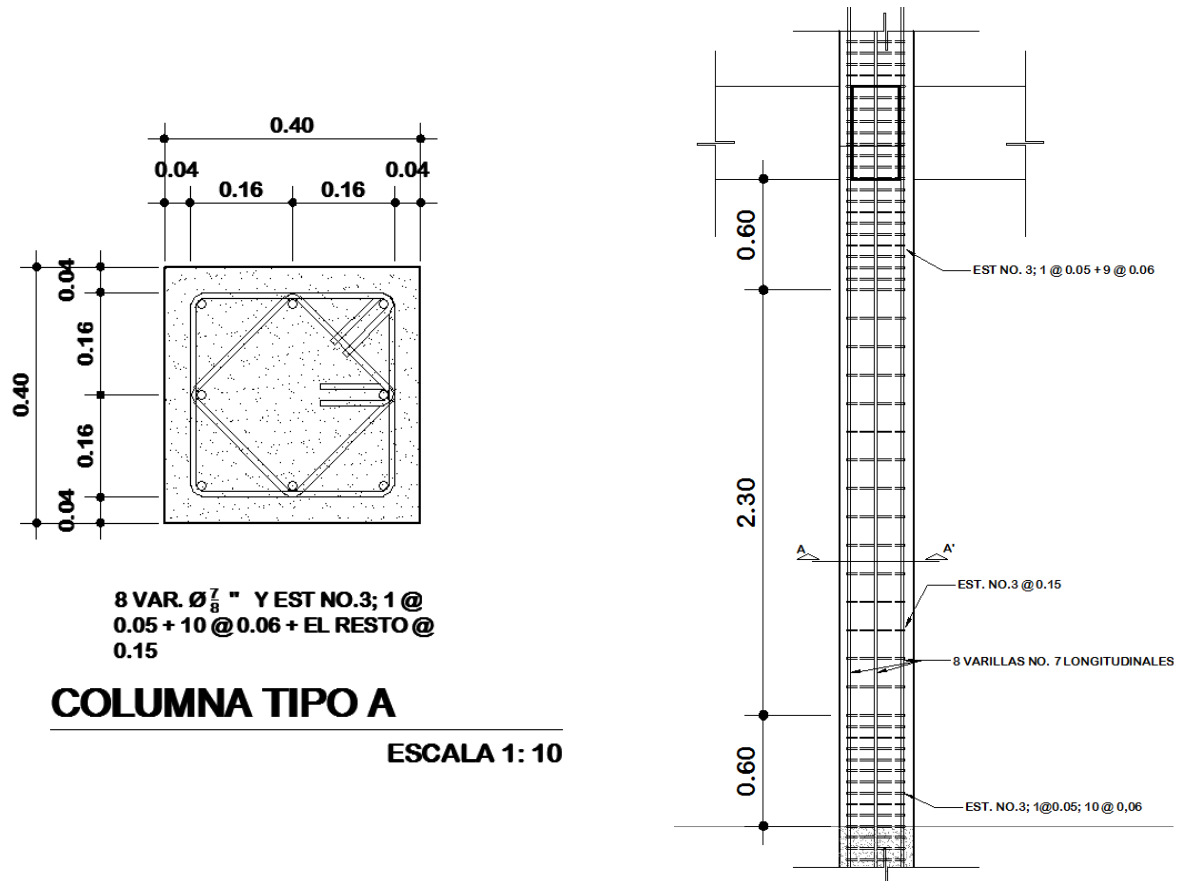
$$10,39 \text{ Ton} > 4,44 \text{ Ton.}$$

Entonces.

$$S = \frac{32}{2} = 16 \text{ cm}$$

De manera que se confinará de la siguiente manera, Est. No. 3 @ 6 cm en una longitud de 60 cm de los extremos al centro de la columna y el resto Est. No. 3 @ 16 cm.

Figura 45. Detalle de columnas



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Diseño de cimientos.

Los cimientos son los elementos estructurales que resisten la carga del edificio y las transmiten al suelo. Al elegir el tipo de cimiento, hay que tomar en cuenta varios factores, tales como: la resistencia del suelo; el tipo de edificación y su costo. Puesto que el edificio es relativamente pequeño y tiene solamente dos niveles se le diseñaran zapatas aisladas.

- Diseño de zapata aislada concéntrica.

Datos preliminares.

$$M_x = 20,99 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 23,16 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 78,41 \text{ Ton}$$

$$F_{cu} = 1,51$$

$$V_s = 25,82 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_s = 1,68 \text{ Ton/m}$$

$$\gamma_c = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

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

$$f_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Desplante} = 1,80 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo.

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{78,41}{1,51} = 51,93 \text{ Ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{20,99}{1,51} = 13,90 \text{ Ton - m}$$

$$M't_y = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{23,16}{1,51} = 15,33 \text{ Ton - m}$$

- Pre-dimensionamiento de la zapata.

$$A_z = \frac{1,5 * P't}{V_s} = \frac{1,5 * 51,93}{25,82} = 3,00 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 2,50 x 2,50 para un área de 6,25 m².

- Parámetros geométricos.

Estos parámetros nos ayudarán a determinar la presión mínima y máxima a la que estará sometida la zapata.

$$B = 2,50$$

$$L = 2,50$$

$$Sx = \frac{1}{6} B * L^2 = \frac{1}{6} * (2,5) * (2,5)^2 = 2,60 \text{ m}^3$$

$$Sy = \frac{1}{6} B * L^2 = \frac{1}{6} * (2,5) * (2,5)^2 = 2,60 \text{ m}^3$$

- Parámetros de masa.

Peso de la columna.

Datos:

$$b=0,40$$

$$h=0,40$$

$$L= 4,60 \text{ m}$$

$$P_{col} = b * h * L * \gamma_{concreto}$$

$$P_{col} = \frac{0,40 * 0,40 * 5,80 * 2400}{1000} = 2,07 \text{ Ton}$$

Peso del suelo.

Datos:

$$H_s = 1,30 \text{ m}$$

$$A_z = 3,43 \text{ m}^2$$

$$P_{suelo} = (H_s * A_z) * \gamma_{suelo}$$

$$P_{suelo} = (1,30 * 6,25) * 1,68 = 13,65 \text{ Ton}$$

Peso de zapata

Datos:

Espesor $t = 0,50 \text{ m}$

Peso del concreto = $2\,400 \text{ kg/m}^3$

$A_z = 6,25 \text{ m}^2$

$$P_{cimiento} = t * A_z * \gamma_{conc}$$

$$P_{cimiento} = \frac{0,50 * 6,25 * 2400}{1000} = 7,5 \text{ Ton}$$

- Calculando la carga última de trabajo.

$$P_{ut} = P't + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$$

$$P_{ut} = 51,93 + 2,07 + 13,65 + 7,5 = 75,15 \text{ Ton}$$

- Cálculo de presión mínima y máxima.

Habiendo calculado los parámetros anteriores se calcula la presión que transmite la zapata sobre el suelo

$$q_{max/min} = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M_{tx}}{S_x} \pm \frac{M_{ty}}{S_y}$$

$$q_{max} = \frac{75,15}{6,25} + \frac{13,90}{2,60} + \frac{15,33}{2,60} = 23,25 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{75,15}{6,25} - \frac{13,90}{2,60} - \frac{15,33}{2,60} = 0,79 \text{ Ton/m}^2$$

$$0,79 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 0 \quad 23,25 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 25,82 \text{ Ton/m}^2$$

Los datos obtenidos indican que las dimensiones de las zapata son las adecuadas de lo contrario, se deberá re-dimensionar.

- Presión de diseño.

$$q_{diseño} = q_{max} * F_{cu}$$

$$q_{diseño} = 23,25 * 1,51 = 34,96 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple.

Para calcular si la zapata escogida soporta los esfuerzos de corte, los cuales se dan a una distancia igual al peralte efectivo. Este peralte se calculará de la siguiente manera.

Varilla no. 5

Diámetro = 1,59 cm

Espesor = 0,45cm

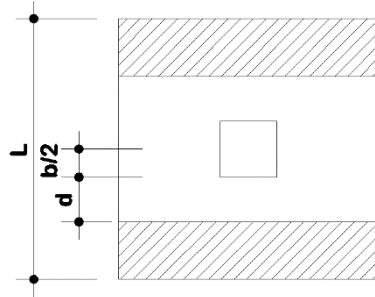
Recubrimiento = 0,075

$$d_{efectivo} = t - \frac{\emptyset}{2} - Rec$$

$$d_{efectivo} = 50 - \frac{1,59}{2} - 7,5 = 41,705 \text{ cm}$$

- Cortante actuante

Figura 46. **Diagrama de zapata sometida al corte simple**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

$$V_{act} = q_{diseño} * B * \left(\frac{L - B_{col}}{2} - d \right)$$

$$V_{act} = 34,99 * 2,5 * \left(\frac{2,5 - 0,40}{2} - \frac{41,705}{100} \right) = 55,37 \text{ Ton}$$

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 2,5 * 2,5 = 78,73 \text{ Ton}$$

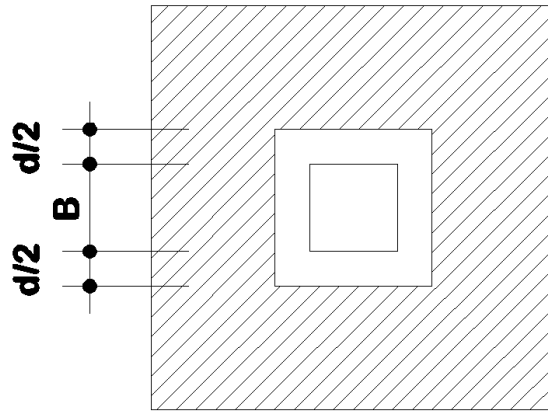
$$V_{res} > V_{act}$$

Debido a la simetría y tomando en consideración los resultados, el peralte es suficiente para soportar el corte simple en ambos sentidos.

- Chequeo por corte punzonante.

La carga aplicada sobre la zapata se da de forma puntual, debido a esto se produce un corte en un perímetro de la zapata formado por una línea imaginaria a $d/2$ a partir de la columna, como se ve en la figura.

Figura 47. Diagrama de zapata sometida al punzonamiento



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

$$V_{act} = A * q_{diseño}$$

$$V_{act} = (6,25 - (0,40 + 0,41)^2) * 34,99 = 195,37 \text{ Ton}$$

Cortante resistente en punzonamiento.

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * (d + b_{columna}) * 4$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{281} * (0,81705) * 4 * 41,705 = 205,86 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}$$

Una vez más, el corte resistente es mayor al actuante, por lo que se proseguirá con el diseño del refuerzo con las características actuales de la zapata.

- Diseño de refuerzo por flexión.

Se deberá calcular el momento actuante sobre la zapata, dicho momento se calcula como un voladizo.

$$Mu = \frac{qu * l^2}{2} = \frac{34,96 * \left(\frac{2,50-0,40}{2}\right)^2}{2} * 1000 = 19\,271,84 \text{ kg} - m$$

El área de acero se calcula de la misma manera que se hizo en el diseño de vigas.

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

$$As_{req} = \frac{0,85 * 281}{2810} * \left\{ (100 * 41,705) - \sqrt{(100 * 41,705)^2 - \frac{19\,292,30 * 100}{0,003825 * 281}} \right\}$$

$$As_{req} = 18,64 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \frac{14,1}{fy} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * 36,705 = 18,41 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0,80 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 36,705 = 17,48 \text{ cm}^2$$

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 5

18,64 cm² ----- 100

1,98 cm²----- S

S= 10,61 cm

S =10 cm

Área de acero por temperatura.

$$A_{S_{temp}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{S_{temp}} = 0,002 * 100 * 50 = 10 \text{ cm}^2$$

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 4

$$10 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

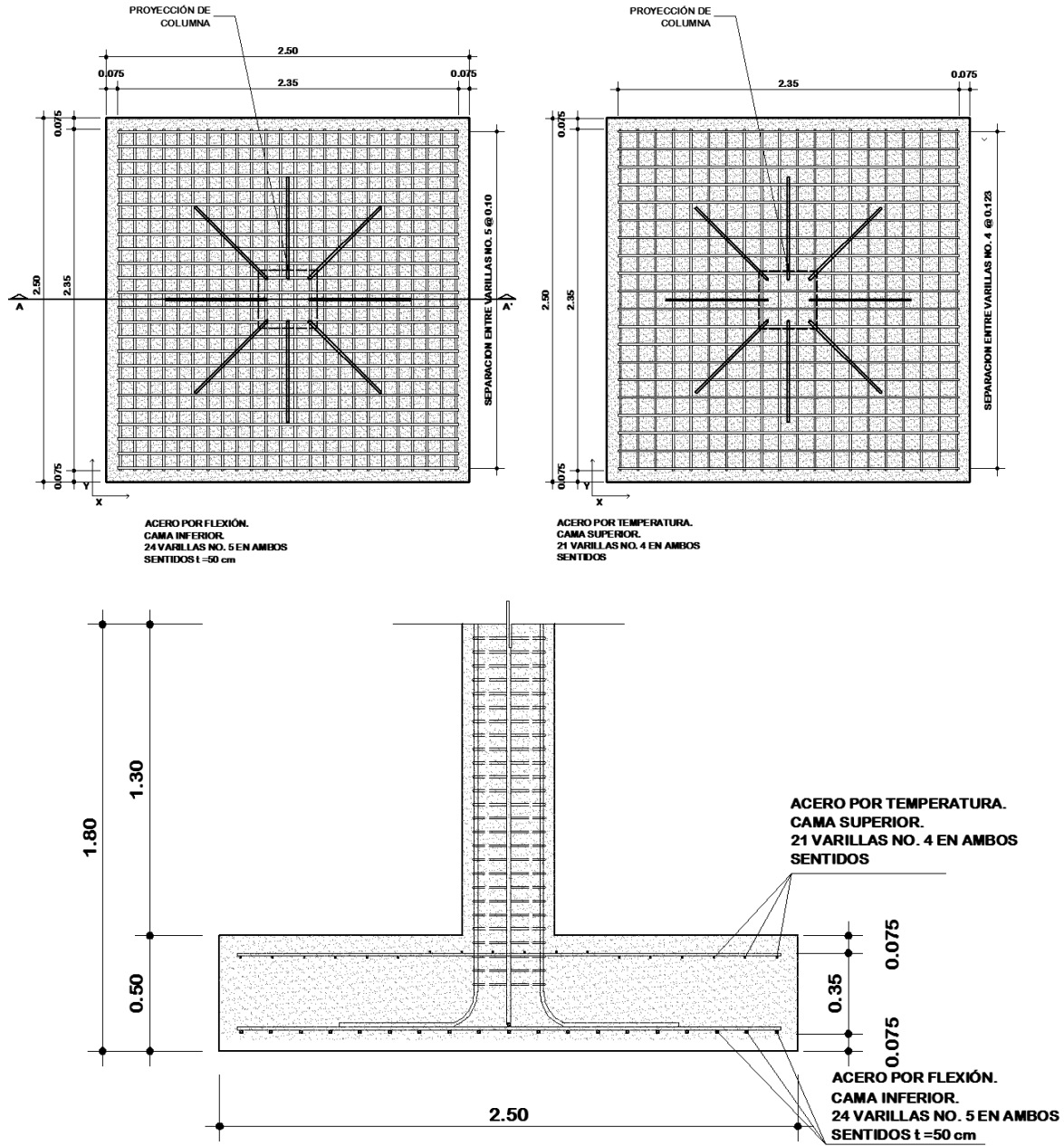
$$S = 12,7 \text{ cm}$$

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

Se propone en ambos lados varillas no. 5 @ 10 cm y en una cama superior el acero por temperatura, varillas no. 4 @ 12 cm.

Debido a las dimensiones de la zapata, las varillas se distribuyeron de forma equitativa, modificando la separación propuesta anteriormente, tomando en cuenta que el espaciamiento no excediera la dimensión máxima.

Figura 48. Detalle de zapata concéntrica



SECCIÓN A-A'

Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Diseño de muros tabiques

Los muros tabique se utilizarán para la separación de ambientes, todos los muros estarán confinados dentro las columnas principales y las vigas. El muro no será de carga, solo cargaran su propio peso. A continuación, se enumeran ciertos requisitos que se utilizaron de las Normas de Seguridad Estructural (AGIES NSE 7.4-10)

- Los muros se construirán con bloques de concreto confinados.
- Se utilizará un tipo de mortero II (Sección 2,5,1, AGIES NSE-7.4-10), las sisas deberán de tener un espesor de 10 milímetros. Dichas características abarcan para las sisas horizontales y verticales.
- La mayoría de los muros tendrán un espesor nominal de 19 centímetros y el resto de 14 centímetros.
- Debido a que los muros estarán dentro de los ejes, contarán con soporte lateral (Vigas de concreto) por lo que la altura promedio será de 3,50 metros.
- La resistencia del concreto a los 28 días para los elementos verticales y horizontales será de 210 kg/cm².

Columnas y mochetas de confinamiento.

Columnas tipo A: 20 x 20 cm. si el muro es de 20 cm; y 15 x 15 cm. si el muro es de 15 cm.

Columnas tipo B: 20 x 10 cm. si el muro es de 20 cm; y 15 x 10 cm. si el muro es de 15 cm.

Se ubicaron columnas de confinamiento tipo A, 4 varillas no. 3 @ 15 cm, con una separación mínima de 4 metros. (Sección 4,4,4 , AGIES NSE-7.4-10)

Se ubicaron columnas de confinamiento tipo B, 2 varillas no. 3 @ 15 cm, con una separación mínima de 2 metros entre A y B. y en los extremos de los vanos (Sección 4,4,4 , AGIES NSE-7.4-10)

Soleras de confinamiento

Se colocarán dos soleras intermedias, debido a que la altura libre del muro supera los 2,80 m. (Sección 4,3,5 AGIES NSE-7.4-10). Las dimensiones será de 10 x 20 cm si el muro es de 20 cm; y 10 x 15 cm si el muro es de 15 cm. Las soleras intermedias tendrán un refuerzo de 2 varillas no. 3 con eslabones no. 2 @15 cm. (Sección 4,3,6 AGIES NSE-7.4-10).

Se contará con una solera final de 20 x 20 si el muro es de 20 cm; y 15 x 20 cm si el muro es de 15 cm. Con un refuerzo de 4 varillas no. 3 más estribos no. 2 @ 15 cm. (Sección 4,3,6 AGIES NSE-7.4-10).

- Cimiento

Para la cimentación de los muros tabiques se propone utilizar el cimiento corrido-solera hidrófuga. En la norma NSE 4-10, sección 5.3.5. se establece que para la cimentación se puede realizar un cimiento corrido con sección trapezoidal el cual funciona como solera hidrófuga a la vez. Los parámetros que establece el AGIES son los siguientes:

B = 45 cm (base mayor)

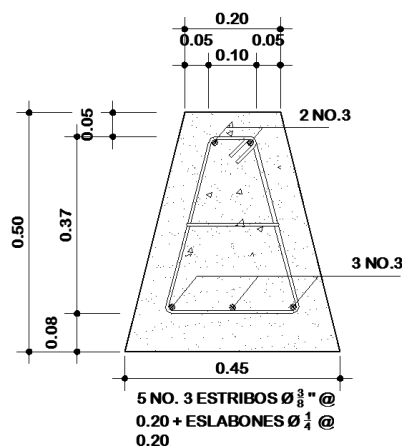
b = 20 cm (base menor)

h = 50 cm (peralte)

El refuerzo será el siguiente.

2 varillas no. 3 en la cama superior y 3 varillas no. 3 en la inferior. Con estribos no. 3 @ 20 cm + eslabones no.2 (Ubicado a la mitad del cimiento) @ 0.20. Con un recubrimiento de 5 cm en los laterales y 8 cm de fondo.

Figura 49. **Detalle de cimentación**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- **Diseño de gradas**

Las gradas se diseñarán como un elemento independiente a la estructura. Los elementos como columnas, vigas y losa con las que cuenta el módulo de gradas serán conforme al diseño anterior. Se considera como aceptable el diseño anterior debido a que se consideró una carga viva de 500 kg/m² para pasillos igual a la carga viva con la que diseña un módulo de gradas para poder

proveer una ruta de escape a la hora de un sismo. Por lo mencionado también deben ser amplias y cómodas.

Para que un módulo de gradas sea apto y cómodo para el uso de las personas, deben contar con una huella mínima de 28 cm. para que el pie promedio de una persona quepa dentro de ella. Una contrahuella máxima de 20 cm., mientras la contrahuella sea menor será mejor, debido a que puede ser una molestia para las personas de la tercera edad.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, se construirán 20 contrahuellas y 19 escalones, en el escalón número catorce se encuentra un descanso, el cual también servirá para distribuir el flujo de personas a ambos módulos.

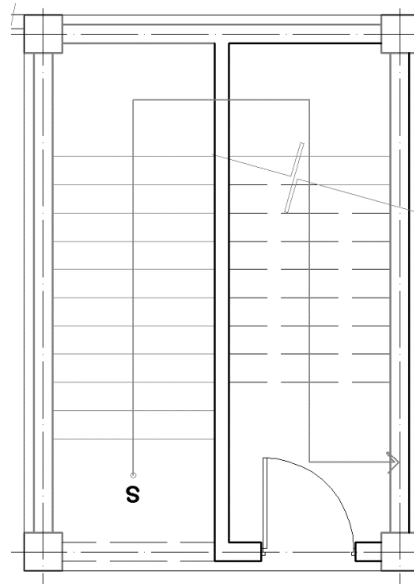
Se proponen 18 huellas de 0,30 m. y contrahuella de 0,19 m.

Dos descanso de 1,79 x 1,50 m.

- Espesor de losa

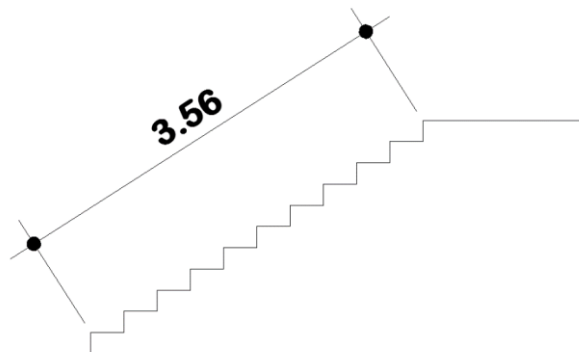
$$t = \frac{L}{20} = \frac{3.56}{20} = 0,178 \text{ m}$$

Figura 50. **Planta de distribución de gradas**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

Figura 51. **Longitud entre apoyos**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2013.

- Integración de cargas

Carga de concreto

$$W_c = Y * \left(t + \frac{c}{2} \right)$$

$$W_c = 2\,400 * \left(0,178 + \left(\frac{0,19}{2} \right) \right)$$

$$W_c = 655,2 \text{ kg/m}^2$$

Carga de acabados = 70 kg/m²

Carga viva = 500 kg/m²

$$C.U. = 1,4 * (655,2 + 70) + 1,70 * (500)$$

$$C.U. = 1\,015,28 + 850 = 1\,865,28 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

Las gradas se diseñarán como una losa unidireccional con apoyos en los muros.

$$M(+)= \frac{W * L^2}{9}$$

$$M(-)= \frac{W * L^2}{14}$$

Momento positivo

$$M(+)= \frac{1\,865,28 * 3,56^2}{9} = 2\,626,65 \text{ kg} - m$$

Momento negativo

$$M(-) = \frac{1\,865,28 * 3,56^2}{14} = 1\,688,56 \text{ kg} - \text{m}$$

- Acero de refuerzo

$$As_{mi} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 19 = 9,53 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0,80 \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 19 = 9,04 \text{ cm}^2$$

Acero para momento positivo

$$Areq = \left(\frac{0,85 * 280}{2810} \right) * \left(100 * 19 - \sqrt{(100 * 19)^2 - \frac{2\,626,65 * 100}{0,003825 * 280}} \right) = 5,56 \text{ cm}^2$$

Acero para momento negativo

$$Areq = \left(\frac{0,85 * 280}{2810} \right) * \left(100 * 18 - \sqrt{(100 * 18)^2 - \frac{3\,556,22 * 100}{0,003825 * 280}} \right) = 3,55 \text{ cm}^2$$

Debido a que el momento negativo y positivo requiere un área de acero menor a la mínima, se trabaja con la mínima.

Separación de varillas número 4

9,53 ----- 100

1,27 ----- S

S = 13,53 cm = 13,5 cm

Acero por temperatura.

$$A_s = 0,002 * 100 * 17,5 = 3,5 \text{ cm}^2$$

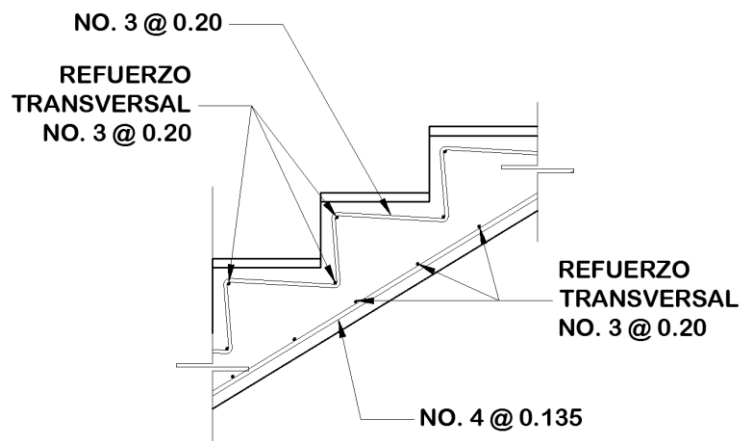
Separación de varillas número 3.

3,5 ----- 100

0,71 ----- S

S = 20,29 cm = 20 cm

Figura 52. **Detalle del módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

2.1.5.9. Instalaciones eléctricas

El sistema eléctrico estará constituido de circuitos no mayores a 1500 *watts*.

- Acometida

La acometida abarca lo que son conductores, componentes y materiales a utilizar para transmitir la electricidad a los circuitos desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica.

La acometida se instalará de la siguiente manera:

- Poste para acometida y distribución
- Contador
- Cables de acometida
- Protección adecuada
- Tableros de distribución

Se colocarán dos tableros. Se colocará una varilla de cobre de ½" y longitud de 4 metros para la conexión a tierra.

- Circuitos

Los circuitos de iluminación y fuerza se protegerán con un *flip*, el cual dependerá de la cantidad de amperios de los elementos que el circuito alimenta.

A continuación, se calculará la cantidad total de *watts* de todos los elementos conectados a los circuitos, entre ellos; lámparas y tomacorrientes.

Primer nivel.

- 43 Bombillas Led de 32 *watts* para iluminación general = 1 376 *watts*.
- 26 Tomacorrientes de servicio 300 *watts* = 7 800 *watts*.

Segundo nivel.

- 64 bombillas Led de 32 *watts*. = 2 048 *watts*.
- 10 Bombillas de 100 *watts* para iluminación de exterior = 1 000 *watts*.
- 64 Tomacorrientes de servicio de 300 *watts* = 9 000 *watts*.

Se colocaron 9 circuitos en total para iluminación, evitando exceder los 1 500 *watts* por circuito. Para fuerza se colocaron 12 circuitos en total tomando en consideración que son tomacorrientes de servicio.

- Conductores

El calibre de los conductores se calcula dependiendo del amperaje que produce el circuito crítico, en este caso, el circuito A para iluminación y A de fuerza.

Circuito de iluminación A.

Consta de 1 500 *watts*.

$$I = \frac{1\,240\text{ w}}{120\text{ v}} = 10,33\text{ A}$$

Circuito de fuerza D.

Consta de 2 500 *watts*.

$$I = \frac{2\,400\text{ w}}{120\text{ v}} = 20,1\text{ A}$$

Un cable de calibre no. 12 puede conducir una corriente de 25 amperios y el calibre no. 10 puede conducir una corriente de 32 amperios. Sin embargo, es necesario aplicarles un factor de seguridad, para este caso se utilizará un factor de 0,70. Obteniendo como resultado, 17,5 A para el calibre no. 12 y 22,5 para el calibre no. 10.

Por lo que se concluye que se utilizará un calibre no. 12 para las luminarias y para fuerza se utilizará un calibre no. 10.

El amperaje del *Flip on* a utilizar no deberá ser mayor al amperaje del cable, por lo que se utilizará un *flip on* de 15 A para el circuito de luminarias y de 25 A para fuerza.

2.1.5.10. Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias

Un buen diseño de las instalaciones en un edificio, asegurará el buen funcionamiento del mismo. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias proveen de servicio de agua potable y drenajes municipales al edificio.

- Instalaciones hidráulicas
 - El sistema de agua potable se diseñará con un circuito cerrado.
 - La tubería de la red principal deberá estar enterrada por lo menos 30 cm. desde el nivel de piso. Se colocarán llaves de globo y contador en donde sean necesarias.
 - Se tratará de pasar la tubería en puntos estratégicos para que, en el futuro, si fuera necesario el cambio de una tubería que haya fallado, se pueda hacer de manera que no estorbe en las actividades básicas del edificio.
 - Las tuberías de agua potable se ubicarán separadas de las tuberías de drenaje y estarán a un nivel superior de las mismas.
 - La dotación mínima es de 200 litros/persona/día.

- Subramales

Los subramales son pequeños tramos de tubería que alimentan a los artefactos sanitarios. Dicha tubería tendrá un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

- Ramales

El circuito principal se diseña con el método Hunter, el cual asigna un factor de gasto a cada artefacto dentro de la red.

Debido a que el edificio prestará un servicio público, los aparatos sanitarios tendrán que considerarse por separado y se multiplicara por el factor o peso indicado en la tabla.

Tabla LVI. **Unidades de gasto para tuberías**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de Ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	---
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1*	1*	---
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2*	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

Cuantificación de los aparatos dentro de la red del edificio para el primer nivel

Número total de UH Primer nivel

8	Inodoros con tanque	* 5UH = 40 UH
1	Grifo para pila	* 8UH = 8 UH
3	urinales con tanque	* 3UH = 9 UH
8	Lavatorios corrientes	* 2UH = 16 UH
5	Grifo para patio	* 1UH = 5 UH

TOTAL: 78 UH

Número total de UH segundo nivel

12	Inodoros con tanque.	* 5UH = 60 UH
3	urinales con tanque	* 3UH = 9 UH
13	Lavatorios corrientes.	* 2UH = 26 UH

TOTAL: 95 UH

Para determinar el gasto correspondiente al número total de UH calculado, se utiliza la siguiente tabla. Debido a que se utilizará un circuito por nivel se calculara para cada nivel.

Tabla LVII. **Gastos para el método de hunter (Lts/s)**

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	---	40	0.91	1.74
4	0.16	---	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.06	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

De la tabla, se obtiene el gasto probable para los aparatos sanitarios considerados.

Primer nivel

Gasto con tanque: 1,45 lts/s

Gasto con valvula: 2,35 lt/s

segundo nivel

Gasto con tanque: 1,62 lts/s

Gasto con valvula: 2,50 lt/s

Se utilizará tanque y se le aplicará un factor de corrección de 0,60.

Primer nivel

$$\text{DMP} = 1,45 * 0,60 = 0,87 \text{ lts/s}$$

segundo nivel

$$\text{DMP} = 1,62 * 0,60 = 0,97 \text{ lts/s}$$

La velocidad promedio para el edificio es de 3 metros sobre segundo.

Primer nivel

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,87/1000}{3} = 0,00029 \text{ m}^2 = 0,45 \text{ plg}^2$$

Segundo nivel

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,97/1000}{3} = 0,00032 \text{ m}^2 = 0,50 \text{ plg}^2$$

Se utilizará tubería de 1 pulgada para la red principal, equivalente a 0,78
plg 2

- Instalaciones de drenaje

Para las instalaciones de drenaje sanitario se usará tubería PVC, debido a que ofrece ventajas como fácil manejo y acceso, su durabilidad y resistencia.

Las instalaciones sanitarias se clasifican en:

- Primera clase: Para uso privado, es decir viviendas, hoteles o apartamentos.
- Segunda clase: Para uso semi-publico, es decir oficinas, fábricas y otros.
- Tercera clase: Para uso público, en donde el número de personas es ilimitado.

Dicha clasificación nos servirá para el cálculo de las instalaciones de drenajes, definiendo un concepto que se conoce como unidad de descarga y el diámetro mínimo para la descarga de cada artefacto sanitario (ver tabla XXXII)

La escuela se clasificó como 3ra clase y se obtienen los siguientes resultados.

Tabla LVIII. **Unidades de descarga y diámetros según derivación para artefactos**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de Casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

Número total de UH Primer nivel

8	Inodoros	* 6UH = 48 UH
1	pila.	* 2UH = 2 UH
3	urinales	* 2UH = 6 UH
8	Lavamanos	* 2UH = 16 UH

TOTAL: 72 UH

Número total de UH Segundo nivel.

12 Inodoros	* 6UH = 30 UH
3 urinales	* 2UH = 6 UH
13 Lavamanos	* 2UH = 12 UH
2 Duchas	* 3UH = 6 UH
TOTAL:	54 UH

Gran total: 72 UH + 54 UH =126 UH

El gran total define la derivación horizontal con el número de descarga obtenida con la suma de todos los aparatos sanitarios.

Tabla LIX. **Diámetro según derivación**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios.*
p.167.

Con el valor obtenido se compara en la tabla y se propone utilizar tubería de 6 pulgadas, debido a que la de 5 pulgadas no siempre está disponible en el mercado de Guatemala, con una pendiente del 2%.

- Drenaje pluvial

La función del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas de lluvia que se captan dentro del área del terreno. Normalmente se evacúan al colector municipal, para que este las descargue en un cuerpo de agua, o bien se descargan en un pozo de absorción.

Para este proyecto, se captará agua en las losas de los dos módulos principales y el módulo de gradas. El área se divide en cuatro partes de 184,5 metros cuadrados. Dichas áreas contarán con pañuelos, los cuales tendrán una pendiente de 1,5 % para conducir las aguas a las bajadas.

El caudal se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal m³/s

C = coeficiente de escorrentía (0,90 para concreto)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área (m²) = 108,12 m² = 0,0108 hectáreas

- Cálculo de intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se calcula para un periodo de retorno de 20 años, mediante la siguiente fórmula.

Se utilizará un tiempo de concentración de 12 minutos.

$$I = \frac{A}{(B+t)^n} = \frac{720}{(2+12)^{0.637}} = 134,04 \text{ mm/h}$$

- Cálculo de caudal

$$Q = \frac{0,90 * 134,04 * 0,0108}{360} = 0,0036 \text{ m}^3/\text{s} = 3,6 \text{ l/s}$$

- Cálculo de diámetro de tubería

$$D = \left(\frac{691000 * Q * n}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad del material de la tubería, para PVC n= 0,009

S = pendiente.

$$D = \left(\frac{691000 * 0,0036 * 0,009}{\sqrt{0,015}} \right)^{3/8} = 7,05 \text{ cm} \cong 4 \text{ pulgada}$$

Por lo tanto, se utilizará un diámetro de cuatro pulgadas para las bajadas de aguas debido a que si se utilizara un diámetro menor existe la posibilidad de que se tapen por basura que se asienta en las azoteas de los edificios.

2.1.5.11. Planos constructivos

Los planos constructivos del puesto de salud y salón de usos múltiples, están expuestos en la sección de anexos.

2.1.5.12. Presupuesto

El resumen del presupuesto se detalla en la siguiente tabla.

Tabla LX. **Presupuesto de puesto de salud y salón de usos múltiples
Caserío San José**

Renglon	Actividad	P.U.	Cantidad	Unidad	Total
1	Excavacion y preliminares				
1,01	Limpieza general	Q3,88	1243	m2	Q4 819,04
1,03	Excavacion estructural	Q64,74	335	m3	Q21 688,72
1,04	Relleno estructural	Q31,45	236	m3	Q7 422,11
1,05	Extracción de material sobrante	Q91,17	236	m3	Q21 516,34
2	Cimentacion				
2,01	Zapatas Z-1 (zapatas de 2,50x2,50x0,45; 19 varillas no. 5 en cama inferior en a.s.; y 18 no.4 cama superior en a.s.)	Q5 434,84	22	Unidad	Q119 566,53
2,01	Zapatas Z-2 (zapatas de 1,75x2,00x0,45; 9 varillas no. 5 y 12 no.5 en cama inferior; y 11 no.4 y 12 no. 4 cama superior)	Q3 274,16	6	Unidad	Q19 644,97
2,04	Cimiento Trapezoidal CC-1; 5 no. 3 + Est no.2 @ 0,15	Q197,91	172	m	Q34 040,59
3	Columnas				
3,01	Columna principal Tipo A; 0,40x0,40x5,35; 8 no. 7 + Est no.3 Confinados	Q6 201,18	28	Unidad	Q173 633,14
3,02	Columna principal Tipo A; 0,40x0,40x4,1; 8 no. 7 + Est no.3 Confinados	Q3 377,52	28	Unidad	Q94 570,56
3,03	Columna tipo B (0,20x0,20x3,25-3,50; 4 no. 3 + Est no.2 @0,15)	Q548,31	121	Unidad	Q66 345,96
3,04	Columna tipo B' (0,35x0,20x3,25-3,50;6 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q884,06	1	Unidad	Q884,06
3,05	Columna tipo B'' (0,30x0,20x3,25-3,50;6 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q752,38	8	Unidad	Q6 019,03
3,06	Columna tipo C (0,10x0,20x3,25-3,50;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q279,90	78	Unidad	Q21 832,12
3,07	Columna tipo D (0,15x0,15x3,25-3,50; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q364,14	81	Unidad	Q29 495,27
3,08	Columna tipo D (muro perimetral) (0,15x0,15x4,30; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q475,58	32	Unidad	Q15 218,70
3,09	Columna tipo D' (0,15x0,20x3,25-3,50; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q245,34	13	Unidad	Q3 189,42
3,1	Columna tipo E (0,10x0,15x3,25-3,50;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q298,10	72	Unidad	Q21 463,05
3,11	Columna tipo E (muro perimetral) (0,10x0,15x4,30;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q391,69	23	Unidad	Q9 008,89
3,12	Columna tipo P (0,10x0,15x3,25-3,50;4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q730,16	21	Unidad	Q15 333,29
3,13	Solera hidrofuga (0,20x0,20; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q108,05	122	m	Q13 181,86
3,14	Solera intermedia (0,10x0,20x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q52,84	398	m	Q21 029,64
3,15	Solera de entrepiso/corona (0,20x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q108,05	276	m	Q29 821,25
3,16	Solera hidrofuga (0,15x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q93,67	350	m	Q32 785,45
3,17	Solera intermedia (0,10x0,15x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q46,47	580	m	Q26 952,59
3,18	Solera de entrepiso/corona (0,15x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q93,67	241	m	Q22 575,12
3,19	Solera para muros tabique de baños. (0,10x0,15; 4 no.3 + Est no.2 @ 0,15)	Q58,53	102	m	Q5 969,77

Continuación tabla LX.

4	Levantado de muro				
4,01	Levantado de muro con blocks de 19x19x39	Q174,04	432	m2	Q75 183,85
4,02	Levantado de muro con blocks de 15x19x39	Q150,15	622	m2	Q93 391,90
4,03	Levantado de muro con blocks de 9x19x39	Q145,98	44	m2	Q6 423,32
5	Vigas, Losas y gradas				
5,01	Viga tipo V-1 (0,50x0,25x5,10)	Q5 246,30	14	Unidad	Q73 448,17
5,02	Viga tipo V-2 (0,50x0,25x5,90)	Q5 422,32	6	Unidad	Q32 533,91
5,03	Viga tipo V-3 (0,50x0,25x4,60)	Q4 410,49	20	Unidad	Q88 209,82
5,04	Viga tipo V-4 (0,50x0,25x3,38)	Q3 802,61	2	Unidad	Q7 605,22
5,05	Viga tipo V-5 (0,50x0,25x4,60)	Q2 238,63	20	Unidad	Q44 772,65
5,06	Viga tipo V-6 (0,50x0,25x5,10)	Q2 971,17	14	Unidad	Q41 596,44
5,07	Viga tipo V-7 (0,50x0,25x5,90)	Q3 041,39	6	Unidad	Q18 248,31
5,08	Viga tipo V-8 (0,50x0,25x3,38)	Q1 687,64	2	Unidad	Q3 375,28
5,09	Losa de entrepiso.	Q458,14	432	m2	Q197 914,48
5,1	Losa de azotea	Q323,12	453,2	m2	Q146 438,54
5,11	Pañuelos e impermeabilizado de losa	Q75,49	453,2	m2	Q34 210,74
5,12	Gradas	Q12 532,28	1	global	Q12 532,28
5,13	Cisternas	Q40 358,08	1	global	Q40 358,08
6	Rampa de acceso para discapacitados (Diseño por proveedor)				
6,01	Rampa de acceso para discapacitados (Diseño por proveedor)	Q193 980,17	2	Unidad	Q387 960,34
7	Acabados				
7,01	Repello y cernido	Q52,81	2248	m2	Q118 720,56
7,02	Base gris + Alisado color concreto	Q62,60	707	m2	Q44 260,96
7,03	Acabado granceado	Q87,02	432	m2	Q37 594,64
7,04	Azulejo para baños (tipo blanco naciona de 0.20x0.20 h= variable)	Q158,75	234,961	m2	Q37 301,15
7,05	Piso ceramico (60x60 imitación Piedra Romana)	Q213,17	421,22	m2	Q89 789,37
7,06	Piso de concreto alisado con color sin refuerzo (espesor 0.13 m)	Q241,14	300	m2	Q72 342,88
7,07	Jardinizacion	Q39,97	217	m2	Q8 673,15
7,08	Banquetas y parqueos de concreto cernido	Q186,52	299	m2	Q55 769,30
7,09	Topes para parqueo	Q219,83	12	Unidad	Q2 637,92
7,1	Bordillos	Q104,74	67	m	Q7 017,85
7,11	Balcones forjados en metal	Q952,58	53	m2	Q50 486,80
8	Puertas y ventanas				
8,01	P-1 (0,90x2,10) Puerta de tableros de madera	Q1 931,81	18	Unidad	Q34 772,54
8,02	P-2 (2,40x2,20) Puerta de tableros de madera	Q3 996,84	1	Unidad	Q3 996,84
8,03	P-3 (1,80x2,20) Puerta de tableros de madera	Q3 730,39	2	Unidad	Q7 460,78
8,04	P-4 (0,70x2,10) Puerta de tableros de madera	Q1 798,58	12	Unidad	Q21 582,96
8,05	P-5 (0,70x1,90) Aluminio	Q1 065,83	3	Unidad	Q3 197,48
8,06	P-6 (0,90x2,10) Aluminio	Q1 598,74	4	Unidad	Q6 394,95
8,07	P-7 (0,90x2,10) Puerta de tableros de madera	Q1 931,81	3	Unidad	Q5 795,42
8,08	P-8 (0,90x2,20) Puerta de tableros de madera	Q1 998,42	1	Unidad	Q1 998,42
8,09	V-1 (Ventana de aluminio 1,40x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 665,35	6	Unidad	Q9 992,11
8,1	V-2 (Ventana de aluminio 3,20x1,40)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q4 476,47	8	Unidad	Q35 811,72
8,11	V-3 (Ventana de aluminio 1,20x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 438,86	12	Unidad	Q17 266,37
8,12	V-4 (Ventana de aluminio 0,80x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q959,24	7	Unidad	Q6 714,70
8,13	V-5 (Ventana de aluminio 2,80x1,40)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q3 916,91	2	Unidad	Q7 833,81
8,14	V-6 (Ventana de aluminio 1,25x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 498,82	2	Unidad	Q2 997,63
8,15	V-7 (ventana de aluminio 1,60x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 918,49	2	Unidad	Q3 836,97
8,16	V-8 (ventana de aluminio 1,575x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 882,51	2	Unidad	Q3 765,03
8,17	V-9 (ventana de aluminio 2,00x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q2 398,11	3	Unidad	Q7 194,32
8,18	V-10 (ventana de aluminio 0,60x0,80)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q479,62	2	Unidad	Q959,24
8,19	V-11 (ventana de aluminio 0,87x1,00)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q869,31	1	Unidad	Q869,31
8,2	V-11 (ventana de aluminio 4,60x2,70)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q12 410,20	4	Unidad	Q49 640,81

Continuación tabla LX.

9	Instalaciones de agua potable				
9,01	Instalacion de tubería para agua potable y accesorios	Q66 543,18	1	Global	Q66 543,18
9,02	Zanjeo	Q66,61	62	m3	Q4 130,07
9,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q193,18	6	m3	Q1 159,08
10	Instalaciones de drenajes de agua pluvial				
10,01	Instalacion de tubería y accesorios para agua pluvial	Q8 657,86	1	Global	Q8 657,86
10,02	Zanjeo para la instalación de tubería	Q66,61	29	m3	Q1 931,81
10,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q193,18	3	m3	Q579,54
10,04	Cajas de 80x80 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q729,40	0	Unidad	Q0,00
10,05	Cajas de 60x60 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q655,96	5	Unidad	Q3 279,81
11	Instalaciones de drenajes de aguas negras				
11,01	Instalacion de tubería para aguas negras y accesorios	Q50 381,41	1	Global	Q50 381,41
11,02	Zanjeo para la instalación de tubería	Q66,61	9,5	m3	Q632,83
11,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q193,18	4	m3	Q772,72
11,04	Cajas de 40x40 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q729,40	6	Unidad	Q4 376,38
11,05	Cajas de 60x60 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q655,96	4	Unidad	Q2 623,85
12	Instalaciones de iluminacion y fuerza				
12,01	Instalacion de tubería, cableado, accesorios y emplacado para iluminacion y fuerza. (No incluye luminarias)	Q191 448,84	1	Global	Q191 448,84
12,02	Realización de acometida Monofasica 100 amperios según norma EEGSA	Q3 863,62	1	global	Q3 863,62
12,03	Obra civil necesaria, Excavación, relleno de zanjas, etc.	Q14 655,10	1	global	Q14 655,10
14	Artefactos.				
14,01	Inodoros tipo hidra Incesa estandar	Q1 099,13	20	Unidad	Q21 982,64
14,02	Urinales tipo hidra Incesa estandar	Q832,68	6	Unidad	Q4 996,06
14,03	Lavamanos tipo hidra Incesa estandar	Q899,29	26	Unidad	Q23 381,54
14,04	Lavatrastos	Q932,60	1	Unidad	Q932,60
				TOTAL	Q3 187 773,83

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.1.5.13. Cronograma

El cronograma para la ejecución del proyecto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla LXI. **Cronograma de ejecución del puesto de salud y salón de usos múltiples caserío San José**

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
1 Excavació y preliminares	■								
2 Cimentaciones	■	■							
3 Columnas		■	■	■	■	■	■	■	■
4 Muros			■	■	■	■	■	■	■
5,01 Vigas				■	■	■	■	■	■
5,05 Losas					■	■	■	■	■
5,09 Gradadas			■	■	■	■	■	■	■
6 Rampa			■	■	■	■	■	■	■
7 Acabados					■	■	■	■	■
8 Puertas y ventanas							■	■	■
9 Agua potable			■	■	■	■	■	■	■
10 Drenaje de agua pluvial			■	■	■	■	■	■	■
11 Drenaje de aguas negras			■	■	■	■	■	■	■
12 Instalaciones de iluminación y fuerza		■	■	■	■	■	■	■	■
13 Artefactos								■	■

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.1.5.14. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental permite identificar la alteración al ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto, ya sea durante la etapa de construcción o de la etapa de operación. Durante la construcción y operación del edificio para el museo y escuela de arte y música se llevarán a cabo actividades que afectarán al ambiente, por lo que se busca la manera de mitigar el impacto que dichas actividades producirán.

Las características del proyecto:

- Área del terreno: 1 243,43 metros cuadrados.
- Área de construcción 948 metros cuadrados (contando los dos niveles).
- Tipo de edificación: Edificio de dos niveles, construido con un sistema de marcos dúctiles y muros divisorios de mampostería.

El impacto ambiental producido será:

- Movimiento de tierra. Ocasionará partículas en suspensión y polvo para los sectores aledaños.
- Generación de ruido y vibraciones durante la etapa de construcción.
- Alteración del paisaje.
- Generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción.
- Generación de aguas residuales durante la etapa de construcción y operación.

Medidas de mitigación

- Riego de agua en la zona en donde habrá movimiento de tierra, además se le proporcionará mascarillas al personal.
- Para no ocasionar molestias a los vecinos del sector, se trabajará solamente en horario diurno.
- Armonización entre la edificación y el entorno.
- Se utilizarán depósitos para la adecuada colocación del basura y desechos sólidos.
- Durante la etapa de construcción se utilizarán baños portátiles Mapreco.

- Durante la etapa de operación las aguas se conducirán a la candela municipal, las cuales transportan las aguas residuales a una planta de tratamiento.

2.1.5.15. Evaluación socioeconómica

Para la construcción del edificio del puesto de salud y salón de usos múltiples del caserío San José, se requiere una inversión Q 3 187 773,83. Dicho edificio no tendrá ningún ingreso, debido a que prestará un servicio social.

2.2. Diseño un edificio de dos niveles para museo local y escuela de arte y música, San Lucas Sacatepéquez

2.2.1. Descripción del proyecto

El museo local y escuela de arte y música es necesario para fomentar el interés al arte y la música, para introducir a los jóvenes a una actividad que, probablemente, podría ser su futuro y alejarlos de las drogas, violencia y grupos delincuentes. Debido al fácil acceso, evitará a los jóvenes viajar a los pocos centros de este mismo campo de la ciudad capital.

El diseño de dicho proyecto contará con más de 1 500 m² de construcción donde contará con un área de administración, aulas y talleres, salones para exposiciones, área verde y parqueo. El edificio se diseñará con dos niveles y un sistema de marcos dúctiles de concreto. Para el diseño de este edificio se obviarán los conceptos explicados en la sección 2.1 (Diseño de un edificio de dos niveles para un salón de usos múltiples y puesto de salud en el caserío San José) de este trabajo de investigación.

2.2.2. Investigación Preliminar

Con el objetivo de estudiar el área en donde se ubicará el proyecto, se definió el terreno y se analizó el suelo del sector.

2.2.2.1. Terreno disponible

Debido a que la municipalidad contaba con la información topográfica del terreno no fue necesario el levantamiento topográfico del mismo. Dicho terreno se ubica en el área central del mismo con las coordenadas geográficas: latitud

14°36'25,62" N y longitud 90°39'22,70" O. Tiene un área total de 1 060 metros cuadrados y su altimetría es regular.

2.2.2.2. Análisis de suelos

Ensayo triaxial.

Debido a la naturaleza del proyecto fue necesaria la extracción de una muestra inalterada a pozo abierto y a una profundidad de 1,80 metros. Por lo que se obtuvieron los siguientes datos:

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Angulo de fricción interna (ϕ): 25,13°

Cohesión (Cu): 1,30 Ton/m²

Peso específico del suelo (γ): 1,54 Ton/m³

Descripción del suelo: Limo arenoso color café

Lugar: Caserío San José

Al ángulo de fricción interna se le aplicará un factor de seguridad igual a 1,5. Por lo que el ángulo de fricción interna (25,13°) afectado por este factor da como resultado 16,75°. Además, se pre-dimensionara una zapata de 1,80 x 1,80 metros y se define un valor β igual a 0 debido a la forma en que se aplica la carga. Habiendo definido las ecuaciones y valores anteriores se calcula el valor soporte del suelo en el siguiente orden.

- Factores de capacidad de carga

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{16,75}{2} \right) e^{\pi \tan(16,75)} = 4,66$$

$$N_c = (4,66 - 1) * \cot(16,75) = 12,16$$

$$N_\gamma = 2(4,66 + 1) \tan(16,75) = 3,40$$

- Factores de forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{1,80 \times 4,66}{1,80 \times 12,16} = 1,38$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{1,80}{1,80} * \tan(16,75) = 1,30$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0,4 \frac{1,80}{1,80} = 0,6$$

- Factores de profundidad

Como: $\frac{1,80}{1,80} = 1 \leq 1$ entonces:

$$F_{cd} = 1 + 0,4 \frac{1,80}{1,80} = 1,40$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan(16,75) (1 - \sin(16,75))^2 * \frac{1,80}{1,80} = 1,31$$

$$F_\gamma = 1$$

- Factores de inclinación

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{0}{90}\right)^2 = 1$$

$$F_\gamma = \left(1 - \frac{0}{9,81}\right) = 1$$

Por último se calcula el valor q el cual como se describió anteriormente se calcula de la siguiente manera:

$$q = \gamma * D_f = 1,54 \times 1,80 = 2,77 \text{ Ton/m}^2$$

Sustituyendo valores en la ecuación general de Meyerhof:

$$q_u = C' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$q_u = 1,30 * (12,16) * (1,38) * (1,4) * (1) + (2,77) * (4,66) * (1,30) * (1,31) * (1) + 0,5 * (1,54) * (1,80) * (3,41) * (0,6) * (1) * (1) = 55,38 \text{ Ton/m}^2$$

Por lo que la capacidad de carga última neta será:

$$q_{neta} = \frac{q_u - q}{3} = \frac{55,38 - 2,78}{3} = 17,53 \text{ Ton/m}^2$$

Tabla LXII. Valor soporte según tipo de suelo

Material del suelo	ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
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. Mecánica de suelos y cimentaciones. p. 650

En la tabla LXII se puede observar que, para suelos limosos, es de 16 ton/m². Tomando en consideración lo anterior se puede concluir que el valor soporte calculado es el adecuado.

2.2.3. Normas de diseño

Para el diseño arquitectónico se utilizará como referencia las normativas del Ministerio de Educación de Guatemala ⁶ y también se tomará en cuenta el libro de arquitectura *Neuffert* ⁷.

2.2.4. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico contemplará la distribución, dimensión y forma de los ambientes. Además, un diseño arquitectónico óptimo brinda la mejor iluminación, ventilación y circulación dentro de la edificación. Además, debe ofrecer funcionalidad, flexibilidad y simplicidad.

2.2.4.1. Ubicación de edificio

La ubicación del edificio dentro del terreno disponible, depende las características del terreno. En este caso, el terreno es pequeño y de forma rectangular e irregular, además cuenta con colindancia en tres de sus lados; por lo que el edificio se ve restringido a abarcar el terreno completo, teniendo el frente del mismo hacia el lado de la calle, es decir hacia el oeste. Se contempla un pequeño parqueo, sin embargo, la municipalidad de San Lucas Sacatepéquez deberá asignar un parqueo municipal cercano para las personas que visitan la institución en vehículo.

⁶ Ministerio de Educación de Guatemala, C.A. *Criterios Normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. P. 50.

⁷ NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura*. p. 580

2.2.4.2. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes se tomó en consideración los tamaños mínimos de los mismos, ventilación, iluminación natural y circulación.

Debido a que se cuenta con colindancias en tres de sus lados y es necesario contar con iluminación y ventilación en cada uno de los salones, se crearon dos módulos grandes para ambientes principales y uno para gradas creando una "U" visto en planta. La iluminación natural no se recibe directa debido a que se cuenta con corredores techados. Los sanitarios principales se ubicaron en una de las esquinas, para lograr una ventilación cruzada y evitar malos olores.

Los salones designados para la educación musical se consideraron separados de los demás salones, para evitar molestias con el sonido que los instrumentos podrían generar, además se tiene pensado asignarle un acabado estilo mediterráneo para aislar el sonido.

Debido al tamaño del terreno y los servicios que prestará la edificación, no se logró un índice de ocupación del 60% como lo establece el Ministerio de Educación.

Los salones mantienen una proporción menor a 1:1,50, como lo establece el Ministerio de Educación. Asimismo, Por el tipo de servicio que prestará el edificio, se siguieron los criterios establecidos por el Ministerio de Educación, como el número máximo de estudiantes por salón, que debe ser de cuarenta; y el área necesaria de trabajo dependiendo del tipo de actividad que se realizará en el salón de clases. Las áreas establecidas para cada ambiente se describen a continuación.

Tabla LXIII. **Distribución de áreas.**

Salones de estudio					
No. De ambiente	Designación del salon	Área del salon		Área por estudiante	Número de estudiantes mínimos
1	Salón teórico	46,4	m2	1,3	36
2	Salón teórico	46,4	m2	1,3	36
3	Salón para fundamentos de dibujo	46,4	m2	4	11
4	Salón para dibujo y pintura al natural	46,4	m2	4	11
5	Salón para trabajos de artesanías	92,8	m2	4	23
6	Salón para dibujo y pintura al natural	46,4	m2	4	11
7	Salón para repaso instrumental	92,8	m2	4	23
8	Salón de dirección musical	92,8	m2	4	23
Otros Ambientes					
No. De ambiente	Nombre del ambiente		Área asignada		
9	Oficina de director		23,2	m2	
10	Sala de espera y recepción		23,2	m2	
11	Sala de maestros		23,2	m2	
12	Servicios sanitarios ambos niveles y sector administrativo		104,4	m2	
13	Sala para atención de padres de familia		7,36	m2	
14	Área para museo		139,2	m2	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Además, se asignaron bodegas para guardar materiales, maquinaria e instrumentos musicales a cada uno de los salones que lo requerían. No menor al 17% del área a servir, según lo establece el Ministerio de Educación.

En el área de exposiciones se tomó en cuenta un recorrido para exposición de cuadros con una circulación amplia y una separación mínima entre las obras de arte y los espectadores de 1,10 m. según lo establece el Neuffert.

2.2.4.3. Altura del edificio

Unos de los principales factores que limitan la altura de un edificio, es el clima. Para climas templados, como el de San Lucas Sacatepéquez es de 3,60m.

2.2.4.4. Selección del sistema estructural a utilizar

Existen diversos sistemas estructurales, uno de los más conocidos y utilizados en el país es el de mampostería confinada, debido a su bajo costo y fácil ejecución. Se optó por utilizar un sistema integrado con marcos de concreto reforzado para mayor seguridad y resistencia del edificio, porque este país presenta un alto índice sísmico y es el segundo sistema estructural más utilizado en Guatemala. Dicho sistema se diseñará utilizando las normas nacionales de seguridad estructural de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural Sísmica (AGIES).

2.2.5. Análisis estructural

Con este análisis, se podrán establecer dimensiones de forma predeterminada a los diferentes elementos estructurales, así como las cargas a las que son sometidos, entre ellas: cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo. Con ello se podrá analizar y diseñar los momentos que generan las cargas, utilizando los métodos numéricos como Kani y el software SAP.

2.2.5.1. Predimensionamiento estructural

- Losa

Para el predimensionamiento de la losa se utilizó el criterio de perímetro dividido dentro de 180 utilizado para losas que trabajan en ambos sentidos ($a/b > 0.50$).

Datos:

Lado corto de losa = 4,00 m

Lado largo de la losa = 5,80 m

$$\frac{a}{b} = \frac{4,00}{5,80} = 0,68$$

Entonces:

$$\text{Espesor } t = \frac{4,00 * 2 + 5,80 * 2}{180} = 0,108 \text{ m}$$

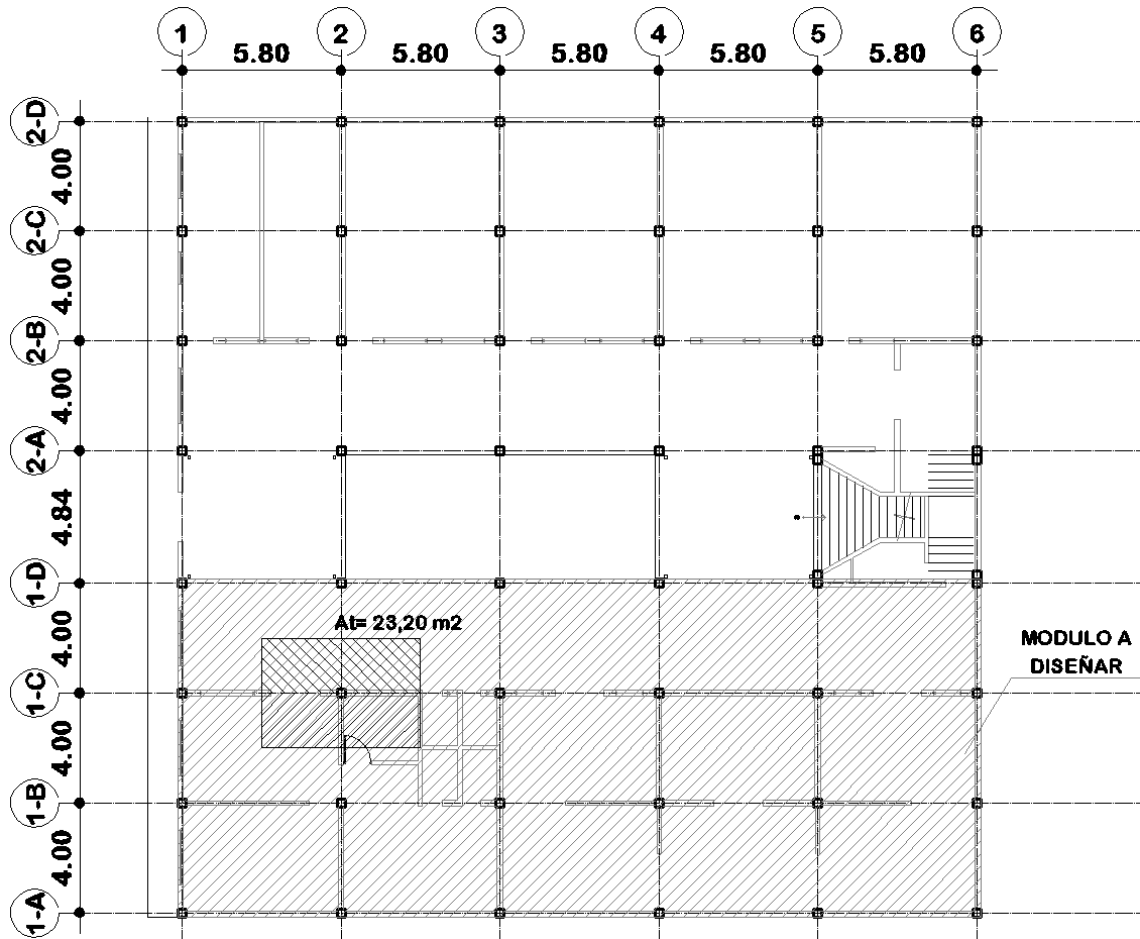
$$\text{Espesor } t = 11,00 \text{ cm}$$

Es establece un predimensionamiento en el espesor de la losa de 11,00 centímetros para el entrepiso y azotea.

- Columnas

En el caso de la columna se determinará el área gruesa de la columna estableciendo el área tributaria que afecta a la columna crítica y la carga axial muerta que esta soporta.

Figura 53. Área tributaria



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Por motivos prácticos el módulo de gradas será omitido en las próximas figuras que incluyan la planta del edificio.

Datos:

$$A_t = 23,20 \text{ m}^2$$

$$\gamma_c = 2400,00 \text{ kg/m}^3$$

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

$$f_y = 2810,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 1\%$$

Tabla LXIV. **Cargas consideradas**

Integración de cargas		
Carga muerta	Descripción	Peso (kg/m ²)
Losa	Espesor de 0.11	264,00
Piso + acabados	(incluye repello, ventaneria, puertas,	125,00
Instalaciones	Incluye lamparas+tuberias+accesorios	45,00
Muros tabique	Mamposteria	250,00
Carga muerta primer nivel		684,00
Carga muerta segundo nivel		288,00
Carga viva	Descripción	
Entrepiso	Según norma AGIES NR-2 (Aulas)	200
Azotea	Según norma AGIES NR-2	200
Gradas y pasillo	Según norma AGIES NR-2	500

Fuente: elaboración propia en Excel 2010.

La carga axial se calculará de la siguiente forma.

Cargas factorizadas

$$P_u = 1.4 CM + 1.7 CV \text{ (ACI 318S-08 apendice C.9.2.1)}$$

$$P_u = 1.4 * \left(684 \frac{kg}{m^2} + 264 \frac{kg}{m^2} \right) * 23,20 m^2 + 1.7 \left(200 \frac{kg}{m^2} + 200 \frac{kg}{m^2} \right) * 23,20 m^2$$

$$P_u = 30\,791,04 kg + 15\,776,00 kg$$

$$P_u = 46\,567,04 kg$$

$$P_u = 0,80\phi(0,85 * f'c(Ag - Ast) + fy * Ast) \quad \text{(ACI 318 - 08 cap. 10.3.6.2)}$$

Donde:

$$Ast = 0,01Ag$$

$$\phi = 0,70$$

$$f'c = 280 kg/cm^2$$

$$fy = 2\,810 kg/cm^2$$

Sustituyendo valores.

$$46\,567,04 = 0,80 * (0,70)(0,85 * 280(Ag - 0,01Ag) + 2810 * 0,01Ag)$$

$$46\,567,04 = 0,56 * ((238Ag - 2,38Ag) + 28,1Ag)$$

$$46\,567,04 = 147,68Ag$$

$$Ag = 315,32 \text{ cm}^2$$

Tomando en cuenta la limitante del capítulo 21,6,1,1 y 21,6,1,2 del ACI 318S-08 donde se establece que la dimensión transversal de una columna de concreto armado no debe ser menor de 30 centímetros y la relación base altura no debe ser menor a 0,40, se establece una sección de 0,30m x 0,30m para columnas del primer y segundo nivel.

- Vigas

Para el pre-dimensionamiento de la viga se utilizó el criterio de 8 centímetros por cada metro de luz libre de la viga. De igual manera, como se hizo con la columna, solo se consideró la luz libre de la viga crítica.

$$H_{viga} = Luz\ libre\ de\ viga * 0,08$$

$$H_{viga} = 5,80 * 0,08 = 0,464 \text{ m}$$

$$H_{viga} = 5,80 * 0,08 = 0,50$$

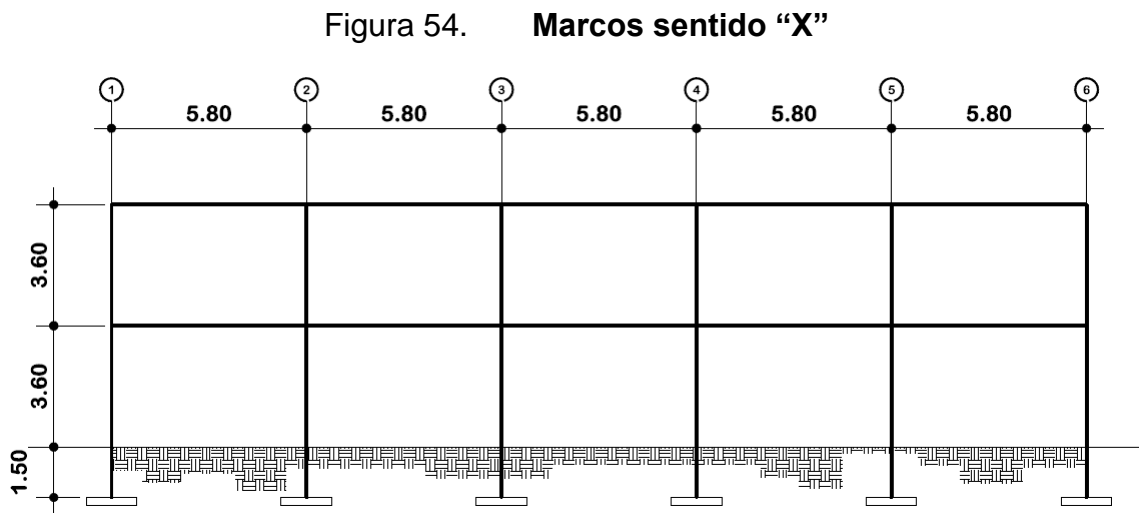
$$B_{viga} = 0,50/2 = 0,25$$

El ACI 318S-08 hace referencia en las secciones 21,5,1,2 21,5,1,3 y 21,5,1,4 Las dimensiones mínimas del elemento estructural, 25 cm de ancho y un peralte de 40 cm para todas las vigas. Conociendo dicha limitante se consideran las siguientes dimensiones: 0,50 m x 0,25 m. para vigas del primer y segundo nivel, en ambos sentidos.

2.2.5.2. Modelos matemáticos de marcos dúctiles

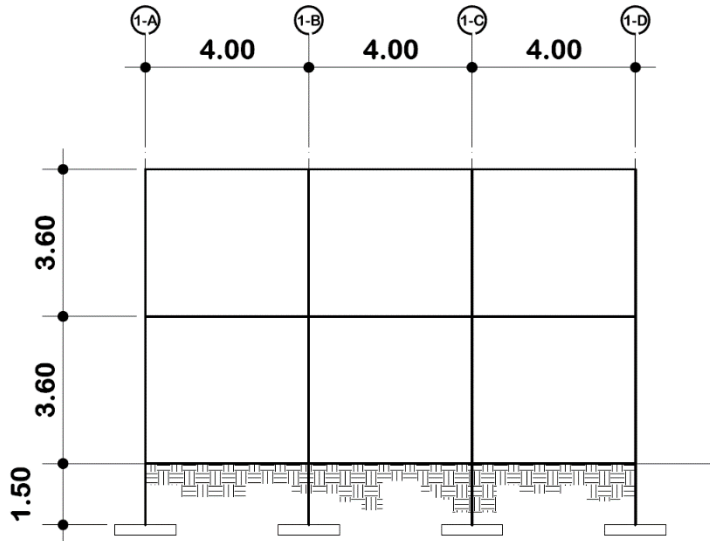
Debido a que la edificación consiste en dos módulos totalmente simétricos, se analizará y diseñará el primer módulo. El diseño del primer módulo también aplicará para el segundo módulo, conforme indicación de planta en fig. (53).

A continuación, se muestran la representación gráfica de los marcos dúctiles del módulo.



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 55. Marcos sentido “Y”



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

2.2.5.3. Cargas horizontales y verticales aplicados a marcos dúctiles utilizando las normas AGIES 2010.

- Cargas verticales
 - Cargas muertas.

Para el diseño del edificio se considerarán las cargas mostradas en tabla II.

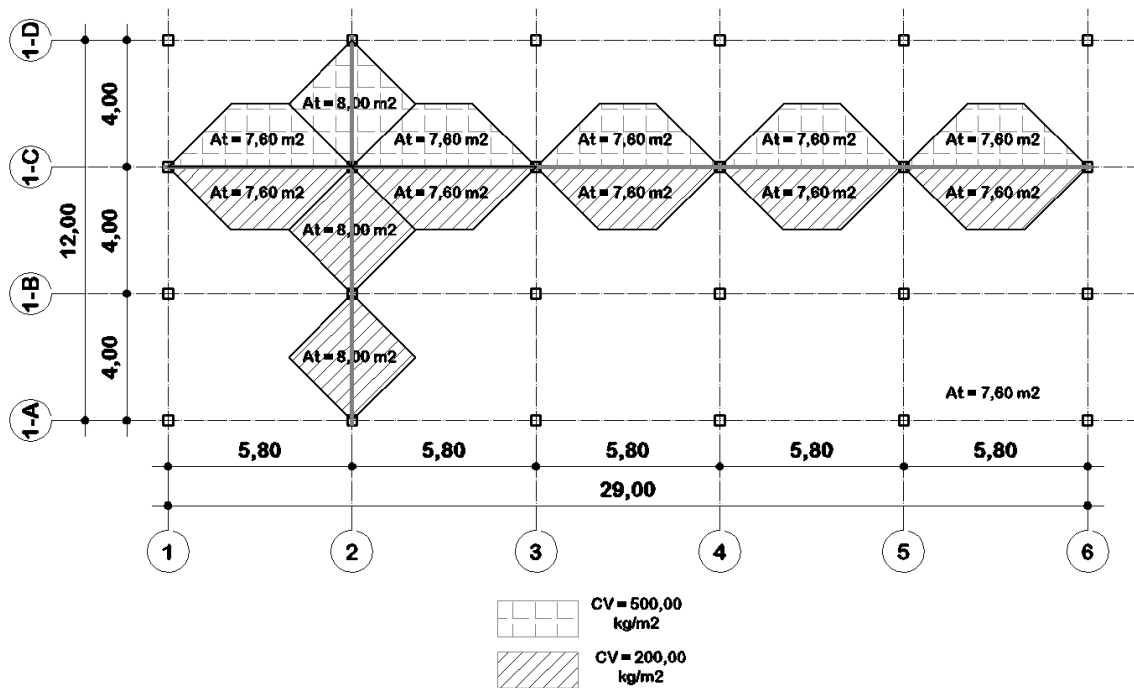
- Cargas vivas

El AGIES NR-2 establece las cargas vivas según el uso de la edificación, las cargas vivas utilizadas en la edificación se muestran en la tabla LXI.

A continuación, se realizará el cálculo de las cargas verticales que actúan en las vigas de los marcos dúctiles.

Para ello, se establecerán las áreas tributarias en planta, ver figura 4.

Figura 56. **Planta de áreas tributarias, para cargas verticales en viga**



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Para el cálculo de la carga muerta y carga viva total en cada viga se utilizará la siguiente ecuación.

$$W_{cm_{entre\ ejes\ X-Y}} = \frac{A_t * (CM) + p.p.Viga}{Longitud\ de\ viga}$$

$$W_{cv_{entre\ ejes\ X-Y}} = \frac{A_t * (Cv_{ambientes}) + A_t (Cv_{pasillos})}{Longitud\ de\ viga}$$

Para el peso propio de la viga, debido a que existen solo dos tipos de vigas diferenciados por su longitud se calcula a continuación.

Peso propio de Viga de 4,00 m

$$W_{viga} = 0,50 \times 0,25 \times 2\ 400 \times 4,00 = 1\ 200,00\ kg$$

Peso propio de Viga de 5,80 m = 1740,00 kg.

Integración de cargas verticales para marcos en el sentido X, Eje 1-C.

Nivel 1, cargas muertas, entre ejes: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 y 5-6

$$W_{cm} = \frac{15.2 * (684) + 1\ 740}{5,80} = 2\ 092,55\ kg/m$$

Nivel 1, cargas vivas, Entre ejes: 1-2, 2-3, 3-4, 4-5 y 5-6.

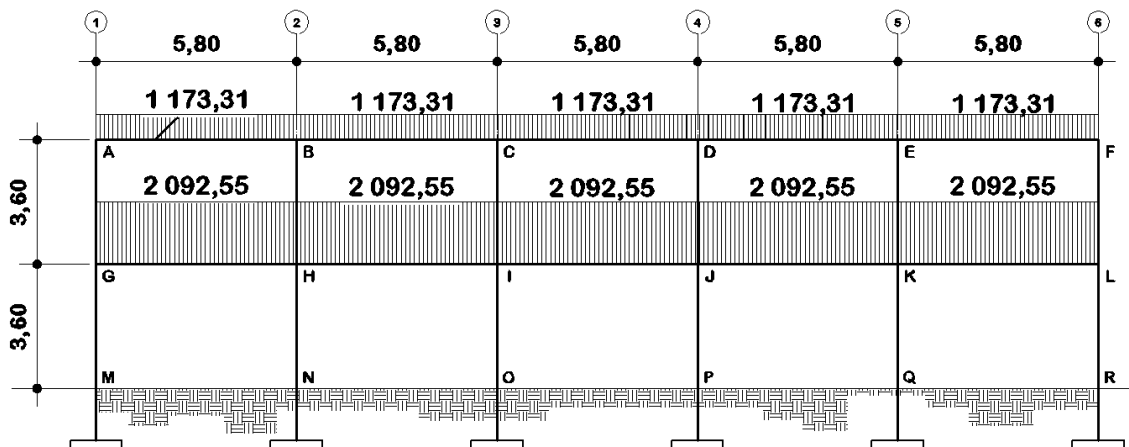
$$W_{cv} = \frac{7,60 * (250) + 7,60 * (500)}{5,80} = 982,76\ kg/m$$

Tabla LXV. Cargas distribuidas en ejes críticos

Eje 1-C					
Nivel 1					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 1-2	2 092,55	kg/m	W 1-2	982,76	kg/m
W 2-3	2 092,55	kg/m	W 2-3	982,76	kg/m
W 3-4	2 092,55	kg/m	W 3-4	982,76	kg/m
W 4-5	2 092,55	kg/m	W 4-5	982,76	kg/m
W 5-6	2 092,55	kg/m	W 5-6	982,76	kg/m
Nivel 2					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 1-2	1 173,31	kg/m	W 1-2	524,14	kg/m
W 2-3	1 173,31	kg/m	W 2-3	524,14	kg/m
W 3-4	1 173,31	kg/m	W 3-4	524,14	kg/m
W 4-5	1 173,31	kg/m	W 4-5	524,14	kg/m
W 5-6	1 173,31	kg/m	W 5-6	524,14	kg/m
Eje 2					
Nivel 1					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 1A-1B	1 668,00	kg/m	W 1-2	500,00	kg/m
W 1B-1C	1 668,00	kg/m	W 2-3	500,00	kg/m
W 1C-1-D	1 168,00	kg/m	W 3-4	1 000,00	kg/m
Nivel 2					
Cargas muertas			Cargas vivas		
W 1A-1B	968,00	kg/m	W 1-2	400,00	kg/m
W 1B-1C	968,00	kg/m	W 2-3	400,00	kg/m
W 1C-1-D	968,00	kg/m	W 3-4	400,00	kg/m

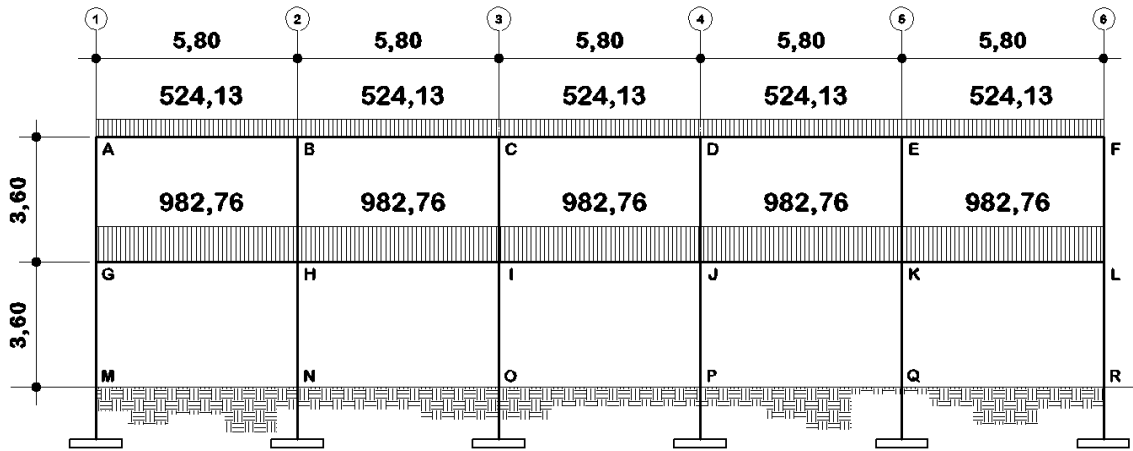
Fuente: elaboración propia en Excel 2010.

Figura 57. Cargas muertas en eje 1-C (Kg/m)



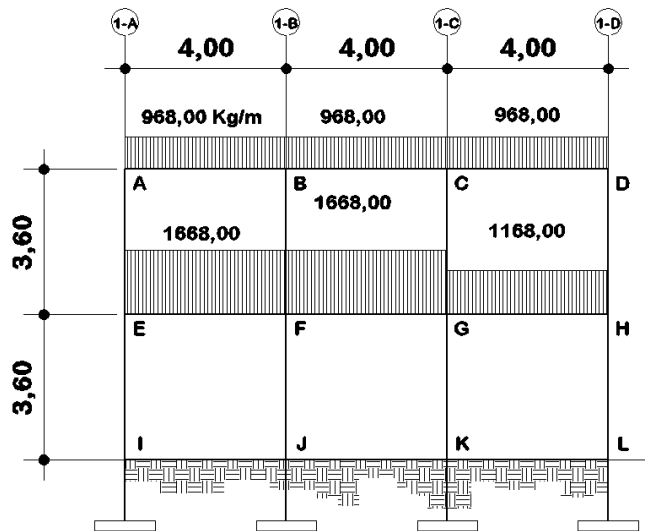
Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 58. Cargas vivas en eje 1-C (Kg/m)



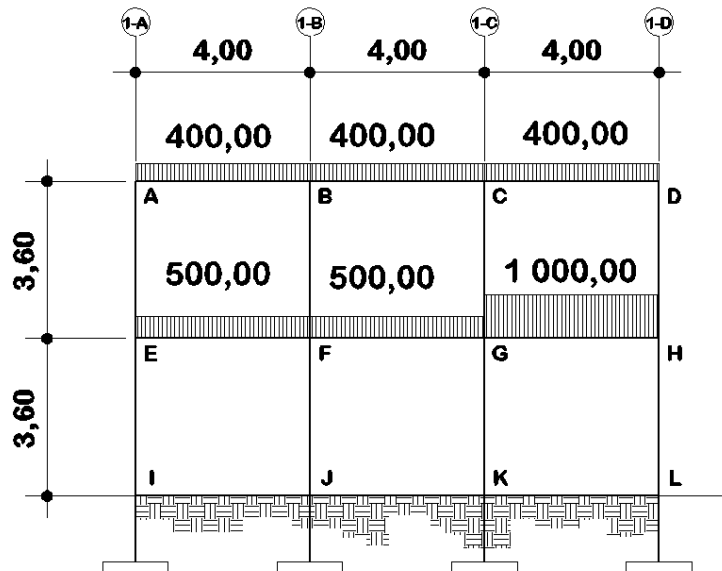
Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 59. Cargas muertas en eje 2



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 60. Cargas vivas en eje 2 (Kg/m)



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Cargas horizontales

Cálculo de corte basal mediante el método estático equivalente, AGIES 2010.

- Corte Basal

El corte basal de la estructura se obtiene mediante el producto del coeficiente sísmico de diseño por el peso de la estructura.

$$V_b = C_s \times W_s$$

Donde:

C_s = coeficiente sísmico de diseño

W_s = Peso total de la edificación.

- Cálculo del peso total de la estructura

Primero se desglosará el peso por nivel para obtener el peso de la estructura. Cada nivel contará con un rango de influencia como se muestra en la figura. Se determinará el peso muerto y un porcentaje de la carga viva, como se muestra más adelante.

Tabla LXVI. Peso del primer nivel

Calculo de peso de estructura nivel 1							
Elemento		Area/volumen	Cantidad	Densidad	Peso		
Losa	Espesor de losa 0.12 m	42,79 m ³	1,00 u	2400,00 kg/m ³	102696,00 kg		
Vigas	Concreto	0,10 m ²	164,00 m	2400,00 kg/m ³	38376,00 kg		
Columnas	Concreto	0,09 m ²	128,40 m	2400,00 kg/m ³	27734,40 kg		
Mamposteria	Muros de mamposteria	609,00 m ²	1,00 u	250,00 kg/m ²	152250,00 kg		
Pisos y acabados	Incluye acabados en muros, piso ceramico, puertas y ventanas	348,00 m ²	1,00 u	100,00 kg/m ²	34800,00 kg		
Instalaciones	Incluye tuberías, lamparas y accesorios.	348,00 m ²	1,00 u	35,00 kg/m ²	12180,00 kg		
	Peso total						368036,40 kg
	Peso total						368,04 ton

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla LXVII. Peso del segundo nivel

Calculo de peso de estructura nivel 2							
Elemento		Area/volumen	Cantidad	Densidad	Peso		
Losa	Espesor de losa 0.12 m	42,79 m ³	1,00 u	2400,00 kg/m ³	102696,00 kg		
Vigas	Concreto	0,10 m ²	164,00 m	2400,00 kg/m ³	38376,00 kg		
Columnas	Concreto	0,09 m ²	44,40 m	2400,00 kg/m ³	9590,40 kg		
Mamposteria	Muros de mamposteria	210,90 m ²	1,00 u	250,00 kg/m ²	52725,00 kg		
Pisos y acabados	Incluye acabados en muros, piso ceramico, puertas y ventanas	348,00 m ²	1,00 u	100,00 kg/m ²	34800,00 kg		
Instalaciones	Incluye tuberías, lamparas y accesorios.	348,00 m ²	1,00 u	35,00 kg/m ²	12180,00 kg		
	Peso total						250367,40 kg
	Peso total						250,37 ton

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Además de calcular el peso muerto de la estructura, la norma AGIES NSE-3, sección 1.10.3, establece que debe incluirse un 25% de la carga viva que no califica como reducible.

Cargas vivas: 250 kg/m² (Entrepiso)
 200 kg/m² (Azotea)

Cálculo de carga viva influyente:

$$CV_{\text{primer nivel}} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 348 \text{m}^2 \times 0.25 = 21\,750,00 \text{ kg} = 21,75 \text{ Ton}$$

$$CV_{\text{segundo nivel}} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 348 \text{m}^2 \times 0.25 = 17\,400,00 \text{ kg} = 17,40 \text{ Ton}$$

Determinación del peso total por nivel

$$W_{S_{\text{primer nivel}}} = 368,04 \text{ Ton} + 21,75 \text{ Ton} = 389,79 \text{ Ton}$$

$$W_{S_{\text{segundo nivel}}} = 250,37 \text{ Ton} + 17,40 \text{ Ton} = 267,77 \text{ Ton}$$

$$W_{S_{\text{Total}}} = 389,79 \text{ Ton} + 267,77 \text{ Ton} = 657,56 \text{ Ton}$$

- Determinación del índice sísmico de diseño

Categoría de obra

La edificación que se está diseñando es una obra importante, debido a que es un edificio educativo y museo.

Categoría de obra: Importante

- Índice de sismicidad y parámetros Scr y S1r.

Utilizando la zonificación Sísmica para La República de Guatemala NSE-2-10, figura 4-1. Se ha localizado San Lucas Sacatepéquez en la zona con las siguientes características.

$$I_0 = 4; S_{cr} = 1.50 g; S_{1r} = 0.55 g.$$

- Nivel de protección sísmica

El nivel de protección sísmica se obtiene en función del índice de sismicidad y la clasificación de la obra. Por medio de la siguiente tabla de la norma NSE-2-10 se interpola el índice de sismicidad y la categoría de la obra, establecida anteriormente.

Figura 61. Definiendo protección sísmica

Índice de Sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 5$	E	E	D	C
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder un sismo de diseño	5% en 50 años	5% en 50 años	10% en 50 años	No aplica
a) ver clasificación de obra en Capítulo 3, norma NSE 1 b) ver índice de sismicidad en Sección 4.2.1 c) ver Sección 4.3.4, para selección de espectro sísmico de diseño según probabilidad de excederlo d) para ciertas obras que hayan sido calificadas como "críticas" el ente estatal correspondiente puede considerar probabilidad de excedencia de 2% en 50 años ($K_d = 1.00$ en sección 4.3.4) e) "esencial" e "importante" tienen la misma probabilidad de excedencia – se diferencian en el Nivel de Protección y en las deformaciones laterales permitidas				

Fuente: tabla 4-1 de NSE-2-10.

Por medio de la interpolación se puede observar que la clasificación del nivel de protección es D, asimismo, la probabilidad del sismo de diseño será de 5% en 50 años y se define como un “sismo severo”.

- Clasificación del sitio

El suelo en el que estará la edificación, según el estudio de suelos, cumple con las características del suelo tipo D. Dicha categoría se define en la tabla 4-4 del NSE-2-10.

- Ajustes a parámetros

Determinación de coeficientes F_a y F_v .

Los coeficientes de sitio F_a y F_v se determinarán por medio de las tablas 4-2 y 4-3 de la norma NSE-2-10 del AGIES, interpolando el índice de sismicidad y la clase de sitio para ambos.

Los valores obtenidos son $F_a = 1,0$ y $F_v = 1,5$.

Determinación de coeficientes N_a y N_v .

Los valores N_a y N_v dependerán de la cercanía de la edificación a una falla geológica y se determinarán por medio de las tablas 4-6 y 4-7 de la Norma NSE-2-10 del AGIES.

Los valores obtenidos son $N_a = 1,0$ y $N_v = 1,0$.

Con los datos obtenidos anteriormente:

$$S_{cs} = 1,50 \times 1,0 \times 1,0 = 1,50$$

$$S_{1s} = 0,55 \times 1,50 \times 1,00 = 0,825$$

- Espectro calibrado al nivel de diseño requerido

Además de los ajustes realizados, el espectro se deberá calibrar según el tipo de sismo determinado, el cual variará según la probabilidad de ocurrencia del mismo. Se calibrará con las siguientes ecuaciones:

$$S_{cd} = K_d \times S_{cs} \quad (4 - 4 \text{ NSE} - 2 - 10)$$

$$S_{1d} = K_d \times S_{1s} \quad (4 - 4 \text{ NSE} - 2 - 10)$$

Anteriormente, se determinó que se diseñaría para un sismo severo con probabilidad de ocurrencia de 5% en 50 años.

En la sección 4,3,4,1 (NSE-4-10) se define un valor $K_d = 0,80$ para un sismo severo.

Calibrando el espectro:

$$S_{cd} = 0,80 \times 1,50 = 1,2$$

$$S_{1d} = 0,80 \times 0,825 = 0,66$$

- Cálculo del periodo fundamental "Ta".

$$T_a = K_T \times (h_n)^x$$

Donde:

h_n = altura total del edificio en metros

K_T y x se dan según el sistema estructural a utilizar en la edificación;
AGIES 2010.

(a) $K_T = 0.049$, $x=0.75$ para sistemas estructurales E2, E3, E4 o E5.

(b) $K_T = 0.047$, $x=0.90$ solamente para sistemas estructurales E1 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.

(c) $K_T = 0.047$, $x=0.85$ para sistemas E1 de concreto reforzado con fachadas rígidas o que no cumplan con el párrafo anterior.

(d) $K_T = 0.072$, $x=0.80$ solamente para sistemas estructurales E1 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.

(e) $K_T = 0.072$, $x=0.75$ para sistemas E1 de acero rigidizados.

La edificación cumple con las características del sistema estructural E-1 (Sistema de marcos de columnas y vigas) con fachadas rígidas por lo que $K_T=0,047$ y $x=0,85$, la altura del edificio es de $h_n=7,20m$. Entonces:

$$T_a = T = 0,047 x (7,20)^{0,85}$$

$$T_a = T = 0,25$$

- Cálculo del periodo de transición.

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}}$$

$$T_s = \frac{0,66}{1,20} = 0,55$$

- Cálculo de las ordenadas espectrales.

La ordenada espectral $S_a(T)$ puede variar según los periodos mediante las siguientes condiciones:

$$S_a(T) = S_{cd} \quad \text{si} \quad T \leq T_s$$

$$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \quad \text{si} \quad T > T_s$$

Según los cálculos anteriores:

$$T < T_s$$

$$0,25 < 0,55$$

Por lo que:

$$S_a(T) = 1,20$$

- Cálculo del coeficiente sísmico al límite de cedencia

Para determinar el coeficiente sísmico de diseño fue necesaria la realización de los cálculos anteriores ya que la ecuación que lo define es:

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R}$$

Donde:

$S_a(T)$ = Demanda sísmica de diseño para una estructura con un periodo T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio y calibrado según la probabilidad de ocurrencia.

R = Es el factor de reducción

El factor de reducción R se determina mediante la tabla 1-1 de la norma NSE-3-10, el cual para esta edificación de Marcos tipo A de concreto reforzado es de 8.

Entonces:

$$C_s = \frac{1,20}{8} = 0,15$$

La norma NSE-3-10 requiere que el C_s sea mayor a los valores mínimos determinados mediante las ecuaciones (2-2a) y (2-2b).

$$C_s > 0,044 * S_{cd} = 0,044 * 1,20 = 0,05$$

$$C_s > \frac{0,5xS_{1r}}{R} = \frac{0,5x0,55}{8} = 0,034$$

Por lo que el C_s calculado es mayor a ambos valores mínimos y será utilizado para el cálculo de corte basal de la edificación.

- Cálculo del corte basal

Utilizando los valores anteriormente calculados:

$$V_B = C_s x W_s$$

$$V_B = 0,15 x 657,56$$

$$V_B = 98,634$$

- Distribución de fuerzas sísmicas por nivel.

Para distribuir las fuerzas se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$F_i = C_{vi} \times V_B$$

$$C_{vi} = \frac{W_{vi} \times h_i^k}{\sum(W_i \times h_i^k)}$$

Donde:

F_i = Cortante de cedencia en el nivel i de la edificación

H_i = Altura del nivel i desde el nivel del suelo

$K = 1$ para $T \leq 0,5$ s

$K = 0,75$ para $0,5 < T \leq 2,5$ s

$K = 2$ para $T \geq 2,5$ s

Para esta edificación se utilizará $K = 1$

$$C_{v1} = \frac{(389,79 \times 5,35)^1}{((267,77 \times 7,2)^1 + (389,79 \times 5,35)^1)} = 0,5196$$

$$C_{v2} = \frac{(267,77 \times 7,2)^1}{((267,77 \times 7,2)^1 + (389,79 \times 5,35)^1)} = 0,4804$$

$$F_1 = 0,5196 \times 98,634 = 51,25 \text{ Ton}$$

$$F_2 = 0,4804 \times 98,634 = 47,38 \text{ Ton}$$

Tabla LXVIII. **Determinación de fuerzas por nivel**

Nivel	W_i (ton)	h_i (m)	$(W_i \cdot h_i)^k$	C	V	F
2,00	267,77	7,20	1 927,94	0,58	98,63	57,08
1,00	389,79	3,60	1 403,24	0,42	98,63	41,55
		$\Sigma(W_i \cdot h_i)^k$	3 331,19			

Fuente: elaboración propia.

- Determinación de fuerza sísmica por marco

- Cálculo de rigidez

La rigidez se calculará con la siguiente formula.

$$K = \frac{Inercia}{L} \times (no. de elementos)$$

Dónde:

$$Inercia = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

La rigidez será determinada en ambos sentidos.

- Cálculo de inercia

Inercia en columnas:

$$I_c = \frac{1}{12} \times 30 \times (30)^3 = 67\,500,00 \text{ cm}^4$$

Inercia en vigas:

$$I_v = \frac{1}{12} \times 25 \times (50)^3 = 260\,416,67 \text{ cm}^4$$

En el sentido X para ambos niveles.

Debido a la simetría de los ejes, la rigidez total de columnas y vigas en el sentido X será igual para todos los marcos.

Rigidez total de columnas, para el Eje 1-A, 1-B, 1-C y 1-D

$$\sum K_c = \frac{67\,500,00}{360} \times 6 \text{ columnas} = 1\,125,00 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas, para el Eje 1-A, 1-B, 1-C y 1-D

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{580} \times 5 \text{ vigas} = 2\,244,97 \text{ cm}^3$$

En el sentido Y para ambos niveles.

Debido a la simetría de los ejes la rigidez total de columnas y vigas en el sentido Y será igual para todos los marcos.

Rigidez total de columnas, para el Eje 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

$$\sum K_c = \frac{67\,500,00}{360} \times 4 \text{ columnas} = 750,00 \text{ cm}^3$$

Rigidez total de Vigas, para el Eje 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

$$\sum K_v = \frac{260\,416,67}{400} \times 3 \text{ vigas} = 1\,953,13 \text{ cm}^3$$

Para primer entrepiso.

$$R_i = \frac{48E}{h_i * \left[\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_i + h_{sup}}{\sum K_{vi} + \frac{\sum K_{ci}}{12}} \right]}$$

Para entrepiso intermedio y superior.

$$R_i = \frac{48E}{h_i * \left[\frac{4 * h_i}{\sum K_{ci}} + \frac{h_{inf} + h_i}{\sum K_{v-inf}} + \frac{h_i + h_{sup}}{\sum K_{v-i}} \right]}$$

Donde:

hi = Altura del nivel bajo estudio.

hinf = Altura del nivel inferior al nivel bajo estudio.

hsup = Altura del nivel superior al nivel bajo estudio.

$\sum K_{ci}$ = Sumatoria de rigideces de columnas en el nivel bajo estudio.

$\sum K_{vi}$ = Sumatoria de rigideces de vigas en el nivel bajo estudio.

$\sum K_{vinf}$ = Sumatoria de rigideces de vigas en el nivel inferior al nivel bajo estudio.

En el sentido X del primer nivel.

$$R_{ix} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4 * 360}{1\ 125,00} + \frac{360 + 360}{2\ 244,97 + \frac{1\ 125,00}{12}} \right]} = 0,08397 E$$

En el sentido Y del primer nivel.

$$R_{iy} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4*360}{750} + \frac{360+360}{1\,953,13 + \frac{750}{12}} \right]} = 0,05855 E$$

En el sentido X del segundo nivel.

$$R_{ix} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4*360}{1\,125} + \frac{360+360}{2\,244,97} + \frac{360+0}{2\,244,97} \right]} = 0,02138 E$$

En el sentido Y del segundo nivel.

$$R_{iy} = \frac{48E}{360 * \left[\frac{4*360}{750} + \frac{360+360}{1\,953,13} + \frac{360+0}{1\,953,13} \right]} = 0,05392 E$$

- Cálculo del centro de rigidez

Para el cálculo del centro de rigidez se utilizarán los datos calculados en cada marco, por lo que se presentarán en una tabla.

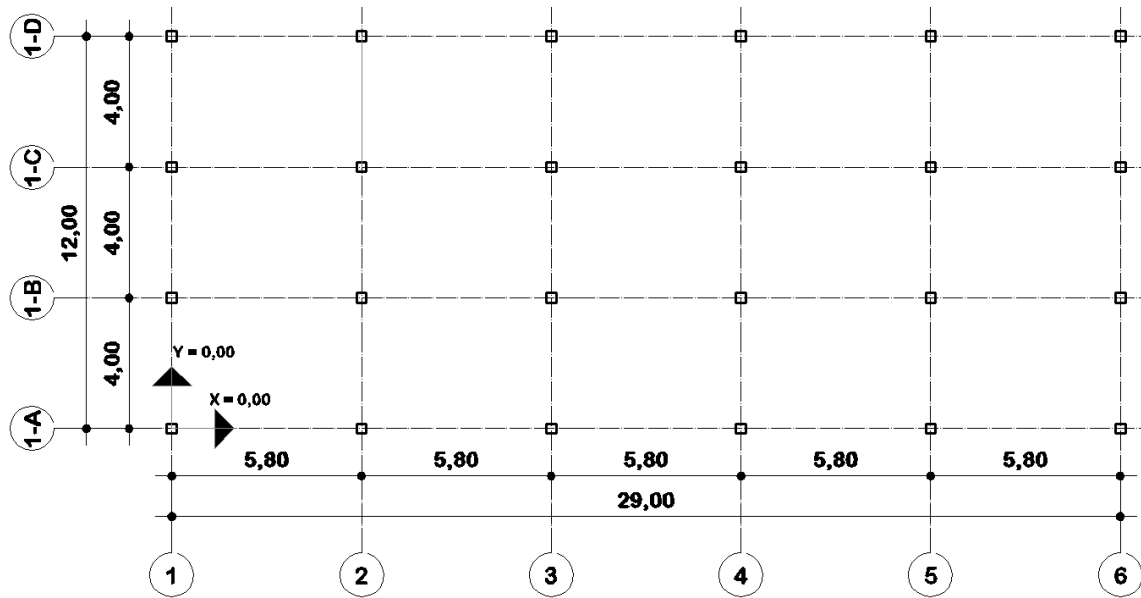
El centro de rigidez se calculará con las siguientes ecuaciones:

$$Cr_x = \frac{\sum R_y}{\sum R_y * X}$$

$$Cr_y = \frac{\sum R_x}{\sum R_x * Y}$$

Donde X y Y, serán las coordenadas en plano cartesiano donde está ubicado cada eje utilizando en la coordenada (0,00.0,00), como se muestra en la imagen.

Figura 62. Direcciones de plano cartesiano en planta del edificio



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

Tabla LXIX. Datos y cálculos la determinación del centro de rigidez

Sentido X								
Marco	Hi	$4 \cdot Hi / \sum Kc$	hi+hsup	$\sum Kv + \sum Kn/12$	48E	R	Y	R*Y
Eje 1-A	360,0000	1,2800	720,0000	2015,6250	48,0000	0,0814	0,0000	0,0000
Eje 1-B	360,0000	1,2800	720,0000	2015,6250	48,0000	0,0814	4,0000	0,3258
Eje 1-C	360,0000	1,2800	720,0000	2015,6250	48,0000	0,0814	8,0000	0,6515
Eje 1-D	360,0000	1,2800	720,0000	2015,6250	48,0000	0,0814	12,0000	0,9773
						0,3258		1,9545

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Cálculo del centro de rigidez en Y.

$$Cr_y = \frac{0,3258}{1,9545} = 6,00$$

Figura 63. Datos y cálculos para la determinación del centro de rigidez

Sentido Y								
Marco	Hi	4*Hi/Σ Kc	hi+hsup	Σ Kv + Σ Kcn/12	48E	R	X	R*X
Eje 1	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	0,0000	0,0000
Eje 2	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	5,8000	0,3471
Eje 3	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	11,6000	0,6942
Eje 4	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	17,4000	1,0414
Eje 5	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	23,2000	1,3885
Eje 6	360,0000	1,9200	720,0000	2338,7213	48,0000	0,0598	29,0000	1,7356
						0,3591		5,2068

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Cálculo del centro de rigidez en X.

$$Cr_x = \frac{0,3591}{5,2068} = 14,50$$

Las coordenadas para el centro de rigidez son (6,00.14,50). Dichas coordenadas coinciden con el centro geométrico de la edificación. Debido a la simetría de la edificación el centro de masa es igual al centro geométrico de la edificación. Por lo que no existe excentricidad. Sin embargo, la normas del AGIES establecen que debe considerarse una excentricidad accidental, igual al 5,00% de la dimensión perpendicular a las fuerzas consideradas.

- Calculando las excentricidades

Excentricidad calculada

$$e_{cx} = Cm_x - Cr_x$$

$$e_{cx} = 6,00 - 6,00 = 0,00$$

$$e_{cy} = 14,50 - 14,50 = 0,00$$

Excentricidad total

$$e_{dx} = e_{cx} + e_{acx}$$

$$e_{dx} = 0,00 + (0,05 * 29,00) = 1,45 \text{ m}$$

$$e_{dy} = 0,00 + (0,05 * 12,00) = 0,60 \text{ m}$$

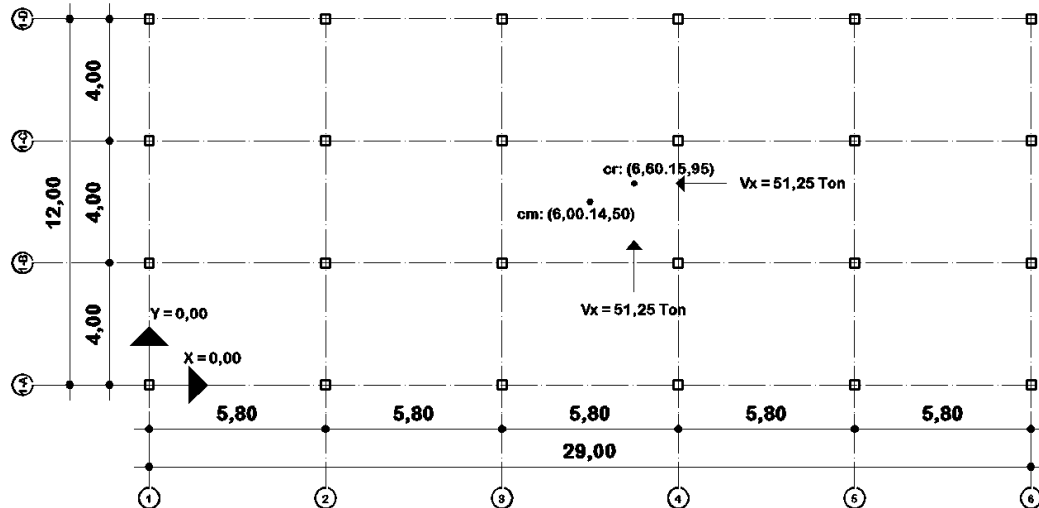
Cálculo del momento torsionante provocado por la excentricidad.

Para el cálculo de dicho momento se debe utilizar la fuerza cortante calculada para el nivel bajo estudio con un brazo igual a la excentricidad

$$Mt_x = ed_y * V$$

$$Mt_y = ed_x * V$$

Figura 64. Diagrama de centros de masa y rigidez, primer nivel

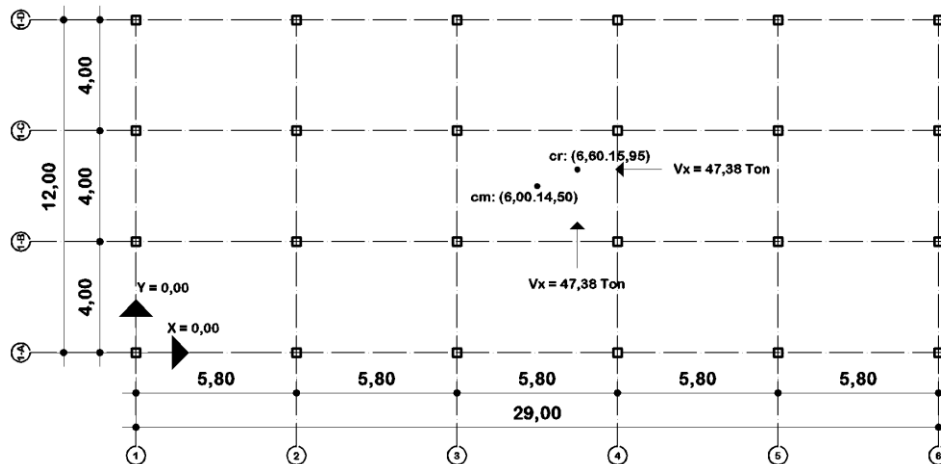


Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

$$Mt_x = 0,60 * 41,54 = 24,92 \text{ Ton} - m$$

$$Mt_y = 1,45 * 41,54 = 60,233 \text{ Ton} - m$$

Figura 65. Diagrama de centros de masa y rigidez, segundo nivel



Fuente elaboración propia, AutoCAD 2013.

$$Mt_x = 0,60 * 57,08 = 34,24 \text{ Ton} - m$$

$$Mt_y = 1,45 * 57,08 = 82,76 \text{ Ton} - m$$

- Cálculo de fuerza cortante

La fuerza cortante es la sumatoria del corte directo con el corte por torsión.

Los cuales se determinarán con las siguientes ecuaciones:

- Corte directo

$$V_{dix} = \frac{R_i}{\sum R_i} * V_i$$

- Corte por torsión

$$V_{ix} = \left[\frac{R_x * Y_{it}}{\sum (R_x * Y_{it}^2 + R_y * X_{it}^2)} \right] * Mt_x$$

$$V_{iy} = \left[\frac{R_y * Y_{it}}{\sum (R_x * Y_{it}^2 + R_y * X_{it}^2)} \right] * Mt_y$$

- Cálculo de corte directo

Debido a la simetría de los marcos el cálculo del corte directo es igual para todos los marcos en el sentido X y en el sentido Y.

Para primer nivel

Tabla LXX. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “X”**

Marco	R	Y	R*Y	V directo	Cty	Yit	Rix Yit	Rix Yit^2
Eje 1-A	0,0814	0,00	0,00	10,385	6,6	-6,60	-0,5375	3,5475
Eje 1-B	0,0814	4,00	0,33	10,385	6,6	-2,60	-0,21174	0,55053
Eje 1-C	0,0814	8,00	0,65	10,385	6,6	1,40	0,114015	0,159621
Eje 1-D	0,0814	12,00	0,98	10,385	6,6	5,40	0,439773	2,374773
ΣRx	0,3258						ΣRx*(Yit)^	6,6324

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla LXXI. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “Y”**

Marco	R	X	R*X	V directo	Ctx	Xit	Rix Xit	Rix Xit^2
Eje 1	0,059848	0,00	0	6,923333	15,95	-15,95	-0,95458	15,22552
Eje 2	0,059848	5,80	0,347119	6,923333	15,95	-10,15	-0,60746	6,165706
Eje 3	0,059848	11,60	0,694239	6,923333	15,95	-4,35	-0,26034	1,132477
Eje 4	0,059848	17,40	1,041358	6,923333	15,95	1,45	0,08678	0,125831
Eje 5	0,059848	23,20	1,388477	6,923333	15,95	7,25	0,433899	3,145768
Eje 6	0,059848	29,00	1,735596	6,923333	15,95	13,05	0,781018	10,19229
ΣRy	0,3591						ΣRx*(Xit)^	35,9876

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Nivel 1

Eje A

Corte directo

$$V_{d1x} = \frac{0,0814}{0,2300} * 41,54 = 10,385 \text{ Ton}$$

Cálculo de corte por torsión

$$V_{tx} = \left[\frac{-0,5375}{6,6324 + 35,9876} \right] * 24,92 = -0,3143 \text{ Ton}$$

Cálculo del cortante total

Como se mencionó anteriormente el cortante total será igual a:

Eje 1-A

$$V_{total} = Vd + Vt$$

$$V_{total} = 10,385 + (-0,31433) = 10,0767 \text{ Ton}$$

Tabla LXXII. **Resultados de corte por torsión y total en eje X**

Marco	V directo	Vt	Vtotal
Eje 1-A	10,385	-0,31433	10,07067
Eje 1-B	10,385	-0,12383	10,26117
Eje 1-C	10,385	0,066676	10,45168
Eje 1-D	10,385	0,257177	10,64218

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla LXXIII. **Resultados de corte por torsión y total en eje Y**

Marco	V directo	Vt	Vtotal
Eje 1	6,923333	-1,34906	5,57427
Eje 2	6,923333	-0,85849	6,064839
Eje 3	6,923333	-0,36793	6,555407
Eje 4	6,923333	0,122642	7,045975
Eje 5	6,923333	0,613211	7,536544
Eje 6	6,923333	1,103779	8,027112

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Para segundo nivel

Tabla LXXIV. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “X”**

Marco	R	Y	R*Y	V directo	Cty	Yit	Rix Yit	Rix Yit^2
Eje 1-A	0,075711	0	891,6585	7,135	6,6	-6,6	-0,49969	3,297985
Eje 1-B	0,075711	4	284,2423	7,135	6,6	-2,6	-0,19685	0,511809
Eje 1-C	0,075711	8	237,4317	7,135	6,6	1,4	0,105996	0,148394
Eje 1-D	0,075711	12	270,1138	7,135	6,6	5,4	0,408841	2,207742
ΣRy	0,3028						ΣRx*(Yit)^	6,16593

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla LXXV. **Datos y cálculos para la determinación de corte por torsión, Marcos en “Y”**

Marco	R	X	R*X	V directo		Xit	Rix Xit	Rix Xit^2
Eje 1	0,053916	0	0	4,756667	15,95	-15,95	-0,85997	13,71649
Eje 2	0,053916	5,8	0,312716	4,756667	15,95	-10,15	-0,54725	5,554612
Eje 3	0,053916	11,6	0,625431	4,756667	15,95	-4,35	-0,23454	1,020235
Eje 4	0,053916	17,4	0,938147	4,756667	15,95	1,45	0,078179	0,113359
Eje 5	0,053916	23,2	1,250863	4,756667	15,95	7,25	0,390895	2,833986
Eje 6	0,053916	29	1,563578	4,756667	15,95	13,05	0,70361	9,182114
ΣRy	0,3235			28,54			ΣRx*(Xit)^	32,4208

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla LXXVI. **Resultados de corte por torsión y total en eje X 2do. Nivel**

Marco	V directo	Vt	Vtotal
Eje 1-A	7,135	-0,44351	6,691491
Eje 1-B	7,135	-0,17472	6,960284
Eje 1-C	7,135	0,094078	7,229078
Eje 1-D	7,135	0,362871	7,497871

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

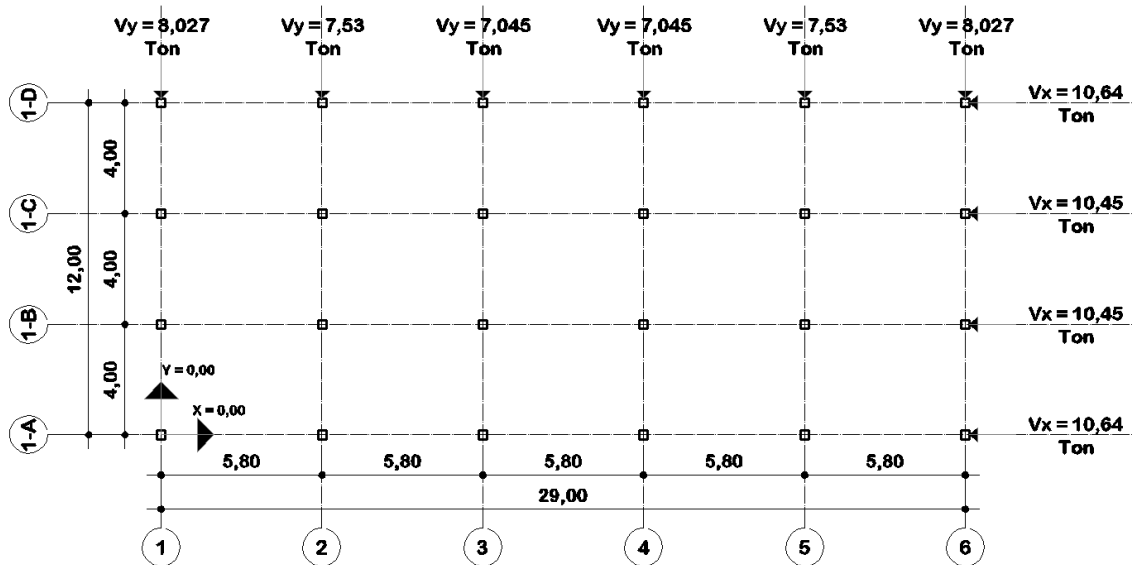
Tabla LXXVII. Resultados de corte por torsión y total en eje Y 2do. Nivel

Marco	V directo	Vt	Vtotal
Eje 1	4,756667	-1,84458	2,912091
Eje 2	4,756667	-1,17382	3,582846
Eje 3	4,756667	-0,50307	4,253601
Eje 4	4,756667	0,167689	4,924355
Eje 5	4,756667	0,838443	5,59511
Eje 6	4,756667	1,509198	6,265865

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

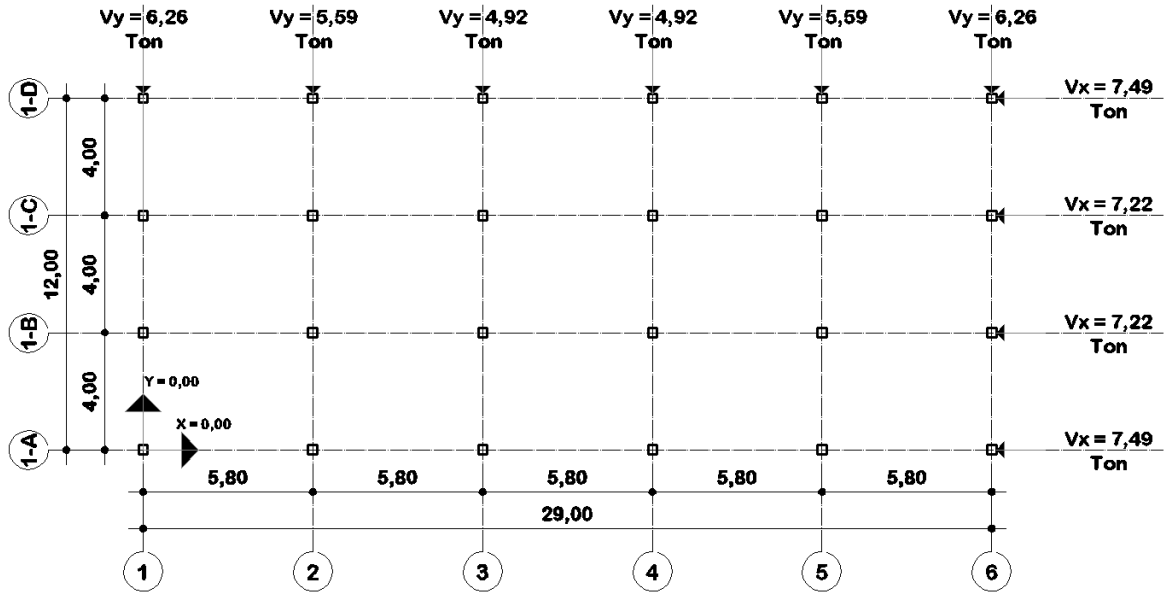
Las fuerzas por sismo se distribuyen de la siguiente manera, debido a que el sismo puede ocurrir en ambos sentidos se utilizarán las cargas horizontales más grandes.

Figura 66. Distribución de fuerzas horizontales en primer nivel



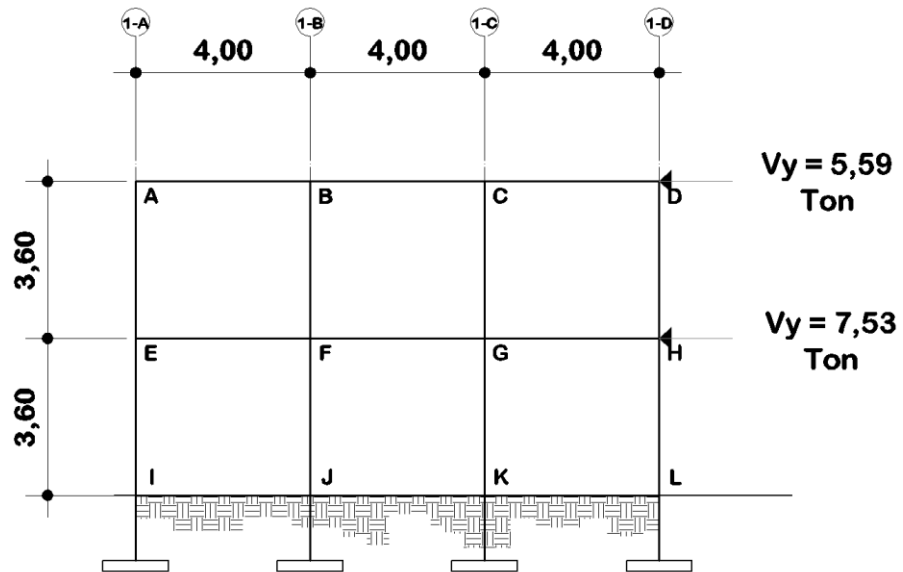
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 67. Distribución de fuerzas horizontales en segundo nivel



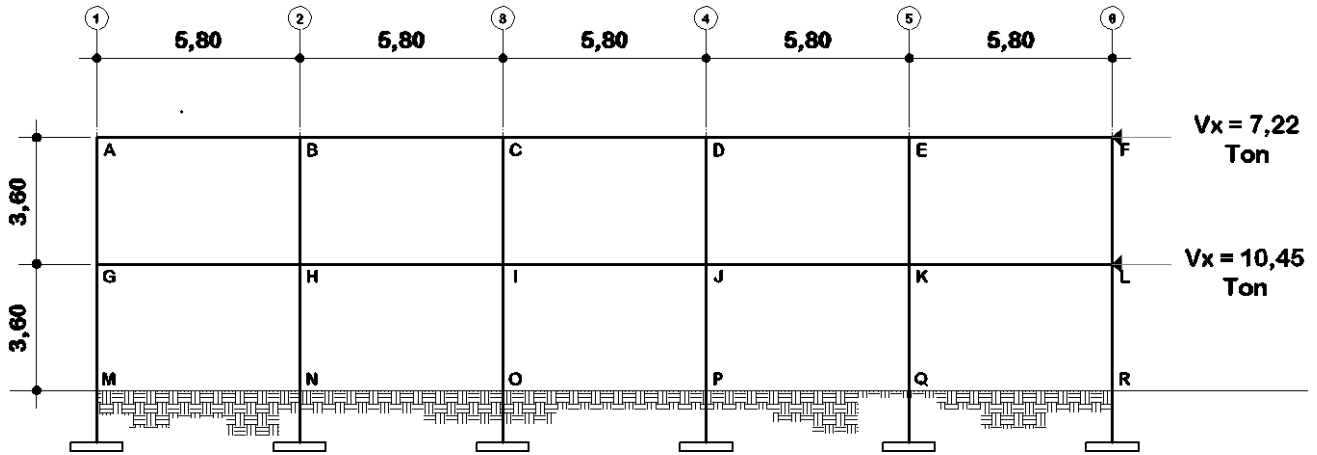
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 68. Cargas sísmicas en eje 2



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 69. Cargas sísmicas en eje 1-C



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

2.2.5.1. Análisis de marcos dúctiles por método de Kani

- Cálculo de momentos fijos

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

$$MF_{AB} = -\frac{0,4 * 4^2}{12} = -0,53 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXVIII. **Momentos fijos**

MF	Ton-m	MF	Ton-m
A-B	-0,53	E-F	-0,67
B-A	0,53	F-E	0,67
B-C	-0,53	F-G	-0,67
C-B	0,53	G-F	0,67
C-D	-0,53	G-H	-1,33
D-C	0,53	H-G	1,33

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de momentos de sujeción

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

$$MS_A = -0,53 + 0 = -0,53 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXIX. **Momentos de sujeción**

MS	Ton-m	MS	Ton-m
A	-0,53	E	-0,67
B	0	F	0
C	0	G	-0,67
D	0,53	H	1,33

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de inercia

$$I_{columna} = \frac{0,30 * 0,3^2}{12} = 0,00068$$

$$I_{viga} = \frac{0,25 * 0,50^2}{12} = 0,0026$$

- Cálculo de inercia relativa

$$I_{columna} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{0,0026}{0,00068} = 3,86$$

- Cálculo de rigidez de los elementos

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

$$K_{vigas} = \frac{3,86}{4} = 0,96$$

$$K_{columnas} = \frac{1}{3,60} = 0,28$$

- Factor de giro

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

Nudo A.

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,96}{0,27 + 0,96} \right) = -0,39$$

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,27}{0,27 + 0,96} \right) = -0,11$$

Tabla LXXX. Factores de giro de carga viva para marco de eje 2

Factor de giro							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
A-B	-0,39	B-A	-0,22	C-B	-0,22	D-C	-0,39
A-E	-0,11	B-F	-0,063	C-G	-0,063	D-H	-0,11
		B-C	-0,22	C-D	-0,22		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
E-A	-0,091	F-E	-0,19	G-F	-0,19	H-B	-0,091
E-F	-0,32	F-B	-0,056	G-C	-0,05	H-G	-0,32
E-I	-0,091	F-G	-0,19	G-H	-0,19	H-L	-0,091
		F-J	-0,056	G-K	-0,056		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = -0,53 * -0,39 = 0,2070 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = -0,53 * -0,11 = 0,05963 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXI. Momentos de primera iteración de carga viva para marco de eje 2

Momentos de primera iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,207	B-A	-0,04524	C-B	0,009887	D-C	-0,2109
A-E	0,056963	B-F	-0,01303	C-D	0,00987	D-H	-0,0607
		B-C	-0,04524	C-G	0,002848		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0,2045	F-G	-0,03769	G-H	0,2072	H-D	-0,1163
E-A	0,05891	F-B	-0,01085	G-C	0,05968	H-G	-0,4037
E-I	0,05891	F-E	-0,03769	G-K	0,05968	H-L	-0,1163
		F-J	-0,03769	G-F	0,2072		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Segunda iteración

Nudo A

$$M_{AB} = (-0,53 - 0,04524 + 0,0589) * -0,39 = 0,2017 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = (-0,53 - 0,04524 + 0,0589) * -0,11 = 0,05809 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXII. **Momentos de segunda iteración de carga viva para marco de eje2**

Momentos de segunda iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,2017	B-A	-0,04387	C-B	0,04263	D-C	-0,1785
A-E	0,05809	B-F	-0,01264	C-D	0,4263	D-H	-0,05139
		B-C	-0,04387	C-G	0,01228		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0,21881	F-G	-0,08112	G-H	0,226	H-D	-0,1361
E-A	0,06302	F-B	-0,02336	G-C	0,0651	H-G	-0,4724
E-I	0,21881	F-E	-0,08112	G-K	0,0651	H-L	-0,1361
		F-J	-0,02336	G-F	0,226		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de los momentos calculados se repitan en cada una de las iteraciones. En este marco se realizaron trece iteraciones.

- Momentos finales

Nudo A

$$M_{AB} = -0,53 + 2 * (0,19981) - 0,04496 = -0,1786 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = 0 + 2 * (0,05754) + 0,06356 = 0,1786 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXIII. **Momentos finales de carga viva para marco de eje 2**

Momentos finales							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	-0,1786	B-A	0,6432	C-B	0,55012	D-C	0,2343
A-E	0,1786	B-F	-0,05084	C-G	0,08643	D-H	-0,2343
			-0,5923	C-D	-0,6365		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0,1847	F-G	-0,6015	G-H	-1,3402	H-D	-0,326
E-A	-0,3118	F-B	-0,06283	G-C	0,1462	H-G	0,6045
E-I	0,1271	F-E	0,7142	G-K	0,1373	H-L	-0,2785
		F-J	-0,04988	G-F	1,0567		
Nudo I		Nudo J		Nudo K		Nudo L	
I-E	0,06357	J-F	-0,02494	K-G	0,06864	L-H	-0,1393

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Momento positivo en vigas

$$M_{AB} = \frac{0,4 * 4^2}{8} - \frac{|-0,1787| + |0,6432|}{2} = 0,3890 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXIV. **Momentos finales de carga viva para marco de eje 2**

Momentos positivos					
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,389	B-C	0,2287	C-D	0,3646
E-F	0,487	F-G	0,1709	G-H	1,0276

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Este mismo procedimiento se utilizó para las cargas muertas del eje 2; cargas vivas del eje 1-C y cargas muertas del eje 1-C

- Carga sísmica

El procedimiento para el cálculo de momentos generados por la carga sísmica es similar al de las cargas verticales agregando un momento de piso para cada nivel y su factor de corrimiento.

- Momentos fijos

Los momentos fijos para este procedimiento es igual a cero debido a que no se cuenta con cargas verticales y las cargas horizontales están siendo aplicadas en el nodo de cada nivel.

- Momentos de sujeción

Debido a que los momentos fijos son igual a 0 la sumatoria en cada nodo, la cual es igual al momento de sujeción es igual a 0.

- Cálculo de inercia

$$I_{columna} = \frac{0,30 * 0,3^2}{12} = 0,00068$$

$$I_{viga} = \frac{0,25 * 0,50^2}{12} = 0,0026$$

- Cálculo de inercia relativa

$$I_{columna} = 1$$
$$I_{viga} = \frac{0,0026}{0,00068} = 3,86$$

- Cálculo de rigidez de los elementos

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

$$K_{vigas} = \frac{3,86}{4} = 0,96$$

$$K_{columnas} = \frac{1}{3,60} = 0,28$$

- Factor de giro

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

Nudo A

$$\mu_{AB} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,96}{0,27 + 0,96} \right) = -0,39$$

$$\mu_{AE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0,27}{0,27 + 0,96} \right) = -0,11$$

Tabla LXXXV. Factores de giro de carga sísmica para marco de eje 2

Factor de giro							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
A-B	-0,39	B-A	-0,22	C-B	-0,22	D-C	-0,39
A-E	-0,11	B-F	-0,063	C-G	-0,063	D-H	-0,11
		B-C	-0,22	C-D	-0,22		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro	μ	F. Giro
E-A	-0,091	F-E	-0,19	G-F	-0,19	H-B	-0,091
E-F	-0,32	F-B	-0,056	G-C	-0,056	H-G	-0,32
E-I	-0,091	F-G	-0,19	G-H	-0,19	H-L	-0,091
		F-J	-0,056	G-K	-0,056		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Cálculo de factor de corrimiento

Debido a que la rigidez de las columnas del primer y segundo nivel son iguales, el factor de corrimiento para cada columna es igual a:

$$\ddot{U} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0,28}{0,28 + 0,28 + 0,28 + 0,28} \right) = -0,375$$

- Cálculo de momento de piso

$$M_2 = \frac{(5,59) * 3,60}{3} = 6,70 \text{ Ton} - m$$

$$M_1 = \frac{(5,59 + 7,53) * 3,60}{3} = 15,74 \text{ Ton} - m$$

- Primera iteración

Nudo A

$$M_{AB} = 0 * -0,39 = 0 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = 0 * -0,11 = 0 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXVI. Factores de giro de carga sísmica para marco de eje 2

Momentos de primera iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0	B-A	0	C-B	0	D-C	0
A-E	0	B-F	0	C-D	0	D-H	0
		B-C	0	C-G	0		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	0	F-G	0	G-H	0	H-D	0
E-A	0	F-B	0	G-C	0	H-G	0
E-I	0	F-E	0	G-K	0	H-L	0
		F-J	0	G-F	0		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2do. Nivel

$$M_{1-A,1-B,1-C,1-D} = (6,708 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) * -0,375$$

$$= -2,5155 \text{ Ton} - m$$

1er. Nivel

$$M_{1-A,1-B,1-C,1-D} = (15,74 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) * -0,375$$

$$= -5,904 \text{ Ton} - m$$

- Segunda iteración.

Nudo A

$$M_{AB} = (-2,515) * -0,39 = 0,977 \text{ Ton} - m$$

$$M_{AE} = (-2,515) * -0,11 = 0,281 \text{ Ton} - m$$

Tabla LXXXVII. **Momentos de segunda iteración de carga sísmica para marco de eje 2**

Momentos de segunda iteración							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	0,977	B-A	0,336	C-B	0,476	D-C	0,792
A-E	0,281	B-F	0,097	C-D	0,476	D-H	0,228
		B-C	0,336	C-G	0,137		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	2,137	F-G	1,401	G-H	1,103	H-D	0,748
E-A	0,616	F-B	0,404	G-C	0,318	H-G	0,2599
E-I	0,616	F-E	1,401	G-K	0,318	H-L	0,813
		F-J	0,404	G-F	1,103		

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2do. Nivel

$$\begin{aligned}M_{1-A,1-B,1-C,1-D} &= (6,708 + 0,281 + 0,616 + 0,097 + 0,404 + 0,137 + 0,318 + 0,228 \\ &+ 0,748) * -0,375 = -3,576 \text{ Ton} - m\end{aligned}$$

1er. Nivel

$$\begin{aligned}M_{1-A,1-B,1-C,1-D} &= (15,74 + 0,616 + 0 + 0,404 + 0 + 0,318 + 0 + 0,748 + 0) \\ &* -0,375 = -6,6859 \text{ Ton} - m\end{aligned}$$

Las iteraciones se siguen realizando hasta que los valores de los momentos calculados se repitan en cada una de las iteraciones. En este marco se realizaron hasta once iteraciones.

- Momentos finales

Nudo A

$$\begin{aligned}M_{AB} &= 0 + 2 * (0,948) + 0,429 = 2,325 \text{ Ton} - m \\ M_{AE} &= 0 + 2 * (0,273) + 0,821 - 3,69 = -2,325 \text{ Ton} - m\end{aligned}$$

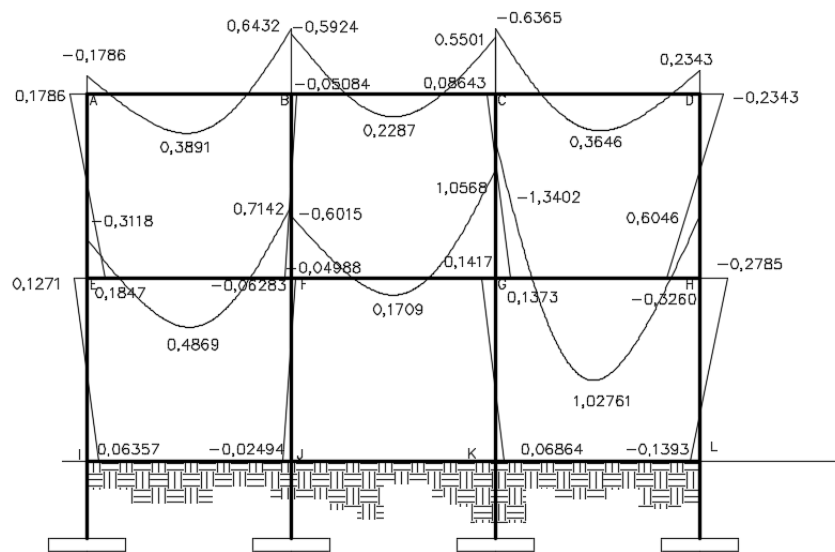
Tabla LXXXVIII. **Momentos de segunda iteración de carga sísmica para marco de eje 2**

Momentos finales							
Nudo A		Nudo B		Nudo C		Nudo D	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
A-B	2,325	B-A	1,806	C-B	1,287	D-C	2,325
A-E	-2,325	B-F	-3,09	C-G	-3,09	D-H	-2,325
		B-C	1,287	C-D	1,806		
Nudo E		Nudo F		Nudo G		Nudo H	
M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m	M	Ton-m
E-F	6,919	F-G	3,658	G-H	5,288	H-D	-1,78
E-A	-1,78	F-B	-2,87	G-C	-2,87	H-G	6,919
E-I	-5,15	F-E	5,288	G-K	-6,08	H-L	-5,14
		F-J	-6,08	G-F	3,658		
Nudo I		Nudo J		Nudo K		Nudo L	
I-E	-5,96	J-F	-6,43	K-G	-6,43	L-H	-5,96

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

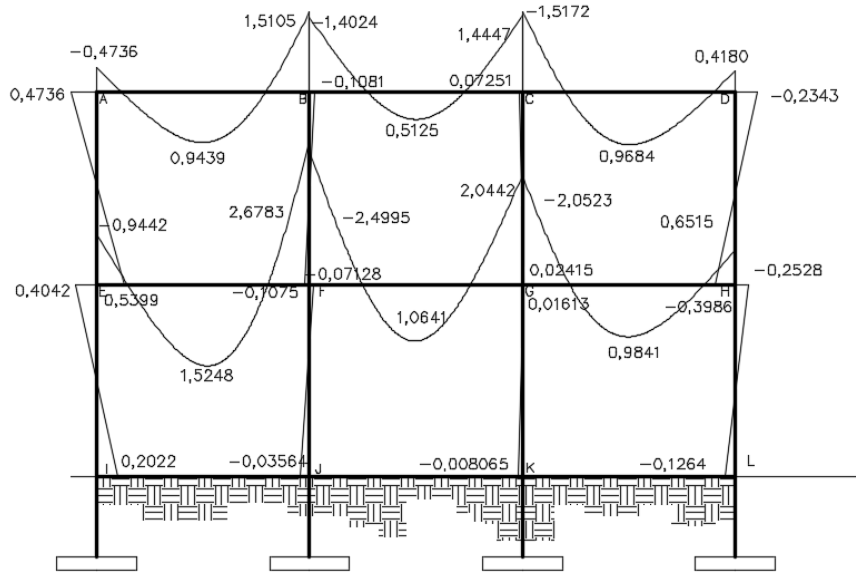
Este mismo procedimiento se utilizó para las cargas sísmicas en el eje 1-C. Por lo que los marcos con sus momentos finales se representan gráficamente a continuación, los momentos están dados en Ton-m.

Figura 70. **Momentos de carga viva en eje 2**



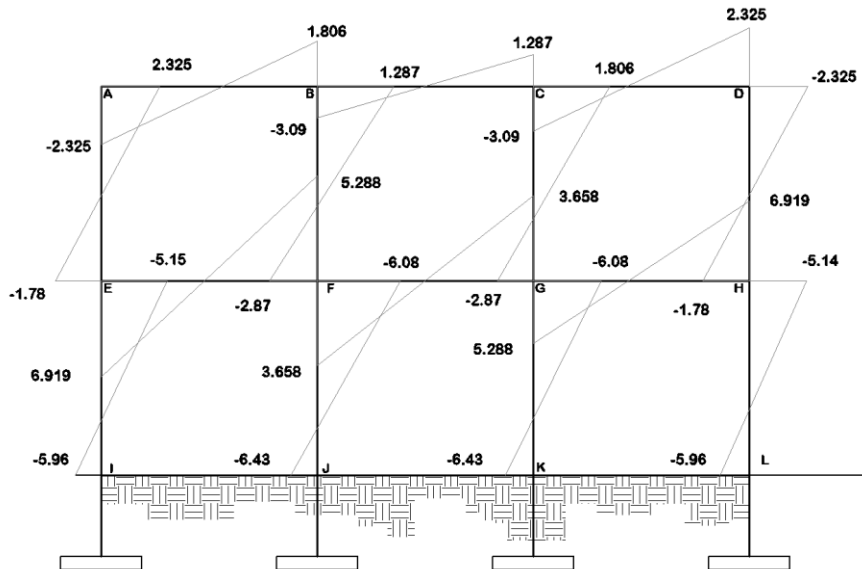
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 71. **Momentos de carga muerta en eje 2**



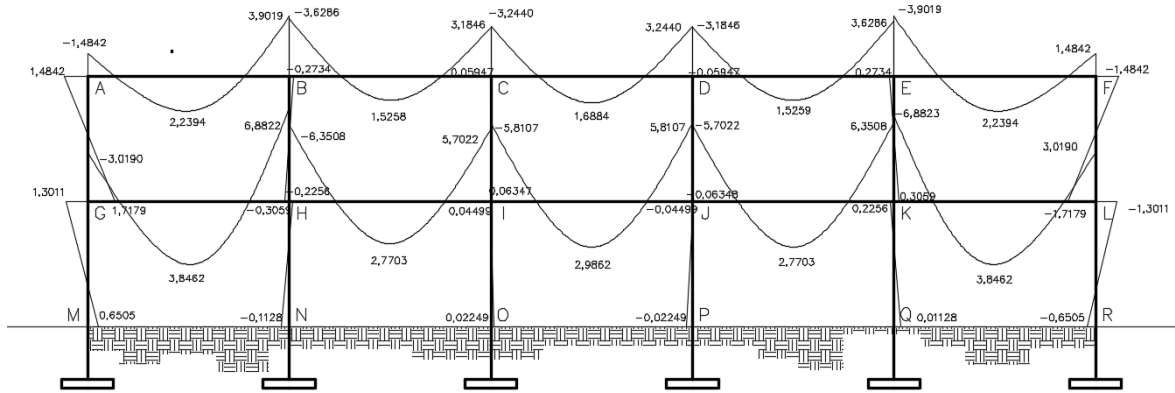
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 72. **Momentos de carga sísmica en eje 2**



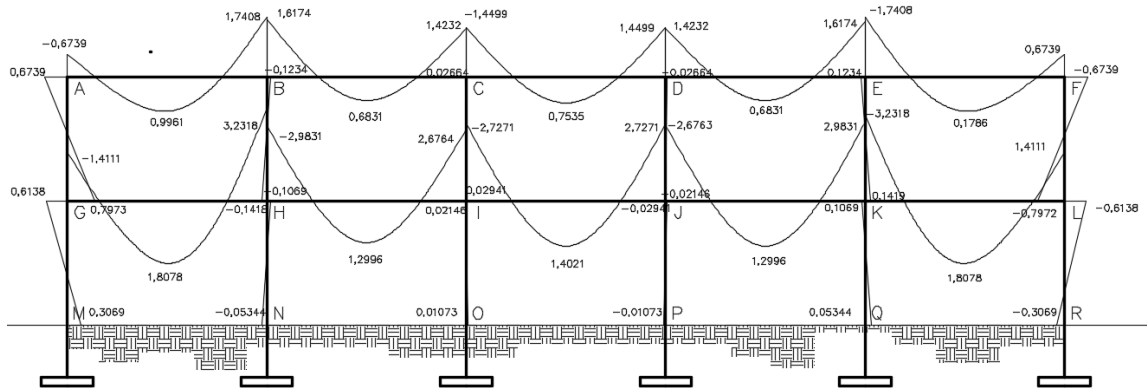
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 73. Momentos de carga muerta en eje 1-C



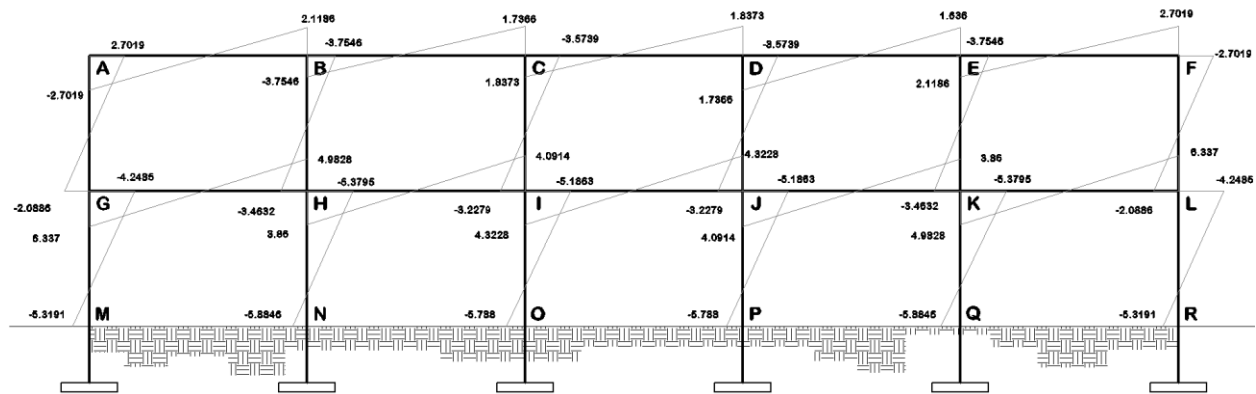
Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 74. Momentos de carga viva en eje 1-C



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 75. **Momentos de carga sísmica en eje 1-C**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

2.2.5.2. Momentos últimos por envolvente de momentos

Las combinaciones están propuestas en el ACI 318-08 sección C,9,2

$$Mu = 1,4CM + 1,7CV \quad (1)$$

$$Mu = 0,75 * (1,4CM + 1,7CV) + 1,4S \quad (2)$$

$$Mu = 0,75 * (1,4CM + 1,7CV) - 1,4S \quad (3)$$

$$Mu = 0,9CM + 1,4S \quad (4)$$

$$Mu = 0,90CM - 1,4S \quad (5)$$

En las siguientes tablas se calculan los valores de las envolventes de momentos de los diferentes marcos.

Tabla LXXXIX. Envoltentes de momento de vigas en marco del eje 2, segundo nivel

Marco del eje 2									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C,M	C,V	C,S	1,4CM+1,70C V	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4 CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)- 1,4CS	0,90CM+1,4 CS	0,90CM- 1,4CS	
VIGA A-B									
M A-B	-0,4736	-0,1787	2,3251	-0,9668	2,5300	-3,9803	2,8289	-3,6814	-3,9803
M (+)	0,9439	0,3891	0,0000	1,9829	1,4872	1,4872	0,8495	0,8495	1,9829
B B-A	1,5105	0,6432	1,8062	3,2081	4,9348	-0,1226	3,8881	-1,1693	4,9348
VIGA B-C									
M B-C	-1,4024	-0,5924	1,2873	-2,9704	-0,4255	-4,0300	0,5401	-3,0644	-4,0300
M (+)	0,5125	0,2287	0,0000	1,1064	0,8298	0,8298	0,4612	0,4612	1,1064
B C-B	1,4446	0,5501	1,2873	2,9577	4,0205	0,4160	3,1024	-0,5021	4,0205
VIGA C-D									
M C-D	-1,5172	-0,6365	1,8062	-3,2061	0,1241	-4,9333	1,1633	-3,8941	-4,9333
M (+)	0,9684	0,3646	0,0000	1,9756	1,4817	1,4817	0,8716	0,8716	1,9756
B D-C	0,4180	0,2343	2,3251	0,9835	3,9928	-2,5175	3,6314	-2,8789	3,9928

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XC. Envoltentes de momento de vigas en marco del eje 2, primer nivel

Marco del eje 2									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C,M	C,V	C,S	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4C	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4C	0,90CM+1,4C	0,90CM-1,4C	
Viga E-F									
M E-F	-0,9442	-0,3118	6,9189	-1,8520	8,2974	-11,0754	8,8366	-10,5362	-11,0754
M (+)	1,5248	0,4870	0,0000	2,9625	2,2219	2,2219	1,3723	1,3723	2,9625
M F-E	2,6783	0,7142	5,2885	4,9637	11,1267	-3,6810	9,8143	-4,9934	11,1267
Viga F-G									
M F-G	-2,4995	-0,6015	3,6581	-4,5219	1,7299	-8,5127	2,8717	-7,3708	-8,5127
M (+)	1,0641	0,1709	0,0000	1,7803	1,3352	1,3352	0,9577	0,9577	1,7803
M G-F	2,0442	1,0568	3,6581	4,6584	8,6151	-1,6275	6,9611	-3,2815	8,6151
Viga G-H									
M G-H	-2,0523	-1,3402	5,2885	-5,1515	3,5402	-11,2675	5,5568	-9,2509	-11,2675
M (+)	0,9841	1,0276	0,0000	3,1247	2,3435	2,3435	0,8857	0,8857	3,1247
M H-G	0,6515	0,6046	6,9189	1,9398	11,1413	-8,2316	10,2727	-9,1001	11,1413

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCI. Envoltente de momentos en columnas del marco en eje 2

Marco del eje 2									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4C	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4C	0,90CM+1,4C	0,90CM-1,4C	
Columna A-E	0,4736	0,1787	-2,3251	0,9668	-2,5300	3,9803	-2,8289	3,6814	3,9803
Columna E-A	0,5400	0,1847	-1,7774	1,0699	-1,6859	3,2908	-2,0024	2,9743	3,2908
Columna E-I	0,4042	0,1271	-5,1415	0,7820	-6,6115	7,7846	-6,8343	7,5619	7,7846
Zapata I	0,2021	-0,0249	-5,9622	0,2406	-8,1667	8,5275	-8,1652	8,5290	8,5290
Columna B-F	-0,1081	-0,0508	-3,0935	-0,2378	-4,5093	4,1526	-4,4283	4,2337	-4,5093
Columna F-B	-0,1075	-0,0628	-2,8660	-0,2573	-4,2053	3,8193	-4,1091	3,9156	-4,2053
Columna F-J	-0,0713	-0,0499	-6,0806	-0,1846	-8,6512	8,3744	-8,5770	8,4487	-8,6512
Zapata J	-0,0356	-0,0249	-6,4318	-0,0923	-9,0737	8,9352	-9,0365	8,9724	-9,0737
Columna C-G	0,0725	0,0864	-3,0935	0,2484	-4,1446	4,5173	-4,2657	4,3962	4,5173
Columna G-C	0,0242	0,1462	-2,8660	0,2823	-3,8006	4,2241	-3,9906	4,0341	4,2241
Columna G-K	-0,0161	0,1373	-6,0806	0,2108	-8,3547	8,6709	-8,5273	8,4983	8,6709
Zapata K	-0,0081	0,0686	-6,4318	0,1054	-8,9254	9,0835	-9,0117	8,9972	9,0835
Columna D-H	-0,4180	-0,2343	-2,3251	-0,9835	-3,9928	2,5175	-3,6314	2,8789	-3,9928
Columna H-D	-0,3986	-0,3260	-1,7774	-1,1123	-3,3226	1,6541	-2,8471	2,1296	-3,3226
Columna H-L	-0,2528	-0,2785	-5,1415	-0,8275	-7,8186	6,5775	-7,4256	6,9705	-7,8186
Zapata L	-0,1264	-0,1393	-5,9622	-0,4137	-8,6574	8,0368	-8,4608	8,2333	-8,6574

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCII. Envoltente de momentos en vigas del segundo nivel en eje 1-

C

Marco del eje 1-C									
Datos preliminares				Combinaciones					Mu (Ton-m)
Elemento	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70CV	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4CS	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4CS	0,90CM+1,4CS	0,90CM-1,4CS	
VIGA A-B									
M A-B	-1,4842	-0,6739	2,7019	-3,2235	1,3650	-6,2003	2,4469	-5,1185	-6,2003
M (+)	2,2394	0,9961	0,0000	4,8284	3,6213	3,6213	2,0154	2,0154	4,8284
B B-A	3,9019	1,7408	2,1186	8,4221	9,2827	3,3506	6,4778	0,5457	9,2827
VIGA B-C									
M B-C	-3,6286	-1,6174	1,6360	-7,8297	-3,5819	-8,1626	-0,9754	-5,5561	-8,1626
M (+)	1,5259	0,6831	0,0000	3,2975	2,4731	2,4731	1,3733	1,3733	3,2975
B C-B	3,1846	1,4233	1,7366	6,8780	7,5897	2,7272	5,2974	0,4349	7,5897
VIGA C-D									
M C-D	-3,2440	-1,4499	1,8373	-7,0065	-2,6827	-7,8270	-0,3475	-5,4918	-7,8270
M (+)	1,6884	0,7535	0,0000	3,6448	2,7336	2,7336	1,5196	1,5196	3,6448
B D-C	3,2440	1,4499	1,8373	7,0065	7,8270	2,6827	5,4918	0,3475	7,8270
VIGA D-E									
M D-E	-3,1846	-1,4233	1,7366	-6,8780	-2,7272	-7,5897	-0,4349	-5,2974	-7,5897
M (+)	1,5259	0,6831	0,0000	3,2975	2,4731	2,4731	1,3733	1,3733	3,2975
B E-D	3,6286	1,6174	1,6360	7,8297	8,1626	3,5819	5,5561	0,9754	8,1626
VIGA E-F									
M E-F	-3,9019	-1,7408	2,1186	-8,4221	-3,3506	-9,2827	-0,5457	-6,4778	-9,2827
M (+)	2,2394	0,9961	0,0000	4,8284	3,6213	3,6213	2,0154	2,0154	4,8284
M F-E	1,4842	0,6739	2,7019	3,2235	6,2003	-1,3650	5,1184	-2,4468	6,2003

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCIII. Envoltente de momentos en vigas del primer nivel en eje 1-C

Marco del eje 1-C									
Elemento	Datos preliminares			Combinaciones					Mu (Ton-m)
	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70C	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4C	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4C	0,90CM+1,4C	0,90CM-1,4C	
Viga G-H									
M G-H	-3,0190	-1,4111	6,3370	-6,6254	3,9028	-13,8409	6,1547	-11,5890	-13,8409
M (+)	3,8462	1,8079	0,0000	8,4581	6,3436	6,3436	3,4616	3,4616	8,4581
M H-G	6,8823	3,2318	4,9828	15,1293	18,3229	4,3711	13,1699	-0,7819	18,3229
Viga H-I									
M H-I	-6,3508	-2,9831	3,8600	-13,9625	-5,0679	-15,8758	-0,3118	-11,1197	-15,8758
M (+)	2,7703	1,2996	0,0000	6,0878	4,5658	4,5658	2,4933	2,4933	6,0878
M I-H	5,7022	2,6763	4,0914	12,5328	15,1276	3,6717	10,8599	-0,5959	15,1276
Viga I-J									
M I-J	-5,8107	-2,7272	4,3228	-12,7712	-3,5265	-15,6303	0,8223	-11,2815	-15,6303
M (+)	2,9862	1,4021	0,0000	6,5642	4,9232	4,9232	2,6875	2,6875	6,5642
M J-I	5,8107	2,7272	4,3228	12,7712	15,6303	3,5265	11,2815	-0,8223	15,6303
Viga J-K									
M J-K	-5,7022	-2,6763	4,0914	-12,5328	-3,6717	-15,1276	0,5959	-10,8599	-15,1276
M (+)	2,7703	1,2996	0,0000	6,0878	4,5658	4,5658	2,4933	2,4933	6,0878
M K-J	6,3508	2,9831	3,8600	13,9625	15,8758	5,0679	11,1197	0,3118	15,8758
Viga K-L									
M K-L	-6,8823	-3,2318	4,9828	-15,1293	-4,3711	-18,3229	0,7819	-13,1699	-18,3229
M (+)	3,8462	1,8079	0,0000	8,4581	6,3436	6,3436	3,4616	3,4616	8,4581
M L-K	3,0190	1,4111	6,3370	6,6254	13,8409	-3,9028	11,5890	-6,1547	13,8409

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCIV. Envoltente de momentos en columnas del segundo nivel en eje 1-C

Marco del eje 1-C									
Elemento	Datos preliminares			Combinaciones					Mu (Ton-m)
	C.M.	C.V.	C.S.	1,4CM+1,70C	0,75*(1,4CM+1,7CV)+1,4C	0,75*(1,4CM+1,7CV)-1,4C	0,90CM+1,4C	0,90CM-1,4C	
Columna A-G	1,4842	0,6739	-2,7019	3,2235	-1,3650	6,2003	-2,4468	5,1184	6,2003
Columna G-A	1,7179	0,7973	-2,0886	3,7605	-0,1036	5,7443	-1,3778	4,4701	5,7443
Columna G-M	1,3011	0,6138	-4,2485	2,8649	-3,7992	8,0966	-4,7769	7,1188	8,0966
Zapata M	0,6505	0,3069	-5,3191	1,4325	-6,3724	8,5211	-6,8613	8,0322	8,5211
Columna B-H	-0,2734	-0,1234	-3,7546	-0,5925	-5,7008	4,8120	-5,5024	5,0104	-5,7008
Columna H-B	-0,3059	-0,1419	-3,4632	-0,6693	-5,3505	4,3465	-5,1238	4,5732	-5,3505
Columna H-N	-0,2256	-0,1069	-5,3795	-0,4975	-7,9045	7,1583	-7,7344	7,3284	-7,9045
Zapata N	-0,1128	-0,0534	-5,8846	-0,2487	-8,4250	8,0519	-8,3400	8,1370	-8,4250
Columna C-I	0,0595	0,0266	-3,5739	0,1285	-4,9070	5,0998	-4,9499	5,0570	5,0998
Columna I-C	0,0635	0,0294	-3,2279	0,1389	-4,4149	4,6232	-4,4619	4,5762	4,6232
Columna I-O	0,0450	0,0215	-5,1863	0,0995	-7,1862	7,3354	-7,2203	7,3013	7,3354
Zapata O	0,0225	0,0107	-5,7880	0,0497	-8,0659	8,1405	-8,0829	8,1234	8,1405
Columna D-J	-0,0595	-0,0266	-3,5739	-0,1285	-5,0998	4,9070	-5,0570	4,9499	-5,0998
Columna J-D	-0,0635	-0,0294	-3,2279	-0,1389	-4,6232	4,4149	-4,5762	4,4619	-4,6232
Columna J-P	-0,0450	-0,0215	-5,1863	-0,0995	-7,3354	7,1862	-7,3013	7,2203	-7,3354
Zapata P	-0,0225	-0,0107	-5,7880	-0,0497	-8,1405	8,0659	-8,1234	8,0829	-8,1405
Columna E-K	0,2734	0,1234	-3,7546	0,5925	-4,8120	5,7008	-5,0104	5,5024	5,7008
Columna K-E	0,3059	0,1419	-3,4632	0,6693	-4,3465	5,3505	-4,5732	5,1238	5,3505
Columna K-Q	0,2256	0,1069	-5,3795	0,4975	-7,1583	7,9045	-7,3284	7,7344	7,9045
Zapata Q	0,1128	0,0534	-5,8846	0,2487	-8,0519	8,4250	-8,1370	8,3400	8,4250
Columna F-L	-1,4842	-0,6739	-2,7019	-3,2235	-6,2003	1,3650	-5,1184	2,4468	-6,2003
Columna L-F	-1,7179	-0,7973	-2,0886	-3,7605	-5,7443	0,1036	-4,4701	1,3778	-5,7443
Columna L-R	-1,3011	-0,6138	-4,2485	-2,8649	-8,0966	3,7992	-7,1188	4,7769	-8,0966
Zapata R	-0,6505	-0,3069	-5,3191	-1,4325	-8,5211	6,3724	-8,0322	6,8612	-8,5211

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.2.5.3. Diagrama de corte

Para el cálculo de la fuerza cortante es necesario aplicar las siguientes expresiones, considerando efectos de carga viva, carga muerta y carga sísmica.

Para vigas:

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

Tabla XCV. Corte en vigas del segundo nivel en el eje 2

Marco del eje 2				
Wcm	Wcv	∑Ms	Longitud	Vv (Ton)
VIGA A-B				
0,9680	0,4000	4,1313	4,0000	6,0277
VIGA B-C				
0,9680	0,4000	2,5747	4,0000	5,4819
VIGA C-D				
0,9680	0,4000	4,1313	4,0000	6,0277

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCVI. Corte en vigas del primer nivel en eje 2

Marco del eje 2				
Wcm	Wcv	∑Ms	Longitud	Vv (Ton)
Viga E-F				
1,6680	0,5000	12,2073	4,0000	11,4469
Viga F-G				
1,6680	0,5000	7,3161	4,0000	9,7319
Viga G-H				
1,1680	1,0000	12,2073	4,0000	11,7844

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCVII. **Corte en vigas del segundo nivel en eje 1-C**

Marco del eje 1-C				
Wcm	Wcv	ΣMs	Longitud	Vv (Ton)
VIGA A-B				
1,1730	0,5240	4,8205	5,8000	6,8649
VIGA B-C				
1,1730	0,5240	3,3726	5,8000	6,5148
VIGA C-D				
1,1730	0,5240	3,6745	5,8000	6,5878
VIGA D-E				
1,1730	0,5240	3,3726	5,8000	6,5148
Viga E-F				
1,1730	0,5240	4,8205	5,8000	6,8649

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla XCVIII. **Corte en vigas del primer nivel en eje 1-C**

Marco del eje 1-C				
Wcm	Wcv	ΣMs	Longitud	Vv
Viga G-H				
2,0920	0,9820	11,3198	5,8000	13,0832
Viga H-I				
2,0920	0,9820	7,9513	5,8000	12,2687
Viga I-J				
2,0920	0,9820	8,6456	5,8000	12,4365
Viga J-K				
2,0920	0,9820	7,9513	5,8000	12,2687
Viga K-L				
2,0920	0,9820	11,3198	5,8000	12,7383

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Para columnas:

$$V_{col} = \frac{\sum M_{s.columna}}{L}$$

Tabla XCIX. Corte en columnas del marco en eje 2

Marco del eje 2			
Elemento	ΣMs	Longitud	V. c. (Ton)
Columna A-E	-4,1025	3,6000	-1,1396
Columna E-I	-11,1037	3,6000	-3,0844
Columna B-F	-5,9595	3,6000	-1,6554
Columna F-J	-12,5123	3,6000	-3,4756
Columna C-G	-5,9595	3,6000	-1,6554
Columna G-K	-12,5123	3,6000	-3,4756
Columna D-H	-4,1025	3,6000	-1,1396
Columna H-L	-11,1037	3,6000	-3,0844

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla C. **Corte en columnas del marco en eje 1-C**

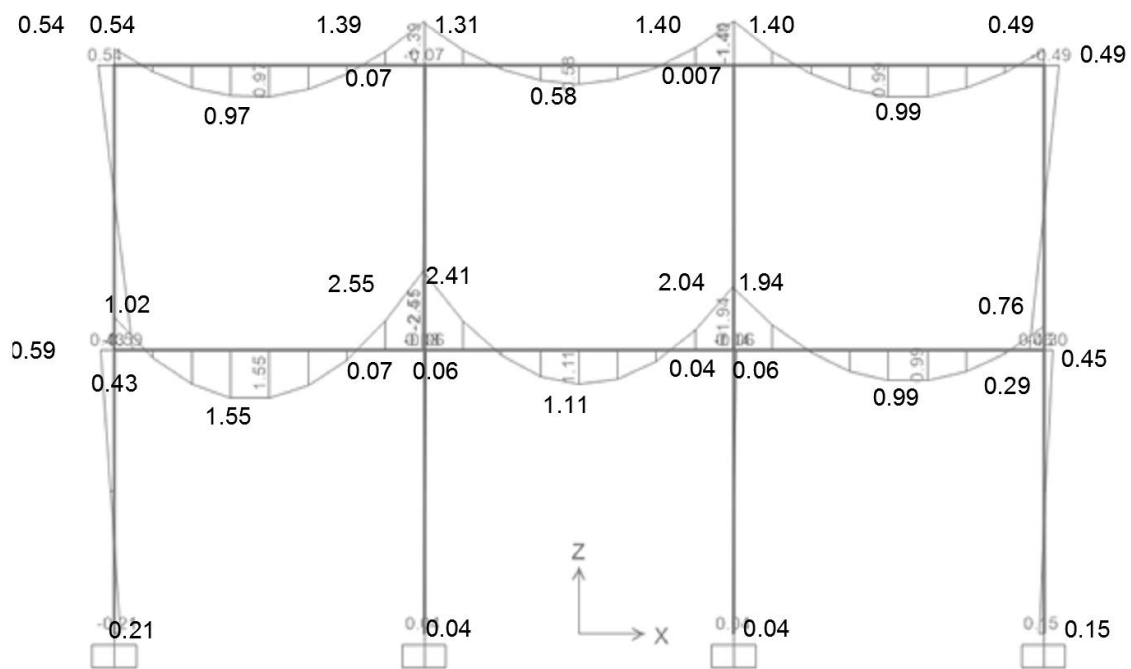
Marco del eje 1-C			
Elemento	ΣMs	Longitud	Vc (Ton)
Columna A-G	-4,7904	3,6000	-1,3307
Columna G-M	-9,5676	3,6000	-2,6577
Columna B-H	-7,2178	3,6000	-2,0049
Columna H-N	-11,2642	3,6000	-3,1289
Columna C-I	-6,8018	3,6000	-1,8894
Columna I-O	-10,9743	3,6000	-3,0484
Columna D-J	-6,8018	3,6000	-1,8894
Columna J-P	-10,9743	3,6000	-3,0484
Columna E-K	-7,2178	3,6000	-2,0049
Columna K-Q	-11,2642	3,6000	-3,1289
Columna F-L	-4,7904	3,6000	-1,3307
Columna L-R	-9,5676	3,6000	-2,6577

Fuente: elaboración propia, Excel 2010

2.2.5.4. Resultados de análisis utilizando SAP 2000

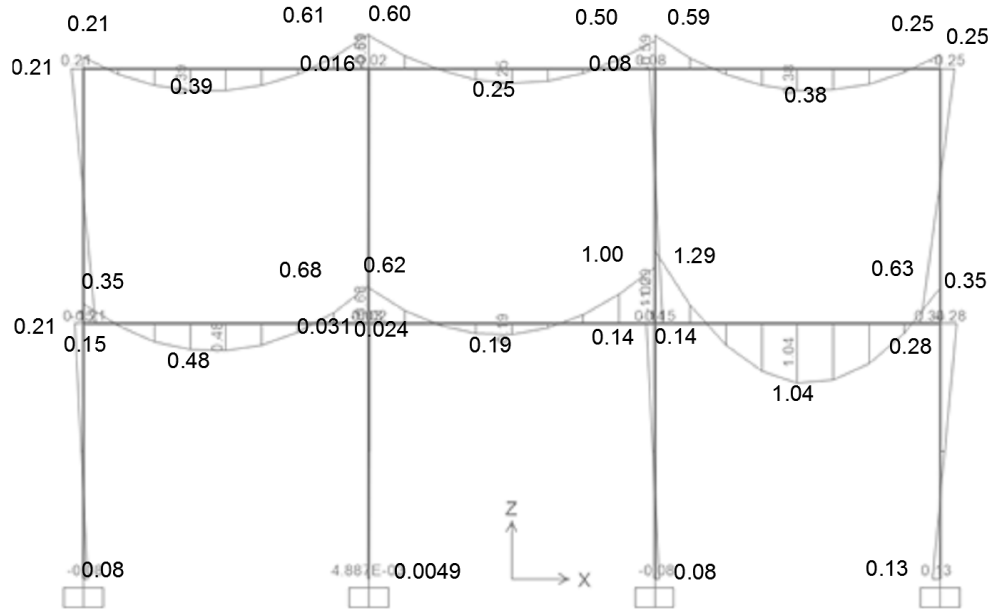
Con el objetivo de poner en práctica el uso de software en el área de la ingeniería y comparar los resultados obtenidos por medio del método de Kani con los resultados obtenidos del software, en este caso SAP 2000, versión 17. Dichos software ofrecen un procedimiento más rápidos y prácticos, por supuesto, depende del usuario el correcto ingreso de datos y la interpretación de los resultados obtenidos.

Figura 76. Diagrama de momentos para cargas vivas en marco del eje 2



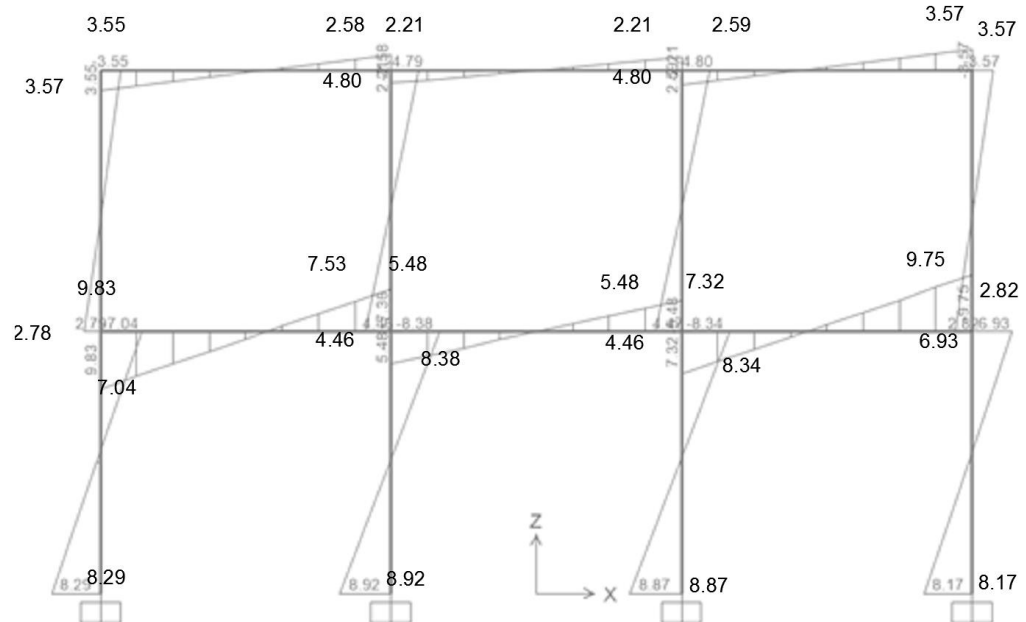
Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Figura 77. Diagrama de momentos para cargas muertas en eje 2



Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Figura 78. Diagrama de momentos para cargas sísmicas en eje 2



Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Tabla CI. **Tabla comparativa de resultados para momentos en vigas de segundo nivel**

Marco del eje 2									
Elemento	Cargas muertas			Cargas vivas			Cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
VIGA A-B									
M A-B	-0,4736	-0,5379	11,95%	-0,1787	-0,2077	13,98%	2,3251	2,2510	3,19%
M (+)	0,9439	0,9700	2,69%	0,3891	0,3900	0,24%	0,0000	0,0000	0,00%
B B-A	1,5105	1,3856	8,27%	0,6432	0,6088	5,35%	1,8062	1,7156	5,02%
VIGA B-C									
M B-C	-1,4024	-1,3120	6,44%	-0,5924	-0,5925	0,02%	1,2873	1,1848	7,96%
M (+)	0,5125	0,5800	11,64%	0,2287	0,2500	8,50%	0,0000	0,0000	0,00%
B C-B	1,4446	1,4025	2,92%	0,5501	0,5020	8,75%	1,2873	1,1848	7,96%
VIGA C-D									
M C-D	-1,5172	-1,4093	7,11%	-0,6365	-0,5851	8,08%	1,8062	1,7156	5,02%
M (+)	0,9684	0,9900	2,18%	0,3646	0,3800	4,06%	0,0000	0,0000	0,00%
B D-C	0,4180	0,4918	15,00%	0,2343	0,2538	7,68%	2,3251	2,2510	3,19%
		Promedio	7,58%		Promedio	6,30%		Promedio	3,59%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla CII. **Tabla comparativa de resultados para momentos en vigas de primer nivel**

Marco del eje 2									
Elemento	Cargas muertas			Cargas vivas			Cargas sismicas		
	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Viga E-F									
M E-F	-0,9442	-1,0273	8,09%	-0,3118	-0,3539	11,89%	6,9189	6,8263	1,34%
M (+)	1,5248	1,5500	1,63%	0,4870	0,4800	1,43%	0,0000	0,0000	0,00%
M F-E	2,6783	2,5528	4,69%	0,7142	0,6800	4,79%	5,2885	5,2056	1,57%
Viga F-G									
M F-G	-2,4995	-2,4100	3,58%	-0,6015	-0,6252	3,79%	3,6581	3,5754	2,26%
M (+)	1,0641	1,1100	4,13%	0,1709	0,1900	10,07%	0,0000	0,0000	0,00%
M G-F	2,0442	2,0371	0,35%	1,0568	1,0024	5,14%	3,6581	3,5754	2,26%
Viga G-H									
M G-H	-2,0523	-1,9424	5,35%	-1,3402	-1,2904	3,72%	5,2885	5,2056	1,57%
M (+)	0,9841	0,9900	0,59%	1,0276	1,0400	1,19%	0,0000	0,0000	0,00%
M H-G	0,6515	0,7554	13,76%	0,6046	0,6258	3,39%	6,9189	6,8263	1,34%
		Promedio	4,69%		Promedio	5,05%		Promedio	1,15%

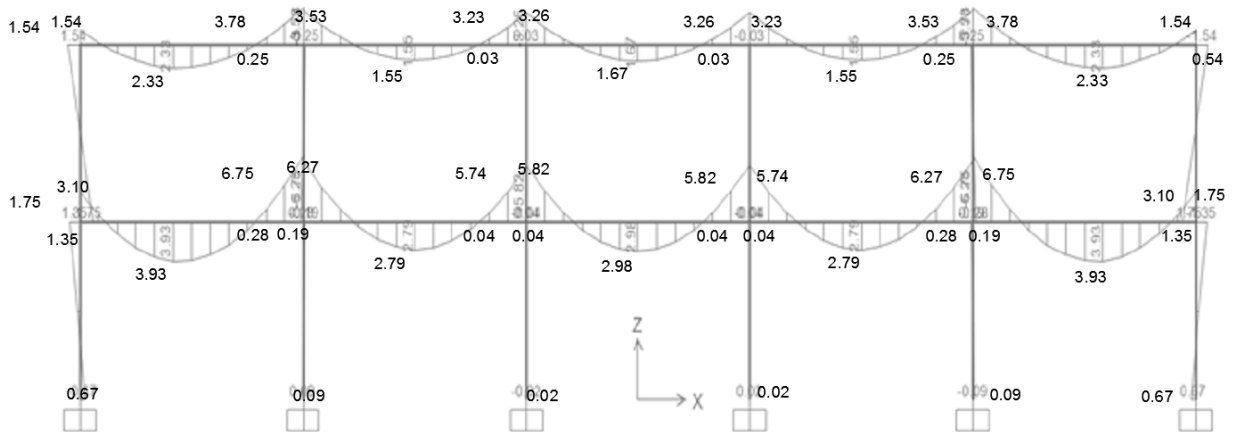
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla CIII. **Tabla comparativa de resultados para momentos en columnas**

Marco del eje 2									
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Columna A-E	0,4736	0,5378	11,93%	0,1787	0,2078	14,02%	-2,3251	-2,2255	4,28%
Columna E-A	0,5400	0,5934	9,00%	0,1847	0,2072	10,87%	-1,7774	-1,6846	5,22%
Columna E-I	0,4042	0,4340	6,86%	0,1271	0,1467	13,34%	-5,1415	-5,0896	1,01%
Zapata I	0,2021	0,2081	2,88%	-0,0249	-0,0793	68,55%	-5,9622	-5,8945	1,14%
Columna B-F	-0,1081	-0,0736	31,90%	-0,0508	-0,0163	67,90%	-3,0935	-3,0156	2,52%
Columna F-B	-0,1075	-0,0786	26,86%	-0,0628	-0,0310	50,64%	-2,8660	-2,7895	2,67%
Columna F-J	-0,0713	-0,0599	16,00%	-0,0499	-0,0238	52,28%	-6,0806	-6,0154	1,07%
Zapata J	-0,0356	-0,0359	0,76%	-0,0249	-0,0049	80,39%	-6,4318	-6,3215	1,71%
Columna C-G	0,0725	0,0068	90,64%	0,0864	0,0832	3,79%	-3,0935	-3,0156	2,52%
Columna G-C	0,0242	0,0356	32,14%	0,1462	0,1452	0,65%	-2,8660	-2,7895	2,67%
Columna G-K	-0,0161	-0,0591	72,70%	0,1373	0,1428	3,83%	-6,0806	-6,0154	1,07%
Zapata K	-0,0081	-0,0354	77,20%	0,0686	0,0769	10,74%	-6,4318	-6,3215	1,71%
Columna D-H	-0,4180	-0,4918	15,00%	-0,2343	-0,2538	7,69%	-2,3251	-2,2255	4,28%
Columna H-D	-0,3986	-0,4584	13,03%	-0,3260	-0,3422	4,72%	-1,7774	-1,6846	5,22%
Columna H-L	-0,2528	-0,2970	14,87%	-0,2785	-0,2836	1,79%	-5,1415	-5,0896	1,01%
Zapata L	-0,1264	-0,1505	15,99%	-0,1393	-0,1334	4,21%	-5,9622	-5,8945	1,14%
			Promedio 27,36%			Promedio 24,71%			Promedio 2,45%

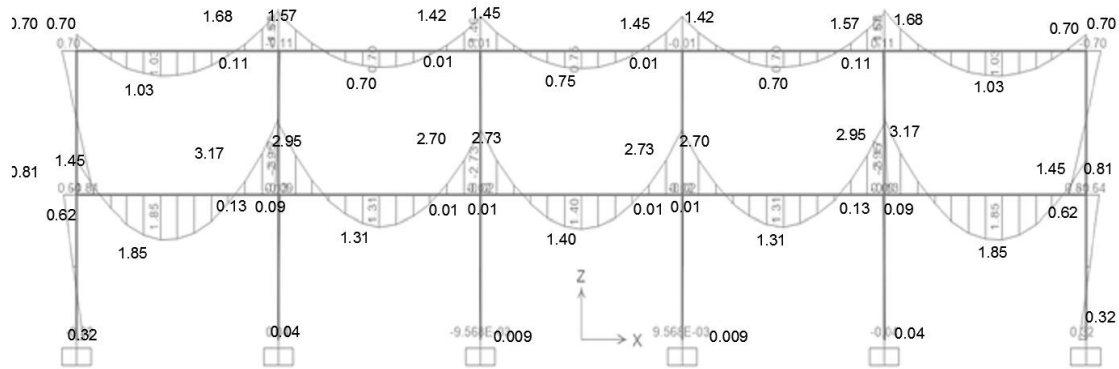
Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Figura 79. **Diagrama de momentos de carga viva en eje 1-C**



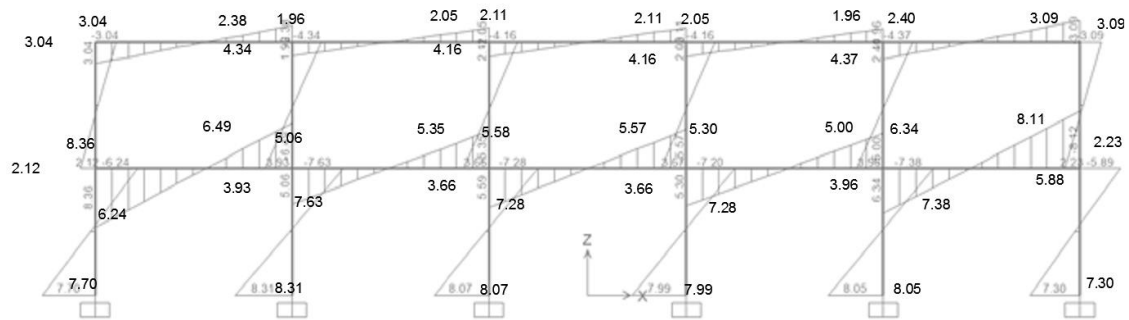
Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Figura 80. Diagrama de momentos de carga muerta en eje 1-C



Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Figura 81. Diagrama de momentos de carga muerta en eje 1-C



Fuente: elaboración propia, Sap 2000.

Tabla CIV. **Tabla comparativa de momentos para vigas en el 2do. nivel**

Marco del eje 1-C									
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
VIGA A-B									
M A-B	-1,4842	-1,5353	3,33%	-0,6739	-0,6973	3,36%	2,7019	2,6463	2,06%
M (+)	2,2394	2,3300	3,89%	0,9961	1,0800	7,77%	0,0000	0,0000	0,00%
B B-A	3,9019	3,7762	3,22%	1,7408	1,6835	3,29%	2,1186	2,0356	3,92%
VIGA B-C									
M B-C	-3,6286	-3,5296	2,73%	-1,6174	-1,5724	2,78%	1,6360	1,5215	7,00%
M (+)	1,5259	1,5500	1,56%	0,6831	0,7000	2,42%	0,0000	0,0000	0,00%
B C-B	3,1846	3,2277	1,34%	1,4233	1,4428	1,35%	1,7366	1,6569	4,59%
VIGA C-D									
M C-D	-3,2440	-3,2607	0,51%	-1,4499	-1,4574	0,51%	1,8373	1,7264	6,03%
M (+)	1,6884	1,6700	1,09%	0,7535	0,7500	0,47%	0,0000	0,0000	0,00%
B D-C	3,2440	3,2607	0,51%	1,4499	1,4574	0,51%	1,8373	1,7264	6,03%
VIGA D-E									
M D-E	-3,1846	-3,2274	1,33%	-1,4233	-1,4428	1,35%	1,7366	1,5215	12,39%
M (+)	1,5259	1,5500	1,56%	0,6831	0,7000	2,42%	0,0000	0,0000	0,00%
B E-D	3,6286	3,5296	2,73%	1,6174	1,5724	2,78%	1,6360	1,6569	1,26%
Viga E-F									
M E-F	-3,9019	-3,7762	3,22%	-1,7408	-1,6835	3,29%	2,1186	2,6463	19,94%
M (+)	2,2394	2,3300	3,89%	0,9961	1,0800	7,77%	0,0000	0,0000	0,00%
M F-E	1,4842	1,5353	3,33%	0,6739	0,6973	3,36%	2,7019	2,0356	24,66%
		Promedio	2,28%		Promedio	2,90%		Promedio	5,86%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla CV. **Tabla comparativa de momentos para vigas en 1er. nivel**

Marco del eje 1-C									
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Viga G-H									
M G-H	-3,0190	-3,1035	2,72%	-1,4111	-1,4499	2,68%	6,3370	6,2940	0,68%
M (+)	3,8462	3,9300	2,13%	1,8079	1,8500	2,28%	0,0000	0,0000	0,00%
M H-G	6,8823	6,7534	1,87%	3,2318	3,1723	1,84%	4,9828	4,8974	1,71%
Viga H-I									
M H-I	-6,3508	-6,2755	1,19%	-2,9831	-2,9483	1,17%	3,8600	3,7546	2,73%
M (+)	2,7703	2,7900	0,71%	1,2996	1,3100	0,79%	0,0000	0,0000	0,00%
M I-H	5,7022	5,7410	0,68%	2,6763	2,6942	0,66%	4,0914	3,9954	2,35%
Viga I-J									
M I-J	-5,8107	-5,8200	0,16%	-2,7272	-2,7315	0,16%	4,3228	4,2158	2,47%
M (+)	2,9862	2,9800	0,21%	1,4021	1,4000	0,15%	0,0000	0,0000	0,00%
M J-I	5,8107	5,8200	0,16%	2,7272	2,7315	0,16%	4,3228	4,2158	2,47%
Viga J-K									
M J-K	-5,7022	-5,7410	0,68%	-2,6763	-2,6942	0,66%	4,0914	3,7546	8,23%
M (+)	2,7703	2,7900	0,71%	1,2996	1,3100	0,79%	0,0000	0,0000	0,00%
M K-J	6,3508	6,2755	1,19%	2,9831	2,9483	1,17%	3,8600	3,9954	3,39%
Viga K-L									
M K-L	-6,8823	-6,7534	1,87%	-3,2318	-3,1723	1,84%	4,9828	6,2940	20,83%
M (+)	3,8462	3,9300	2,13%	1,8079	1,8500	2,28%	0,0000	0,0000	0,00%
M L-K	3,0190	3,1035	2,72%	1,4111	1,4500	2,69%	6,3370	4,8974	22,72%
			Promedio			Promedio			Promedio
			1,27%			1,29%			4,51%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Tabla CVI. **Tabla comparativa de momentos en columnas**

Marco del eje 1-C									
Elemento	Mcm (Kani)	Mcm (SAP)	Diferencia	Mcv (Kani)	Mcv (SAP)	Diferencia	Ms (Kani)	Ms (SAP)	Diferencia
Columna A-G	1,4842	1,5097	1,69%	0,6739	0,6973	3,36%	-2,7019	-2,6231	2,92%
Columna G-A	1,7179	1,7514	1,91%	0,7973	0,8129	1,92%	-2,0886	-2,0165	3,45%
Columna G-M	1,3011	1,3521	3,77%	0,6138	0,637	3,65%	-4,2485	-4,1564	2,17%
Zapta M	0,6505	0,6716	3,14%	0,3069	0,3162	2,94%	-5,3191	-5,2192	1,88%
Columna B-H	-0,2734	-0,2466	9,79%	-0,1234	-0,1111	9,97%	-3,7546	-3,6684	2,30%
Columna H-B	-0,3059	-0,2842	7,08%	-0,1419	-0,1318	7,09%	-3,4632	-3,3315	3,80%
Columna H-N	-0,2256	-0,1937	14,12%	-0,1069	-0,0922	13,71%	-5,3795	-5,2567	2,28%
Zapata N	-0,1128	-0,0923	18,16%	-0,0534	-0,0441	17,55%	-5,8846	-5,7915	1,58%
Columna C-I	0,0595	0,0332	44,15%	0,0266	0,0147	44,89%	-3,5739	-3,4894	2,36%
Columna I-C	0,0635	0,0403	36,54%	0,0294	0,0188	36,08%	-3,2279	-3,1234	3,24%
Columna I-O	0,0450	0,0387	13,91%	0,0215	0,0185	13,80%	-5,1863	-5,1121	1,43%
Zapata O	0,0225	0,0201	10,60%	0,0107	0,0096	10,82%	-5,7880	-5,7021	1,48%
Columna D-J	-0,0595	-0,0332	44,15%	-0,0266	-0,0147	44,89%	-3,5739	-3,4894	2,36%
Columna J-D	-0,0635	-0,0403	36,54%	-0,0294	-0,0188	36,08%	-3,2279	-3,1234	3,24%
Columna J-P	-0,0450	-0,0387	13,91%	-0,0215	-0,0185	13,80%	-5,1863	-5,1121	1,43%
Zapata P	-0,0225	-0,0201	10,60%	-0,0107	-0,0096	10,82%	-5,7880	-5,7021	1,48%
Columna E-K	0,2734	0,2466	9,79%	0,1234	0,1092	11,51%	-3,7546	-3,6684	2,30%
Columna K-E	0,3059	0,2842	7,08%	0,1419	0,1318	7,09%	-3,4632	-3,3315	3,80%
Columna K-Q	0,2256	0,1937	14,12%	0,1069	0,0922	13,71%	-5,3795	-5,2567	2,28%
Zapata Q	0,1128	0,0923	18,16%	0,0534	0,0441	17,55%	-5,8846	-5,7915	1,58%
Columna F-L	-1,4842	-1,5353	3,33%	-0,6739	-0,6973	3,36%	-2,7019	-2,6231	2,92%
Columna L-F	-1,7179	-1,7514	1,91%	-0,7973	-0,8129	1,92%	-2,0886	-2,0165	3,45%
Columna L-R	-1,3011	-1,3521	3,77%	-0,6138	-0,637	3,65%	-4,2485	-4,1564	2,17%
Zapata R	-0,6505	-0,6716	3,14%	-0,3069	-0,3162	2,94%	-5,3191	-5,2192	1,88%
		Promedio	16,88%		Promedio	16,96%		Promedio	2,34%

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

La diferencia de los momentos es mínima, en los elementos donde los momentos supera 1 Ton, la diferencia es mínima y se mantiene en un rango del 1% al 3%. Sin embargo, cuando los valores son más cercanos a 0 la diferencia aumenta a un rango de 3% a 28%, no obstante, la diferencia es relativamente pequeña por lo que se considera aceptable.

Para fines didácticos se seguirá trabajando con los resultados obtenidos del método numérico Kani.

2.2.5.5. Diseño de elementos estructurales

Para el diseño estructural se tomaron las siguientes características en los materiales, sin embargo, existirán variaciones entre elementos estructurales lo cual estará especificado más adelante:

$$f_y = 2\,810 \frac{Kg}{cm^2}; E_s = 2,04 * 10^6 Kg/cm^2$$

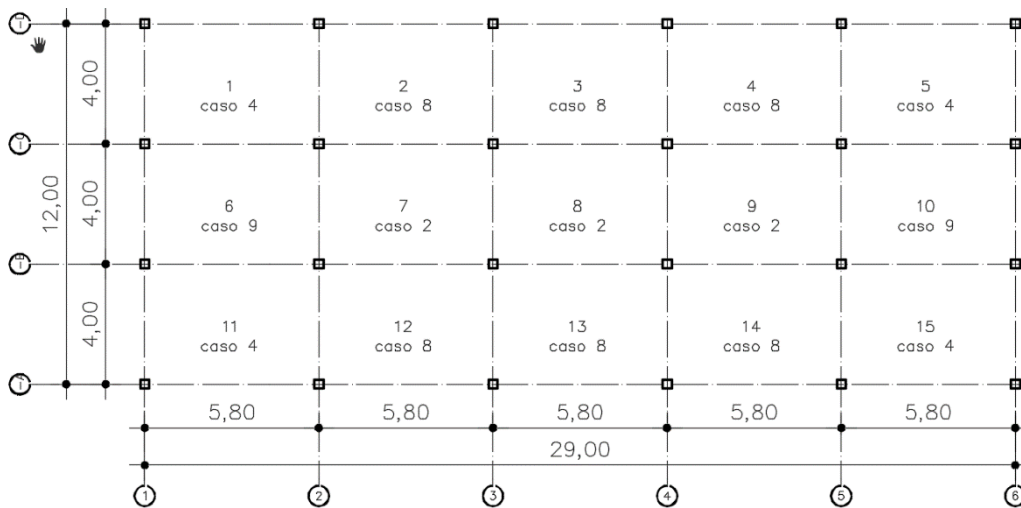
$$f_c = 280 \frac{Kg}{cm^2}; E_c = 2,19 * 10^5 Kg/cm^2$$

$$\gamma_c = 2\,400 Kg/cm^2$$

- Diseño de losas

Las losas se diseñarán por medio del método 3 que establece el ACI, determinando los momentos actuantes en las losas para cada uno de sus lados.

Figura 82. Identificando los casos para cada una de las losas



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Determinación de cargas

Las cargas muertas y vivas ya han sido definidas en títulos anteriores, por lo que se hará uso de las mismas.

Tabla CVII. Cargas utilizadas para el diseño

Integración de cargas		
Carga muerta	Descripción	Peso (kg/m ²)
Losa	Espesor de 0.11	264,00
Piso + acabados	(incluye repello, ventanería, puertas,	125,00
Instalaciones	Incluye lámparas+tuberías+accesorios	45,00
Muros tabique	Mampostería	250,00
Carga muerta primer nivel		684,00
Carga muerta segundo nivel		288,00
Carga viva	Descripción	
Entrepiso	Según norma AGIES NR-2 (Aulas)	200
Azotea	Según norma AGIES NR-2	200
Gradas y pasillo	Según norma AGIES NR-2	500

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Primer nivel

$$C_v (\text{salones}) = 1,7 * (250,00 \text{ kg/m}^2) = 425,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_v (\text{pasillos}) = 1,7 * (500,00 \text{ kg/cm}^2) = 850,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_m = 1,4 * (684)$$

$$C_m = 957,60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última (salones)} = 1\ 382,6 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última (pasillos)} = 1\ 807,6 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

Cálculo de relación L_a/L_b para todas las losas aplicando el método del capítulo 3 ACI 318-63.

$$\frac{L_a}{L_b} = \frac{4,00}{5,80} = 0,69$$

Cálculo de momentos para Losas 1 y 5

Caso no. 4

$$\begin{aligned} -M_A &= 0,081 * 1\ 807,6 * 4^2 = 2\ 342,65\ Kg - m \\ -M_B &= 0,019 * 1\ 807,6 * 5,80^2 = 1\ 155,35\ Kg - m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} +M_A &= 0,046 * 957,60 * 4^2 + 0,057 * 850 * 4^2 = 1\ 479,99\ Kg - m \\ +M_B &= 0,011 * 957,60 * 5,80^2 + 0,014 * 850 * 5,80^2 = 754,66\ Kg - m \end{aligned}$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 11 y 15

Caso no. 4

$$\begin{aligned} -M_A &= 0,081 * 1\ 382,6 * 4^2 = 1\ 791,85\ Kg - m \\ -M_B &= 0,019 * 1\ 382,6 * 5,80^2 = 883,70\ Kg - m \end{aligned}$$

$$+M_A = 0,046 * 957,60 * 4^2 + 0,057 * 425 * 4^2 = 1\ 092,39\ Kg - m$$

$$+M_B = 0,011 * 957,60 * 5,80^2 + 0,014 * 425 * 5,80^2 = 554,51 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 2, 3 y 4

Caso no. 8

$$-M_A = 0,068 * 1\ 807,6 * 4^2 = 1\ 966,67 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,029 * 1\ 807,6 * 5,80^2 = 1\ 763,42 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,040 * 957,60 * 4^2 + 0,054 * 850 * 4^2 = 1\ 347,26 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 957,60 * 5,80^2 + 0,014 * 850 * 5,80^2 = 754,66 \text{ Kg} - m$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 12, 13 y 14

Caso no. 8

$$-M_A = 0,068 * 1\ 382,6 * 4^2 = 1\ 504,27 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,029 * 1\ 382,6 * 5,80^2 = 1\ 348,81 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,040 * 957,60 * 4^2 + 0,054 * 425 * 4^2 = 980,06 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 957,60 * 5,80^2 + 0,014 * 425 * 5,80^2 = 554,51 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 6 y 10

Caso no. 9

$$-M_A = 0,081 * 1\,382,6 * 4^2 = 1\,791,85 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,011 * 1\,382,6 * 5,80^2 = 511,62 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,033 * 957,60 * 4^2 + 0,05 * 425 * 4^2 = 845,62 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,006 * 957,60 * 5,80^2 + 0,011 * 425 * 5,80^2 = 350,55 \text{ Kg} - m$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 7,8 y 9

Caso no. 2

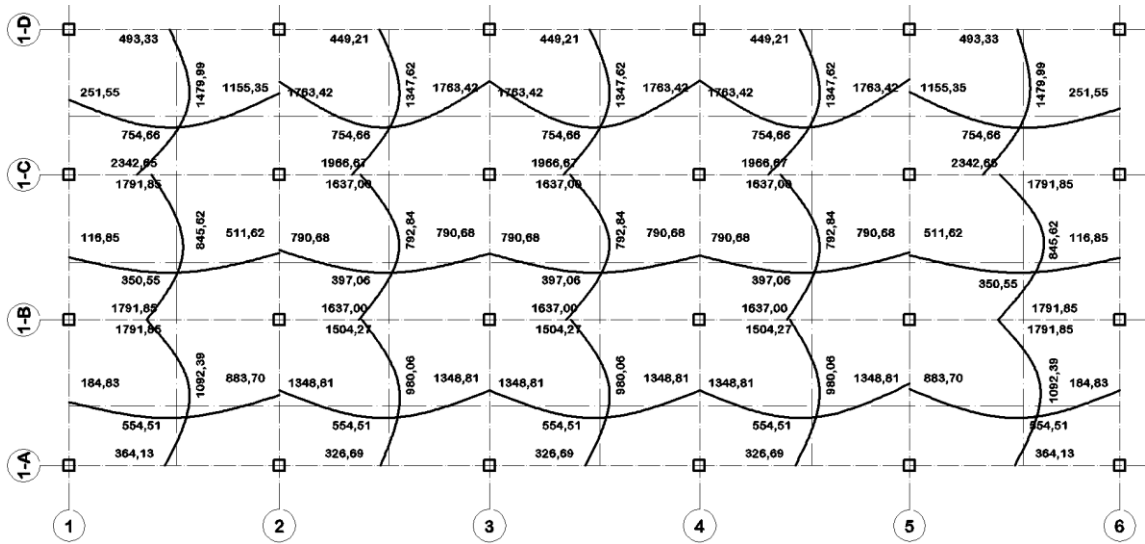
$$-M_A = 0,074 * 1\,382,6 * 4^2 = 1\,637,00 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,017 * 1\,382,6 * 5,80^2 = 790,68 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,030 * 957,60 * 4^2 + 0,049 * 425 * 4^2 = 792,84 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,007 * 957,60 * 5,80^2 + 0,012 * 425 * 5,80^2 = 397,06 \text{ Kg} - m$$

Figura 83. Diagrama de momentos sin balancear en losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Balanceo de momentos

Primer nivel

Entre losa: 1-2, 4-5

$$(0,80) * 1\ 763,42 > 1\ 153,35$$

1 410,74 > 1 153,35 entonces: balancear por rigideces

$$k_1 = \frac{1}{5,80} = 0,1724 \quad k_2 = \frac{1}{5,80} = 0,1724$$

$$D_1 = \frac{0,1724}{0,3448} = 0,50 \quad D_2 = \frac{0,1724}{0,3448} = 0,50$$

$$Mb_1 = 1\ 153,35 + [(1\ 763,42 - 1\ 153,35) * 0,50] = 1\ 458,39\ kg - m$$

$$Mb_2 = 1\ 763,42 - [(1\ 763,42 - 1\ 153,35) * 0,50] = 1\ 458,39\ kg - m$$

De la misma manera se procede a calcular en los demás casos.

Entre losa: 11-12, 14-15

$$Mb_1 = 1\,116,26 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 1\,116,26 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 6-7 y 9-10

$$Mb_1 = 651,15 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 651,15 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 1-6 y 5-10

$$Mb_1 = 2\,067,25 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 2\,067,25 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 2-7, 3-8 y 4-9

$$Mb_1 = 2\,067,25 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 2\,067,25 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 7-12, 8-13, 9-14

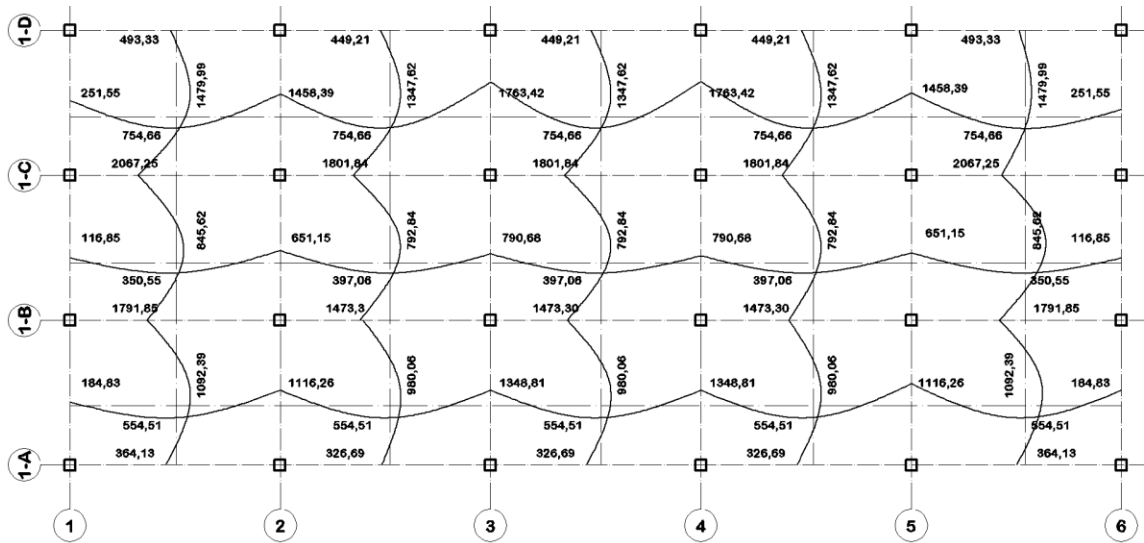
$$(0,80) * 1\,637,00 < 1\,504,27$$

$$1\,309,60 < 1\,504,27$$

Promedio de ambos momentos

$$M_b = \frac{1\,637 + 1\,309,60}{2} = 1\,473,3 \text{ kg} - m$$

Figura 84. Diagrama de momentos balanceados en losas del primer nivel



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de refuerzo en losa.

Cálculo del peralte

Se utilizará un "t" de 12 cm.

Se asumirá refuerzo de 3/8"

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 12 - 2,5 - 1,27/2$$

$$d = 9,37 \text{ cm}$$

Cálculo de área de acero mínima según ACI 318-08 sección 10.5.

$$A_{s_{min}} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = 0.80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 8,87 = 4,22 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 8,87 = 4,45 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} * \left(\frac{6120}{6120 + 2810} \right) = 0,049565$$

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

$$A_{s_{max}} = 0,50 * 0,04957 * 100 * 8,87 = 21,98 \text{ cm}^2$$

Momento soportado por acero mínimo

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 \left[A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 \left[4,70 * 2810 * \left(8,87 - \frac{4,45 * 2810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 107998,62 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 1079,98 \text{ kg} - \text{m}$$

Momentos últimos para diseño de losa

En el sentido X = 1763,42 kg-m

En el sentido Y = 2067,25 kg-m

Debido a que los momentos actuantes exceden el momento resistente por el área de acero mínima se calcula el área de acero requerida para ambos momentos mediante la siguiente ecuación.

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

Tabla CVIII. **Área de acero y espaciamiento en losas**

Losas				
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)	Espaciamiento (cm)	As min = 4,45 cm ²	As max = 21,98 cm ²
Mx= 1763,42	7,83	16	Aceptable	
My=2067,25	9,27	14	Aceptable	

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- Chequeo por corte

$$\frac{W * L * C}{2} < \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$\frac{1\ 807,6 * 5,80 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 9,37$$

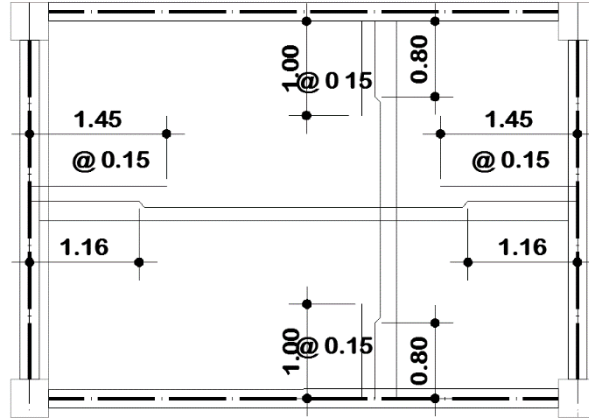
$$2\ 621,02\ kg < 7\ 059,63\ kg$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 85. **Detalle de armado de losa primer nivel**

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 4
t = 0.12
fy = 40,000 PSI
fc = 3,000 PSI



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Segundo nivel

$$C_v = 1,7 * (200,00 \text{ kg/m}^2) = 340,00 \text{ kg/m}^2$$

$$C_m = 1,4 * (334)$$

$$C_m = 467,60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 807,60 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos.

Cálculo de relación L_a/L_b para todas las losas

$$\frac{L_a}{L_b} = \frac{4,00}{5,80} = 0,69 \approx 0,70$$

Cálculo de momentos para Losas 1, 11, 15 y 5

Caso no. 4

$$-M_A = 0,081 * 807,60 * 4^2 = 1046,65 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,019 * 807,60 * 5,80^2 = 516,19 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,046 * 467,60 * 4^2 + 0,057 * 340 * 4^2 = 654,23 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 467,60 * 5,80^2 + 0,014 * 340 * 5,80^2 = 333,16 \text{ Kg} - m$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 2, 3, 4, 12, 13 y 14

Caso no. 8

$$-M_A = 0,068 * 807,60 * 4^2 = 878,67 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,029 * 807,60 * 5,80^2 = 787,86 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,040 * 467,60 * 4^2 + 0,054 * 340 * 4^2 = 593,02 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,011 * 467,60 * 5,80^2 + 0,014 * 340 * 5,80^2 = 333,16 \text{ Kg} - m$$

En los lados donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 6 y 10

Caso no. 9

$$-M_A = 0,081 * 807,60 * 4^2 = 1\ 046,65 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,011 * 807,60 * 5,80^2 = 298,85 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,033 * 467,60 * 4^2 + 0,05 * 340 * 4^2 = 518,89 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,006 * 467,60 * 5,80^2 + 0,011 * 340 * 5,80^2 = 220,19 \text{ Kg} - m$$

En los lados en donde no existe continuidad, se debe colocar un tercio del momento positivo.

Cálculo de momentos para Losas 7,8 y 9

Caso no. 2

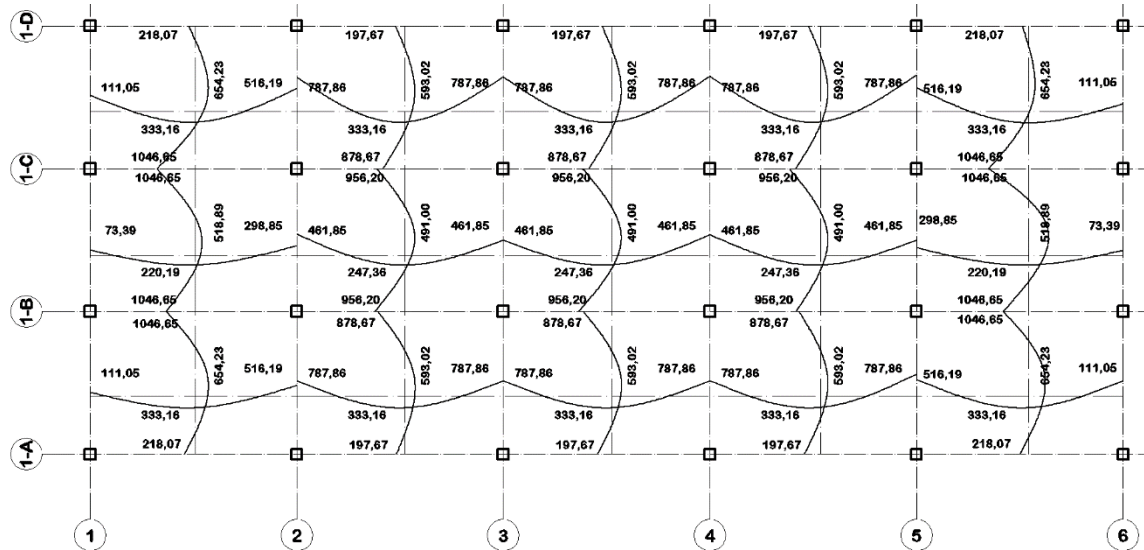
$$-M_A = 0,074 * 807,60 * 4^2 = 956,20 \text{ Kg} - m$$

$$-M_B = 0,017 * 807,60 * 5,80^2 = 461,85 \text{ Kg} - m$$

$$+M_A = 0,030 * 467,60 * 4^2 + 0,049 * 340 * 4^2 = 491,00 \text{ Kg} - m$$

$$+M_B = 0,007 * 467,60 * 5,80^2 + 0,012 * 340 * 5,80^2 = 247,36 \text{ Kg} - m$$

Figura 86. Diagrama de momentos sin balancear en losas del segundo nivel



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Balanceo de momentos

Entre losa: 1-2, 4-5, 11-12, 14-15

$$(0,80) * 787,86 > 516,19$$

630,29 > 516,19 entonces: balancear por rigideces.

$$k_1 = \frac{1}{5,80} = 0,1724 \quad k_2 = \frac{1}{5,80} = 0,1724$$

$$D_1 = \frac{0,1724}{0,3448} = 0,50 \quad D_2 = \frac{0,1724}{0,3448} = 0,50$$

$$Mb_1 = 516,19 + [(787,86 - 516,19) * 0,50] = 652,03 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 787,86 - [(787,86 - 516,19) * 0,50] = 652,03 \text{ kg} - m$$

De la misma manera se procede a calcular en los demás casos.

Entre losa: 6-7, 9-10

$$Mb_1 = 380,35 \text{ kg} - m$$

$$Mb_2 = 380,35 \text{ kg} - m$$

Entre losa: 2-7,3-8,4-9,12-7,13-8 y 14-9

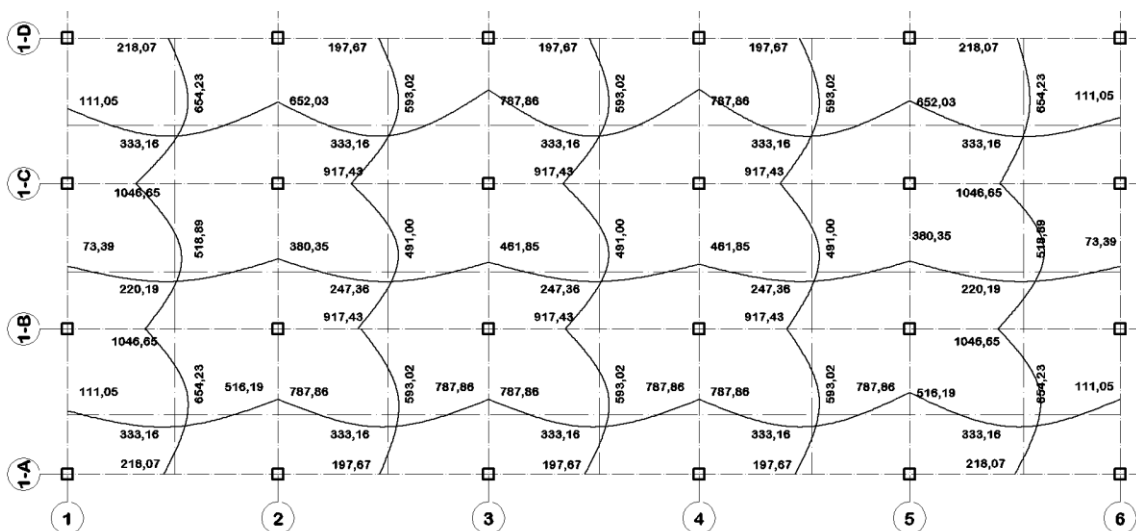
$$(0,80) \cdot 956,20 < 878,67$$

$$764,96 < 878,67$$

Promedio de ambos momentos

$$Mb = \frac{956,20 + 878,67}{2} = 917,43 \text{ kg} - m$$

Figura 87. Diagrama de momentos balanceados en losas de segundo nivel



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de refuerzo en losa

Cálculo del peralte

Se utilizará un “d” de 12 cm.

Se asumirá refuerzo de 3/8”

Se utilizará acero

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 12 - 2 - 1,27/2$$

$$d = 9,37 \text{ cm}$$

Cálculo de área de acero mínima según ACI 318-08 sección 10.5

$$A_{s_{min}} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = 0.80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 8,87 = 4,22 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 8,87 = 4,45 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} * \left(\frac{6120}{6120 + 2810} \right) = 0,049565$$

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

$$A_{s_{max}} = 0,50 * 0,04957 * 100 * 8,87 = 21,98 \text{ cm}^2$$

Momento soportado por acero mínimo

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 \left[A_{s_{min}} * f_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,90 \left[4,70 * 2810 * \left(8,87 - \frac{4,45 * 2810}{1,7 * 280 * 100} \right) \right] = 107998,62 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 1079,98 \text{ kg} - \text{m}$$

El área de acero mínima soporta el mayor momento de las losas del segundo nivel por lo que se procede a calcular el espaciamiento.

Calculando espaciamiento

$$4,45 \text{ ----- } 100$$

$$0,71 \text{ ----- } S$$

$$S = 16 \text{ cm}$$

- Chequeo por corte

$$\frac{W * L * C}{2} < \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\frac{807,6 * 5,80 * 0,50}{2} < 0,85 * 0,53 * \sqrt{280} * 100 * 9,37$$

$$1171,02 \text{ kg} < 7059,63 \text{ kg}$$

Debido a que la expresión es verdadera, el espesor de la losa es aceptable.

Figura 88. **Detalle de armado en losa segundo nivel**

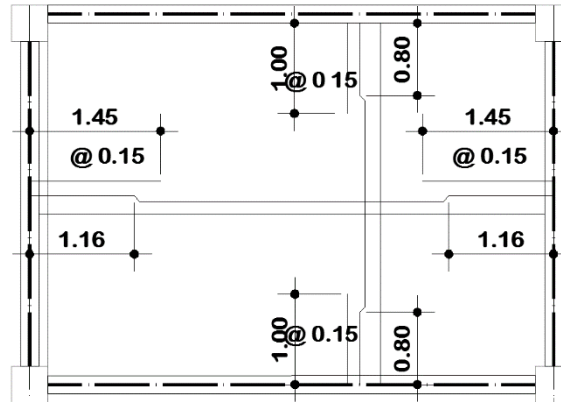
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

REFUERZO: No. 3

t = 0.12

f_y = 40,000 PSI

f_c = 3,000 PSI



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de vigas

Para el diseño se utilizarán los datos de una viga crítica, utilizando los mayores datos de las vigas del primer nivel en el eje 1-C y 2. Además, se utilizarán los criterios encontrados en el capítulo 21 del ACI 318-08.

Viga crítica en el sentido “X”

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm

Longitud: 5,80 m.

(-) M_{ab} = 18,32 Ton-m = 18 322,9 kg-m

(-) M_{ba} = 18,32 Ton-m = 18 322,9 kg-m

(+)M = 8,4581 Ton-m = 8 458,1 kg-m

f_y = 2 810 kg/cm²

f_c = 280 kg/cm²

V último = 13, 0832 Ton = 13 083,2 kg

Cálculos preliminares

Cálculo de "d"

$$d = h - \text{recubrimiento} - \phi/2$$

$$d = 50 - 4 - 1,27/2$$

$$d = 45,36 \text{ cm}$$

- Área de acero mínima

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

$$A_{s_{min}} = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 25 * 45,36 = 5,40 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 25 * 45,36 = 5,69 \text{ cm}^2$$

- Área de acero máxima

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{2810} * \left(\frac{6120}{6120 + 2810} \right) = 0,03717$$

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

$$A_{s_{max}} = 0,50 * 0,03717 * 25 * 45,36 = 27,90 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del acero longitudinal

Con el momento máximo negativo se calculará el área de acero requerida para soportar dicho momento.

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

Tabla CIX. **Acero de vigas para momentos requeridos**

Área de acero en vigas	
Momento (kg-m)	Área de acero (cm ²)
18 332,90	17,73
8 458,10	7,79

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Después de calcular el área de acero requerida para los momentos críticos se diseña el refuerzo longitudinal de la viga siguiendo ciertos criterios sísmicos.

Para la cama inferior

Para la cama inferior el ACI recomienda que por lo menos deban colocarse dos varillas corridas, y cubrir el área de acero del mayor de los valores siguientes:

- 50% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 8,865 \text{ cm}^2$
- 50% del área de acero requerida por el momento positivo. $A_s = 3,89 \text{ cm}^2$

- El área de acero mínima. 5,69 cm²

En esta cama será necesario utilizar varillas que cubran un área de 8 865 cm², dicha área cubre el área de acero requerida por el momento positivo. Se utilizarán dos varillas no. 8 las cuales cubren un área de 10,14 cm²

Para la cama superior

También se deberán de colocar dos varillas longitudinales, con el área no menor al mayor de las siguientes opciones.

- El área de acero mínima. 5,69 cm²
- 33% del área de acero requerida por el mayor de los momentos negativos. $A_s = 5,91 \text{ cm}^2$

Para cubrir dicho requisito se utilizarán dos varillas no. 9, las cuales cubren un área de 10,14 cm². Para cubrir el resto del área requerida por el momento negativo (el área restante a cubrir es de 7,59 cm²) se utilizarán bastones, dos varillas no. 7. Lo cual suma un total de 17,88 cm².

- Verificando área de acero

$$A_{s_{min}} > A_s > A_{s_{max}}$$

Cama superior

$$5,65 > 17,88 > 27,90$$

Cama inferior

$$5,65 > 10,14 > 27,90$$

- Chequeo por torsión

Debido a que las vigas de borde están sometidas a torsión por compatibilidad es necesario hacer un chequeo. El código ACI 318-08 en su sección 11,5 presenta los requisitos para el diseño por torsión. Como primer paso se debe comparar el momento por torsión último con el momento crítico de la sección.

$$T_u \leq T_{cr}$$

Si esta expresión es falsa se debe proceder a diseñar la viga por torsión.

La torsión crítica está dada por la ecuación:

$$T_{cr} = \phi * \lambda * \sqrt{f'c} * \left[\frac{Acp^2}{Pcp} \right] \quad (ACI 318 - 08 Sección: 11,5,2,2)$$

Donde:

$\lambda = 1,00$ Para concretos de peso normal (ACI 318 – 08; Sección 8,6,1)

$\phi = 0,85$

Este procedimiento se hará para la viga crítica del eje 3 entre ejes B-C.

Datos:

$b = 25$ cm

$h = 50$ cm

$f'c = 280$ kg/cm²

$f_y = 2810$ kg/cm²

$T_u = 449,21$ kg-m

$$A_{cp} = 25 \times 50 = 1250 \text{ cm}^2$$

$$P_{cp} = 25 \times 2 + 50 \times 2 = 150 \text{ cm}$$

$$T_{cr} = 0,85 * 1,00 * \sqrt{280} * \left[\frac{1250^2}{150} \right] = 148\,158,59 \text{ kg} - \text{cm} = 1\,481,16 \text{ kg} - \text{m}$$

$$449,21 \text{ kg} - \text{m} \leq 1\,481,16 \text{ kg} - \text{m}$$

Debido a que la condición es verdadera, no es necesario realizar un diseño por torsión.

- Diseño a corte

Una de las funciones principales que tiene el refuerzo transversal es confinar el núcleo de concreto. Además, tiene la función de resistir los esfuerzos a corte, cuando el concreto no es suficiente para resistirlo. Para saber si la sección de concreto es suficiente para resistir el corte se debe de hacer un chequeo por corte.

$$V_{act} < V_{cu}$$

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

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * (25 * 45,36) = 7\,403,98 \text{ Kg}$$

$$V_{act} = 13\,083,2 \text{ Kg} > V_{cu} = 7\,403,98 \text{ Kg}$$

El corte resistente de la viga bajo estudio es menor al actuante, por lo que será necesario calcular el espaciamiento y longitud de confinamiento.

Cálculo de espaciamiento para estribos

$$S = \frac{2 * \emptyset * f_y * d}{V_{act}}$$

Donde:

\emptyset = Área de la varilla que se propondrá. Para los estribos se utilizará una varilla de no. 3 de grado 40.

$$S = \frac{2 * 0,71 * 2810 * 45,36}{13\ 083,2} = 13,83\ cm$$

Es importante comparar el espaciamiento calculado con el espaciamiento máximo.

$$S_{max} = d/2$$

$$S_{max} = \frac{45,36}{2} = 22,68$$

$$S_{max} = 22,68\ cm > S = 13,83\ cm$$

El espaciamiento calculado es menor al espaciamiento máximo por lo que se tomará como correcto para el diseño de acero transversal, tomando en cuenta que se aproximará a 13 cm con el objetivo de facilitar la construcción.

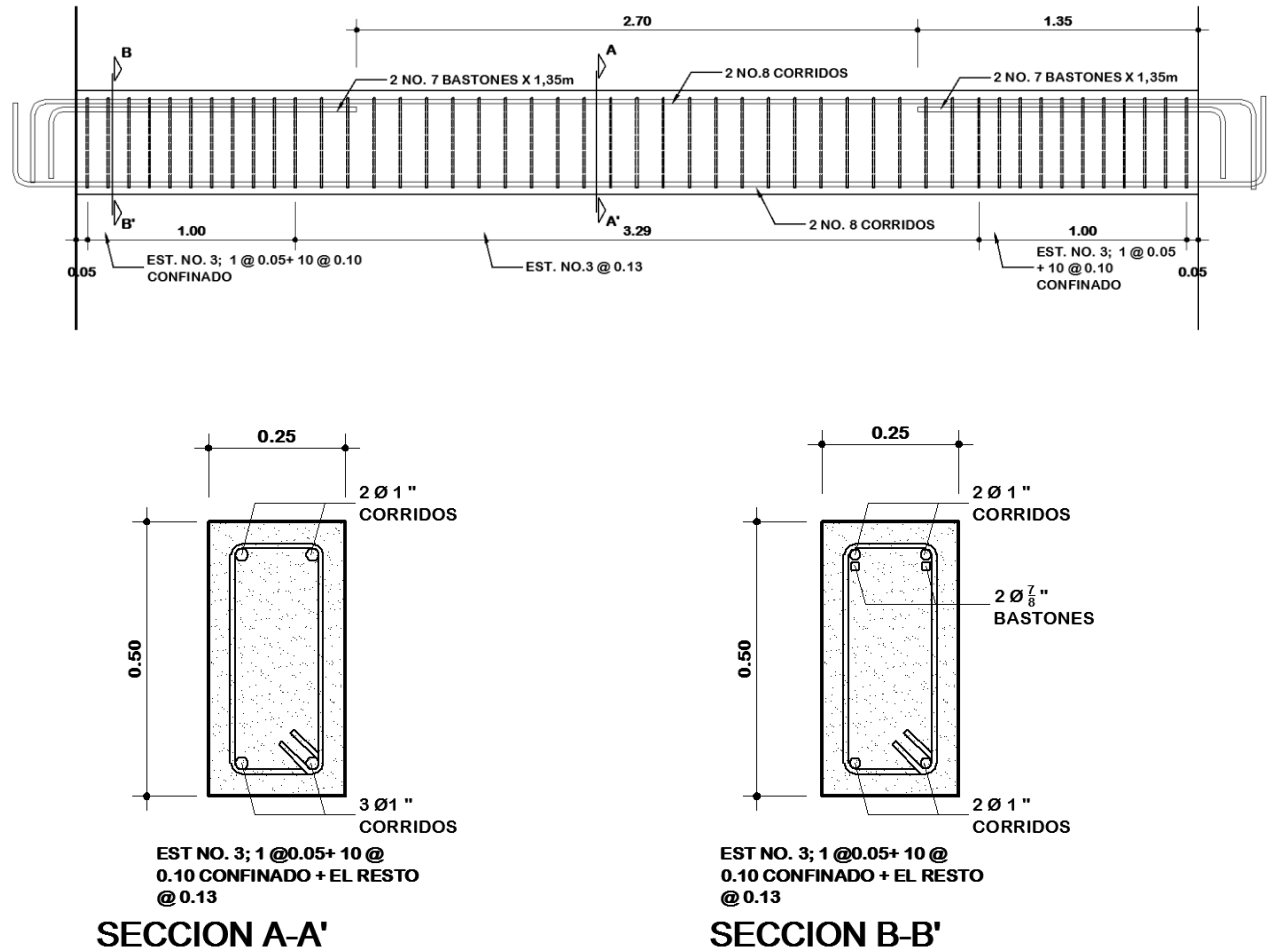
Según lo establecido en el ACI 318-08 capítulo 21,3,4,2, la viga debe disponer de estribos de confinamiento en una longitud igual a 2h desde los extremos de la viga hacia el centro de la misma. Además, el primer estribo de confinamiento deberá ubicarse a 5 cm del apoyo de la viga.

El espaciamiento de los estribos de confinamiento no deberá exceder al menor de las siguientes expresiones.

- $d/4 = 45,36/4 = 11,34$ cm
- $8*\phi_{longitudinal} = 8*1,91 = 15,28$ cm
- $24*\phi_{transversal} = 24*0,95 = 22,8$ cm
- 30 cm

De manera que se confinará de la siguiente manera: el primer estribo estará a 5 cm de la cara del apoyo de la viga, luego, en un área de 1m desde ese estribo se colocará a cada 10 cm y el resto a cada 13 cm para cubrir los esfuerzos a corte.

Figura 89. Detalle longitudinal del armado de viga



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Viga crítica en el sentido “Y”

Datos:

Recubrimiento: 4 cm (ACI 318-08 cap 7,7,1)

Dimensiones de la viga: 25 x 50 cm.

Longitud: 4,00 m.

(-) $M_{ab} = 11, 1413 \text{ Ton-m} = 11\ 141,3 \text{ kg-m}$

(-) $M_{ba} = 11,1413 \text{ Ton-m} = 11,141,3 \text{ kg-m}$

(+) $M = 3,1247 \text{ Ton-m} = 3,124,7 \text{ kg-m}$

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

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

$V_{\text{ultimo}} = 11,78 \text{ Ton} = 11,784,4 \text{ kg}$

- Para la cama inferior

En esta cama será necesario utilizar varillas que cubran un área de 5,69 cm². Se utilizarán dos varillas no. 6 las cuales cubren un área de 5,74 cm².

- Para la cama superior

En esta cama será necesario utilizar varillas que cubran un área de 10,34 cm². Para cubrir dicho requisito se utilizarán 2 varillas no. 6, las cuales cubren un área de 5,74 cm². Para cubrir el resto del área requerida por el momento negativo (el área restante a cubrir es de 4,6 cm²) se utilizarán bastones dos varillas no. 6. Lo cual cubre en total un área de 11,46 cm².

- Verificando área de acero

$$A_{s_{min}} > A_s > A_{s_{max}}$$

Cama superior

$$5,65 > 11,46 > 27,90$$

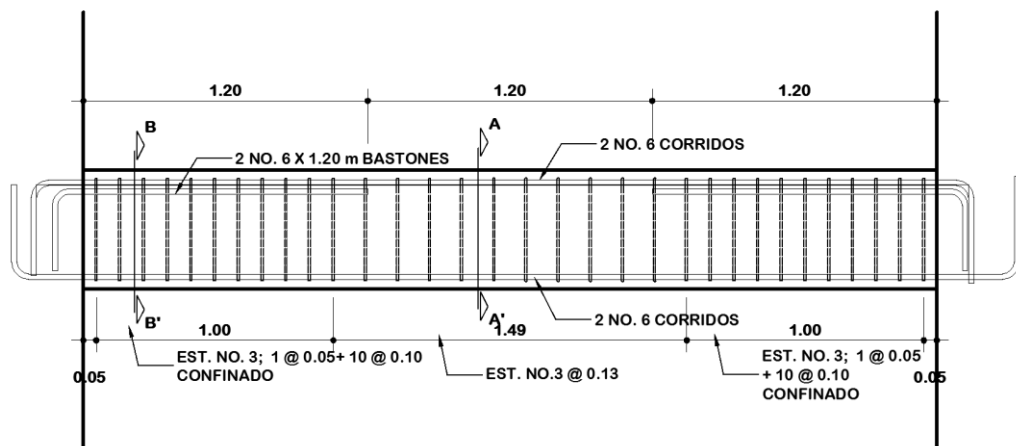
Cama inferior

$$5,65 > 5,74 > 27,90$$

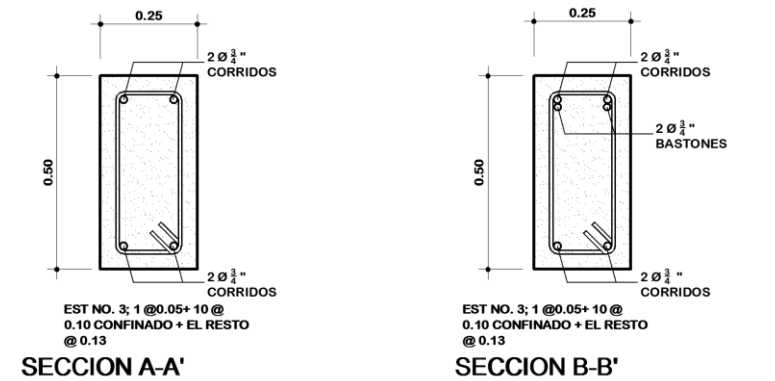
- Diseño a corte

Se confinará de la siguiente manera: el primer estribo estará a 5cm de la cara del apoyo de la viga, luego, en un área de 1m desde ese estribo se colocará a cada 10cm y el resto a cada 13cm para cubrir los esfuerzos a corte.

Figura 90. **Detalle longitudinal del armado de viga**



DETALLE DE VIGA 1



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de columnas
 - Criterios de diseño

En el pre-dimensionamiento se estableció una columna de 30 x 30cm, sin embargo, realizando el procedimiento que se encuentra a continuación, se determinó que la sección no era suficiente para soportar la carga axial y los momentos a los que está sometida la columna. Por lo que la sección se modificó a 40 x 40 cm.

- El acero mínimo longitudinal es de 1% del área gruesa de la columna.
- El acero máximo longitudinal es del 4% debido a que el edificio se encuentra en un área sísmica.
- La columna deberá tener como mínimo cuatro varillas longitudinales.
- El refuerzo transversal, deberá ser como mínimo de varillas no. 3 para varillas longitudinales menores a la no. 10. y por lo menos varillas no. 4 para varillas longitudinales mayores a la no. 10.
- El recubrimiento mínimo para la columna será de 3 cm.

La separación máxima en estribos

- No debe ser superior a 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal;
- No debe ser mayor a 48 veces el diámetro de la varilla transversal.

- No debe ser mayor a la dimensión más pequeña de la columna.

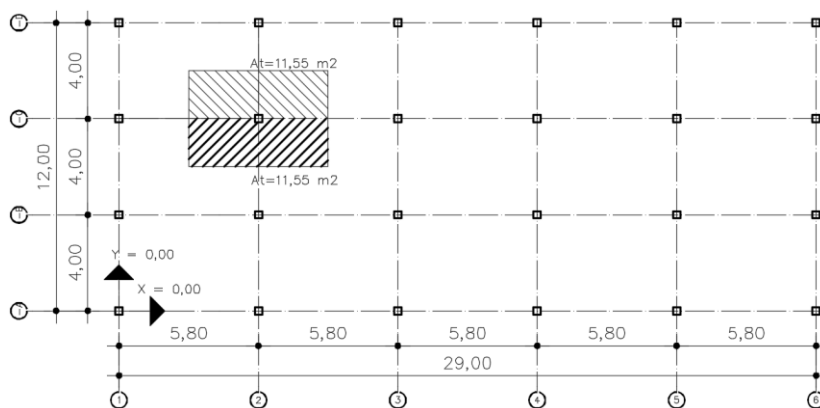
- Carga axial

La carga axial se determina por medio de áreas tributarias, incluyendo el peso propio de los elementos que se localicen en el área. Considerando que si la columna soporta otros niveles se deben sumar a la carga axial.

La columna seleccionada como la crítica es la que se encuentra en la intersección del eje 1-C con el eje 2.

Debido a que la columna se encuentra en medio de los pasillos y los salones, el área tributaria se deberá dividir en dos. Ver figura 92. Y se diseñará aplicando el método de Bresler.

Figura 91. **Distribución de áreas tributarias para columna seleccionada**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

$$Pu = A_t * CUT_{pasillos} + A_t * CUT_{salones} + Pp_{vigas} * Fcu$$

- Datos preliminares

Pu segundo nivel

Carga última = 807,60 kg/m².

Carga T = 534,00 kg/m²

At = 23,10 m²

$$F_{cu} = \frac{807,60}{534,00} = 1,51$$

$$P_u = 23,10 * 807,60 + \frac{(0,25 * 0,50) * 2\,400 * 2 * 1,51 * 4}{2} + \frac{(0,25 * 0,50) * 2\,400 * 2 * 1,51 * 5,80}{2} = 23\,101,89 \text{ kg}$$

Pu para primer nivel

Carga última (salones) = 1 382,6 kg/m²

Carga T (salones) = 934,00 kg/m²

Carga última (pasillos) = 1 807,6 kg/m²

Carga T (pasillos) = 1 184,0 kg/m²

At = 11,55 m² (para ambos casos)

$$Fcu_{salones} = \frac{1\,382,60}{934,00} = 1,48$$

$$Fcu_{pasillos} = \frac{1\,807,60}{1\,184,00} = 1,52$$

$$Pu_{pasillos} = 11,55 * 1\,807,60 + \frac{0,50 * 0,25 * 2400 * 4 * 1 * 1,52}{2}$$

$$+ \frac{0,50 * 0,25 * 2400 * 5,80 * 1 * 1,52}{2}$$

$$Pu_{pasillos} = 23\,122,01 \text{ kg}$$

$$Pu_{salones} = 11,55 * 1\,382,60 + \frac{0,50 * 0,25 * 2400 * 4 * 1 * 1,48}{2}$$

$$+ \frac{0,50 * 0,25 * 2400 * 5,80 * 1 * 1,48}{2}$$

$$Pu_{salones} = 18\,145,07 \text{ kg}$$

$$Pu_{total} = Pu_{pasillos} + Pu_{salones} + Pu_2$$

$$Pu_{total} = 23\,122,01 + 18\,145,07 + 23\,101,89 = 64\,368,98 \text{ Kg}$$

- Esbeltez (E)

Para el diseño de la columna, se deberán analizar los efectos de rigidez para obtener los momentos y cargas de diseño. Se calcula con la siguiente ecuación:

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

Donde:

E = Esbeltez

k = Factor de longitud efectiva

Lu = Longitud libre

r = Radio de giro

Para columnas rectangulares el radio de giro (r) para columnas rectangulares será de 0,30 de la dimensión en la que se aplique la flexión y 0,25 del diámetro para columnas circulares.

- Columna corta E < 22.
- Columna intermedia 22 < E < 100.
- Columna larga E > 100.

Para determinar el factor de longitud efectiva (r) se utilizarán las ecuaciones de Furlong de la siguiente manera.

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = 0,90 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p \geq 2$$

$$\text{Donde } \Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2}$$

Ψ se determina con las siguientes ecuaciones.

$$\Psi = \frac{\sum K_{columnas}}{\sum K_{vigas}} \quad \text{o } \Psi = 0 \quad (\text{si existe empotramiento})$$

- Rigideces

Para encontrar la rigidez se utiliza la siguiente ecuación.

$$K = \frac{b * h^3}{L}$$

- Sentido X-X

Cálculo de rigidez

$$K_{vigas} = \frac{0,25 * 0,50^3}{5,80} = 0,005388$$

$$K_{columna} = \frac{0,25 * 0,50^3}{3,60} = 0,007111$$

Cálculo de Ψ para lado inferior

$$\Psi = 0$$

Cálculo de Ψ para lado superior.

$$\Psi = \frac{0,007111 + 0,007111}{0,005538 + 0,005538} = 1,3198$$

$$\Psi_p = \frac{0 + 1,3198}{2} = 0,6599$$

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = \frac{20 - 0,6599}{20} * \sqrt{1 + 0,6599} = 1,2459$$

Esbeltez de la columna

$$E = \frac{1,2459 * 3,60}{0,30 * 0,40} = 37,38$$

La esbeltez se encuentra en el rango de columna intermedia, por lo que se deberán amplificar los momentos en este sentido.

- Sentido Y-Y.

Cálculo de rigidez

$$K_{vigas} = \frac{0,25 * 0,50^3}{4} = 0,007813$$

$$K_{columna} = \frac{0,25 * 0,50^3}{3,60} = 0,007111$$

Cálculo de Ψ .

Cálculo de Ψ para lado inferior

$$\Psi = 0$$

Cálculo de Ψ para lado superior

$$\Psi = \frac{0,007111 + 0,007111}{0,007813 + 0,007813} = 0,9102$$

$$\Psi_p = \frac{0 + 0,8192}{2} = 0,4551$$

$$k = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{Para } \Psi_p < 2$$

$$k = \frac{20 - 0,4551}{20} * \sqrt{1 + 0,4551} = 1,1788$$

Esbeltez de la columna

$$E = \frac{1,1788 * 3,60}{0,30 * 0,40} = 35,37$$

La esbeltez se encuentra en el rango de columna intermedia, por lo que se deberán amplificar los momentos en este sentido.

- Magnificación de momentos

Los momentos a magnificar son:

$$M_x = 10\,947,1 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 11\,777,0 \text{ Kg-m}$$

La magnificación del momento se realiza con la siguiente ecuación.

$$\delta x = \frac{C_m}{1 - P_u / \phi P_{cr}}$$

Donde:

- C_m : factor del efecto de extremo

$C_m = 0,6 + 0,4 M_1 / M_2 > 0,40$ Para columnas sin ladeo lateral y si cargas transversales.

$C_m = 1$ Para los demás casos.

- P_{cr} = carga crítica de pandeo de Euler.
- ϕ = factor de reducción para cara axial 0,70 o 0,75

- Cálculo del EI

$$EI = \frac{Ec * Ig / 2,5}{1 + \beta d}$$

Donde:

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

I_g = Inercia centroidal de la sección de la columna = $bh^3/12$

βd = Factor de flujo plástico = CM_u/CM_{tot}

- Factor de flujo

$$\beta d = \frac{CMU}{CU}$$

$$\beta d = \frac{957,6}{1\ 807,6 \text{ kg/m}^2} = 0,53$$

$$EI = \frac{15,100 * \sqrt{f'c} * (bh^3/12) / 2,5}{1 + \beta d}$$

$$EI = \frac{15,100 * \sqrt{210} * (40 * 40^3/12) / 2,5}{1 + 0,53} = 1,22 \text{ E} + 10 \text{ Kg} - \text{cm}^2$$

$$EI = 1\ 220,62 \text{ Ton} - \text{m}^2$$

- Cálculo de la carga crítica de Euler

$$P_{cr_x} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2} = \frac{\pi^2 * 1\ 220,62}{(1,25 * 3,60)^2} = 598,87 \text{ Ton}$$

$$P_{cr_y} = \frac{\pi^2 * EI}{(K * L)^2} = \frac{\pi^2 * 1\ 220,62}{(1,18 * 3,60)^2} = 668,92 \text{ Ton}$$

$$\delta x = \frac{1}{1 - 64,37 / 0,70 * 598,87} = 1,18$$

$$\delta y = \frac{1}{1 - 64,37 / 0,70 * 668,92} = 1,16$$

- Momentos magnificados.

$$M_x = 10\,947,1 * 1,18 = 12\,932,92 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 11\,777,0 * 1,16 = 13\,653,99 \text{ Kg-m}$$

- Refuerzo longitudinal

Para el diseño de la columna se utilizará el método de Bresler. Es un método sencillo y se obtienen cálculos exactos. El método asume una aproximación de la superficie de la falla.

Los datos preliminares para el diseño:

$$P_u = 64,37 \text{ Ton.}$$

$$M_{dx} = 12\,917,58 \text{ Kg-m.}$$

$$M_{dy} = 13\,661,32 \text{ Kg-m.}$$

$$\text{Recubrimiento} = 4,00 \text{ cm.}$$

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

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2.$$

- Cálculo de acero mínimo y máximo.

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

$$A_{s_{max}} = 0,06 * 40 * 40 = 96 \text{ cm}^2$$

Se propone un armado que se encuentre dentro del rango anterior.

$$A_{st} = 8 \text{ varillas no. 6} = 22,96 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de excentricidades.

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{12,89}{64,37} = 0,20$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{13,77}{64,37} = 0,21$$

- Cálculo de (e/h) (Diagonal).

$$(e/h)_x = \frac{0,20}{0,40} = 0,50$$

$$(e/h)_y = \frac{0,21}{0,40} = 0,53$$

- Cálculo de γ_x y γ_y .

$$\gamma_x = \frac{h_x - 2 * \text{recubrimiento}}{h_x} = \frac{0,40 - 2 * 0,04}{0,40} = 0,80$$

$$\gamma_y = \frac{h_y - 2 * \text{recubrimiento}}{h_y} = \frac{0,40 - 2 * 0,04}{0,40} = 0,80$$

- Cálculo de $\rho\mu$ (Curva).

$$\rho\mu = \frac{A_{st}}{A_g} * \frac{f_y}{0,85 * f'_c}$$

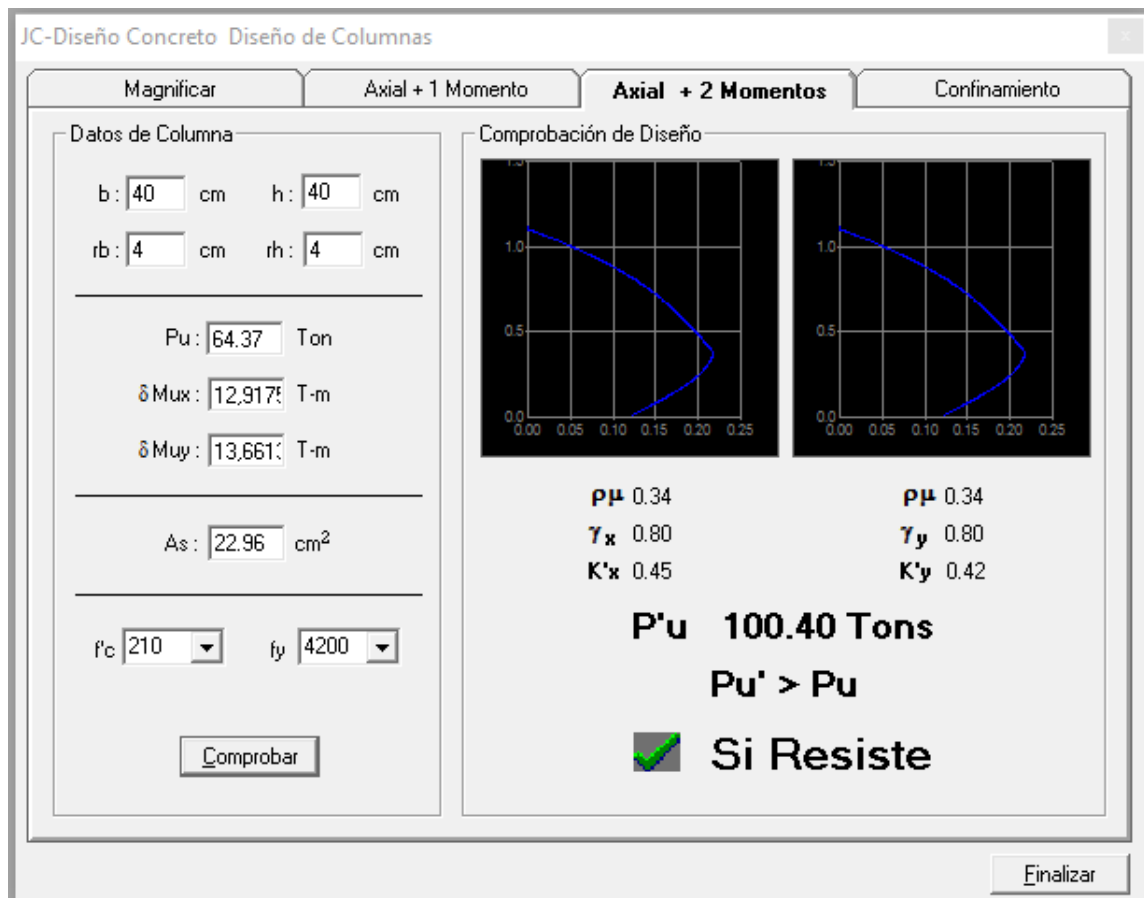
$$\rho\mu = \frac{22,8}{40 * 40} * \frac{4200}{0,85 * 210} = 0,34$$

Los coeficientes se obtuvieron del diagrama de iteración proporcionado por el software J.C. diseño de concreto.

K'x=0,45

K'y=0,42

Figura 92. Obtención de valores K



Fuente: elaboración propia en J.C. Diseño de Concreto.

Encontrar el valor de $P'u$ mediante la fórmula de Bresler.

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'x} + \frac{1}{P'y} - \frac{1}{P'o}}$$

Donde:

$P'u$ = valor aproximado de carga de falla con excentricidad e_x y e_y .

$P'x$ = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_x ($e_y = 0$)

$P'y$ = Carga de falla cuando solamente existe excentricidad e_y ($e_x = 0$)

$P'o$ = Carga de falla cuando el elemento tiene carga axial pura.

$$P'x = \frac{K'x * f'c * Ag}{1000} = \frac{0,45 * 210 * 40 * 40}{1000} = 151,2 \text{ Ton}$$

$$P'y = \frac{K'y * f'c * Ag}{1000} = \frac{0,40 * 210 * 40 * 40}{1000} = 141,12 \text{ Ton}$$

$$P'o = \frac{0,85 * f'c * (Ag - Ast) + As * fy}{1000} \\ = \frac{0,70 * 0,85 * 210 * (40 * 40 - 22,8) + 22,88 * 4200}{1000} = 264,10 \text{ Ton}$$

Entonces:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{120,96} + \frac{1}{114,24} - \frac{1}{244,51}} = 100,87 \text{ Ton}$$

Carga última actuante.

$$P_{ua} = \frac{P_u}{\phi}$$

Donde:

P_{ua} = Carga última actuante

P_u = Carga axial

ϕ = factor de carga de falla = 0,75

Entonces

$$P_{ua} = \frac{64,87}{0,75} = 85,83 \text{ Ton}$$

$$P'_u = 100,87 \text{ Ton} > P_{ua} = 85,83 \text{ Ton}$$

Debido a que la expresión es verdadera, el armado y columna propuesta resiste las cargas aplicadas.

Refuerzo transversal

Igual que las vigas, debido a que el edificio se encuentra en una zona sísmica, se debe proveer la ductilidad suficiente.

El ACI 318-08 establece que se deben de proveer estribos de confinamiento en ambos extremos de la columna.

En el cap. 21,3,5,2 del ACI318-08, el espaciamiento de los estribos de confinamiento no deberá exceder la menor de las siguientes expresiones.

- 8 veces el diámetro de la varilla longitudinal de menor diámetro.
- 24 veces el diámetro del estribo.
- La mitad del lado menor de la sección transversal.
- 30 cm.

Y la longitud del confinamiento

- Una sexta parte de la luz de la columna $360/6 = 60$ cm.
- La mayor dimensión de la sección transversal de la columna 40 cm.
- 45 cm.

La separación de los estribos dentro de la longitud de confinamiento se calculará con la siguiente ecuación.

$$S_o = \frac{(2 * A_v)}{L_n * \rho_s}$$

Donde:

S_o = Espaciamiento por confinamiento.

A_v = Área de la varilla.

L_n = Lado mayor sin recubrimiento.

ρ_s = Relación volumen de refuerzo en espiral al total del núcleo.

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

Donde:

Ag = Area gruesa de la columna = 1 600 cm²

Ach= Área del núcleo medida al diámetro de la espiral, 32 x 32 = 1,024cm²

$$\rho_s = 0,45 * \left(\frac{1\ 600}{1\ 024} - 1 \right) \frac{0,85 * 210}{2810} = 0,02144$$

$$Ln = Lado\ mayor - 2 * recubrimiento$$

$$Ln = 40 - 2 * 4 = 32\ cm$$

- Cálculo de espaciamiento

$$So = \frac{(4 * 0,71)}{0,02144 * 32} = 4,14\ cm$$

Se utiliza un valor de 4 cm

- Cortante actuante

$$V = 4,37\ Ton$$

- Cortante resistente

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 40 * 32 = 10,39\ Ton$$

Si $V_{res} > V$ Entonces en el resto del armado se colocan estribos a cada $S=d/2$

Si $V_{res} < V$ Entonces se diseñan estribos a corte.

$V_{res} > V$

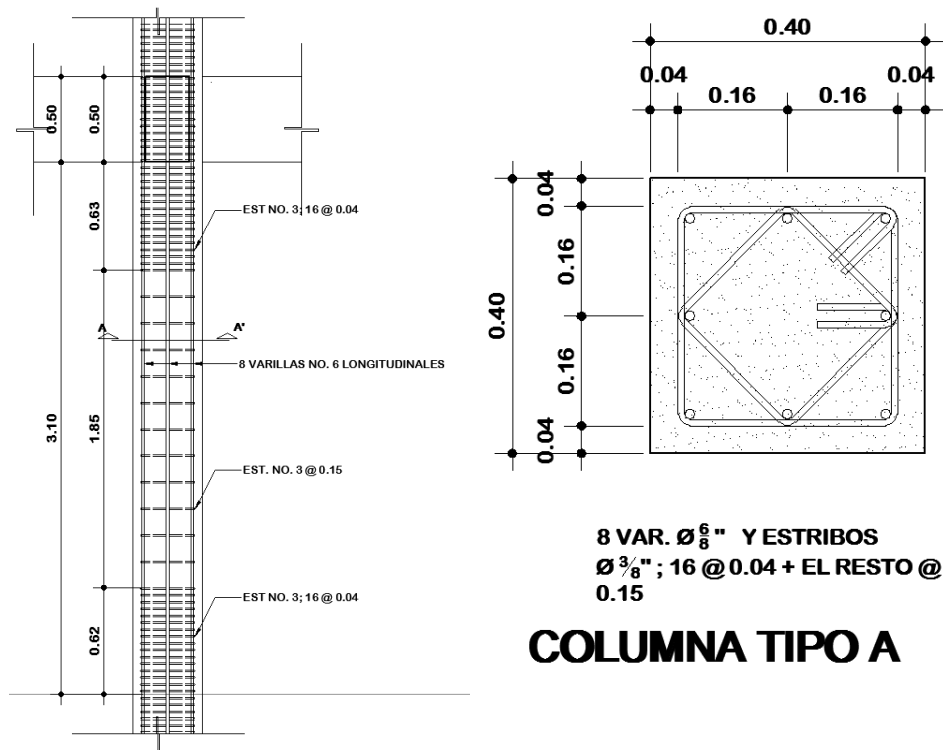
10,39 Ton > 4,37 Ton.

Entonces

$$S = \frac{32}{2} = 16 \text{ cm}$$

De manera que se confinará de la siguiente manera, Est. No. 3 @ 4 cm en una longitud de 60 cm de los extremos al centro de la columna y el resto Est. No. 3 @ 16 cm.

Figura 93. Detalle de columnas



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de cimientos

Los cimientos son los elementos estructurales que resisten la carga del edificio y las transmiten al suelo. Al elegir el tipo de cimiento, hay que tomar en cuenta varios factores, como la resistencia del suelo; el tipo de edificación y su costo. Puesto que el edificio es relativamente pequeño y tiene solamente dos niveles, se le diseñarán zapatas aisladas.

- Diseño de zapata aislada concéntrica

Datos preliminares

$$M_x = 8,52 \text{ Ton-m}$$

$$M_y = 9,083 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 64,369 \text{ Ton}$$

$$F_{cu} = 1,51$$

$$V_s = 17,53 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_s = 1,54 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_c = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

$$\text{Desplante} = 1,80 \text{ m}$$

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

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

$$\text{Desplante} = 1,80 \text{ m}$$

- Cargas de trabajo

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{64,369}{1,51} = 42,62 \text{ Ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{8,52}{1,51} = 5,64 \text{ Ton-m}$$

$$M'ty = \frac{My}{Fcu} = \frac{9,083}{1,51} = 6,015 \text{ Ton} - m$$

- Predimensionamiento de la zapata

$$Az = \frac{1,5 * P't}{Vs} = \frac{1,5 * 42,62}{17,53} = 3,65 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 2,50 x 2,50 para un área de 6,25 m².

- Parámetros geométricos

Estos parámetros ayudarán a determinar la presión mínima y máxima a la que estará sometida la zapata.

$$B = 2,50$$

$$L = 2,50$$

$$Sx = \frac{1}{6} B * L^2 = \frac{1}{6} * (2,5) * (2,5)^2 = 2,60 \text{ m}^3$$

$$Sy = \frac{1}{6} B * L^2 = \frac{1}{6} * (2,5) * (2,5)^2 = 2,60 \text{ m}^3$$

- Parámetros de masa

Peso de la columna

Datos:

$$b=0,40$$

$$h=0,40$$

L= 4,60 m

$$P_{col} = b * h * L * \gamma_{concreto}$$
$$P_{col} = \frac{0,40 * 0,40 * 5,40 * 2\,400}{1\,000} = 2,07 \text{ Ton}$$

- Peso del suelo

Datos

Hs = 1,35 m

Az = 6,25 m²

$$P_{suelo} = (Hs * Az) * \gamma_{suelo}$$
$$P_{suelo} = (1,35 * 6,25) * 1,54 = 12,99 \text{ Ton}$$

- Peso de zapata

Datos

Espesor t = 0,45 m

Peso del concreto = 2 400 kg/m³

Az = 6,25 m²

$$P_{cimiento} = t * Az * \gamma_{conc}$$
$$P_{cimiento} = \frac{0,45 * 6,25 * 2400}{1000} = 6,75 \text{ Ton}$$

- Cálculo de la carga última de trabajo

$$P_{ut} = P't + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$$

$$P_{ut} = 42,63 + 2,07 + 17,25 + 6,75 = 64,45 \text{ Ton}$$

- Cálculo de presión mínima y máxima

Con el cálculo de los parámetros anteriores se calcula la presión que transmite la zapata sobre el suelo.

$$q_{max/min} = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mtx}{Sx} \pm \frac{Mty}{Sy}$$

$$q_{max} = \frac{42,63}{6,25} + \frac{5,64}{2,60} + \frac{6,01}{2,60} = 14,78 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{42,63}{6,25} - \frac{5,64}{2,60} - \frac{6,04}{2,60} = 5,83 \text{ Ton/m}^2$$

$$5,83 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 0 \quad 14,78 \text{ Ton/m}^2 < 17,53 \text{ Ton/m}^2$$

Los datos obtenidos indican que las dimensiones de la zapata son las adecuadas, de lo contrario, se deberá re-dimensionar.

- Presión de diseño

$$q_{diseño} = q_{max} * Fcu$$

$$q_{diseño} = 14,78 * 1,51 = 22,33 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

Para calcular si la zapata escogida soporta los esfuerzos de corte, los cuales se dan a una distancia igual al peralte efectivo, dicho peralte se calculará de la siguiente manera.

Varilla no. 5

Diámetro = 1,59 cm

Espesor = 0,45cm

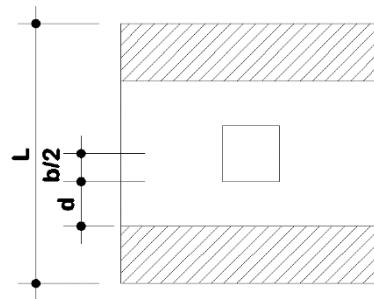
Recubrimiento = 0,075

$$d_{efectivo} = t - \frac{\phi}{2} - Rec$$

$$d_{efectivo} = 45 - \frac{1,59}{2} - 7,5 = 36,705 \text{ cm}$$

Cortante actuante

Figura 94. Diagrama de zapata sometida al corte simple



Fuente: elaboración propia en AutoCAD.

$$V_{act} = q_{diseño} * B * \left(\frac{L - B_{col}}{2} - d \right)$$

$$V_{act} = 22,32 * 2,5 * \left(\frac{2,5 - 0,40}{2} - \frac{36,075}{100} \right) = 38,12 \text{ Ton}$$

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 2,5 * 36,075 = 59,90 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}$$

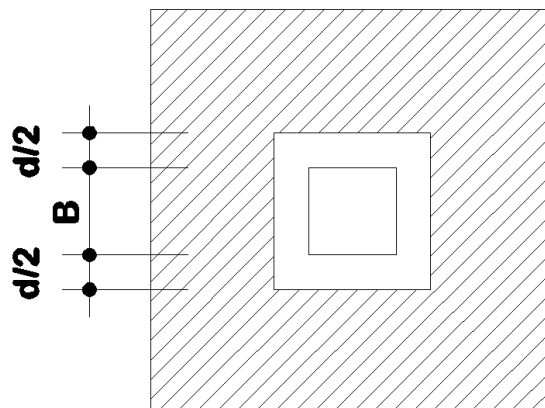
Debido a la simetría, y tomando en consideración los resultados, el peralte es suficiente para soportar el corte simple en ambos sentidos.

- Chequeo por corte punzonante

La carga aplicada sobre la zapata se da de forma puntual. Debido a esto, se produce un corte en un perímetro de la zapata formado por una línea imaginaria a $d/2$ a partir de la columna, como se ve en la figura.

Cortante actuante en punzonamiento.

Figura 95. **Diagrama de zapata sometida al punzonamiento**



Fuente: elaboración propia en AutoCAD.

$$V_{act} = A * q_{diseño}$$

$$V_{act} = (6,25 - (0,40 + 0,367)^2) * 22,32 = 126,41 \text{ Ton}$$

Cortante resistente en punzonamiento

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * (d + b_{columna}) * 4$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * (0,767) * 4 = 147,04 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}$$

Una vez más, el corte resistente es mayor al actuante, por lo que se proseguirá con el diseño del refuerzo con las características actuales del cimientto.

- Diseño de refuerzo por flexión

Se deberá calcular el momento actuante sobre la zapata. Dicho momento se calcula como un voladizo.

$$M_u = \frac{qu * l^2}{2} = \frac{22,32 * \left(\frac{2,50-0,40}{2}\right)^2}{2} * 1000 = 12\,308,43 \text{ kg} - m$$

El área de acero se calcula de la misma manera que se hizo en el diseño de vigas.

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

$$A_{s_{req}} = \frac{0,85 * 210}{2810} * \left\{ (100 * 36.705) - \sqrt{(100 * 36,705)^2 - \frac{13\ 678,75 * 100}{0,003825 * 210}} \right\}$$

$$A_{s_{req}} = 13,56 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 36,705 = 18,41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d = 0.80 * \frac{\sqrt{210}}{2\ 810} * 100 * 36,705 = 15,41 \text{ cm}^2$$

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 5

18,41 cm² ----- 100

2,86 cm²----- S

S= 15,59 cm

S =15 cm

Área de acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 100 * 45 = 9 \text{ cm}^2$$

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 4

9 cm² ----- 100

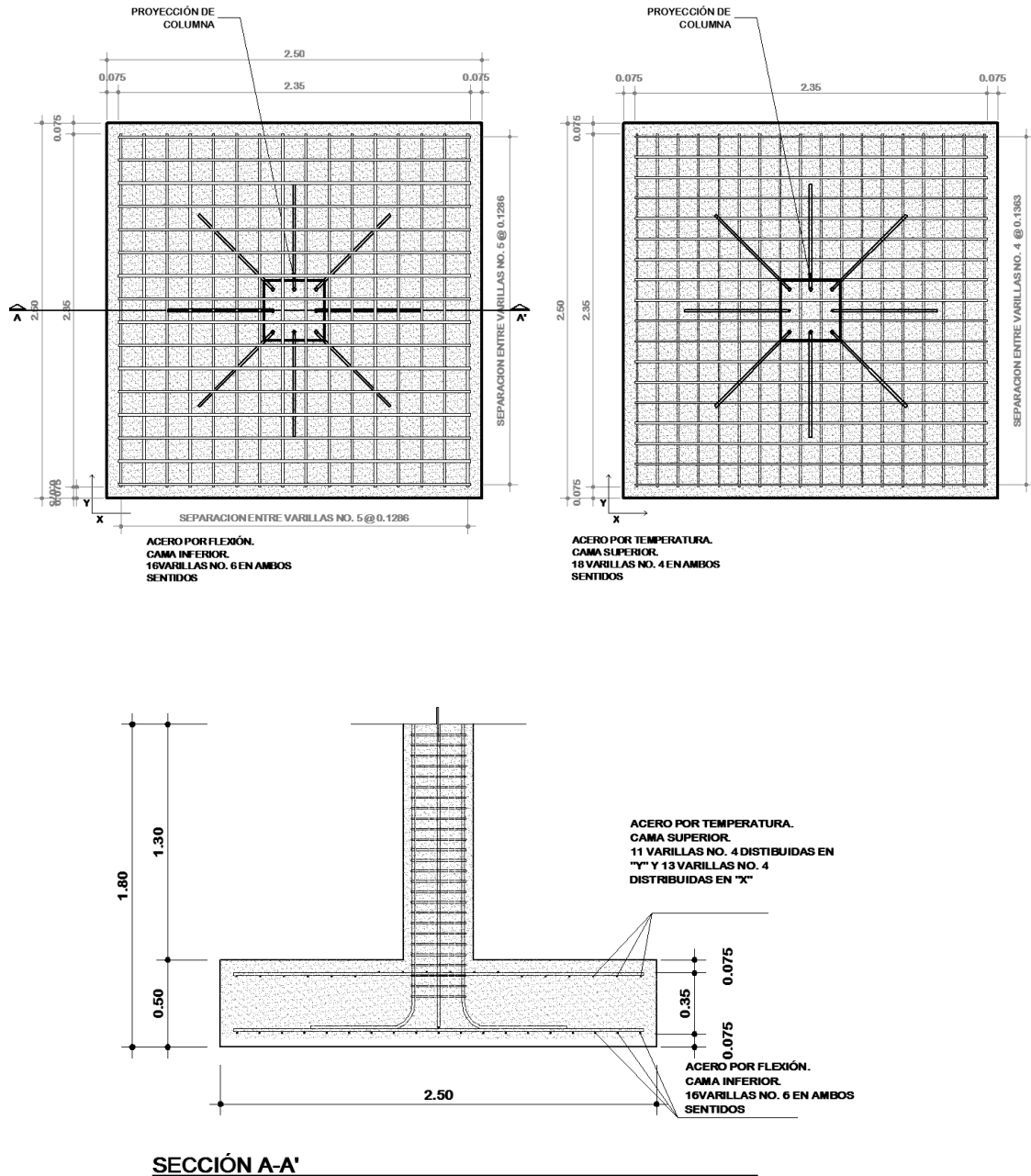
1,27 cm²----- S

S= 14,11 cm

S = 14 cm

Se propone en ambos lados varillas no. 5 @ 13 cm y en una cama superior el acero por temperatura, varillas no. 4 @ 14 cm.

Figura 96. Detalle de zapata concéntrica



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de zapata excéntrica

- Datos preliminares

$$M_x = 8,52 \text{ Ton-m}$$

$$P_u = 26,5 \text{ Ton}$$

$$F_{cu} = 1,51$$

$$V_s = 17,53 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_s = 1,54 \text{ Ton/m}^3$$

$$\gamma_c = 2,4 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Desplante} = 1,80 \text{ m}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

- Cargas de trabajo

$$P't = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{26,5}{1,51} = 17,78 \text{ Ton}$$

$$M't_x = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{8,52}{1,51} = 5,71 \text{ Ton-m}$$

- Pre-dimensionamiento de la zapata

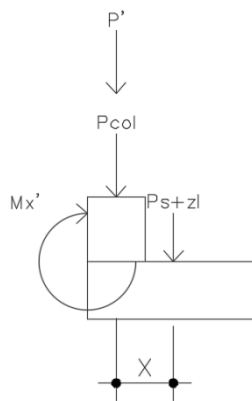
$$A_z = \frac{1,5 * P't}{V_s} = \frac{1,5 * 17,78}{17,53} = 1,52 \text{ m}^2$$

Se propone una zapata de 1,75 x 2,00 para un área de 3,5 m².

- Parámetros geométricos

$$X = \left(\frac{2,00}{2} - 0,20 \right) = 0,80 \text{ m}$$

Figura 97. Diagrama de aplicación de cargas



Fuente: elaboración propia en AutoCAD.

- Parámetros de masa

Peso de la columna

Datos:

$b=0,40$

$h=0,40$

$L= 5,00 \text{ m}$

$$P_{col} + P' = b * h * L * \gamma_{concreto} + P'$$

$$P_{col} + P' = \frac{0,40 * 0,40 * 4,95 * 2\ 400}{1\ 000} + 17,78 = 19,38 \text{ Ton}$$

- Peso del suelo

Datos

Hs = 1,80 m

Az = 3,5 m²

$$P_{suelo} = H_s * (A_z - A_c) * \gamma_{suelo}$$
$$P_{suelo} = 1,35 * (3,50 - 0,16) * 1,54 = 6,39 \text{ Ton}$$

- Peso de zapata

Datos

Espesor t = 0,40 m

Peso del concreto = 2 400 kg/m³

Az = 3,7 m²

$$P_{cimiento} = t * A_z * \gamma_{conc}$$
$$P_{cimiento} = \frac{0,45 * 3,50 * 2\ 400}{1\ 000} = 3,78 \text{ Ton}$$

- Calculando la carga última de trabajo

$$P_g = P't + P_{col} + P_{suelo} + P_{cim}$$
$$P_g = 19,38 + 6,39 + 3,78 = 29,55 \text{ Ton}$$

$$M_g = -M'x + (P' + P_{col}) * X$$
$$M_g = -8,52 + (19,38) * 0,80 = 9,78 \text{ Ton} - m$$

- Cálculo de excentricidad

$$e = \frac{M_{cg}}{P_{cg}} = \frac{9,78}{29,55} = 0,32$$

$$\frac{L}{6} = \frac{2,00}{6} = 0,333$$

$$3a = 3 * \left(\frac{L}{2} - e \right)$$

$$3a = 3 * \left(\frac{2,00}{2} - 0,32 \right) = 2,00 \text{ m}$$

La comparación de los parámetros anteriores nos permitirá definir las ecuaciones que utilizaremos para determinar la presión máxima.

$$e = 0,32 < \frac{L}{6} = 0,33$$

$$3a = 2,00 \leq L = 2,00$$

- Cálculo de presiones

Habiendo calculado los parámetros anteriores y comprobando que $e > L/6$, se calcula la presión que transmite la zapata sobre el suelo.

$$q_{max} = \frac{4 * P_{cg}}{3 * L * (B - 2 * e)}$$

$$q_{max} = \frac{4 * 29,55}{3 * 2 * (1,75 - 2 * 0,32)} = 16,83 \text{ Ton/m}^2$$

$$16,83 \text{ Ton/m}^2 < 17,53 \text{ Ton/m}^2$$

Los datos obtenidos indican que las dimensiones de la zapata son las adecuadas de lo contrario, se deberá re-dimensionar.

- Presión última de diseño

$$q_{diseño} = q_{max} * Fcu$$
$$q_{diseño} = 16,83 * 1,51 = 25,08 \text{ Ton/m}^2$$

- Presión última de suelo y cimiento

$$q_{diseño(s+c)} = Fcu * (df * \gamma + t * \gamma)$$
$$q_{diseño(s+c)} = 1,51 * (1,80 * 1,54 + 0,45 * 2,4) = 5,36 \text{ Ton/m}^2$$

- Cálculo de carga de sección

$$\frac{Wx}{3a} = \frac{25,08}{2,00} = 12,50 \text{ Ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

Se calculará si la zapata escogida soporta los esfuerzos de corte, los cuales se dan a una distancia igual al peralte efectivo.

Varilla no. 5.

Diámetro = 1,59 cm.

Espesor = 40 cm.

Recubrimiento = 7,5 m.

$$d_{efectivo} = t - \frac{\emptyset}{2} - Rec$$

$$d_{efectivo} = 45 - \frac{1,59}{2} - 7,5 = 36,705 \text{ cm}$$

Sección crítica.

$$Q (s+c) = 5,82 \text{ Ton/m}^2$$

$$B \text{ col} = 0,40 \text{ m}$$

$$B \text{ zapata} = 1,75 \text{ m}$$

$$3a = 2,00 \text{ m}$$

$$X1 = 3a - (Bcol + d/2)$$

$$X1 = 2,00 - (0,40 + 0,367/2)$$

$$X1 = 1,4236 \text{ m}$$

- Corte actuante

De la ecuación cuadrática obtenida del diagrama de carga se deriva.

$$V = q_{dis(s+c)} * (Lzapata - 3a) + q_{dis(s+c)} * X - \frac{Wx/x}{2} X^2$$

$$\frac{dv}{dx} = 0 = q_{dis(s+c)} * (Lzapata - 3a) + q_{dis(s+c)} * X - \frac{Wx/X}{2} X^2$$

$$0 = 0 + q_{dis(s+c)} - \frac{Wx}{2} * X$$

$$X_{max} = \frac{q_{dis(s+c)}}{\frac{Wx}{x}/2} = \frac{5,36}{6,23/2} = 0,21 \text{ m}$$

$$V_{act (1,42)} = \left| 5,36 * (2,00 - 2,00) + 5,36 * (1,42) - \frac{12,50}{2} (1,42)^2 \right| = 5,06 \text{ Ton}$$

$$V_{act (0,21)} = \left| 5,36 * (2,00 - 2,00) + 5,36 * (0,21) - \frac{12,50}{2} (0,21)^2 \right| = 0,21 \text{ Ton}$$

- Corte resistente

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

$$V_{res} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 36,075 = 44,33 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act} \text{ en ambos lados}$$

Los cortes actuantes son menores que el resistente por lo que el peralte efectivo es adecuado.

- Chequeo por corte punzonante

Sección crítica

$$Q (s+c) = 5,82 \text{ Ton/m}^2$$

$$B \text{ col} = 0,40 \text{ m}$$

$$L = 2,00 \text{ m}$$

$$3a = 2,00 \text{ m}$$

$$X1 = 3a - \left(B_{col} + \frac{d}{2} \right)$$

$$X1 = 2,00 - \left(0,40 + \frac{36,705}{2} \right) = 1,4236 \text{ m}$$

- Carga de sección crítica

$$Wx/x = 12,50 \text{ Ton/m}$$

$$X = 1,4236 \text{ m}$$

$$W = 12,50 * 1,4236 = 17,80 \text{ Ton}$$

La carga aplicada sobre la zapata se da de forma puntual, debido a esto se produce un corte en un perímetro de la zapata formado por una línea imaginaria a $d/2$ a partir de la columna, como se ve en la figura.

Corte actuante

$$V_{act} = \sum Fv$$

$$V_{act} = Pu + q_{dis(c+s)} * (b_{col} + d) * \left(b_{col} + \frac{d}{2}\right) - (q_{dis} + Wx) * (b_{col} + d) * \left(b_{col} + \frac{d}{2}\right)$$

$$V_{act} = 26,5 + 5,36 * (0,767) * (0,5835) - (25,08 + 17,79) * (0,767) * (0,5835)$$

$$V_{act} = 19,32 \text{ Ton}$$

Corte resistente

$$B_o = (0,767 + 0,5835 * 2) * 100 = 1,9341$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * B_o * d$$

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 1,9341 * 36,705$$

$$V_{res} = 100,85 \text{ Ton}$$

$$V_{res} > V_{act}$$

El corte resistente es mayor al actuante, por lo que se diseñará el refuerzo con las características actuales del cimiento.

- Diseño de refuerzo por flexión

Distancia a rostro de columna

$$X = 3a - b_{col}$$
$$X = 2,00 - 0,40 = 1,60 \text{ m}$$

Distancia crítica

$$V = 0 = q_{dis(s+c)} * (Lzapata - 3a) + q_{dis(s+c)} * X - \frac{Wx/X}{2} X^2$$

Cuando V=0 el momento será máximo

$$0 = 5,82 * (2,00 - 2,00) + 5,82 * (X) - \frac{12,50}{2} (X)^2$$

Después de aplicar la ecuación

$$X_i = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 * a * c}}{2 * a}$$

Se obtiene los valores

$$x_1 = 0 \quad x_2 = 0,998$$

Se escogerá el caso de $x_2 = 0,998$

Sustituyendo en la ecuación de carga

$$w_{1,60} = 11,65 * 1,60 = 18,64 \text{ Ton}$$

$$w_{0,998} = 11,65 * 0,998 = 11,63 \text{ Ton}$$

Haciendo sumatoria de momentos en punto X

$$Mu = q_{dis(c+s)} * (X + (L - 3a))^2 - \left(wi * \frac{xi^2}{6} \right)$$

Para x = 1,60 m

$$Mu = 5,82 * (1,60 + (2,00 - 2,00))^2 - \left(18,64 * \frac{1,60^2}{6} \right) * 1000 = 6\,938,47 \text{ Kg} - m$$

Para x = 0,998 m

$$\begin{aligned} Mu &= 5,82 * (0,998 + (2,00 - 2,00))^2 - \left(11,63 * \frac{0,998^2}{6} \right) * 1000 \\ &= 3\,867,61 \text{ Kg} - m \end{aligned}$$

Momento en el eje Y

$$Mu = \frac{qu * l^2}{2} = \frac{23,29 * \left(\frac{1,85-0,40}{2} \right)^2}{2} * 1000 = 6\,122,57 \text{ Kg} - m$$

El área de acero se calcula de la misma manera que se hizo en el diseño de vigas.

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

Área de acero requerida para momentos actuantes

$$\text{Para } M = 6\,938,47 \text{ Kg} - m \quad A_{S_{req}} = 7,54 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima en X

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 185 * 36,705 = 34,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min}} = 0,80 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} * b * d = 0,80 * \frac{\sqrt{210}}{2810} * 185 * 36,705 = 28,01 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero mínima

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 5 en el sentido

X

$$34,07 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 185$$

$$1,98 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 10,58 \text{ cm}$$

$$S = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Para } M = 6\,122,56 \text{ Kg} - m \quad A_{S_{req}} = 4,18 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima en Y

$$A_{S_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 2,00 * 36,705 = 36,84 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.80 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d = 0.80 * \frac{\sqrt{210}}{2810} * 2,00 * 36,705 = 30,28 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el acero mínimo. La separación entre varillas para un armado con varilla no. 5 en el sentido Y

$$36,84 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 200$$

$$1,98 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 10,74 \text{ cm}$$

$$S = 10 \text{ cm}$$

Área de acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 100 * 40 = 8 \text{ cm}^2$$

La separación entre varillas para un armado con varilla no. 4

$$8 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

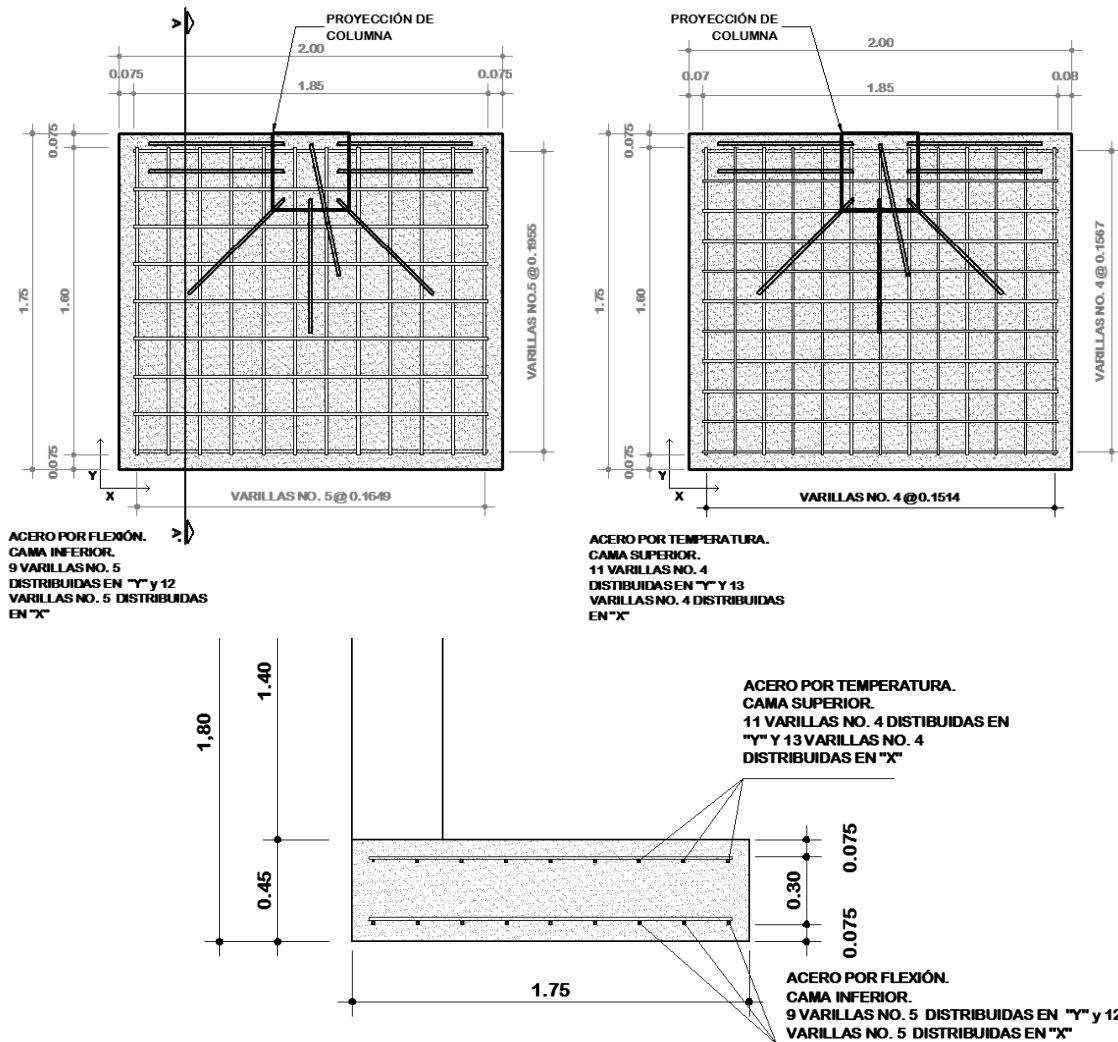
$$S = 15,87 \text{ cm}$$

$$S = 15 \text{ cm}$$

En el lado Y distribuidas en 1,85 m. 17 varillas no.5 @10 cm; en el lado X distribuidas en 2,00 m. varillas no. 5 @ 10 cm y en una cama superior, el acero por temperatura, varillas no. 4 @ 15 cm.

Debido a las dimensiones de la zapata, las varillas se distribuyeron de forma equitativa, modificando la separación propuesta anteriormente, tomando en cuenta que el espaciamiento no excediera la dimensión máxima.

Figura 98. Detalle de zapatas excéntricas



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Diseño de muros tabiques

Los muros tabique se utilizarán para la separación de ambientes, todos los muros estarán confinados dentro las columnas principales y las vigas. El muro no será de carga, solo cargara su propio peso. A continuación, se enumeran algunos requisitos que se utilizaron de las Normas de Seguridad Estructural (AGIES NSE 7.4-10)

- Los muros se construirán con bloques de concreto confinados.
- Se utilizará un tipo de mortero II (Sección 2,5,1, AGIES NSE-7.4-10), las sisas deberán tener un espesor de 10 milímetros. Dichas características abarcan para las sisas horizontales y verticales.
- La mayoría de los muros tendrán un espesor nominal de 19 centímetros y el resto de 14 centímetros.
- Debido a que los muros estarán dentro de los ejes, contarán con soporte lateral (Vigas de concreto) por lo que la altura promedio será de 3,50 metros.
- La resistencia del concreto a los 28 días para los elementos verticales y horizontales será de 210 kg/cm².

- Columnas y mochetas de confinamiento

Columnas tipo A: 20 x 20 cm. si el muro es de 20 cm; y 15 x 15 cm. si el muro es de 15 cm

Columnas tipo B: 20 x 10 cm. si el muro es de 20 cm; y 15 x 10 cm. si el muro es de 15 cm.

Se ubicaron columnas de confinamiento tipo A, 4 varillas no. 3 @ 15 cm, con una separación mínima de 4 metros. (Sección 4,4,4 , AGIES NSE-7.4-10)

Se ubicaron columnas de confinamiento tipo B, 2 varillas no. 3 @ 15 cm, con una separación mínima de 2 metros entre A y B. y en los extremos de los vanos (Sección 4,4,4 , AGIES NSE-7.4-10)

- Soleras de confinamiento

Se colocarán dos soleras intermedias, debido a que la altura libre del muro supera los 2,80 m. (Sección 4,3,5 AGIES NSE-7.4-10). Las dimensiones será de 10 x 20 cm si el muro es de 20 cm; y 10 x 15 cm si el muro es de 15 cm. Las soleras intermedias tendrán un refuerzo de 2 varillas no. 3 con eslabones no. 2 @15 cm. (Sección 4,3,6 AGIES NSE-7.4-10).

Se contará con una solera final de 20 x 20 si el muro es de 20 cm; y 15 x 20 cm si el muro es de 15 cm. Con un refuerzo de 4 varillas no. 3 más estribos no. 2 @ 15 cm. (Sección 4,3,6 AGIES NSE-7.4-10).

- Cimiento

Para la cimentación de los muros tabiques se propone utilizar el cimiento corrido-solera hidrófuga. En la norma NSE 4-10, sección 5.3.5. se establece que se puede realizar un cimiento corrido con sección trapezoidal el cual funciona como solera hidrófuga a la vez. Los parámetros que establece el AGIES son los siguientes:

B = 45 cm (base mayor)

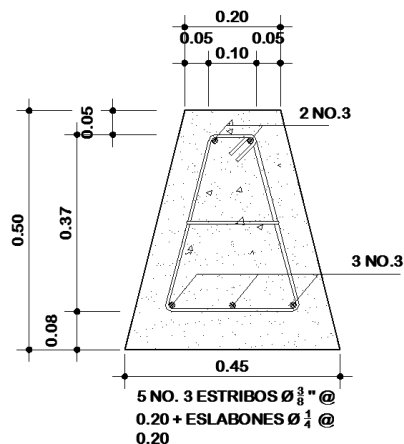
b = 20 cm (base menor)

h = 50 cm (peralte)

El refuerzo será el siguiente.

2 varillas no. 3 en la cama superior y 3 varillas no. 3 en la inferior. Con estribos no. 3 @ 20 cm + eslabones no.2 (Ubicado a la mitad del cimiento) @ 0.20. Con un recubrimiento de 5 cm en los laterales y 8 cm de fondo.

Figura 99. **Detalle de cimentación**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- **Diseño de gradas**

Las gradas se diseñarán como un elemento independiente a la estructura. Los elementos como columnas, vigas y losa con las que cuenta el módulo de gradas serán conforme al diseño anterior. El diseño anterior es aceptable porque se consideró una carga viva de 500 kg/m² para pasillos igual a la carga viva con la que diseña un módulo de gradas para proveer una ruta de escape si sucede un sismo. Por lo mencionado también deben de ser amplias y cómodas.

Para que un módulo de gradas sea apto y cómodo para el uso de las personas, debe contar con una huella mínima de 28 cm. para que el pie promedio de una persona quepa dentro de ella. Una contrahuella máxima de 20

cm., mientras menor sea la contrahuella será mejor, debido a que podría provocar incomodidad para las personas de la tercera edad.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, se construirán 20 contrahuellas y 19 escalones. En el escalón número catorce se encuentra un descanso, el cual también servirá para distribuir el flujo de personas a ambos módulos.

Se proponen 13 huellas de 0,30 m y contrahuella de 0,18 m.

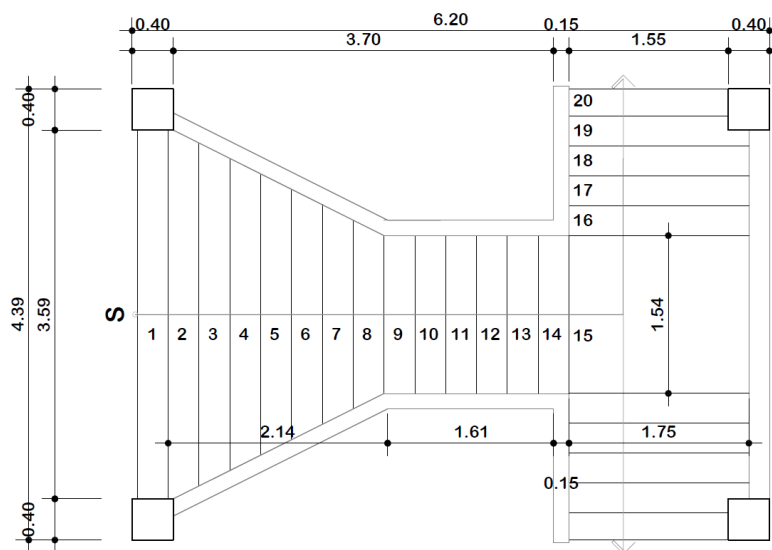
Un descanso de 1,60 x 1,54 m.

5 huellas de 0,29 m. con contrahuella de 0,18 m.

- Espesor de losa

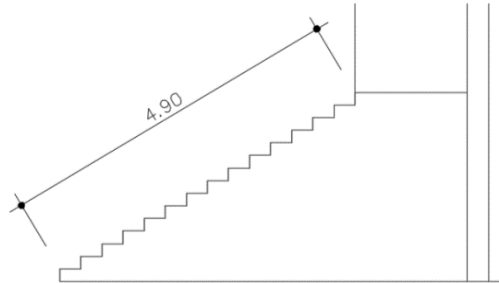
$$t = \frac{L}{20} = \frac{4,90}{20} = 0,245 \text{ m}$$

Figura 100. **Planta de distribución de gradas**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

Figura 101. Longitud entre apoyos



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

- Integración de cargas

Carga de concreto

$$W_c = Y * \left(t + \frac{c}{2} \right)$$

$$W_c = 2\,400 * \left(0,245 + \left(\frac{0,18}{2} \right) \right)$$

$$W_c = 804 \text{ kg/m}^2$$

Carga de acabados = 70 kg/m²

Carga viva = 500 kg/m²

$$C.U. = 1,4 * (804 + 70) + 1,70 * (500)$$

$$C.U. = 1\,223,6 + 850 = 2\,073,6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

- Cálculo de momentos

Las gradas se diseñarán como una losa unidireccional con apoyos en los muros.

$$M(+)=\frac{W * L^2}{9}$$

$$M(-)=\frac{W * L^2}{14}$$

Momento positivo

$$M(+)=\frac{2\,073,6 * 4,90^2}{9}=5\,531,9\text{ kg} - m$$

Momento negativo

$$M(-)=\frac{2\,073,6 * 4,90^2}{14}=3\,556,22\text{ kg} - m$$

$$A_{S_{min}}=\frac{14,1}{fy} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * 18 = 9,03\text{ cm}^2$$

$$A_{S_{min}}=0,80\frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d = 0,80 * \frac{\sqrt{280}}{2810} * 100 * 18 = 8,57\text{ cm}^2$$

Acero para momento positivo

$$A_{req}=\left(\frac{0,85 * 280}{2810}\right) * \left(100 * 18 - \sqrt{(100 * 18)^2 - \frac{5531,9 * 100}{0,003825 * 280}}\right) = 12,67\text{ cm}^2$$

Acero para momento negativo

$$A_{req} = \left(\frac{0,85 * 280}{2810} \right) * \left(100 * 18 - \sqrt{(100 * 18)^2 - \frac{3 556,22 * 100}{0,003825 * 280}} \right) = 8,02 \text{ cm}^2$$

Debido a que el momento negativo requiere un área de acero menor a la mínima, se trabaja con la mínima en el momento negativo y la requerida en el positivo.

Separación de varillas número 4

$$9,03 \text{ ----- } 100$$

$$1,29 \text{ ----- } S$$

$$S = 14,29 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

Además, se colocará una varilla no. 3 como riel extra, donde actúa el momento positivo.

Acero por temperatura

$$A_s = 0,002 * 100 * 24,5 = 4,9 \text{ cm}^2$$

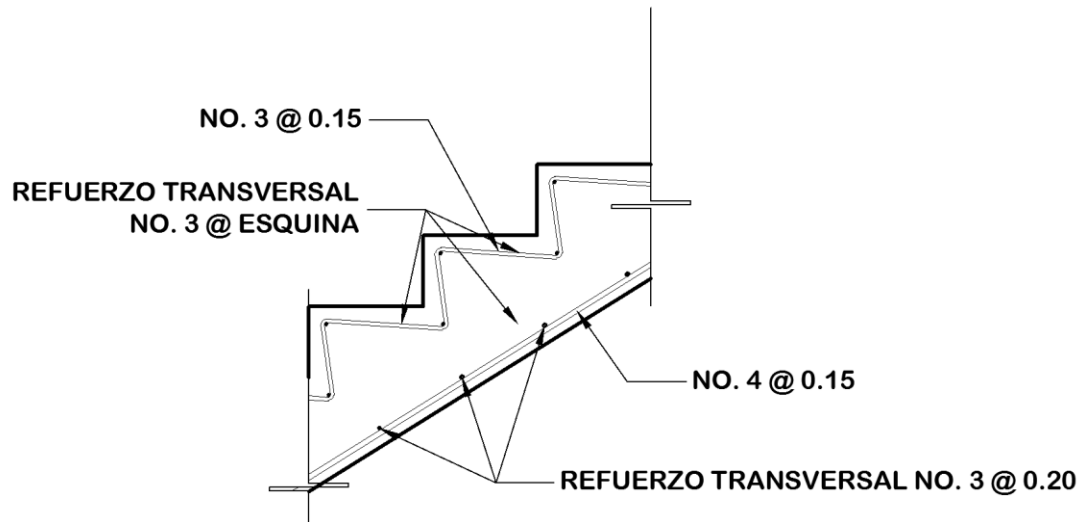
Separación de varillas número 3

$$4,9 \text{ ----- } 100$$

$$0,71 \text{ ----- } S$$

$$S = 14,48 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

Figura 102. **Detalle armado de gradas**



Fuente: elaboración propia, AutoCAD 2013.

2.2.5.6. Instalaciones eléctricas

El sistema eléctrico estará constituido de circuitos no mayores a 1 500 *watts*.

- **Acometida**

La acometida abarca los conductores, componentes y materiales que se utilizarán para transmitir la electricidad a los circuitos desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica.

La acometida se instalará de la siguiente manera:

- Poste para acometida y distribución
- Contador
- Cables de acometida

- Protección adecuada
- Tableros de distribución

Se colocarán tres tableros. Se colocará una varilla de cobre de ½" y longitud de 4 metros para la conexión a tierra.

- Circuitos

Los circuitos de iluminación y fuerza se protegerán con un *flip*, el cual dependerá de la cantidad de amperios de los elementos que el circuito alimenta.

A continuación, se calculará la cantidad total de *watts* de todos los elementos conectados a los circuitos, entre ellos; lámparas y tomacorrientes.

Primer nivel

- 20 Bombillas Led de 32 *watts* para iluminación general = 640 *watts*.
-
- 31 Bombillas de 100 *watts* para iluminación general = 3 100 *watts*.
-
- 42 Bombillas Led de 32 *watts* para iluminación de obras. = 1 344 *watts*.
-
- 55 Tomacorrientes de servicio 300 *watts* = 16 500 *watts*.

Segundo nivel

- 34 bombillas Led de 32 *watts*. = 1 088 *watts*.
-
- 12 Bombillas de 100 *watts* para iluminación general = 1 200 *watts*.
-
- 42 Tomacorrientes de servicio de 300 *watts* = 9 000 *watts*.

Se colocaron 9 circuitos en total para iluminación, evitando exceder los 1 500 *watts* por circuito. Para fuerza se colocaron 12 circuitos en total tomando en consideración que son tomacorrientes de servicio.

- Conductores

El calibre de los conductores se calcula dependiendo del amperaje que produce el circuito crítico. En este caso, el circuito A para iluminación y A de fuerza.

Circuito de iluminación A

Consta de 1 500 *watts*.

$$I = \frac{1\,240\,w}{120\,v} = 10,33\,A$$

Circuito de fuerza D

Consta de 2 500 *watts*.

$$I = \frac{2\,400\text{ w}}{120\text{ v}} = 20,1\text{ A}$$

Un cable de calibre no. 12 puede conducir una corriente de 25 amperios y el calibre no. 10 puede conducir una corriente de 32 amperios. Sin embargo, es necesario aplicarles un factor de seguridad. Para este caso se utilizará un factor de 0,70. Se obtuvo como resultado, 17,5 A para el calibre no. 12 y 22,5 para el calibre no. 10.

Se concluye que se utilizará un calibre no. 12 para las luminarias y para fuerza se utilizará un calibre no. 10.

El amperaje del *Flip on* que se utilizará no deberá ser mayor al amperaje del cable, por lo que se utilizará un *flip on* de 15 A para el circuito de luminarias y de 25 A para fuerza.

2.2.5.7. Diseño de instalaciones hidráulicas y sanitarias

Un buen diseño de las instalaciones en un edificio, asegurará su buen funcionamiento. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias proveen de servicio de agua potable y drenajes municipales al edificio.

- Instalaciones hidráulicas
 - El sistema de agua potable se diseñará con un circuito cerrado
 - La tubería de la red principal deberá estar enterrada por lo menos 30 cm. desde el nivel de piso. Se colocarán llaves de globo y contador en donde sean necesarias.

- Se tratará de pasar la tubería en puntos estratégicos para que, en el futuro, si fuera necesario cambiar alguna tubería que falle, no interferirá con las actividades básicas del edificio.
 - Las tuberías de agua potable se ubicarán separadas de las tuberías de drenaje y estarán a un nivel superior de las mismas.
 - La dotación mínima es de 200 litros/persona/día.
- Subramales

Los sub-ramales son pequeños tramos de tubería que alimentan los artefactos sanitarios. Dicha tubería tendrá un diámetro de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

- Ramales

El circuito principal se diseña con el método Hunter, el cual asigna un factor de gasto a cada artefacto dentro de la red.

Debido a que el edificio prestará un servicio público, los aparatos sanitarios tendrán que considerarse por separado y se multiplicara por el factor o peso indicado en la tabla.

Tabla CX. **Unidades de gasto para tuberías**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de Ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	---
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	---
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	---
Bebedero	Múltiple	1*	1*	---
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2*	1.50	1.50
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	---
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	---

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

La cuantificación de los aparatos dentro de la red del edificio para el primer nivel se muestra a continuación.

Número total de UH Primer nivel

11	Inodoros con tanque	* 5UH = 55 UH
1	Grifo para pila	* 8UH = 8 UH
3	urinales con tanque	* 3UH = 9 UH
11	Lavatorios corrientes	* 2UH = 22 UH
1	Grifo para Lavatrastos	* 2UH = 2 UH
1	Grifo para patio	* 1UH = 1 UH
1	Ducha	* 4UH = 4 UH

TOTAL 101 UH

Número total de UH Segundo nivel

6 Inodoros con tanque * 5UH = 30 UH
 3 urinales con tanque * 3UH = 9 UH
 6 Lavatorios corrientes. * 2UH = 12 UH

TOTAL: 51 UH

Gran total: 101 UH + 51 UH =152 UH

Para determinar el gasto correspondiente al número total de UH calculado, se utiliza la siguiente tabla.

Tabla CXI. **Gastos para el método de hunter (Lts/s).**

No. de	Gasto		No. de	Gasto	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	---	40	0.91	1.74
4	0.16	---	42	0.95	1.78
5	0.23	0.91	44	1.00	1.82
6	0.25	0.94	46	1.03	1.84
7	0.28	0.97	48	1.09	1.92
8	0.29	1.00	50	1.13	1.97
9	0.32	1.03	55	1.19	2.04
10	0.34	1.06	60	1.25	2.11
12	0.38	1.12	65	1.31	2.17
14	0.42	1.17	70	1.36	2.23
16	0.46	1.22	75	1.41	2.29
18	0.50	1.27	80	1.45	2.35
20	0.54	1.33	85	1.50	2.40
22	0.58	1.37	90	1.56	2.45
24	0.61	1.42	95	1.62	2.50
26	0.67	1.45	100	1.67	2.55
28	0.71	1.51	110	1.75	2.60
30	0.75	1.55	120	1.83	2.72
32	0.79	1.59	130	1.91	2.80
34	0.82	1.63	140	1.98	2.85
36	0.85	1.67	150	2.06	2.95
38	0.88	1.70	160	2.14	3.04

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios.*

p.167.

De la tabla, se obtiene el gasto probable para los aparatos sanitarios considerados.

Gasto con tanque: 2,06 lts/s

Gasto con válvula: 2,95 lt/s

Se utilizará tanque y se le aplicará un factor de corrección de 0,60.

$$DMP = 2,06 * 0,60 = 1,236 \text{ lts/s}$$

La velocidad promedio para el edificio municipal es de 3 metros sobre segundo.

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{1,236/1000}{3} = 0,000412 \text{ m}^2 = 0,64 \text{ plg}^2$$

Se utilizará tubería de 1 pulgada para la red principal, equivalente a 0,78 plg².

- Instalaciones de drenaje

Para las instalaciones de drenaje sanitario se usará tubería PVC, debido a que ofrece ventajas, como fácil manejo y acceso, durabilidad y resistencia.

Las instalaciones sanitarias se clasifican en:

Primera clase: para uso privado, es decir, viviendas, hoteles o apartamentos.

Segunda clase: para uso semi-publico, es decir, oficinas, fábricas y otros.

Tercera clase: para uso público, en donde el número de personas es ilimitado.

Dicha clasificación servirá para el cálculo de las instalaciones de drenajes, definiendo un concepto que se conoce como unidad de descarga y el diámetro mínimo para la descarga de cada artefacto sanitario (ver tabla XXXII).

La escuela se clasificó como 3ra clase y se obtienen los siguientes resultados.

Tabla CXII. **Unidades de descarga y diámetros según derivación para artefactos**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	----	----	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	----	4	4	----	2	2
Fregadero de viviendas	3	----	----	1 ¼	----	----
Fregadero de restaurante	----	8	8	----	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	----	1 ¼	1 ¼	----
Vertedero	----	8	8	4	4	----
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de Casa	2	----	----	1 ½	----	----
Lavaplatos comercial	----	4	----	----	----	2

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

Número total de UH Primer nivel

11	Inodoros	* 6UH = 66 UH
1	pila	* 2UH = 2 UH
3	urinales	* 2UH = 6 UH
11	Lavamanos	* 2UH = 22 UH
1	Lavatrastos	* 2UH = 2 UH
1	Ducha	* 3UH = 3 UH
TOTAL		101 UH

Número total de UH Segundo nivel

6	Inodoros	* 6UH = 30 UH
3	urinales	* 2UH = 6 UH
6	Lavamanos	* 2UH = 12 UH
TOTAL		48 UH

Gran total: 101 UH + 51 UH =149 UH

El gran total define la derivación horizontal con el número de descarga obtenida con la suma de todos los aparatos sanitarios.

Tabla CXIII. **Diámetro según derivación**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	pulg.	Derivación horizontal s=0	Pendiente		
			1/100	2/100	3/100
32	1 ½	1	1	1	1
38	1 ½	2	2	2	2
50	2	4	5	6	8
63	2 ½	10	12	15	18
75	3	20	24	27	36
100	4	68	84	96	114
125	5	144	180	234	280
150	6	264	330	440	580
200	8	696	870	1150	1680
250	10	1392	1740	2500	3600
300	12	2400	3000	4200	6500
350	14	4800	6000	8500	135000

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.167.

Con el valor obtenido se compara en la tabla y se propone utilizar tubería de 6 pulgadas, debido a que la tubería de 5 pulgadas no se encuentra con facilidad en el mercado de Guatemala. La pendiente será del 2%.

- Drenaje pluvial

La función del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas de lluvia que se capta dentro del área del terreno, normalmente, se evacuan al colector municipal, para que este las descargue en un cuerpo de agua, o bien se descargan en un pozo de absorción.

Para este proyecto, se captará agua en las losas de los dos módulos principales y el módulo de gradas. El área se divide en cuatro partes de 184,5

metros cuadrados. Dichas áreas contarán con pañuelos, los cuales tendrán una pendiente de 1,5 % para conducir las aguas a las bajadas.

El caudal se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde

Q = caudal m³/s

C = coeficiente de escorrentía (0,90 para concreto)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área (m²) = 116 m² = 0,0116 hectáreas

- Cálculo de intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se calcula para un periodo de retorno de 20 años, mediante la siguiente formula.

Se utilizará un tiempo de concentración de 12 minutos.

$$I = \frac{A}{(B+t)^n} = \frac{720}{(2+12)^{0.637}} = 134,04 \text{ mm/h}$$

- Cálculo de caudal

$$Q = \frac{0,90 * 134,04 * 0,0167}{360} = 0,0055 \text{ m}^3/\text{s} = 5,5 \text{ l/s}$$

- Cálculo de diámetro de tubería

$$D = \left(\frac{691000 * Q * n}{\sqrt{S}} \right)^{3/8}$$

Donde

n = coeficiente de rugosidad del material de la tubería, para PVC n= 0,009

S = pendiente.

$$D = \left(\frac{691000 * 0,0055 * 0,009}{\sqrt{0,015}} \right)^{3/8} = 8,26 \text{ cm} \cong 3,25 \text{ pulgadas}$$

Por lo tanto, se utilizará un diámetro de cuatro pulgadas para las bajadas de agua.

2.2.5.8. Planos constructivos

Los planos constructivos del Museo y escuela de arte y música, están expuestos en la sección de anexos.

2.2.5.9. Presupuesto

El resumen del presupuesto se detalla en la siguiente tabla.

Tabla CXIV. Presupuesto de Museo y escuela de arte y música

Renglon	Actividad	P.U.	Cantidad	Unidad	Total
1	Excavacion y preliminares				
1,01	Limpieza general	Q5,90	1060	m2	Q6 253,74
1,03	Excavacion estructural	Q52,11	477	m3	Q24 855,66
1,04	Relleno estructural	Q58,75	169,4	m3	Q9 951,50
1,05	Extracción de material sobrante	Q67,63	307,6	m3	Q20 803,72
2	Cimentacion				
2,01	Zapatras Z-1 (zapatras de 2,50x2,50x0,45; 19 varillas no. 5 en cama inferior en a.s.; y 18 no. 4 cama superior en a.s.	Q5 673,65	20	Unidad	Q113 472,91
2,01	Zapatras Z-2 (zapatras de 1,75x2,00x0,45; 9 varillas no. 5 y 12 no.5 en cama inferior; y 11 no.4 y 12 no. 4 cama superior	Q3 401,88	32	Unidad	Q108 860,13
2,03	Zapatras Z-3 (zapatras de 1,25x1,25x0,20; 9 varillas no. 3 en a.s.	Q963,00	10	Unidad	Q9 630,00
2,04	Cimiento Trapezoidal CC-1; 5 no. 3 + Est no.2 @ 0,15	Q218,25	216,78	m	Q47 312,74
2,05	Cimiento Trapezoidal CC-2; 5 no.3 + Est no. 2 @ 0,15	Q218,25	80	m	Q17 460,18
3	Columnas				
3,01	Columna principal Tipo A; 0,40x0,40x4,95; 8 no. 6 + Est no.3 Confinados	Q6 003,43	54	Unidad	Q324 185,03
3,01	Columna principal Tipo A; 0,40x0,40x3,60; 8 no. 6 + Est no.3 Confinados	Q3 305,06	54	Unidad	Q178 473,30
3,03	Pedestal de columna PD-1 (0,20x0,20x1,05 4 no. 4 + Est no.2 @0,15)	Q353,91	8	Unidad	Q2 831,26
3,04	Columna tipo B (0,20x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q561,58	236	Unidad	Q132 533,96
3,05	Columna tipo B' (0,35x0,20x3,10;6 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q910,97	13	Unidad	Q11 842,63
3,06	Columna tipo B'' (0,30x0,20x3,10;6 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q781,02	3	Unidad	Q2 343,07
3,07	Columna tipo C (0,10x0,20x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q291,43	157	Unidad	Q45 754,90
3,08	Columna tipo D (0,15x0,15x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q381,91	35	Unidad	Q13 366,94
3,09	Columna tipo D' (0,15x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q420,27	6	Unidad	Q2 521,64
3,1	Columna tipo E (0,10x0,15x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q263,45	46	Unidad	Q12 118,87
3,11	Columna tipo F (Ver detalle ; 6 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q781,02	2	Unidad	Q1 562,04
3,12	Solera hidrofuga (0,20x0,20; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q120,33	218	m	Q26 231,22
3,13	Solera intermedia (0,10x0,20x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q58,74	810	m	Q47 579,34
3,14	Solera de entepiso/corona (0,20x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q120,33	405	m	Q48 732,30
3,15	Solera hidrofuga (0,15x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q106,16	47	m	Q4 989,38
3,16	Solera intermedia (0,10x0,15x3,10;2 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q52,57	94	m	Q4 941,55
3,17	Solera de entepiso/corona (0,15x0,20x3,10; 4 no.3 + Est no.2 @0,15)	Q106,16	47	m	Q4 989,38
3,18	Solera para muros tabique de baños. (0,10x0,15; 4 no.3 + Est no.2 @ 0,15)	Q65,64	63	m	Q4 135,60

Continuación de tabla CXVI

4	Levantado de muro				
4,01	Levantado de muro con blocks de 19x19x39	Q187,03	775	m2	Q144 948,71
4,02	Levantado de muro con blocks de 15x19x39	Q170,93	137,7	m2	Q23 536,88
4,03	Levantado de muro con blocks de 9x19x39	Q166,90	17	m2	Q2 837,36
4,04	Baranda de ladrillo	Q357,49	40	m2	Q14 299,69
5	Vigas, Losas y gradas				
5,01	Viga tipo V-1 (0,50x0,25x4,00)	Q3 869,21	39	Unidad	Q150 899,16
5,02	Viga tipo V-2 (0,50x0,25x5,80)	Q4 963,11	43	Unidad	Q213 413,79
5,03	Viga tipo V-3 (0,50x0,25x4,00)	Q1 752,52	38	Unidad	Q66 595,90
5,04	Viga tipo V-4 (0,50x0,25x5,80)	Q2 488,40	42	Unidad	Q104 512,62
5,05	Losa de entrepiso.	Q489,04	682	m2	Q333 524,49
5,06	Losa de azotea	Q353,95	682	m2	Q241 392,59
5,07	Pañuelos e impermeabilizado de losa	Q94,46	682	m2	Q64 422,06
5,08	Cenefa (13 no. 3 y est no. 2 @0,20)	Q338,67	184	ml	Q62 315,12
5,09	Gradas	Q12 321,24	1	global	Q12 321,24
6	Pergolas				
6,01	Pergolas de patio de 5,80x4,00 con celosía y lamina transparente	Q32 203,91	2	Unidad	Q64 407,81
7	Acabados				
7,01	Repello y cernido	Q63,79	7213	m2	Q460 113,64
7,02	Acabado mediterraneo	Q80,16	217	m2	Q17 395,15
7,03	Azulejo para baños (tipo blanco naciona de 0.20x0.20 h= variable)	Q174,96	70	m2	Q12 247,02
7,04	Fachaleta de ladrillo	Q205,69	73	m2	Q15 015,57
7,05	Piso ceramico (60x60 imitación Piedra Romana)	Q206,10	915	m2	Q188 586,07
7,06	Piso de concreto alisado con color sin refuerzo (espesor 0.13 m)	Q233,16	287	m2	Q66 915,85
7,07	Jardinizacion	Q38,64	66	m2	Q2 550,55
7,08	Banquetas y parqueos de concreto cernido	Q180,34	170	m2	Q30 658,12
7,09	Topes para parqueo	Q212,55	8	Unidad	Q1 700,37
7,1	Tope de baranda	Q141,12	54	m	Q7 620,35
7,11	Balcones forjados en metal	Q3 220,39	12	Unidad	Q38 644,69
8	Puertas y ventanas				
8,01	P-1 (2,40x2,70) Puerta de tableros de madera	Q4 508,55	1	Unidad	Q4 508,55
8,02	P-2 (1,80x2,20) Puerta de tableros de madera	Q3 220,39	11	Unidad	Q35 424,30
8,03	P-3 (1,00x2,20) Puerta de tableros de madera	Q1 867,83	18	Unidad	Q33 620,88
8,04	P-4 (0,70x2,20) Puerta de tableros de madera	Q1 739,01	5	Unidad	Q8 695,05
8,05	P-5 (0,70x1,90) Aluminio	Q1 030,52	3	Unidad	Q3 091,57
8,06	V-1 (Ventana de aluminio 2,00x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q2 318,68	9	Unidad	Q20 868,13
8,07	V-2 (Ventana de aluminio 1,80x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q2 086,81	13	Unidad	Q27 128,57
8,08	V-3 (Ventana de aluminio 0,35x0,70)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q236,70	2	Unidad	Q473,40
8,09	V-4 (Ventana de aluminio 1,00x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 159,34	4	Unidad	Q4 637,36
8,1	V-5 (Ventana de aluminio 1,25x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 449,18	5	Unidad	Q7 245,88
8,11	V-6 (Ventana de aluminio 1,60x1,20)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q1 854,94	12	Unidad	Q22 259,34
8,12	V-7 (ventana de aluminio 3,58x3,00)(Aluminio anonizado café 38/31 vidrio 5 mm)	Q10 376,10	1	Unidad	Q10 376,10

Continuación de tabla CXVI

9	Instalaciones de agua potable				
9,01	Instalacion de tubería para agua pluvial y accesorios	Q29 122,49	1	Global	Q29 122,49
9,02	Zanjeo	Q64,41	20	m3	Q1 288,16
9,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q186,78	4	m3	Q747,13
10	Instalaciones de drenajes de agua pluvial				
10,01	Instalacion de tubería y accesorios	Q14 634,85	1	Global	Q14 634,85
10,02	Zanjeo para la instalación de tubería	Q64,41	29	m3	Q1 867,83
10,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q186,78	3		Q560,35
10,04	Cajas de 80x80 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q791,10	2	Unidad	Q1 582,19
10,05	Cajas de 60x60 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q714,72	4	Unidad	Q2 858,88
11	Instalaciones de drenajes de aguas negras				
11,01	Instalacion de tubería para aguas negras y accesorios	Q36 168,76	1	Global	Q36 168,76
11,02	Zanjeo para la instalación de tubería	Q64,41	9,5	m3	Q611,87
11,03	Relleno de suelo cemento proporción 1 sac cemento/m3	Q186,78	4	m3	Q747,13
11,04	Cajas de 80x80 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q791,10	1	Unidad	Q791,10
11,05	Cajas de 60x60 elaboradas con concreto y acero de 1/4" @ 0,15 + Tapadera de concreto	Q714,72	5	Unidad	Q3 573,60
12	Instalaciones de iluminacion y fuerza				
12,01	Instalacion de tubería, cableado, accesorios y emplacado para iluminación y fuerza. (No incluye luminarias)	Q164 111,10	1	Global	Q164 111,10
12,02	Realización de acometida Monofasica 100 amperios según norma EEGSA	Q3 735,65	1	global	Q3 735,65
12,03	Obra civil necesaria, Excavación, relleno de zanjas, etc.	Q14 169,72	1	global	Q14 169,72
13	Artefactos.				
13,01	Inodoros tipo hidra Incesa estandar	Q1 062,73	17	Unidad	Q18 066,39
13,02	Urinales tipo hidra Incesa estandar	Q805,10	6	Unidad	Q4 830,59
13,03	Lavamanos tipo hidra Incesa estandar	Q869,51	11	Unidad	Q9 564,56
13,04	Lavatrastos	Q901,71	3	Unidad	Q2 705,13
13,05	Pila	Q966,12	1	Unidad	Q966,12
	TOTAL				Q4 045 470,78

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.2.5.10. Cronograma

El cronograma para la ejecución del proyecto se muestra en la tabla siguiente.

Tabla CXV. Cronograma de ejecución de museo y escuela de arte y música

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
1 Excavació y preliminares	■									
2 Cimentaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3 Columnas			■	■	■	■	■	■	■	■
4 Muros			■	■	■	■	■	■	■	■
5 Vigas				■	■	■	■	■	■	■
5 Losas							■	■	■	■
5 Gradas				■	■	■	■	■	■	■
6 Pergolas							■	■	■	■
7 Acabados							■	■	■	■
8 Puertas y ventanas							■	■	■	■
9 Agua potable				■	■	■	■	■	■	■
10 Drenaje de agua pluvial				■	■	■	■	■	■	■
11 Drenaje de aguas negras				■	■	■	■	■	■	■
12 Instalaciones de iluminación y fuerza				■	■	■	■	■	■	■
13 Artefactos									■	■

Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

2.2.5.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental ayuda a identificar la alteración al ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto, ya sea durante la etapa de construcción o la etapa de operación. Durante la construcción y operación del edificio para el museo y escuela de arte y música se llevarán a cabo actividades que afectarán al ambiente, por lo que se busca la manera de mitigar el impacto que dichas actividades producirán.

Las características del proyecto

- Área del terreno 1 057, 80 metros cuadrados.
- Área de construcción 853 metros cuadrados.
- Tipo de edificación. Edificio de dos niveles, construido con un sistema de marcos dúctiles y muros divisorios de mampostería.

El impacto ambiental producido será:

- Movimiento de tierra. Ocasionara partículas en suspensión y polvo para los sectores aledaños.
- Generación de ruido y vibraciones durante la etapa de construcción.
- Alteración del paisaje.
- Generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción.
- Generación de aguas residuales durante la etapa de construcción y operación.

Medidas de mitigación

- Riego de agua en la zona en donde habrá movimiento de tierra, además se le proporcionará mascarillas al personal.
- Para evitar molestias a los vecinos del sector, se trabajará solamente en horario diurno.
- Armonización entre la edificación y el entorno.
- Se utilizarán depósitos para la colocación adecuada de la basura y desechos sólidos.
- Durante la etapa de construcción se utilizaran baños portátiles Mapreco.

- Durante la etapa de operación las aguas se conducirán a la candela municipal, las cuales transportan las aguas residuales a una planta de tratamiento.

2.2.5.12. Evaluación socioeconómica

Para la construcción del edificio del puesto de salud y salón de usos múltiples del caserío San José, se requiere una inversión Q 3 187 773,83. Dicho edificio no tendrá ningún ingreso, debido a que prestará un servicio social.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción de los dos edificios diseñados y planificados, en el caserío San José mejorará la salud y espacios públicos y, en el casco urbano, se coadyuvará con la educación.
2. Ambos edificios proporcionan una mejor calidad de vida para el municipio de San Lucas Sacatepéquez en general.
3. Para el diseño de ambas infraestructuras se utilizaron diferentes criterios, empezando desde la arquitectura, para cumplir con los requisitos que establecen ciertos códigos nacionales e internacionales, y adaptando el diseño estructural a la arquitectura definida. Se utilizaron como códigos de diseño estructural el ACI, AGIES y otros libros de texto, para proporcionar un estructura segura y capaz de resistir las cargas a las que será sometida.
4. La planificación se realizó de manera que facilite realizar el presupuesto del mismo a empresas que deseen cotizar la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Al realizar la construcción de los edificios, se deben tomar en cuenta todas las especificaciones y detalles constructivos establecidos en los planos, para garantizar la resistencia óptima de los mismos.
2. Realizar la supervisión técnica del proceso constructivo por medio de un ingeniero civil o arquitecto competente.
3. Realizar todo el proceso constructivo con mano de obra calificada.
4. Aprovechar al máximo los materiales de construcción, reduciendo el porcentaje de desperdicio.
5. Proporcionar el adecuado mantenimiento a las instalaciones, acabados y estructura de los edificios, con el fin de alargar la vida útil del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

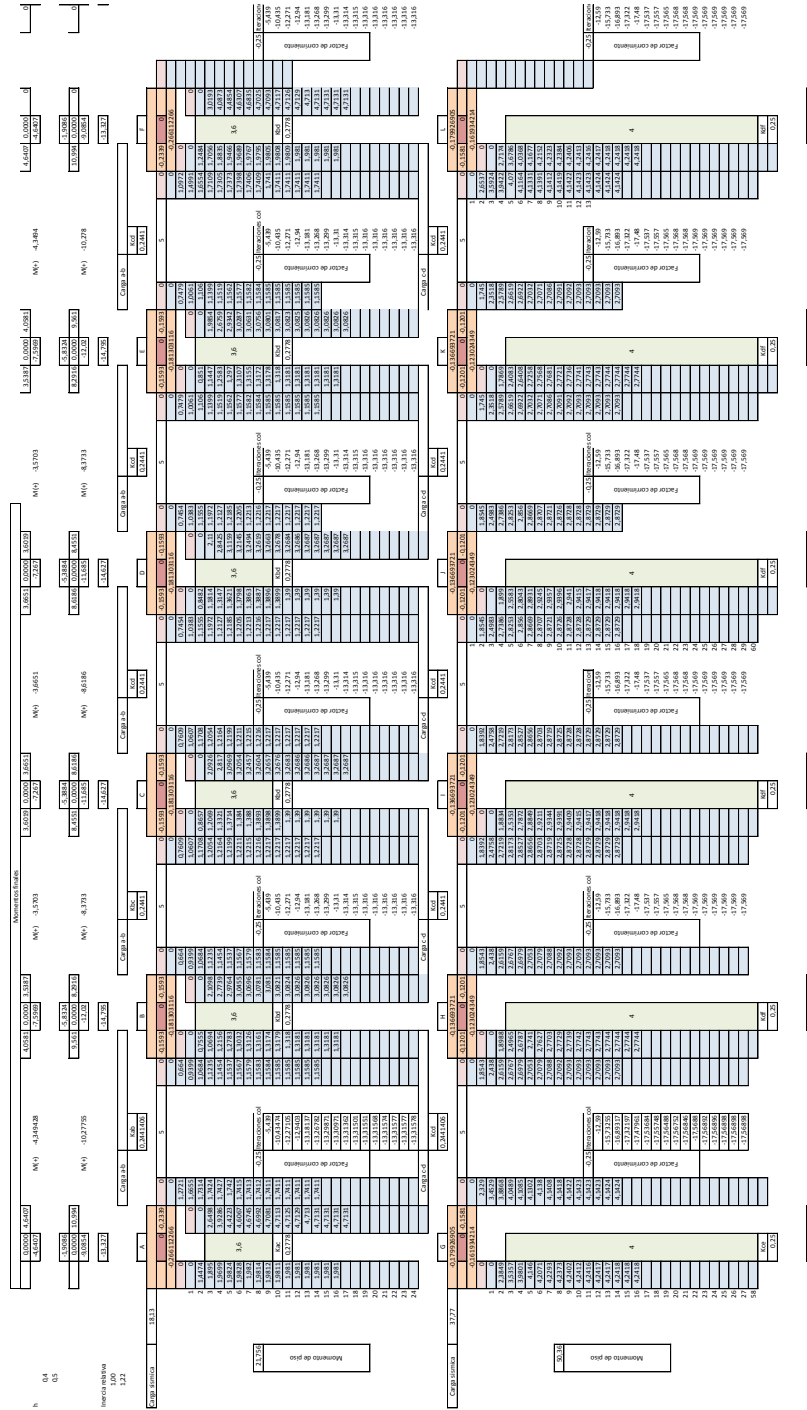
1. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario*, ACI 318S-18, 2008. 490p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala: NSE-1, NSE-2, NSE-3, NSE-4*, Guatemala, 2010. 75p.
3. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 4a ed México: International Thomson, 2001. 862 p.
4. Ministerio de Educación Guatemala, C.A. *Criterios Normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. 1a ed. Guatemala, 2007 .159 p.
5. Ministerio de Salud. *Normas técnicas para la elaboración de proyectos arquitectónicos centro de salud*. Perú, 1994. 42 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 722 p.
7. NEUFERT, Ernst. *Arte de proyectar en arquitectura*. 14a ed. Gustavo Gili, 1995. 580 p.

Continuación del apéndice 1.
Eje 2 carga muerta

Momentos Muertos		M(=) 1.651		M(=) 1.2129		M(=) 1.2446		M(=) 1.451		M(=) 1.828	
2.4442		0.0000		2.473		0.0000		2.465		0.0000	
0.0000		1.7628		0.0000		2.470797574		0.0000		2.465	
0.0000		1.7628		0.0000		0.0000		2.465		0.0000	
0.0000		1.7628		0.0000		0.0000		2.465		0.0000	
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Continuación del apéndice 1.

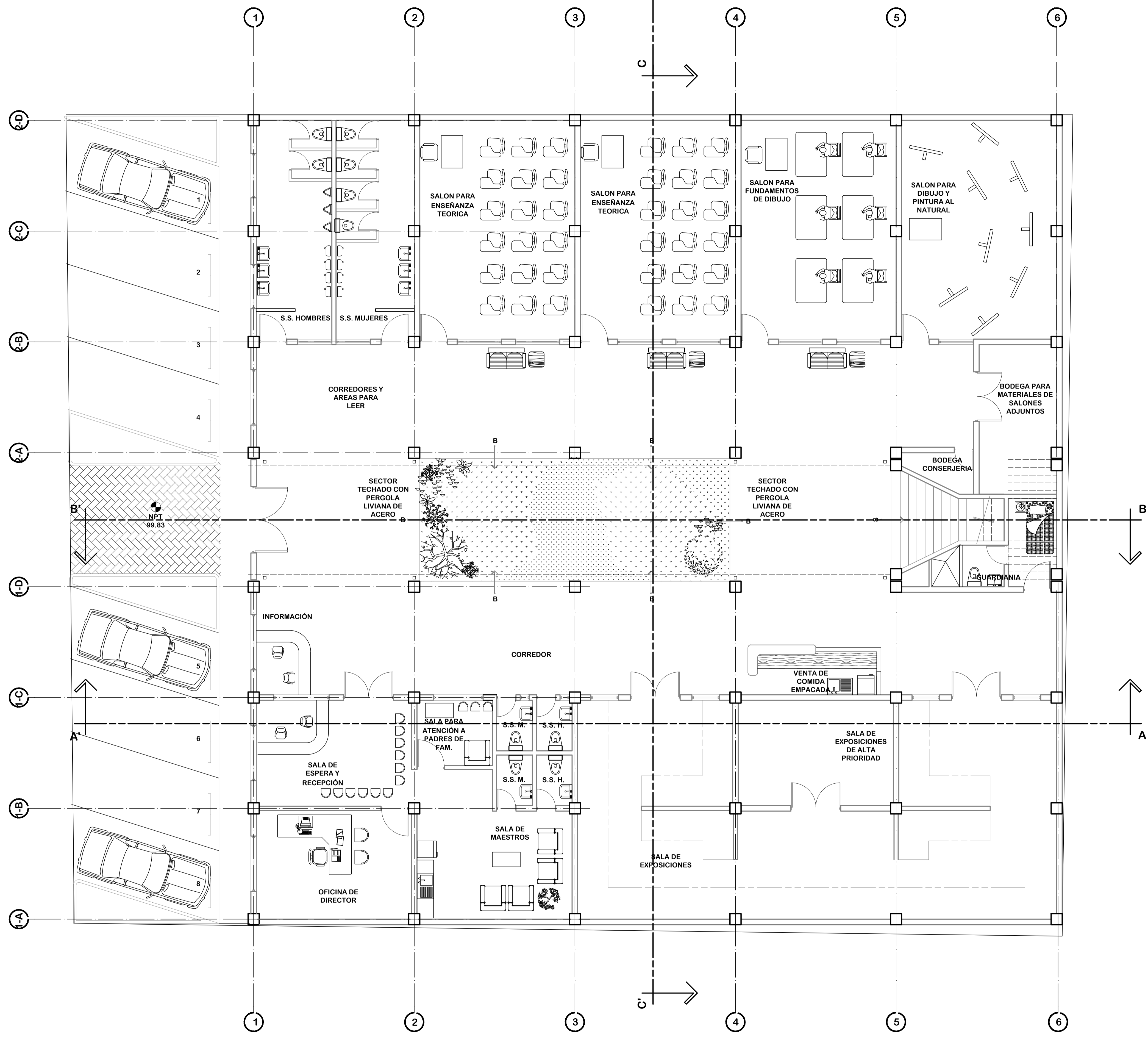
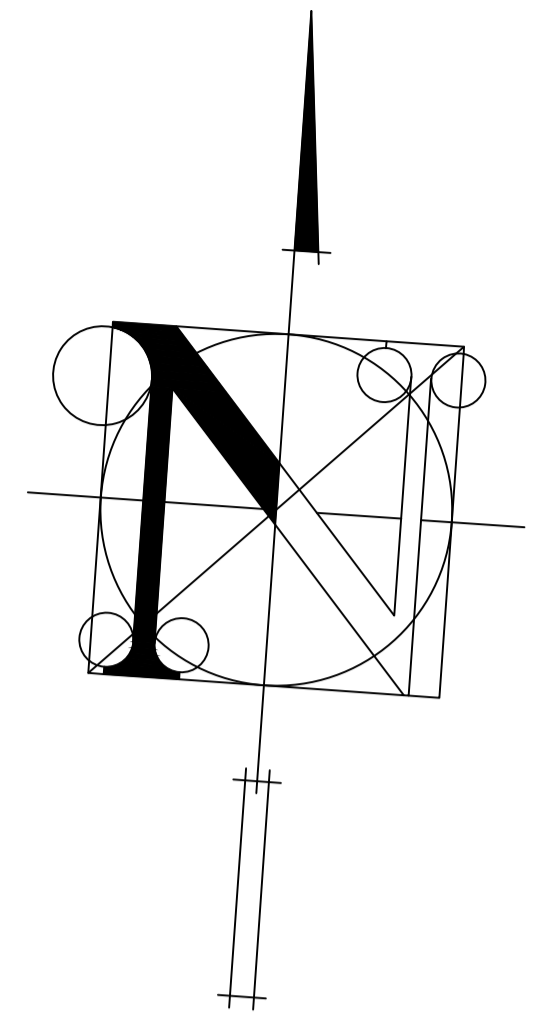
Eje 2 carga sísmica



Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Apéndice 3. **Museo y escuela de arte y música municipal**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.



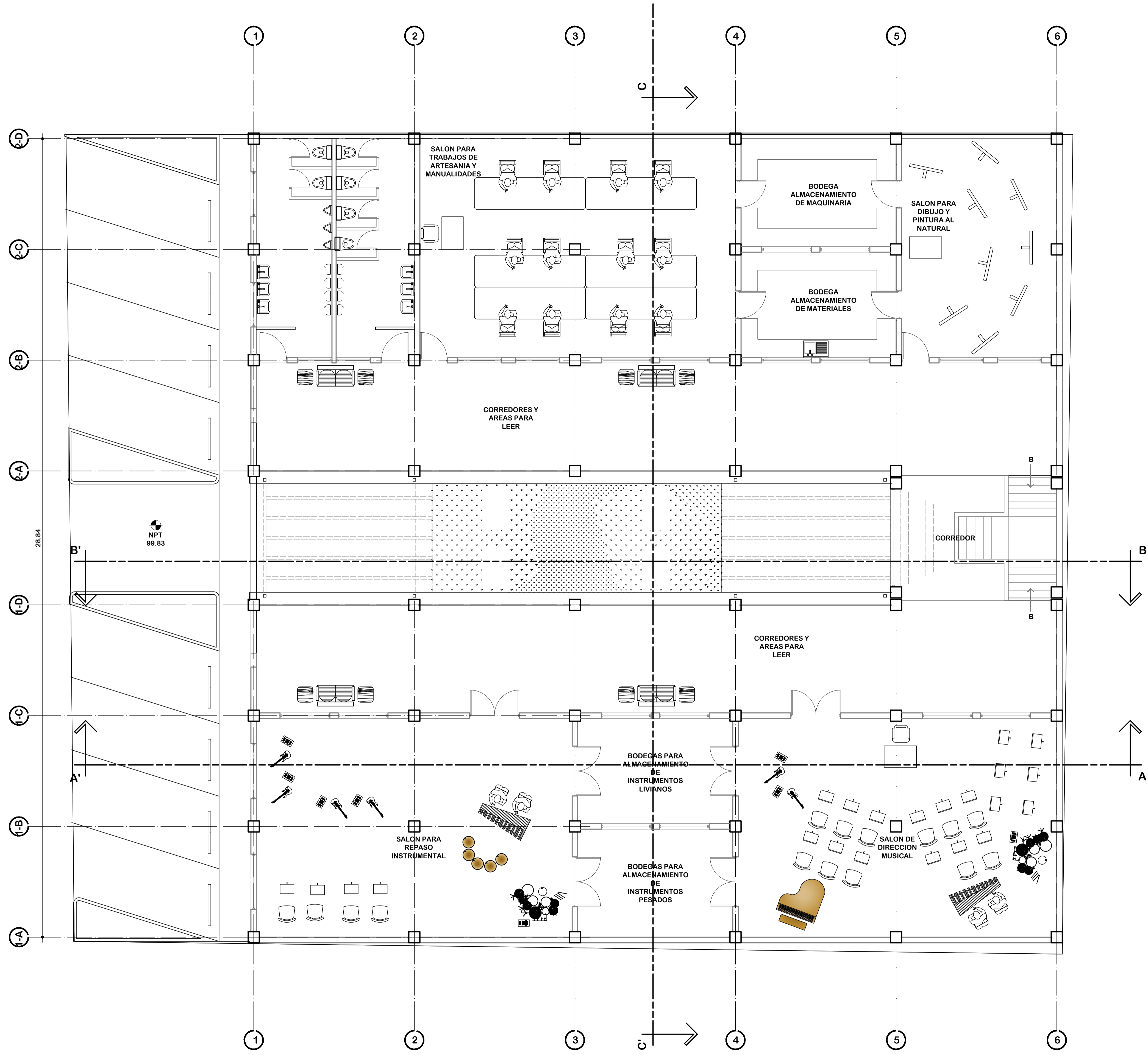
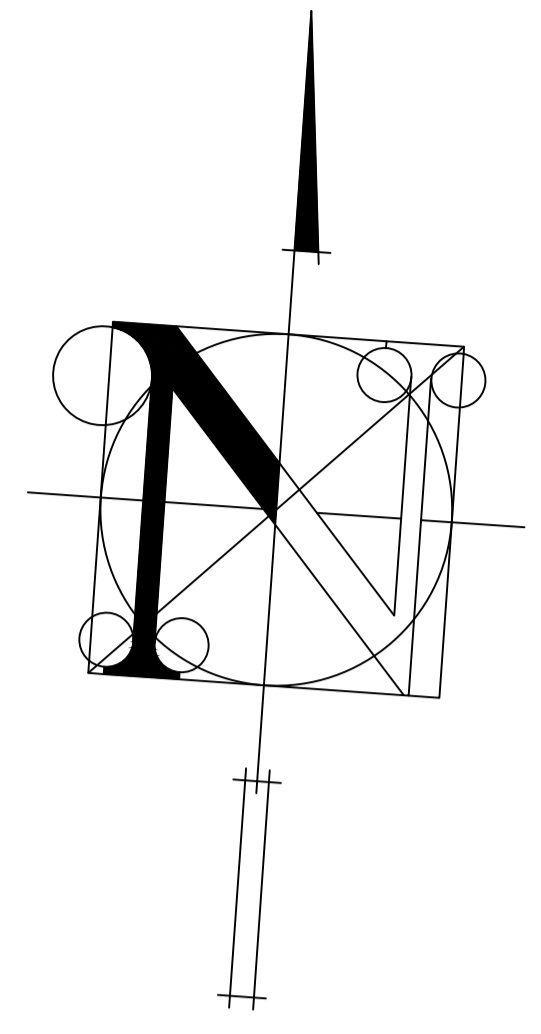
PLANO DE ARQUITECTURA-PRIMER NIVEL

ESCALA 1: 75
0 1.00 2.50 5.00

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: DE: 01 ARQ.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE ARQUITECTURA PRIMER NIVEL	NÚMERO: 01
ESCALA: INDICADA		27

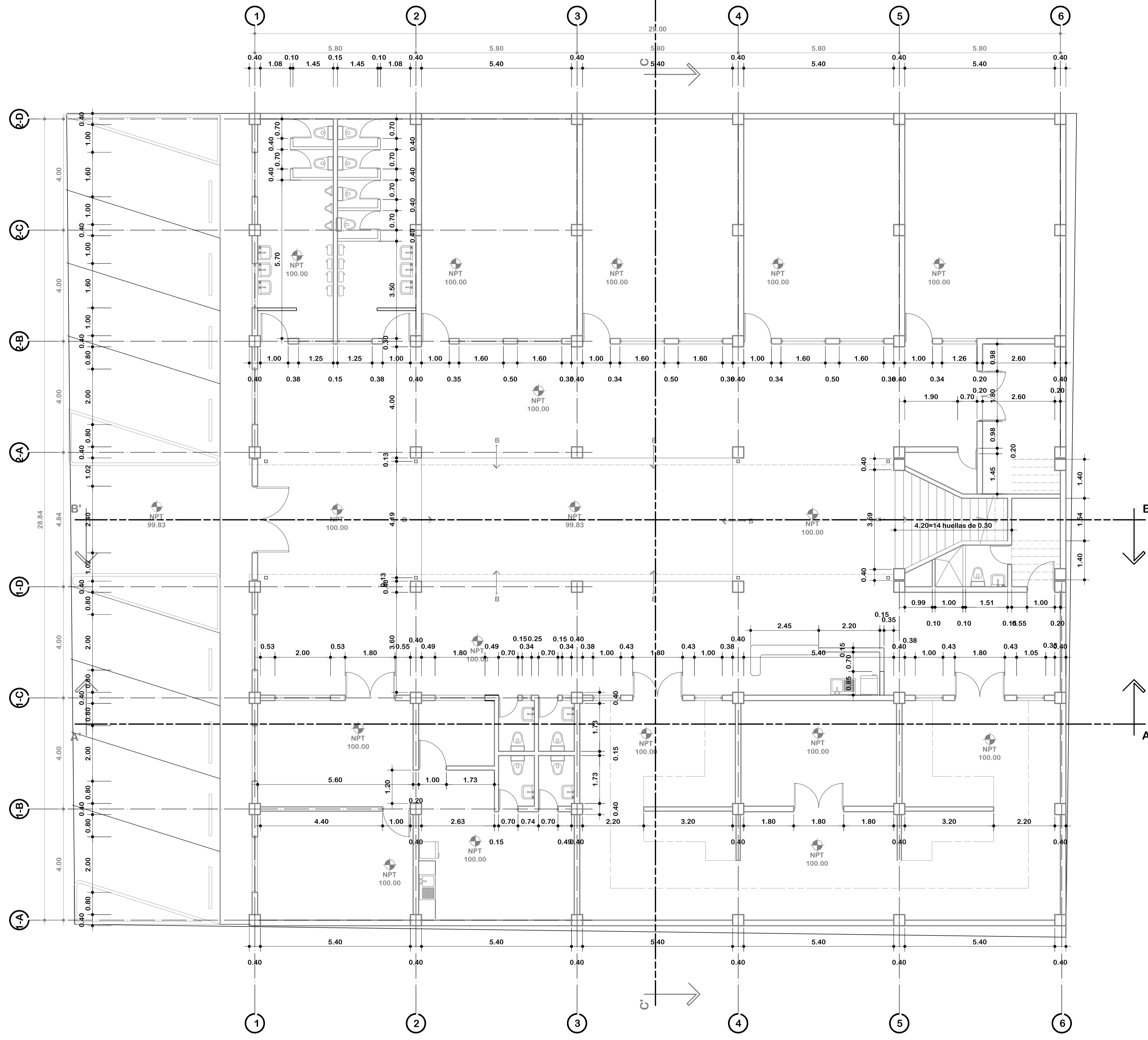
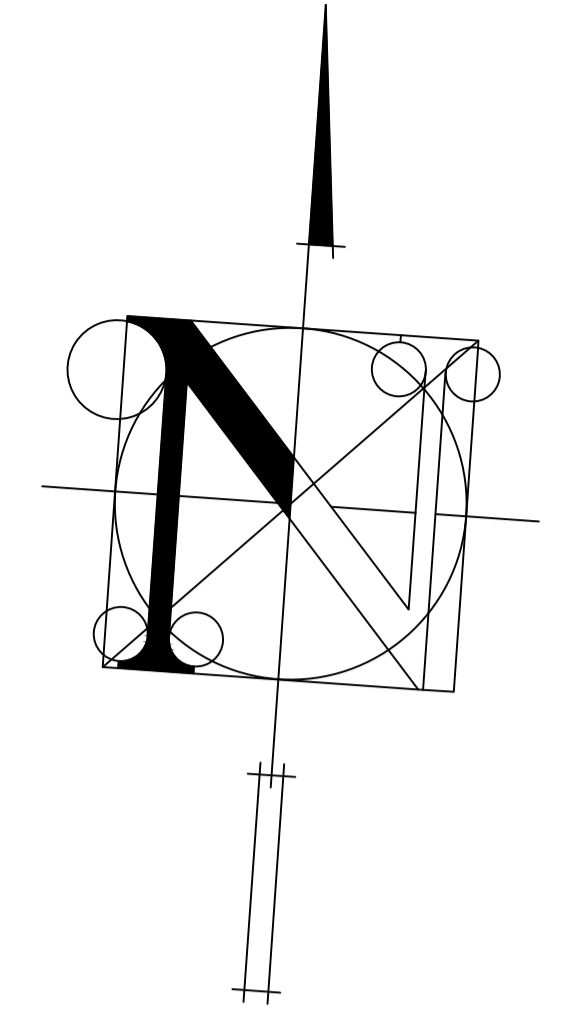


PLANO DE ARQUITECTURA-SEGUNDO NIVEL
 ESCALA 1: 75
 0 1.00 2.50 5.00

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 02 DE: ARQ.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTURA SEGUNDO NIVEL	NUMERO: 02
ESCALA: INDICADA		27



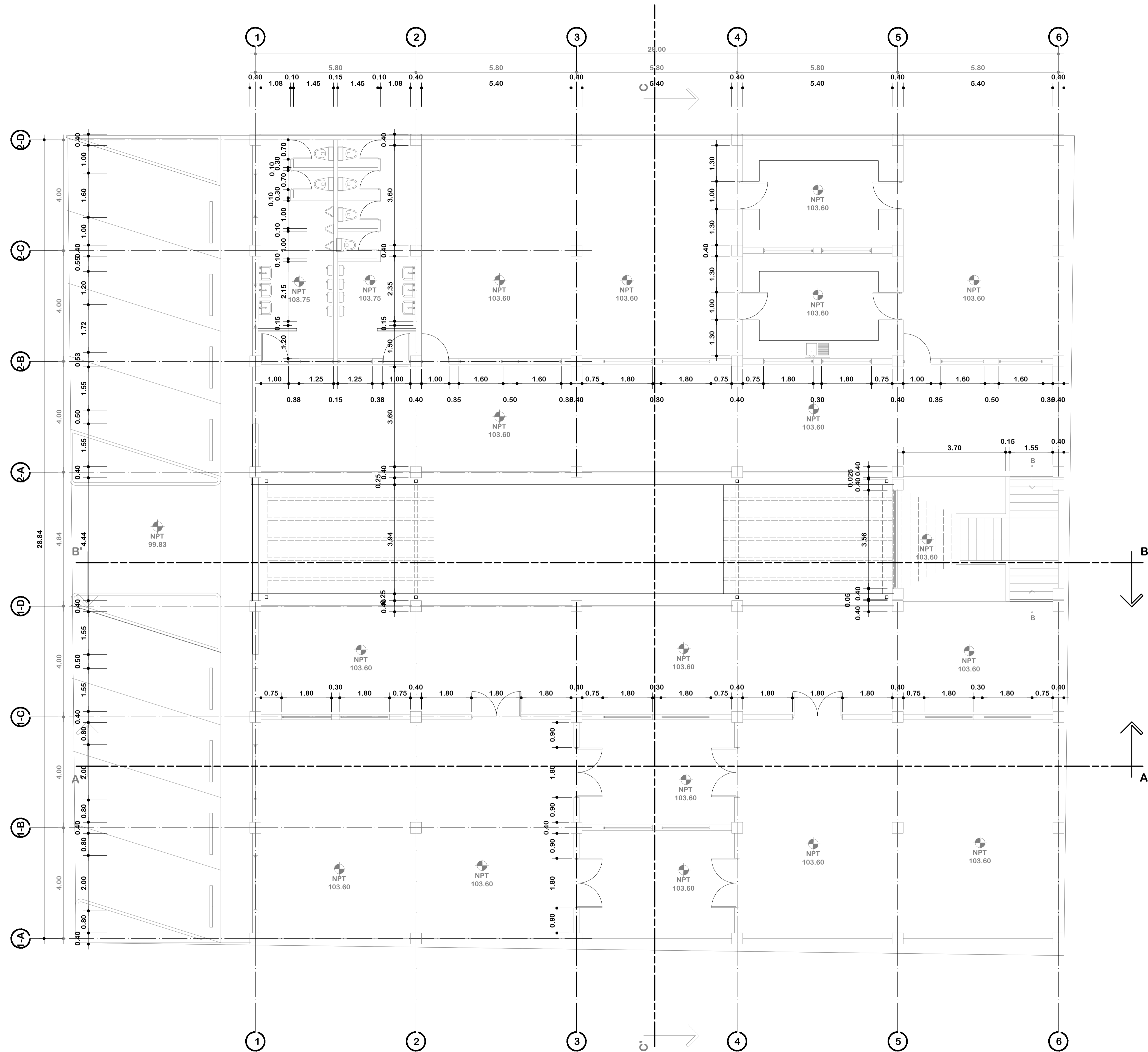
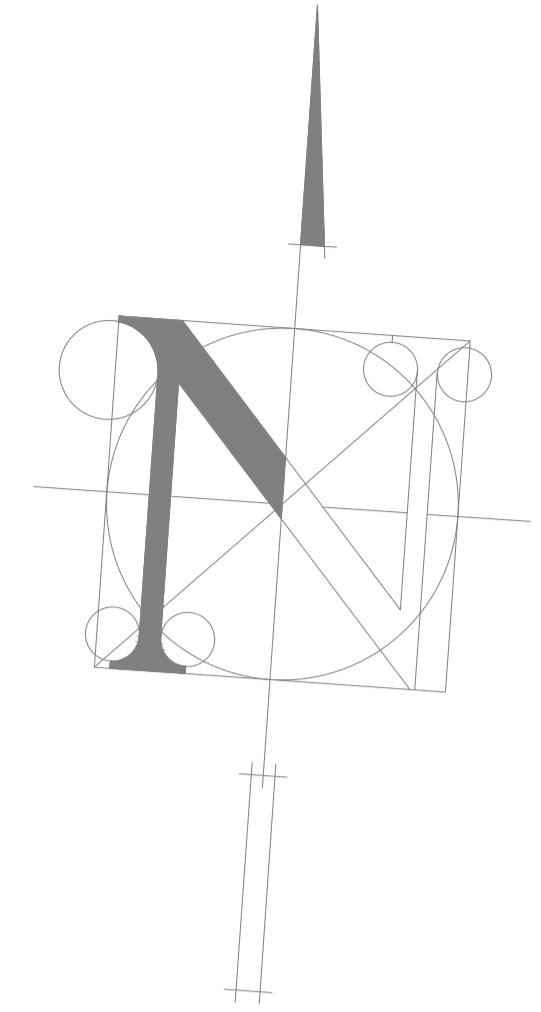
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 03
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL	DE: ARQ.
ESCALA:	INDICADA	NÚMERO: 03

PLANO DE COTAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1: 100



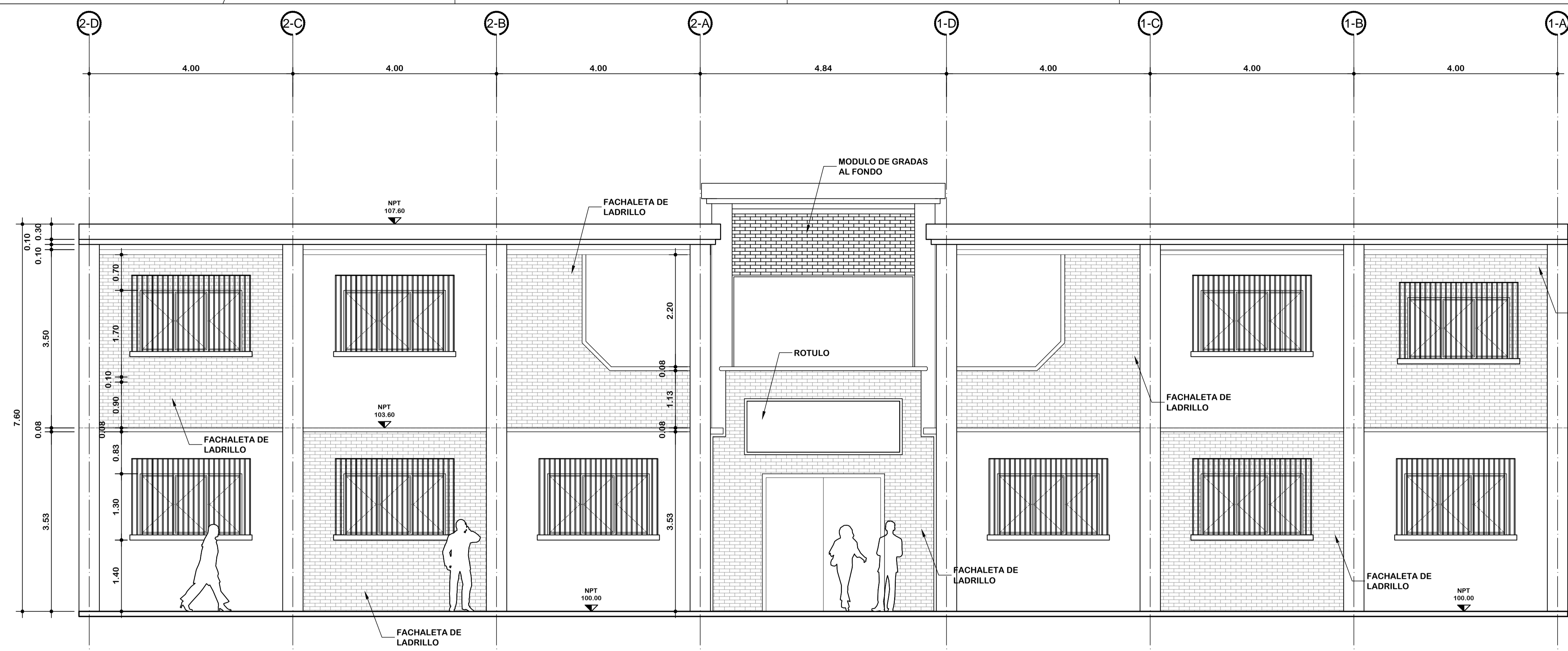
PLANO DE COTAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1: 100

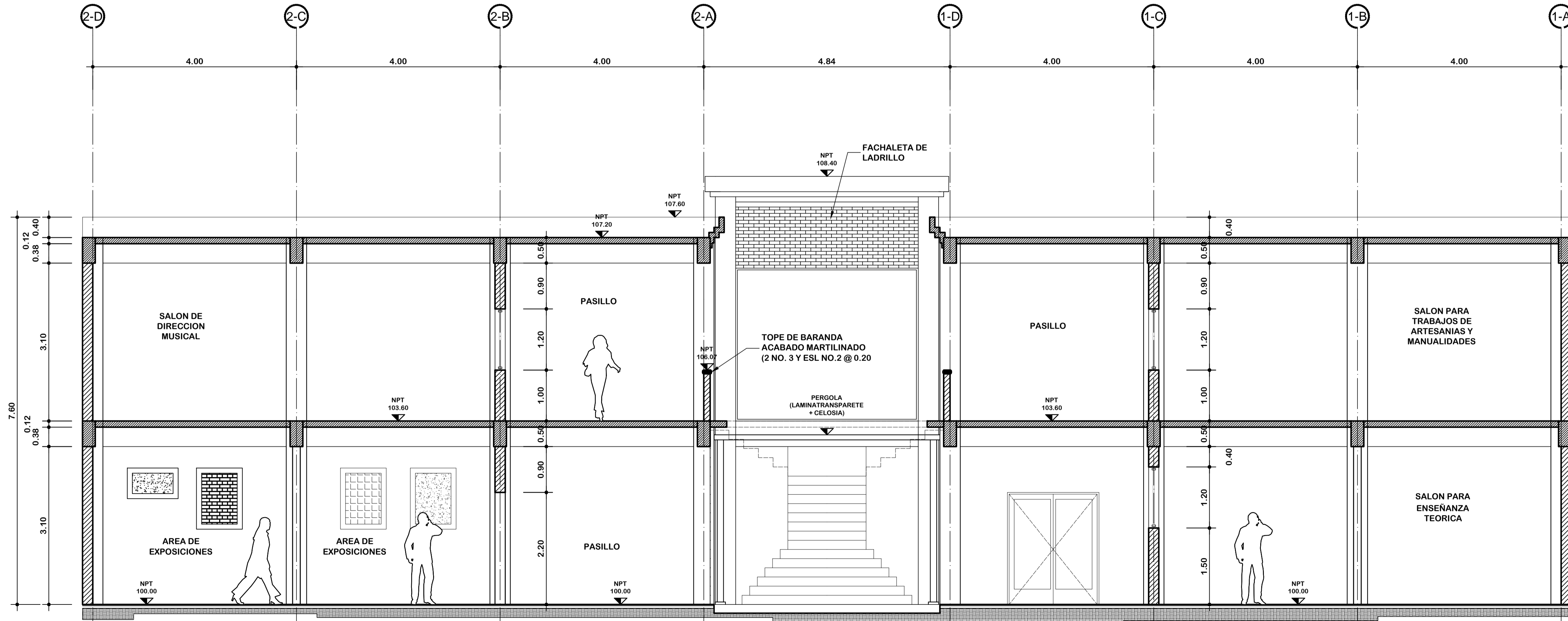
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 04 DE: ARQ. NUMERO: 04 27
---	--	--	---

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099



ELEVACION FRONTAL



SECCION C-C'

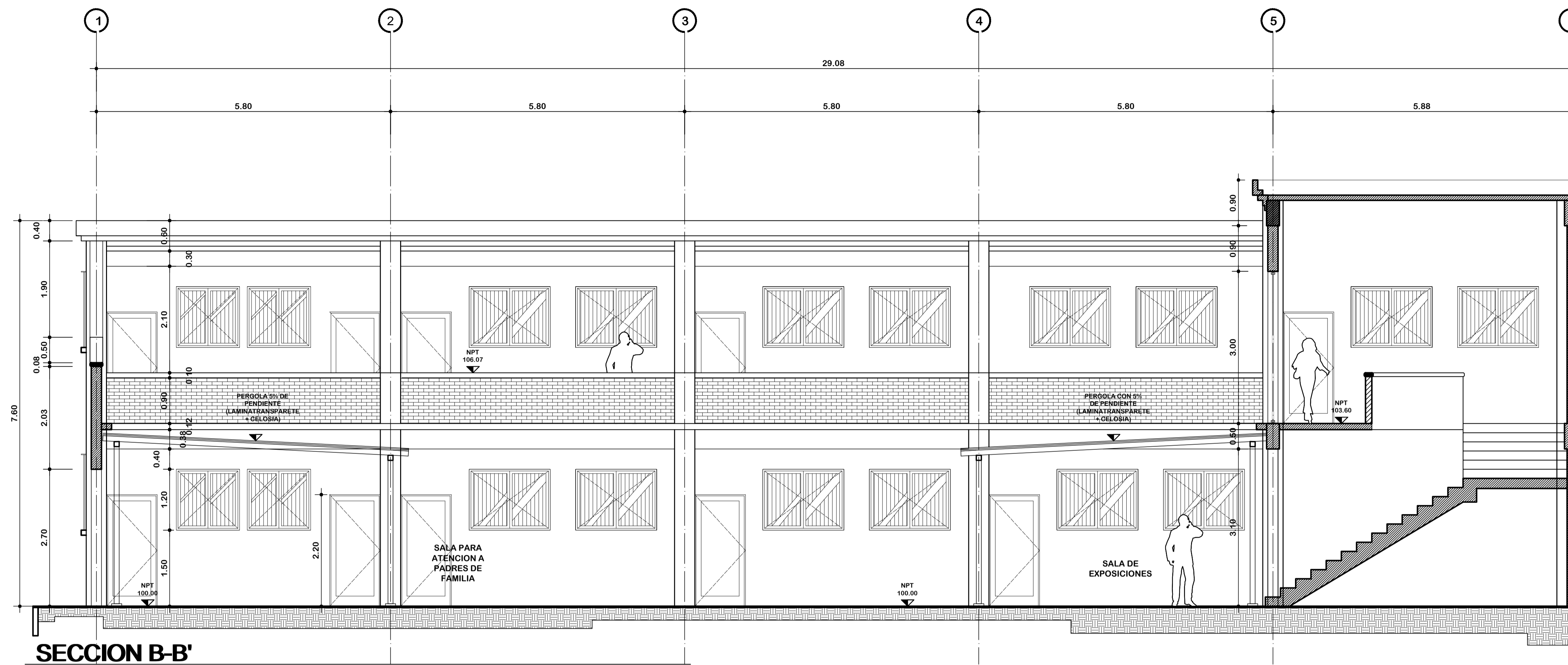
PLANO DE ELEVACIONES Y SECCIONES

ESCALA 1: 50

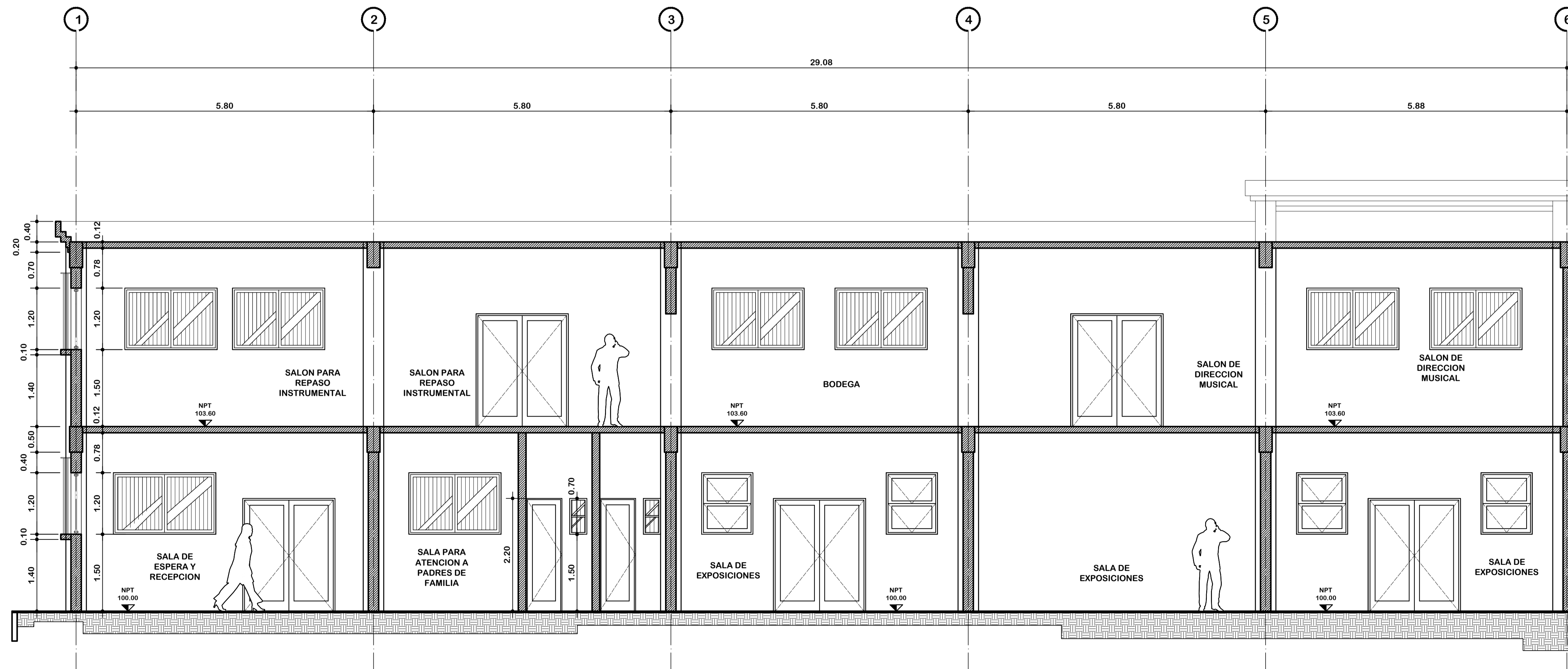
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: ELEVACION FRONTAL Y SECCION.	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: ARQ. 05 NUMERO: 05 27
---	---	--



SECCION B-B'



SECCION A-A'

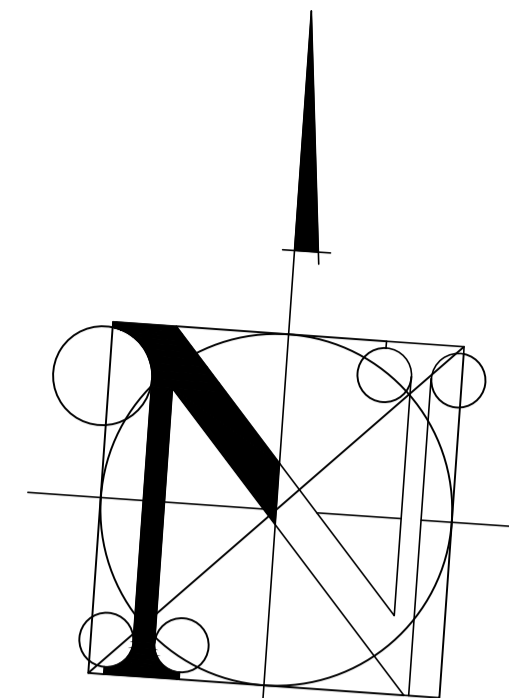
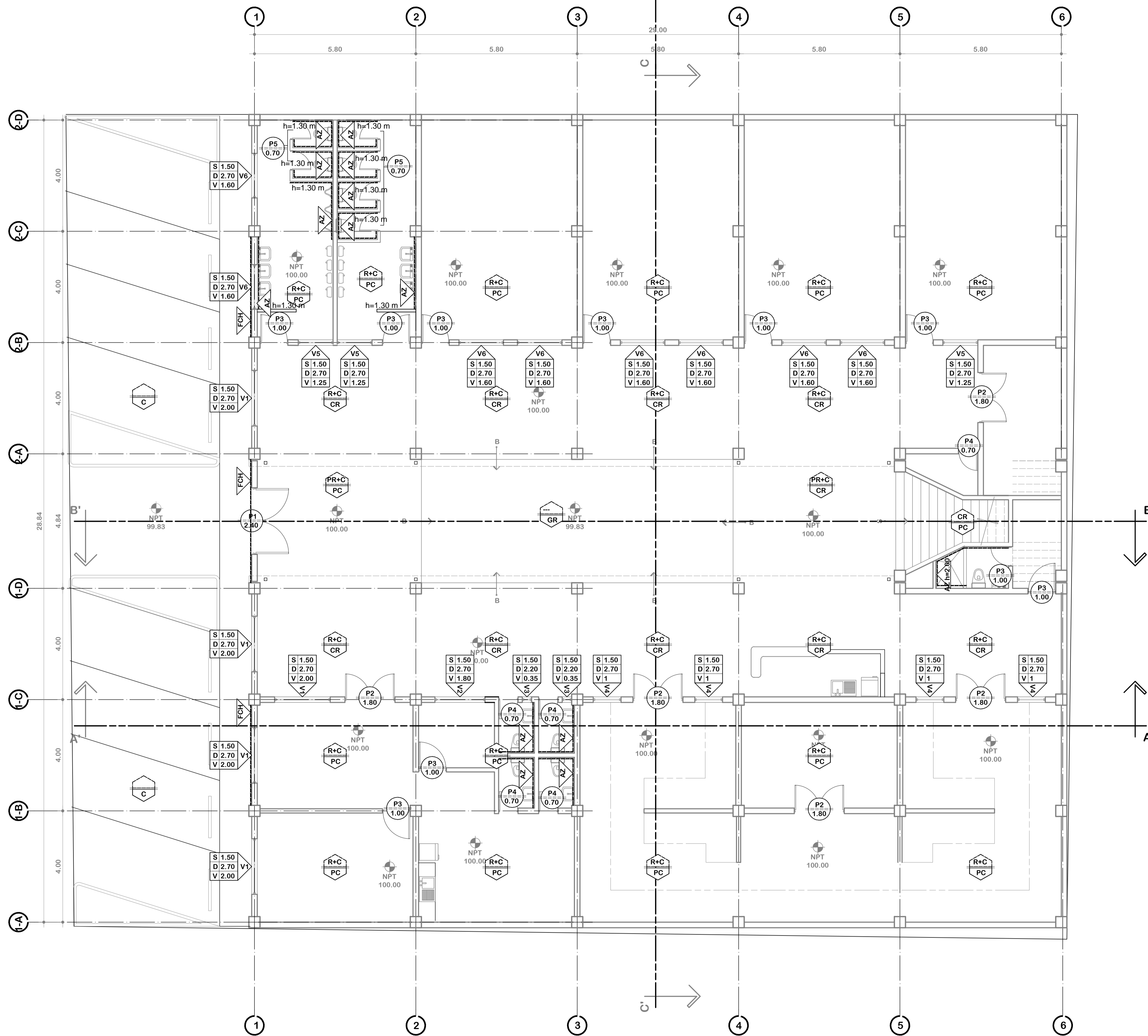
PLANO DE ELEVACIONES Y SECCIONES

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: ARQ. 06
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: SECCIONES	NUMERO: 06
ESCALA: INDICADA		27



SIMBOLOGÍA DE ACABADOS	
	TIPO DE VENTANA
	ALTURA DEL SILLAR
	ALTURA DEL DINTEL
	DIMENSIÓN DEL VANO
	TIPO DE PUERTA
	DIMENSIÓN DEL VANO
	R+C REPELLO + CERNIDO
	PR+C PERGOLA + CELOSIA
	MD Granceado
	PC PISO CERAMICO
	GR GRAMA
	CR CONCRETO CON COLOR
	FCH FACHALETA DE PIEDRA LAJA O SIMILAR
	AZL AZULEJO h=1.30

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	1	2.40	2.70	TABLEROS DE MADERA
P2	11	1.80	2.20	TABLEROS DE MADERA
P3	18	1.00	2.20	TABLEROS DE MADERA
P4	5	0.70	2.20	TABLEROS DE MADERA
P5	3	0.70	1.90	ALUMINIO

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	9	2.00	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V2	13	1.80	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V3	2	0.35	0.70	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V4	4	1.00	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V5	5	1.25	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V6	12	1.60	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V7	1	3.58	3.00	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO

PLANILLAS INCLUYEN PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
 EL PISO DE CONCRETO SERÁ DE UN ESPESOR DE 0.13 CM SIN ELECTROMALLA, Y SISADO EN CUADROS DE 2m²m.

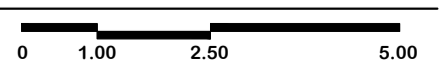
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

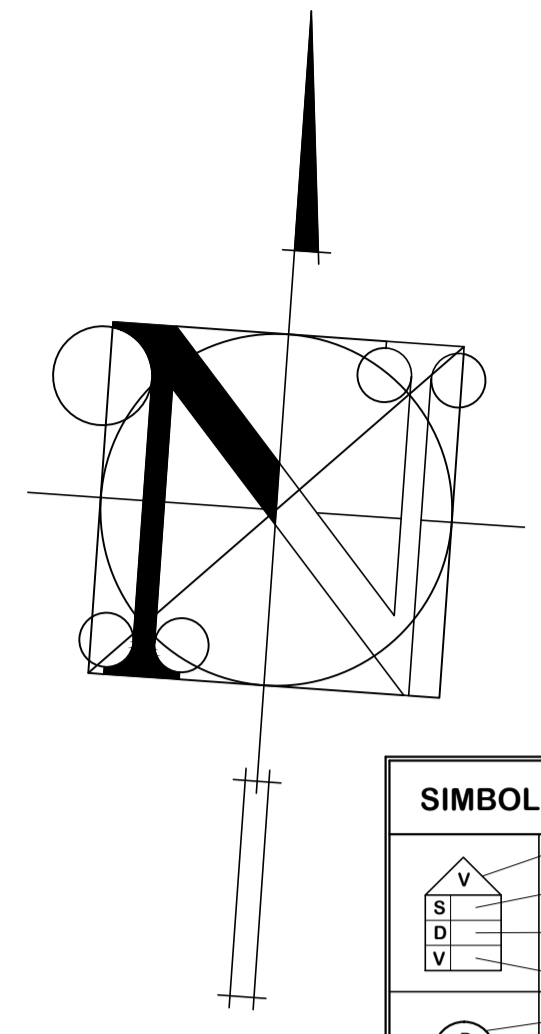
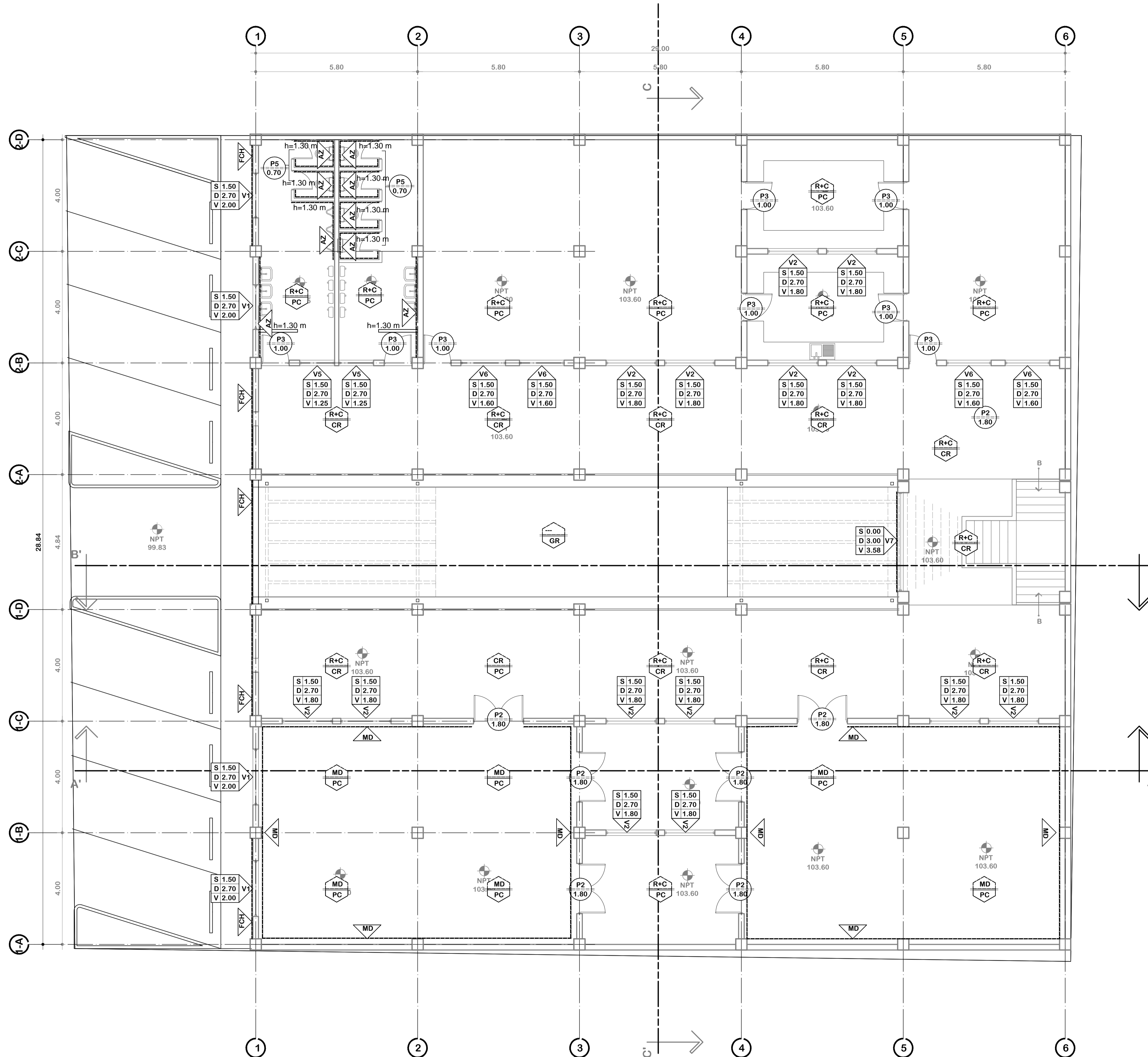
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: ARQ. 07 DE: 07 NÚMERO: 07
---	--	---

PLANO DE ACABADOS

ESCALA 1: 100





SIMBOLOGÍA DE ACABADOS		
	TIPO DE VENTANA	
	ALTURA DEL SILLAR	
	ALTURA DEL DINTEL	
	DIMENSIÓN DEL VANO	
	TIPO DE PUERTA	
	DIMENSIÓN DEL VANO	
	R+C	REPELLO + CERNIDO
	PR+C	PERGOLA + CELOSIA
	MD	Granceado
	PC	PISO CERAMICO
	GR	GRAMA
	CR	CONCRETO CON COLOR
	FCH	FACHALETA DE PIEDRA LAJA O SIMILAR
	AZL	AZULEJO h=1.30

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	1	2.40	2.70	TABLEROS DE MADERA
P2	11	1.80	2.20	TABLEROS DE MADERA
P3	18	1.00	2.20	TABLEROS DE MADERA
P4	5	0.70	2.20	TABLEROS DE MADERA
P5	3	0.70	1.90	ALUMINIO

PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	9	2.00	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V2	13	1.80	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V3	2	0.35	0.70	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V4	4	1.00	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V5	5	1.25	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V6	12	1.60	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V7	1	3.58	3.00	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO

PLANILLAS INCLUYEN PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
 EL PISO DE CONCRETO SERÁ DE UN ESPESOR DE 0.13 CM SIN ELECTROMALLA, Y SISADO EN CUADROS DE 2m²m.

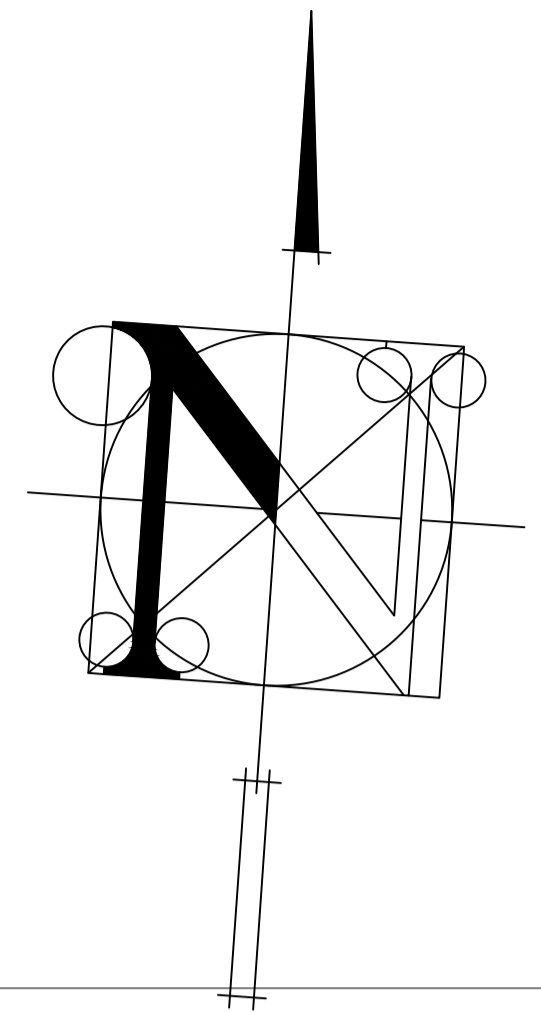
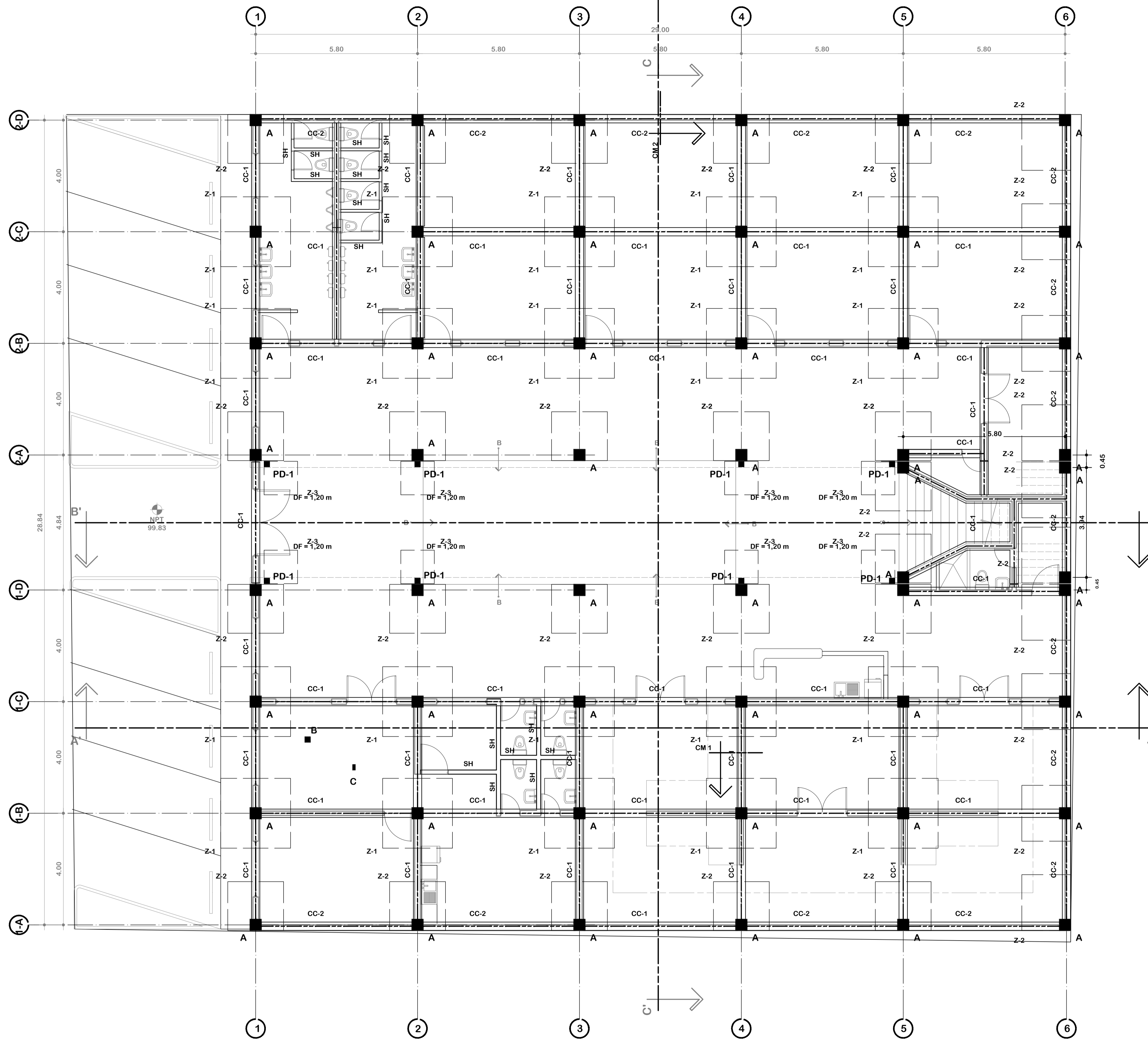
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: ARQ. 08 DE: 08 NÚMERO: 08 27
---	--	---

PLANO DE ACABADOS

ESCALA 1: 100



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
A	54	40X40	8 varillas no. 6 + Est confinados (ver detalle)
PD-1	8	20X20	4 varillas no. 4 + Est no. 2 @ 0.15

PLANILLA DE ZAPATAS

TIPO	CANT.	DIMENSIONES	ARMADO
Z-1	20	2.50x2.50x0.45	VER DETALLE
Z-2	32	1.75x2.00x0.45	VER DETALLE
Z-3	10	1.20x1.20x0.20	VER DETALLE

ESPECIFICACIONES:

COLUMNAS:

CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 60
 BLOCK: 35 Kg / cm²

ZAPATAS:

CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40

LONGITUD DE ESCUADRAS:

HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:

VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMIENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:

ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

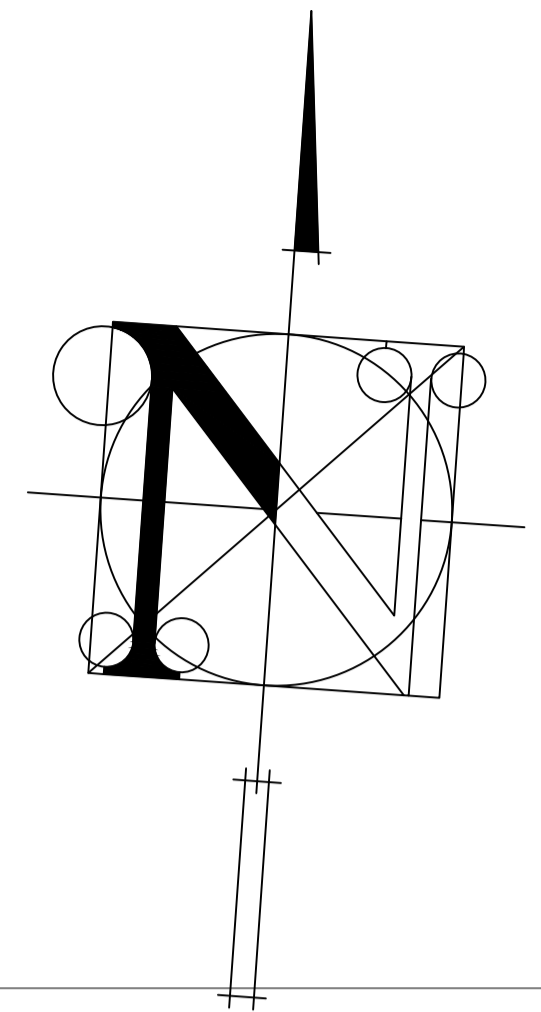
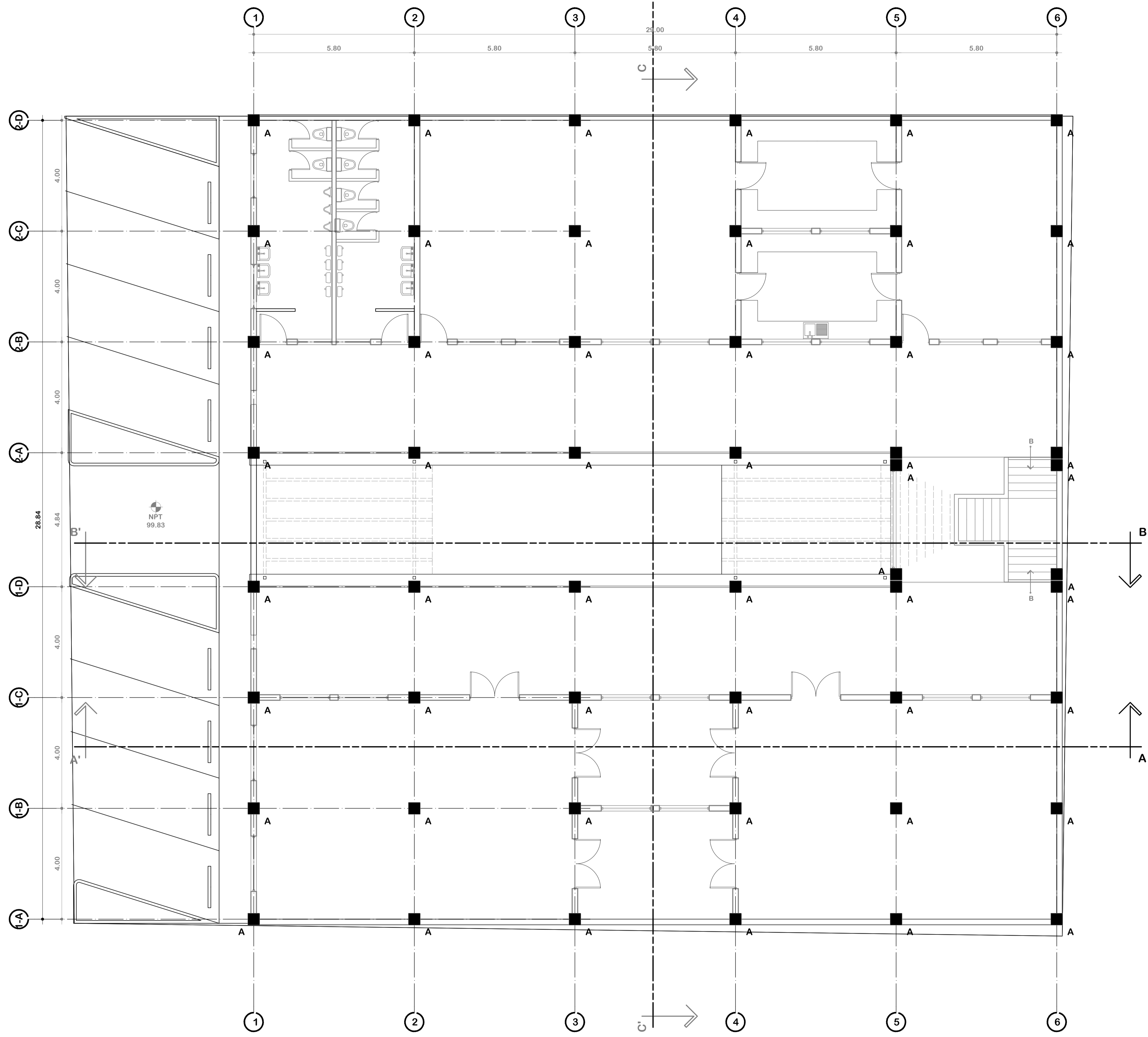
VALOR SOPORTE DEL SUELO : 17.53 ton / m²

MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 01 DE: EST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL CIMENTACION Y COL. PRINCIPALES	NÚMERO: 09
ESCALA: INDICADA		27



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
A	54	40X40	8 varillas no. 6 + Est confinados (ver detalle)

ESPECIFICACIONES:

COLUMNAS:
 CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 60
 BLOCK: 35 Kg / cm²

LONGITUD DE ESCUADRAS:

HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:

VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:

ACI: 318 - 05
 AGIES: NSE - 2010
 UBC: '97

VALOR SOPORTE DEL SUELO : 17.53 ton / m²

MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

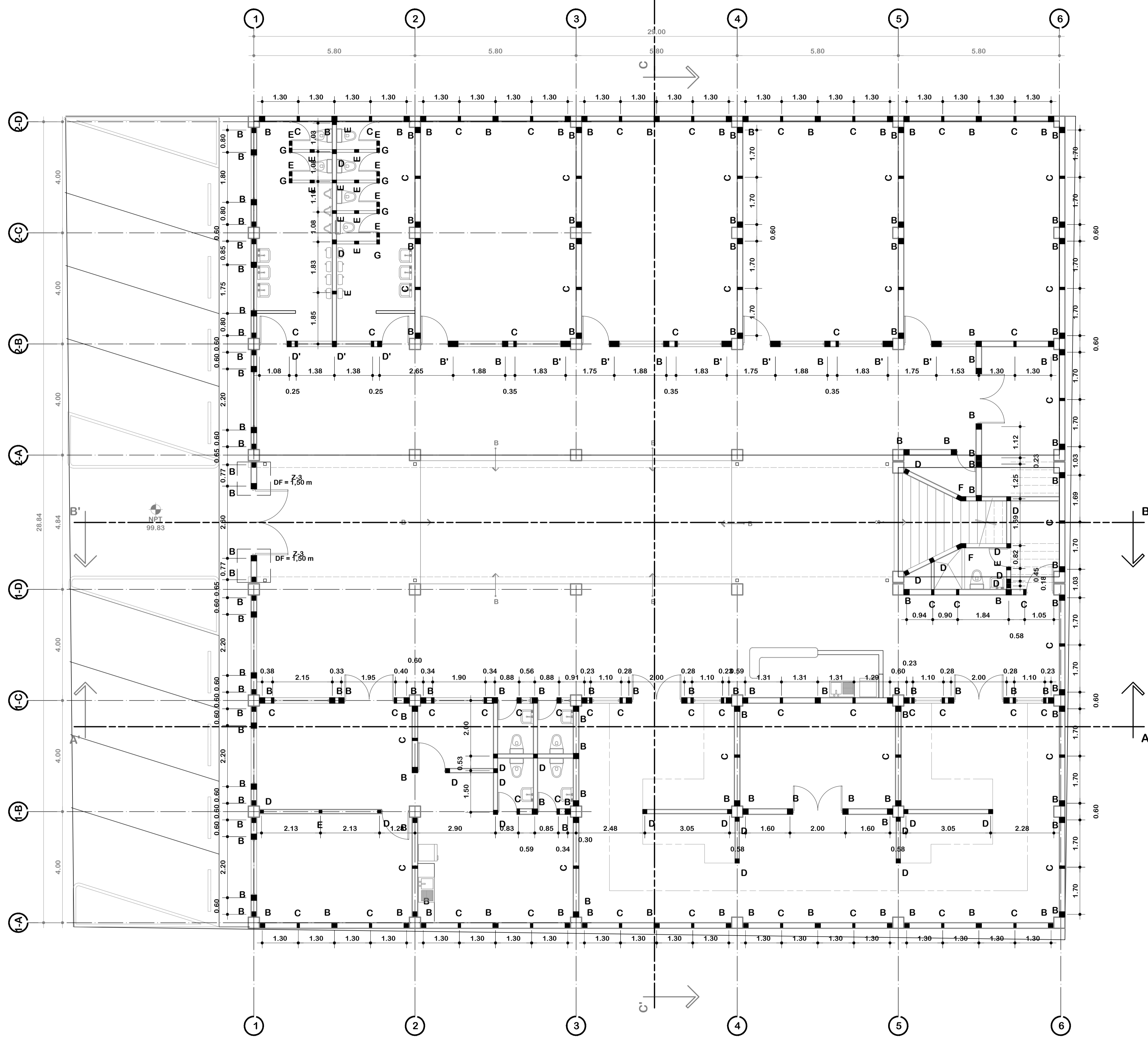
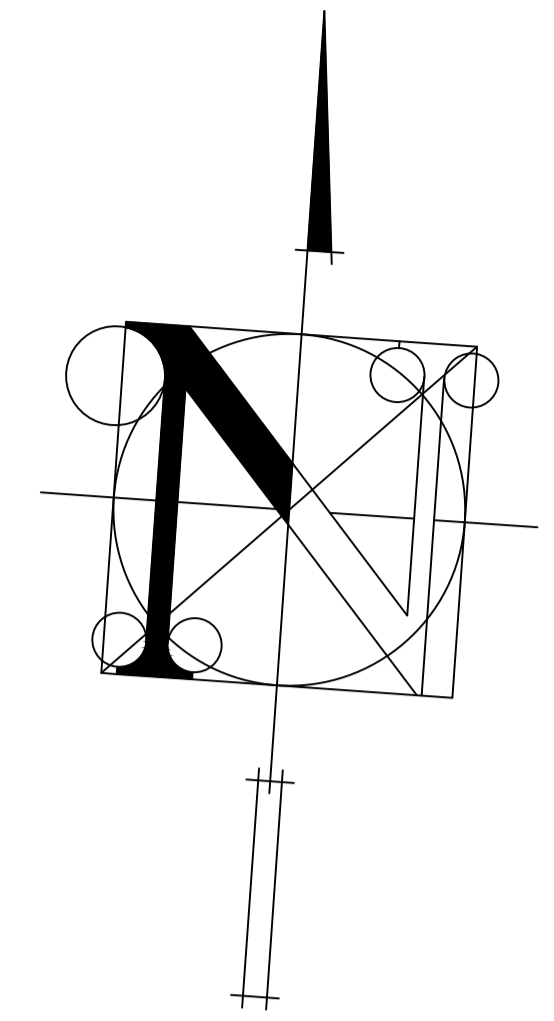
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: DE: 02 EST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA SEGUNDO NIVEL CIMENTACION Y COL. PRINCIPALES	NÚMERO: 10
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE CIMENTACION Y COLUMNAS PRINCIPALES

ESCALA 1: 75



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
B	129	20x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B'	7	35x20	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
C	81	10x20	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
D	27	15x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D'	3	15x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
E	18	10x15	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
F	2	VER DETALLE	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
G	6	10X15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 BLOCK: 35 Kg / cm²

LONGITUD DE ESCUADRAS:

HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:

VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:

ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

VALOR SOPORTE DEL SUELO: 17.53 ton / m²

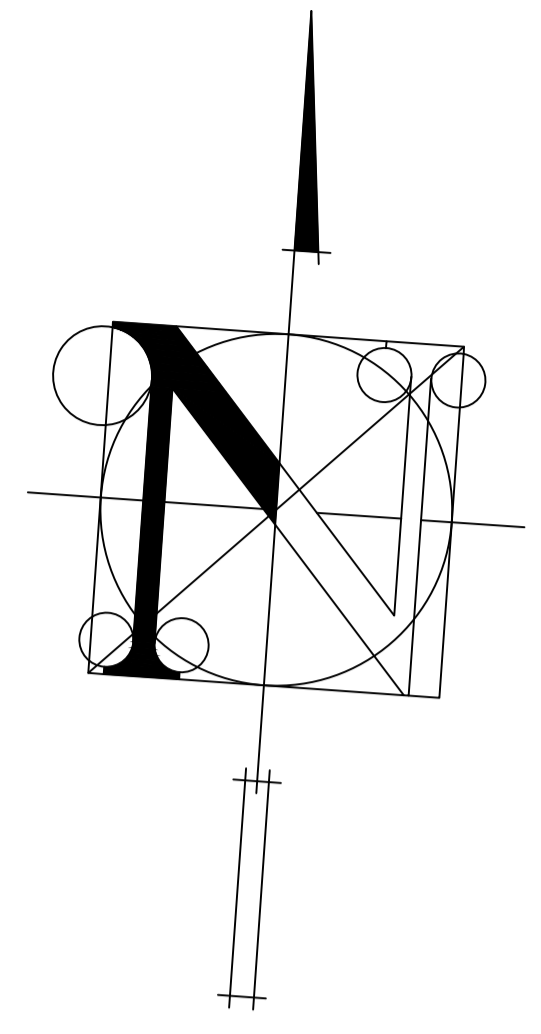
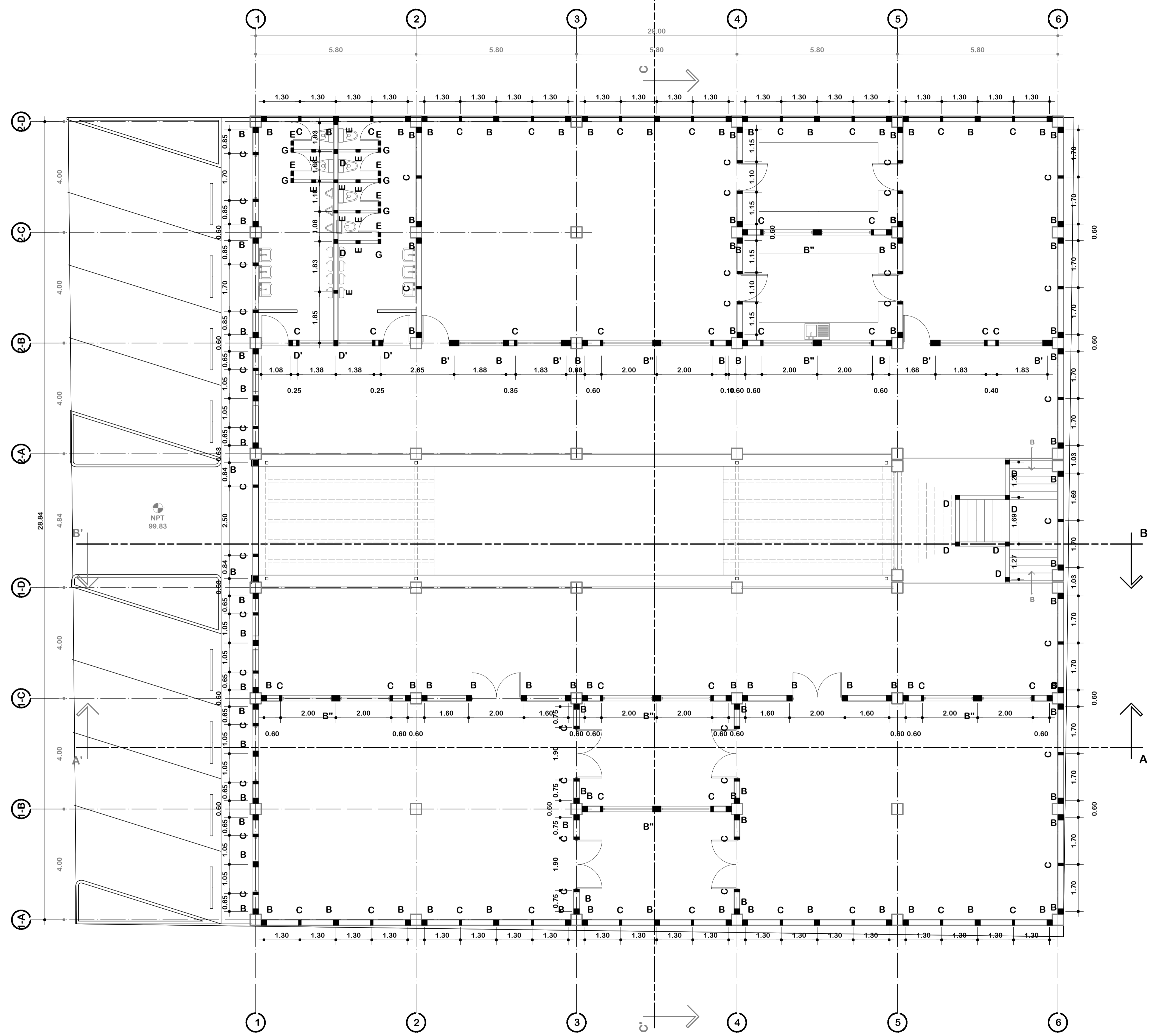
MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 03 DE: EST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL ESTRUCTURA DE MUROS	NÚMERO: 11
ESCALA: INDICADA		27



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
B	109	20x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B'	6	35x20	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B''	4	30x20	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
C	78	10x20	2 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D	8	15x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D'	3	15x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
E	22	10x15	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
G	6	10X15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 BLOCK: 35 Kg / cm²

LONGITUD DE ESCUADRAS:

HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:

VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:

ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

VALOR SOPORTE DEL SUELO : 17.53 ton / m²

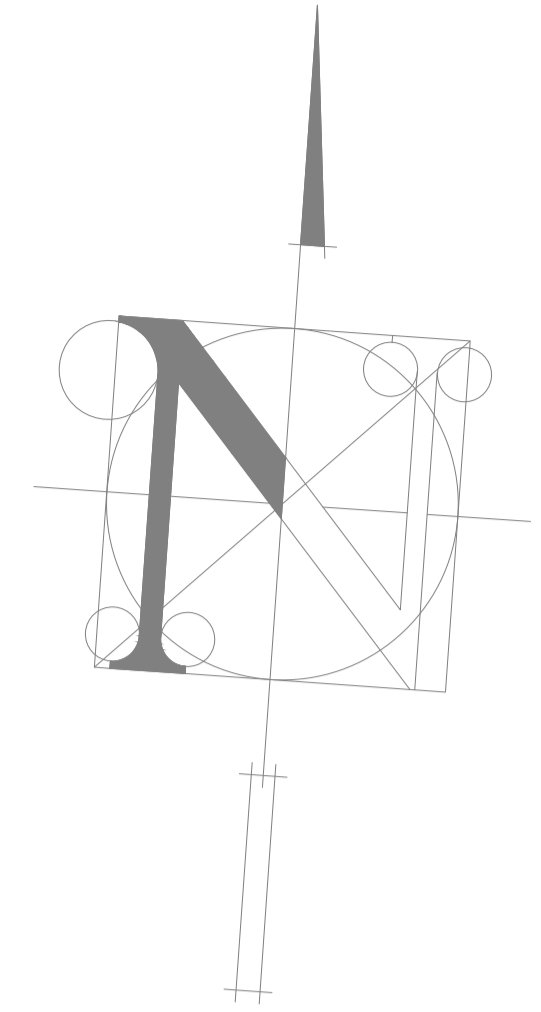
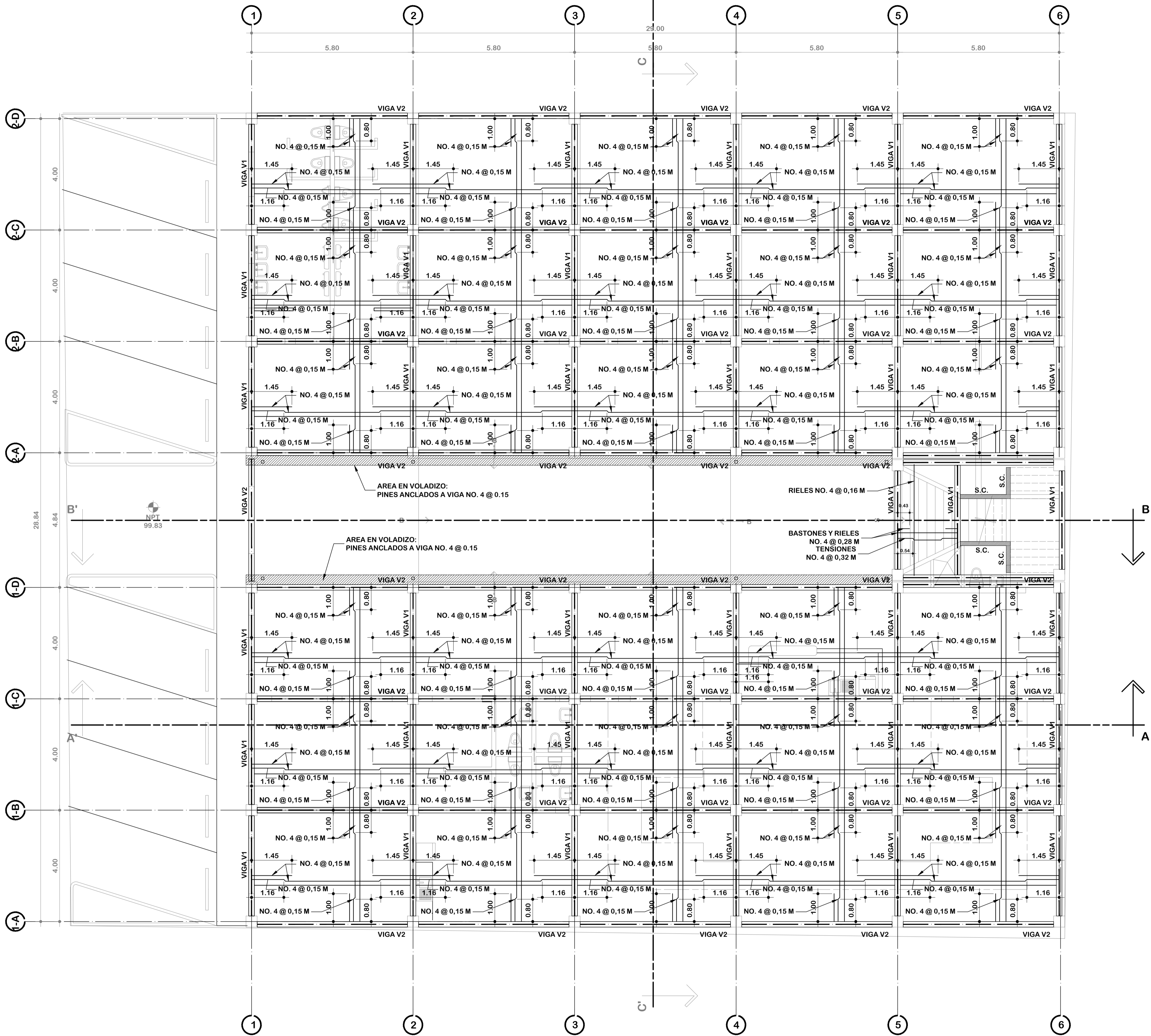
MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 04 DE: EST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA SEGUNDO NIVEL ESTRUCTURA DE MUROS	NUMERO: 12
ESCALA: INDICADA		27



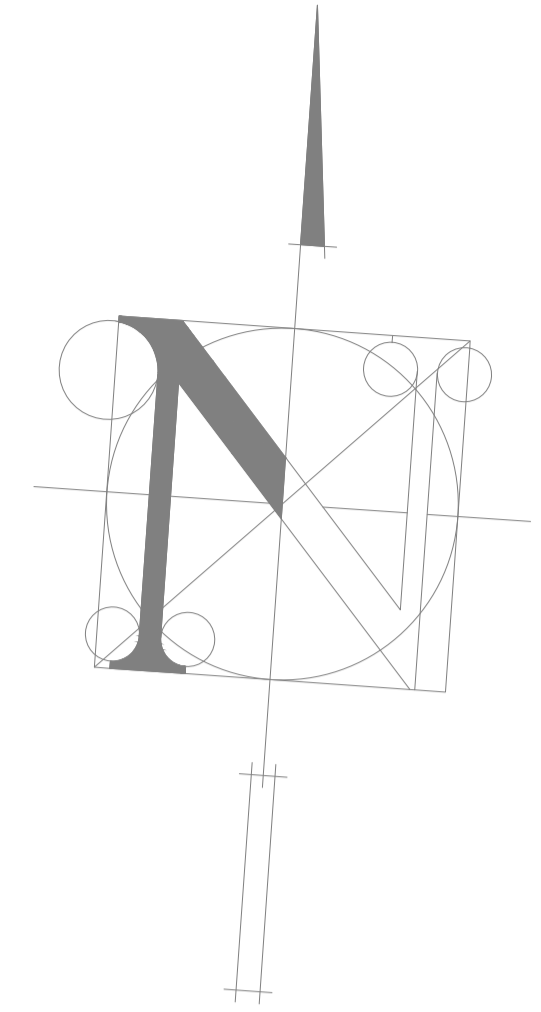
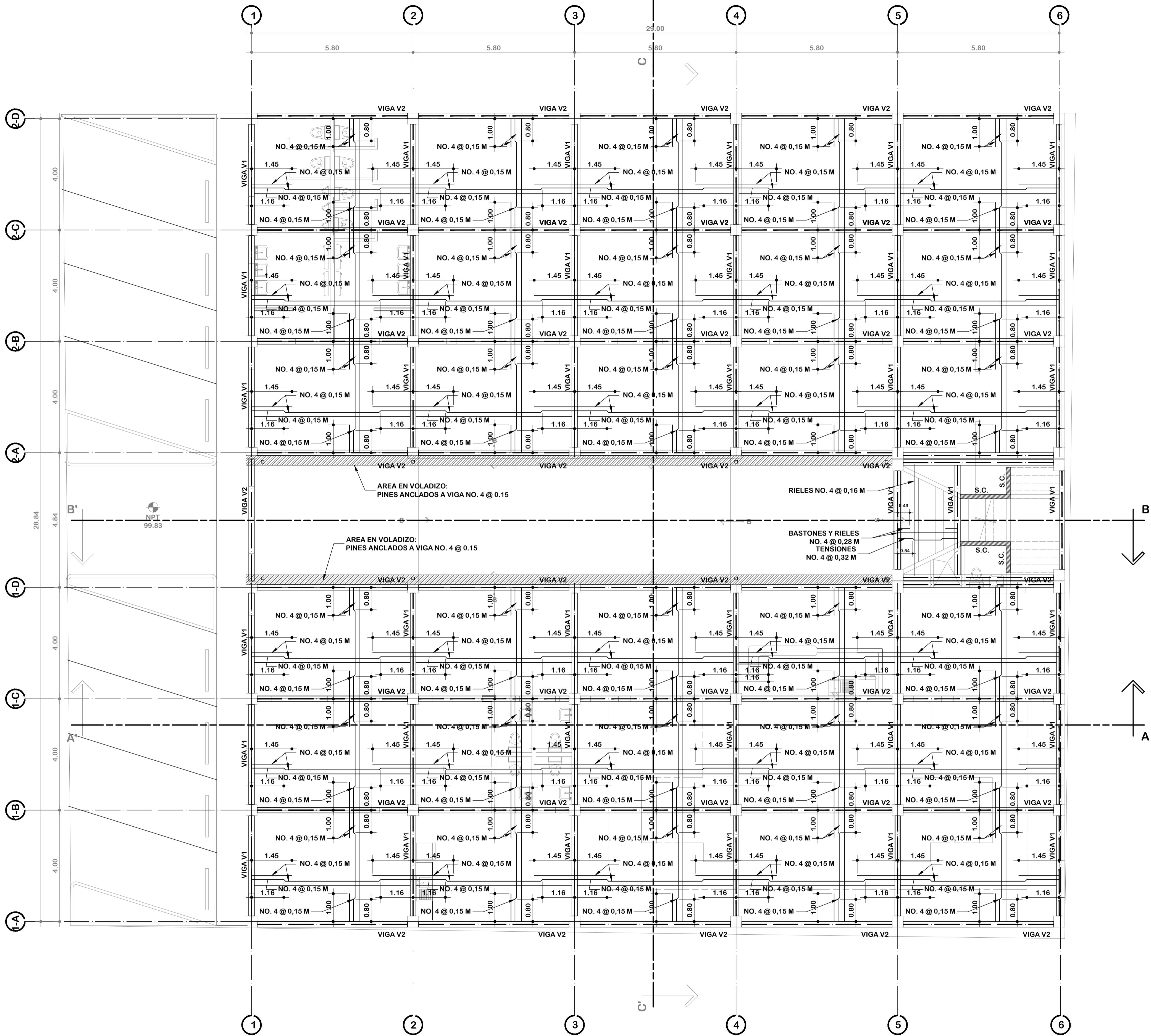
ESPECIFICACIONES:

- VIGAS.**
- CONCRETO: 3000 PSI
- ACERO: GRADO 40
- LOSAS.**
- CONCRETO: 4000 PSI
- ACERO: GRADO 40
- ε=0.12 PARA TODAS LAS LOSAS
- LONGITUD DE ESCUADRAS:**
- HIERRO No. 3: 30 cm
- HIERRO No. 4: 40 cm
- HIERRO No. 5: 50 cm
- HIERRO No. 6: 60 cm
- RECUBRIMIENTOS:**
- VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
- SOLERAS: 2.5 cm
- ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm
- CÓDIGOS:**
- ACI: 318 - 05
- BLOCK: NSE - 2010
- UBC: '97
- VALOR SOPORTE DEL SUELO : 17.53 ton / m²
- MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCION 1:12
- 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

PLANO DE LOSAS Y VIGAS

ESCALA 1: 75

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING.		
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 05 DE: EST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL LOSAS Y VIGAS	NUMERO: 13
ESCALA: INDICADA		27



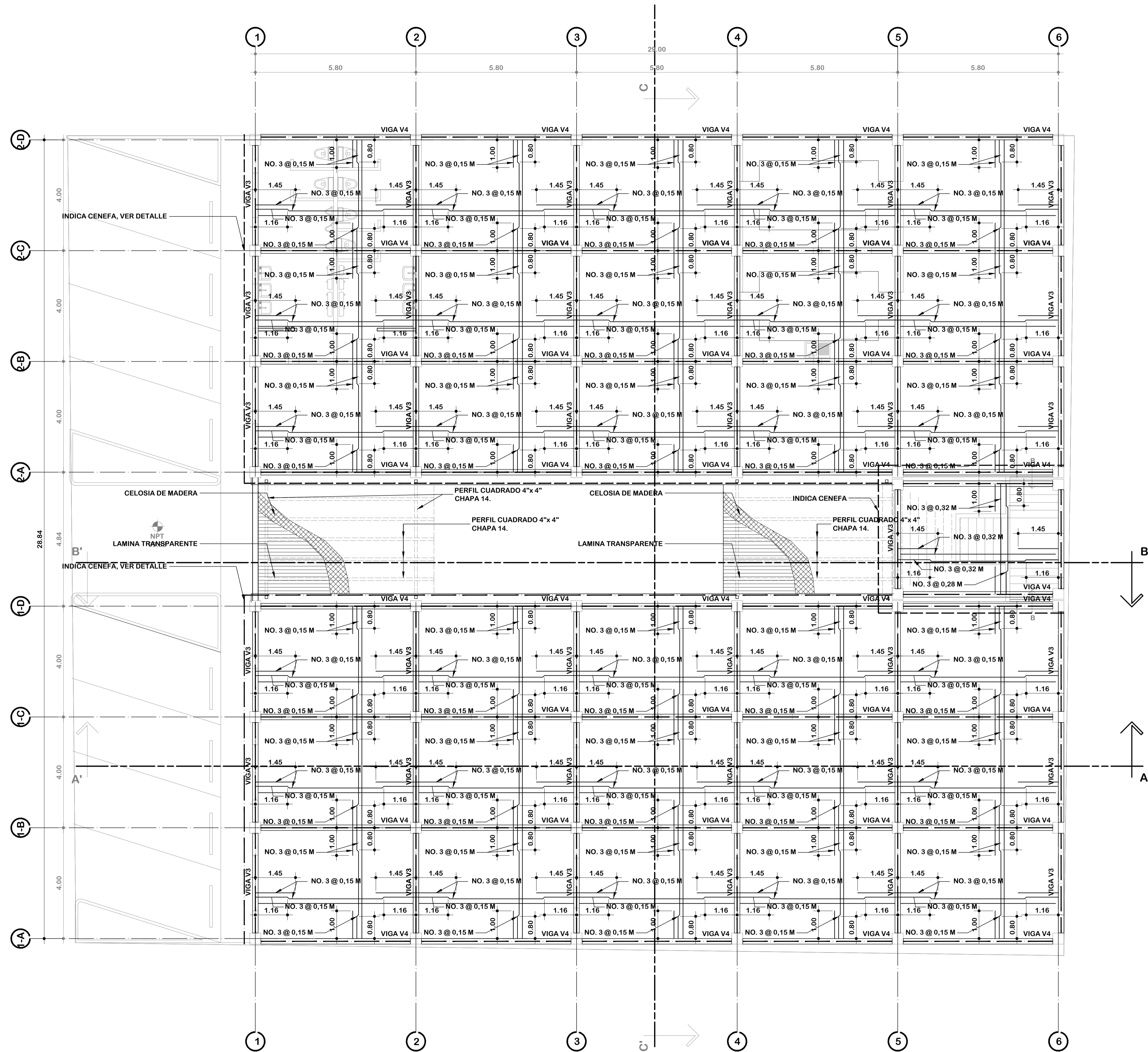
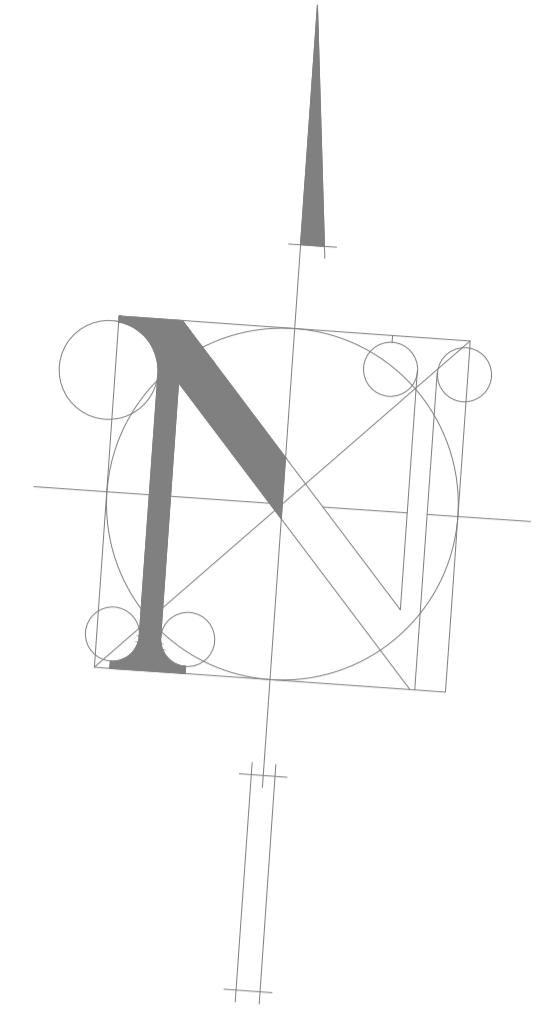
ESPECIFICACIONES:

- VIGAS.**
- CONCRETO: 3000 PSI
- ACERO: GRADO 40
- LOSAS.**
- CONCRETO: 4000 PSI
- ACERO: GRADO 40
- l=0.12 PARA TODAS LAS LOSAS
- LONGITUD DE ESCUADRAS:**
- HIERRO No. 3: 30 cm
- HIERRO No. 4: 40 cm
- HIERRO No. 5: 50 cm
- HIERRO No. 6: 60 cm
- RECUBRIMIENTOS:**
- VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
- SOLERAS: 2.5 cm
- ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm
- CÓDIGOS:**
- ACI: 318 - 05
- BLOCK: NSE - 2010
- UBC: '97
- VALOR SOPORTE DEL SUELO: 17.53 ton / m²
- MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCION 1:12
- 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

PLANO DE LOSAS Y VIGAS

ESCALA 1: 75

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING.		
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 05 DE: EST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL LOSAS Y VIGAS	NUMERO: 13
ESCALA: INDICADA		27



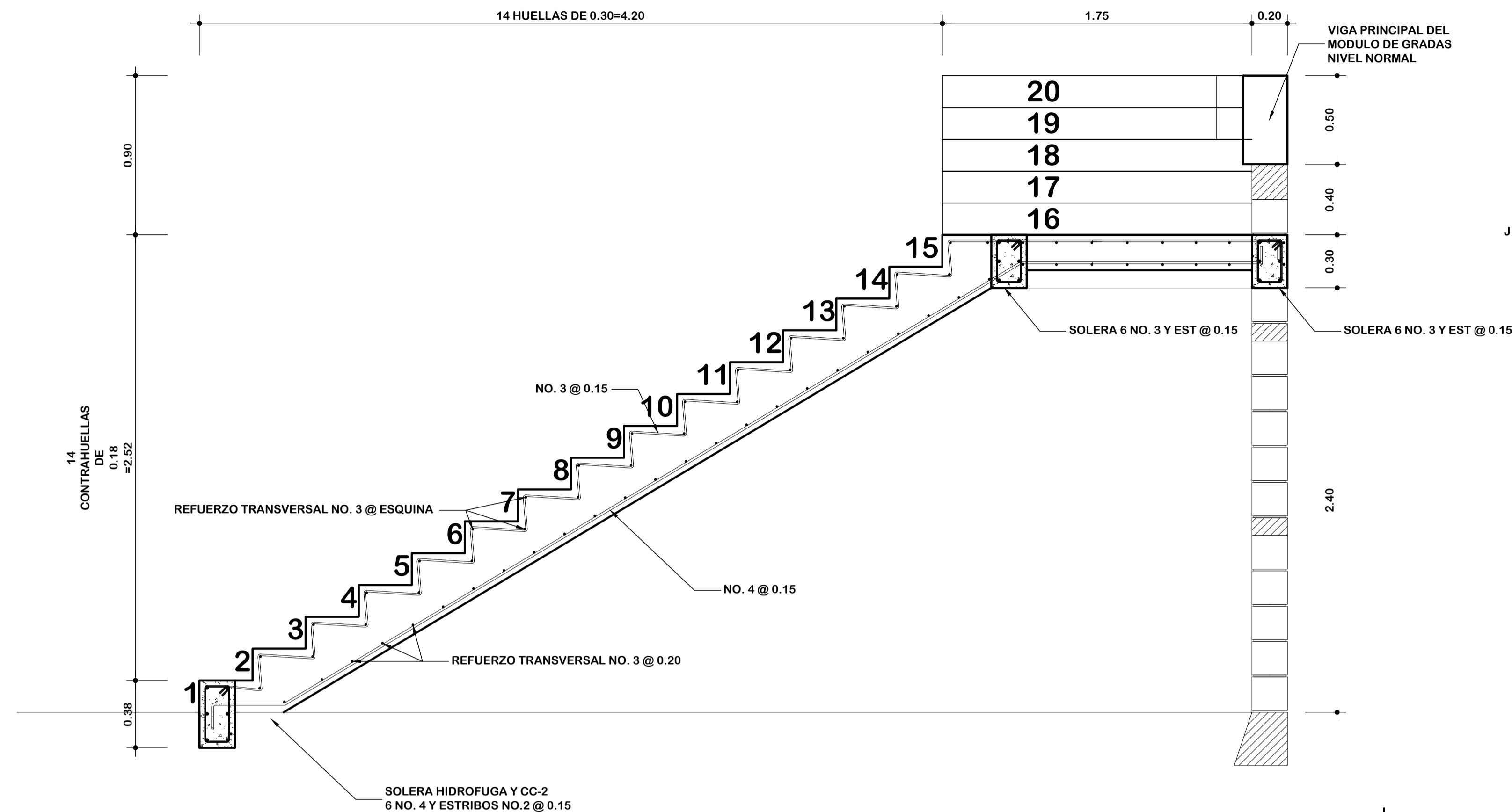
- ESPECIFICACIONES:**
- VIGAS:**
 CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40
- LOSAS:**
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 t=0.12 PARA TODAS LAS LOSAS
- LONGITUD DE ESQUADRAS:**
 HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm
- RECUBRIMIENTOS:**
 VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 SOLERAS: 2.5 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm
- CÓDIGOS:**
 ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97
- VALOR SOPORTE DEL SUELO: 17.53 ton / m²**
- MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.**

PLANO DE LOSAS Y VIGAS

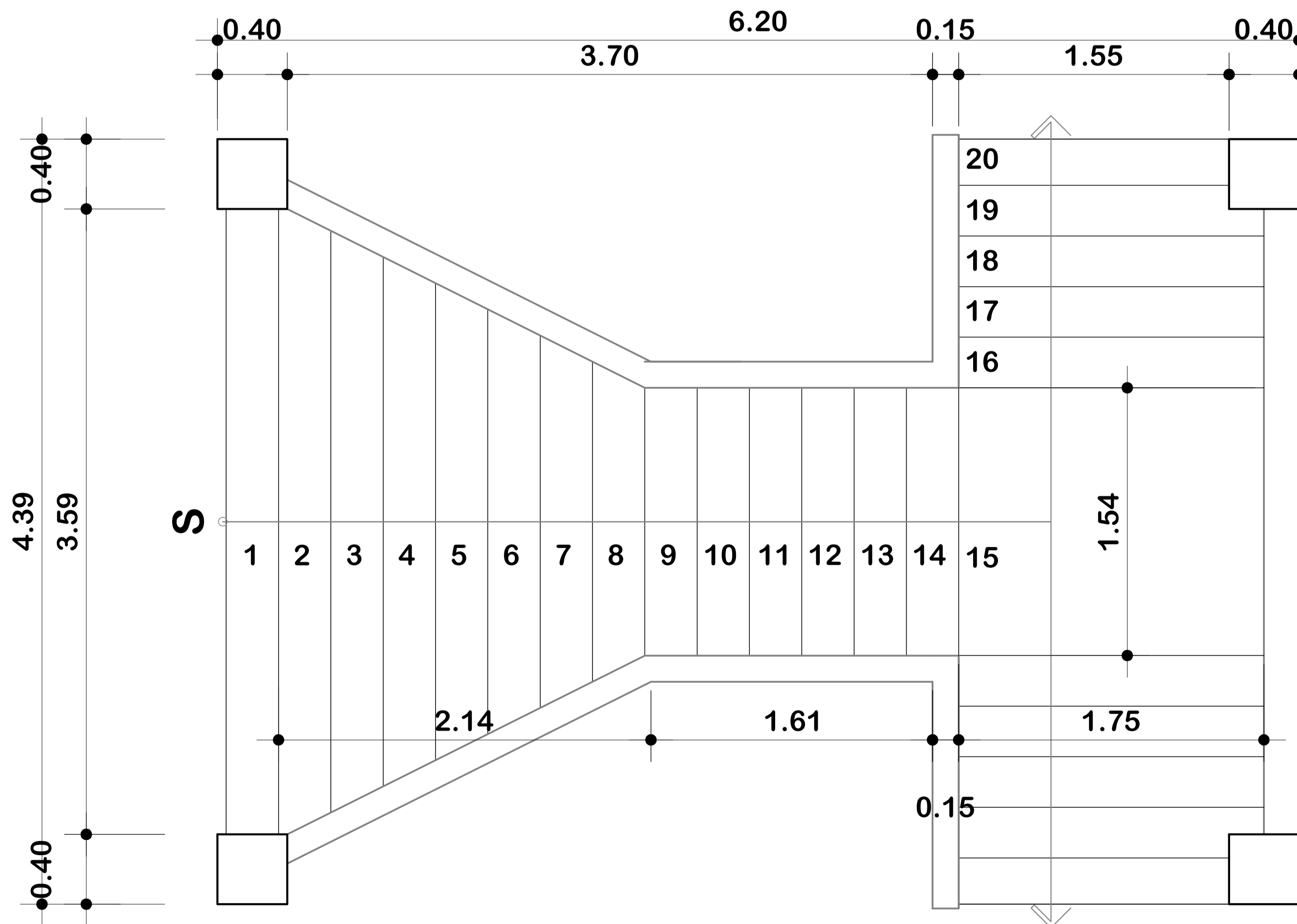
ESCALA 1: 75



		ING. JULIO CESAR ARMAS TORRES www.cdcontigua.com 5834 9340 / 7831 0734 info@cdcontigua.com	
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 06 DE: ARQ. NUMERO: 14	CONTENIDO: PLANTA SEGUNDO NIVEL DE LOSAS Y VIGAS 27

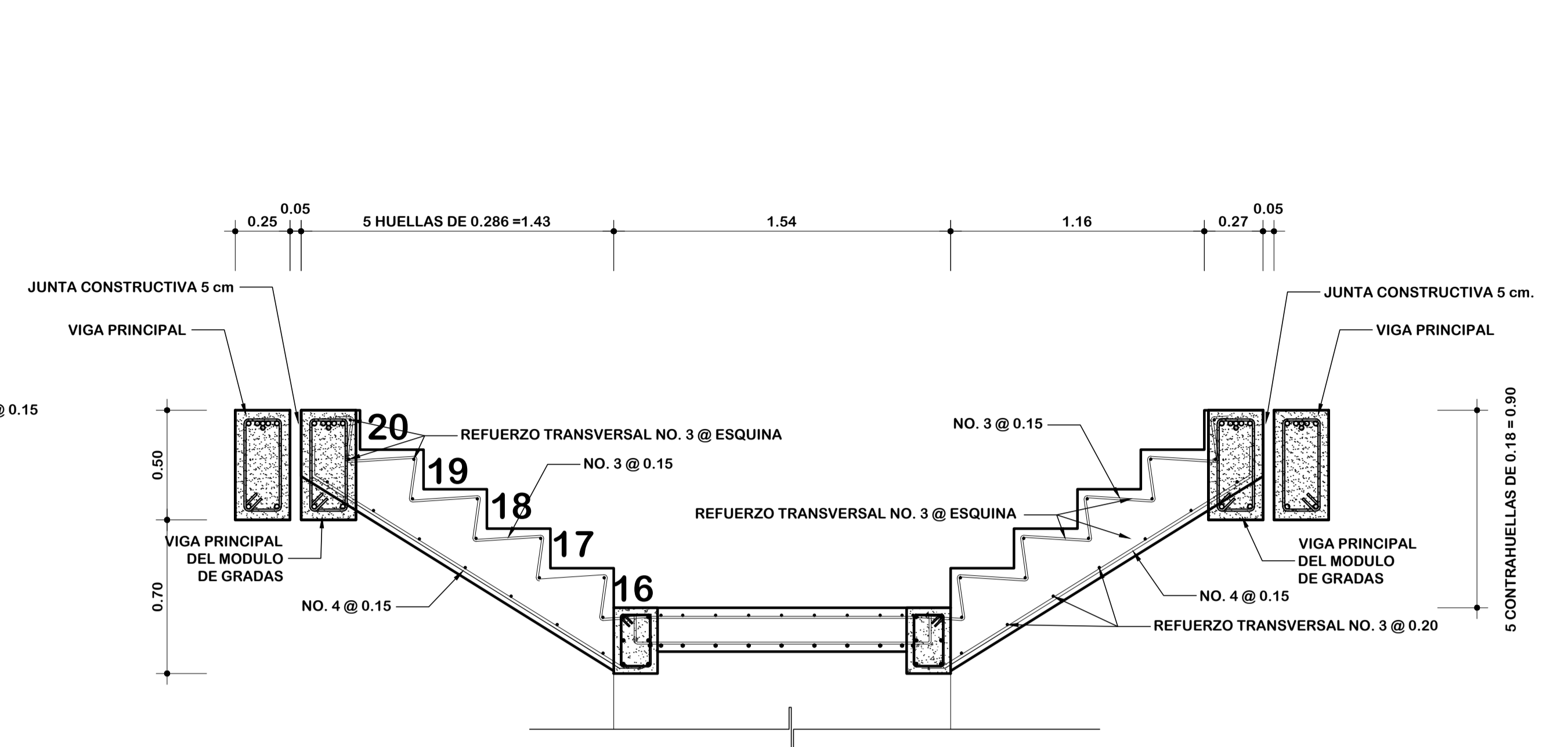


SECCION LONGITUDINAL

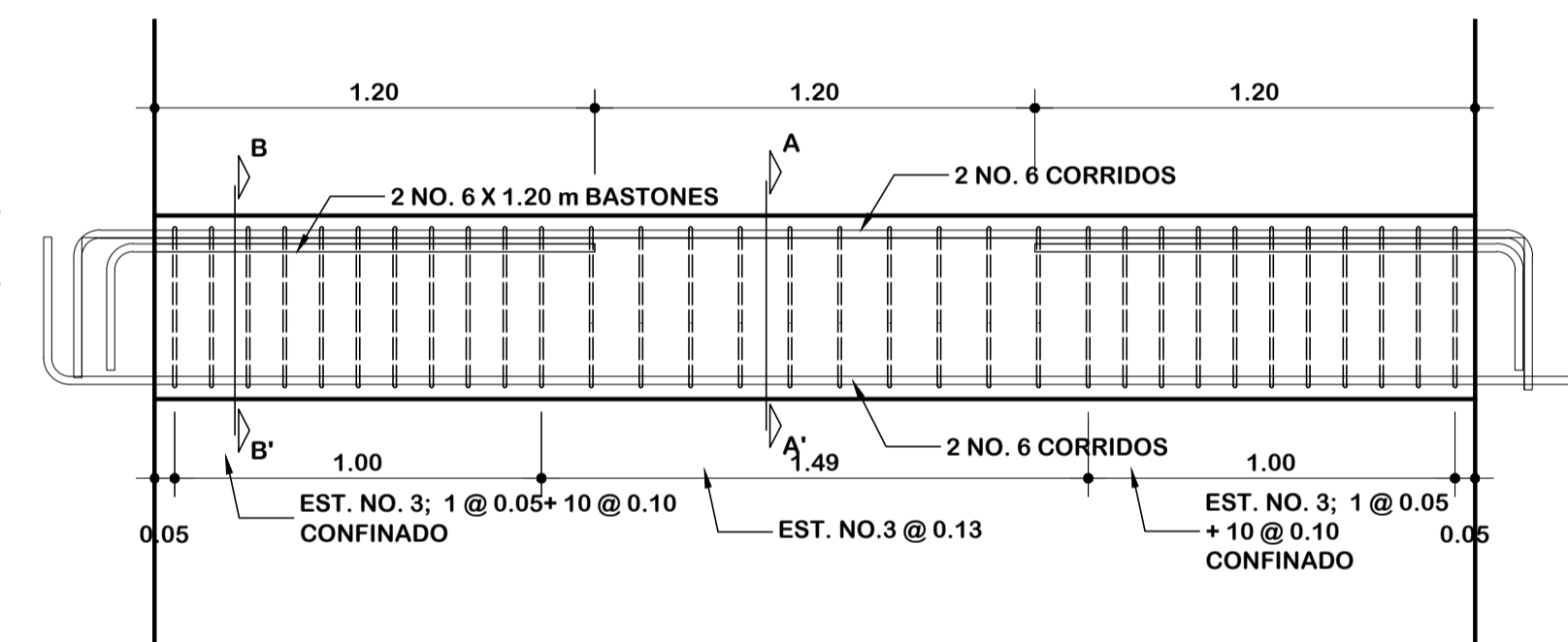


PLANTA

DETALLE DE GRADAS

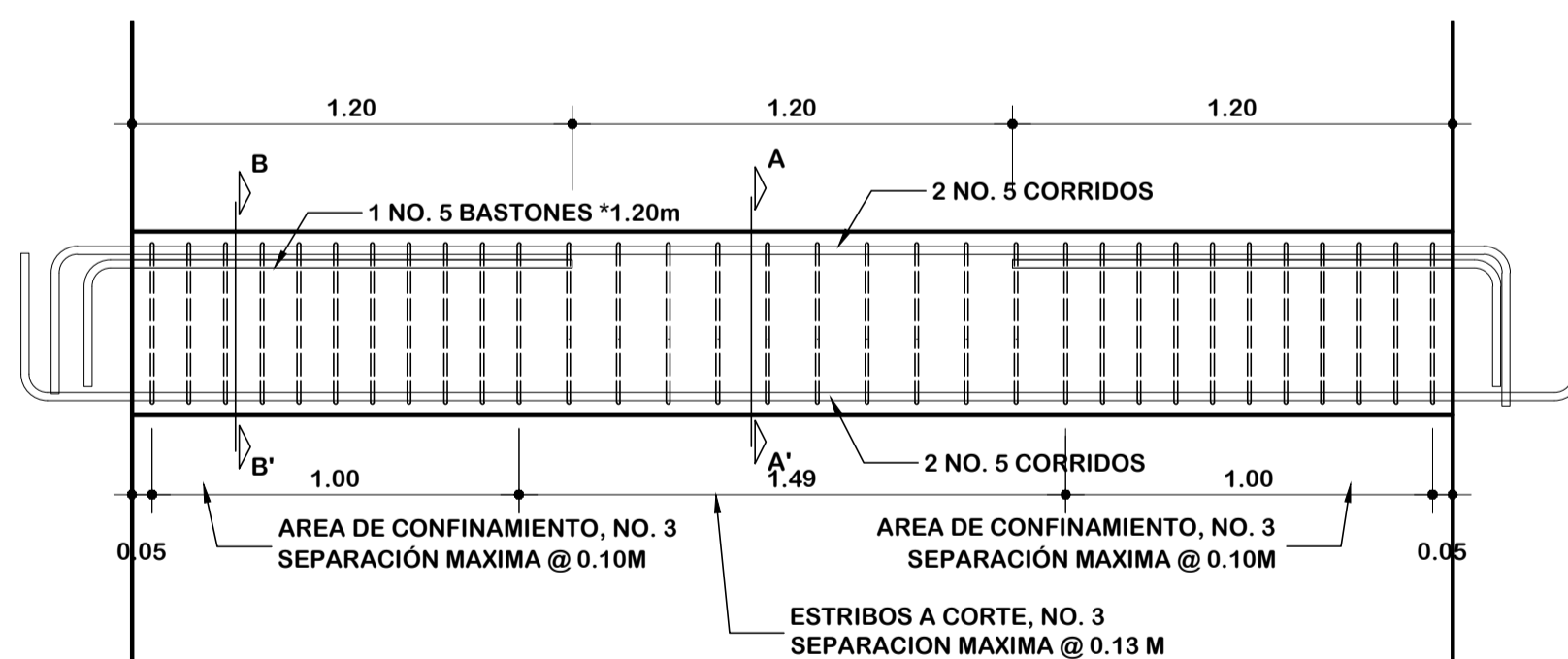


SECCION TRANSVERSAL



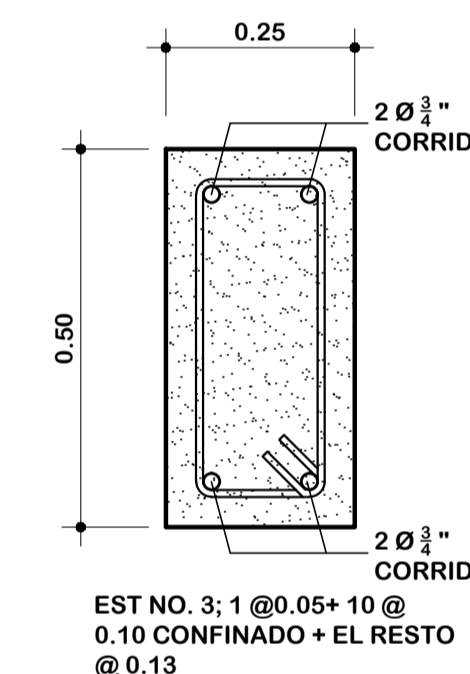
DETALLE DE VIGA 1

ESCALA 1: 20



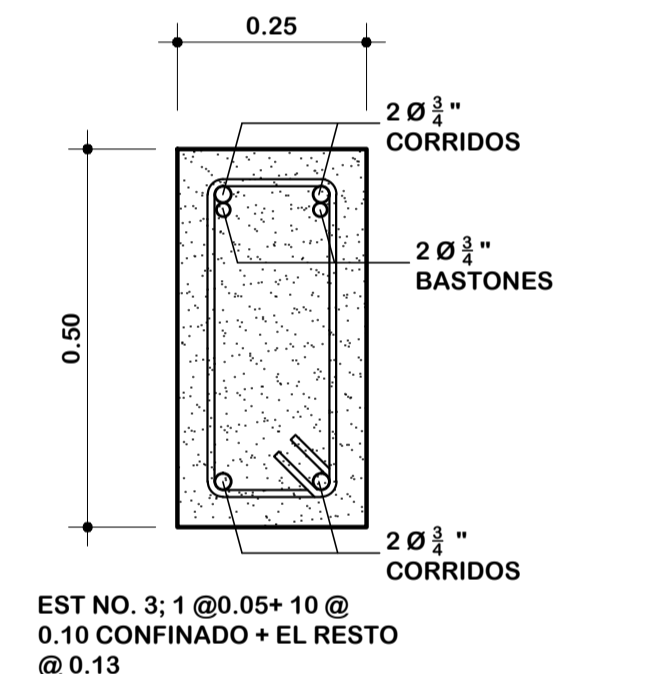
DETALLE DE VIGA 3

ESCALA 1: 20



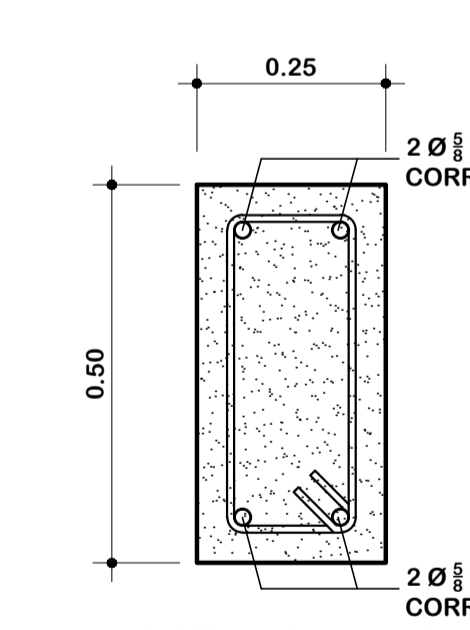
SECCION A-A'

ESCALA 1: 10



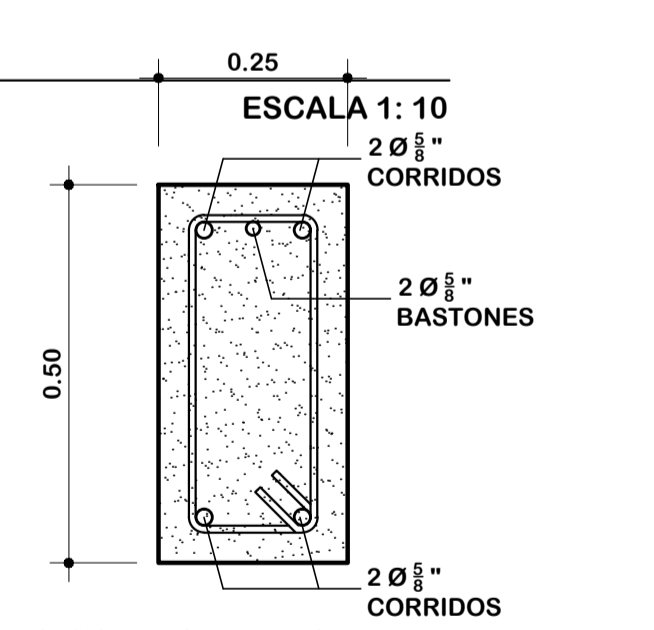
SECCION B-B'

ESCALA 1: 10



SECCION A-A'

ESCALA 1: 10



SECCION B-B'

ESCALA 1: 10

VIGA 3

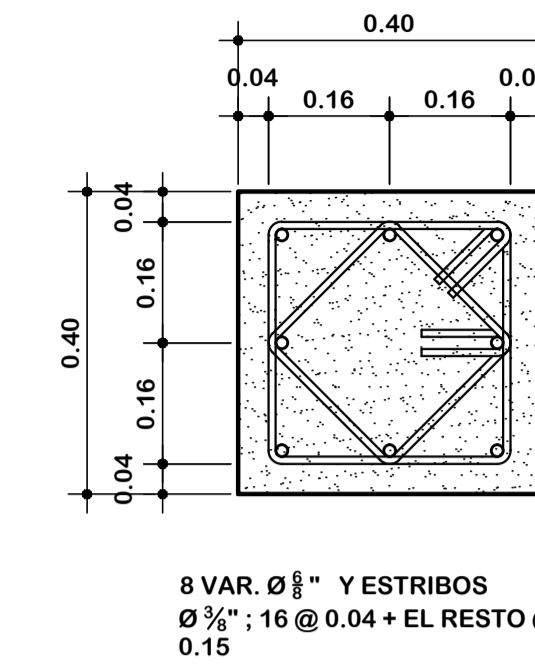
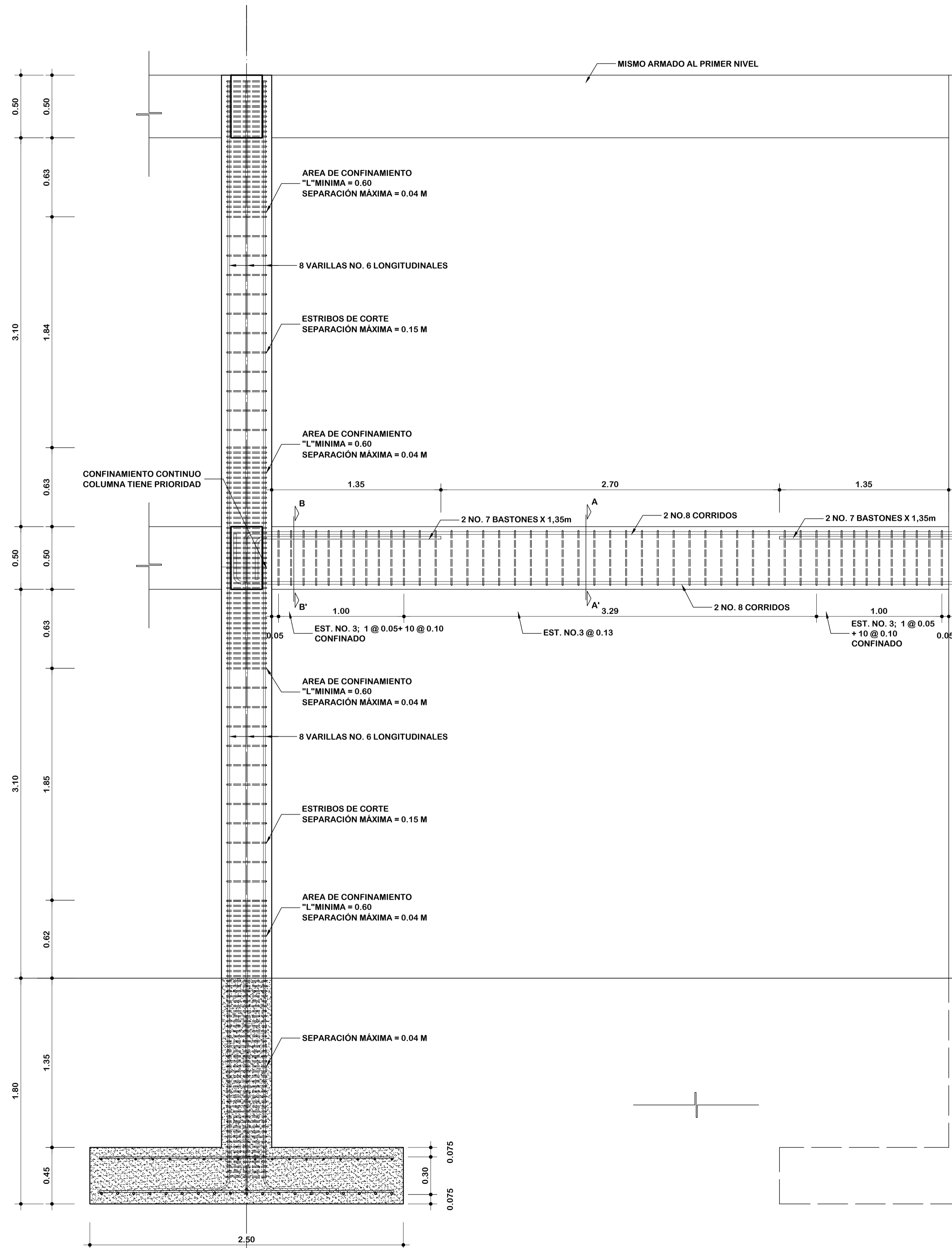
ESCALA 1: 10

f. Vo. Bo. PROPIETARIO

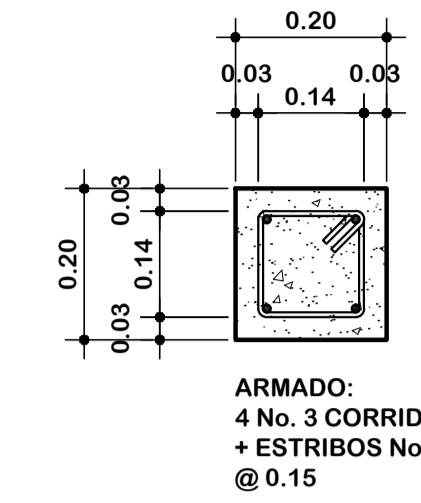
f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA			PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: DETALLE DE GRADAS.			FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 09 DE 27 DE: ARQ. NUMERO: 17		
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099								

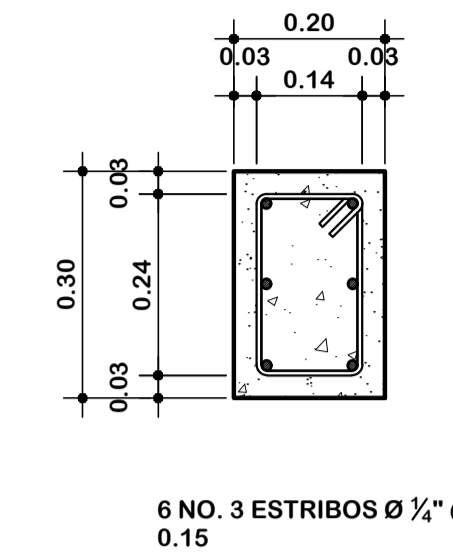
ESCALA: INDICADA



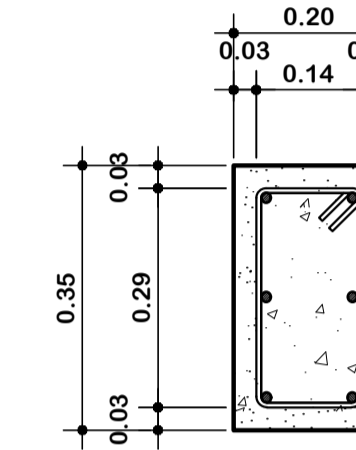
COLUMNA TIPO A
ESCALA 1: 10



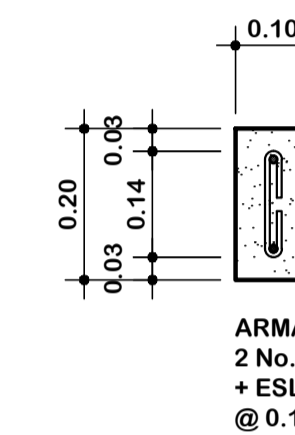
COLUMNA TIPO B
ESCALA 1: 10



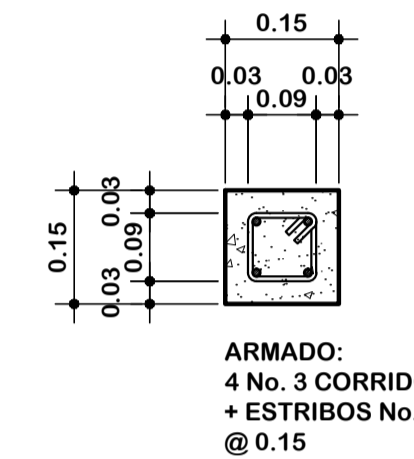
COLUMNA TIPO B'
ESCALA 1: 10



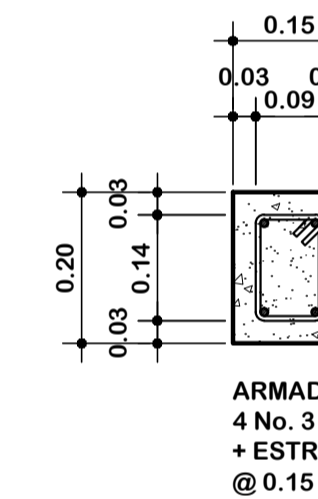
COLUMNA TIPO B''
ESCALA 1: 10



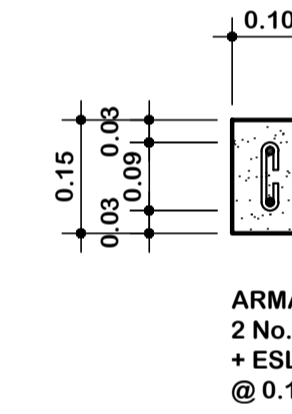
COLUMNA TIPO C
ESCALA 1: 10



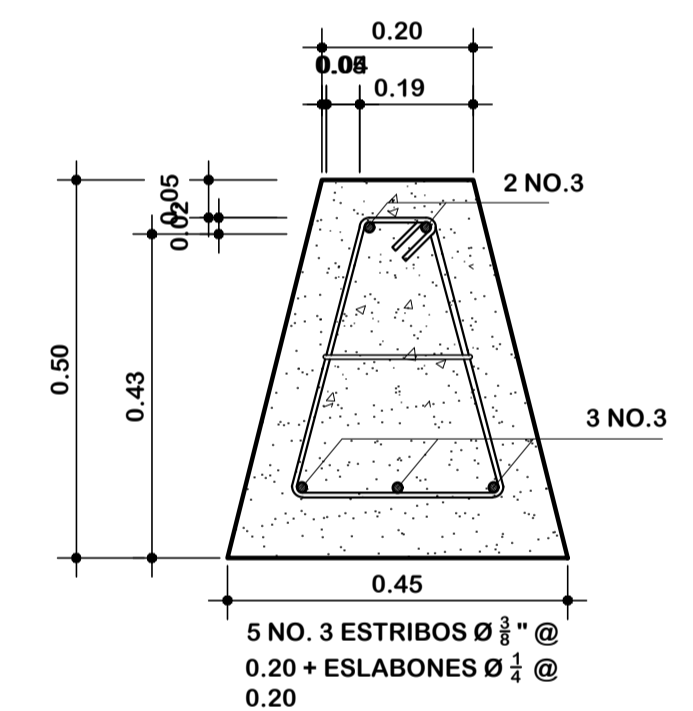
COLUMNA TIPO D
ESCALA 1: 10



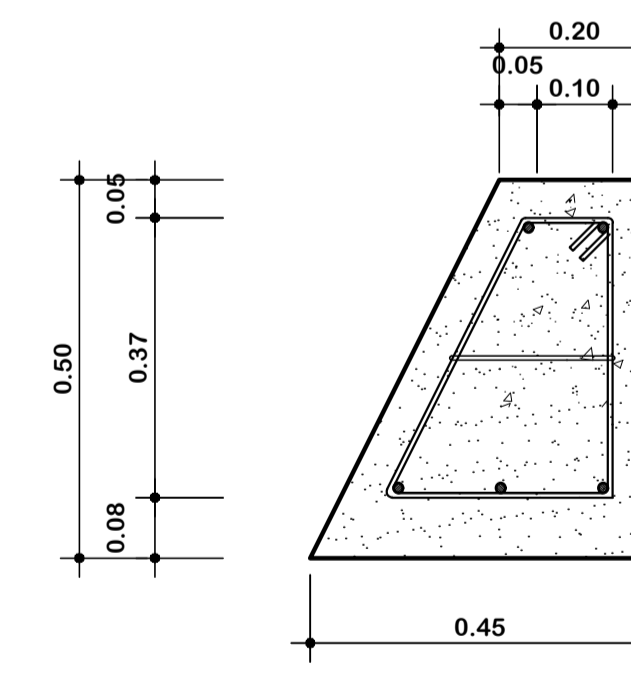
COLUMNA TIPO D'
ESCALA 1: 10



COLUMNA TIPO E
ESCALA 1: 10



CIMIENTO CC-1
ESCALA 1: 10



CIMIENTO CC-2
ESCALA 1: 10

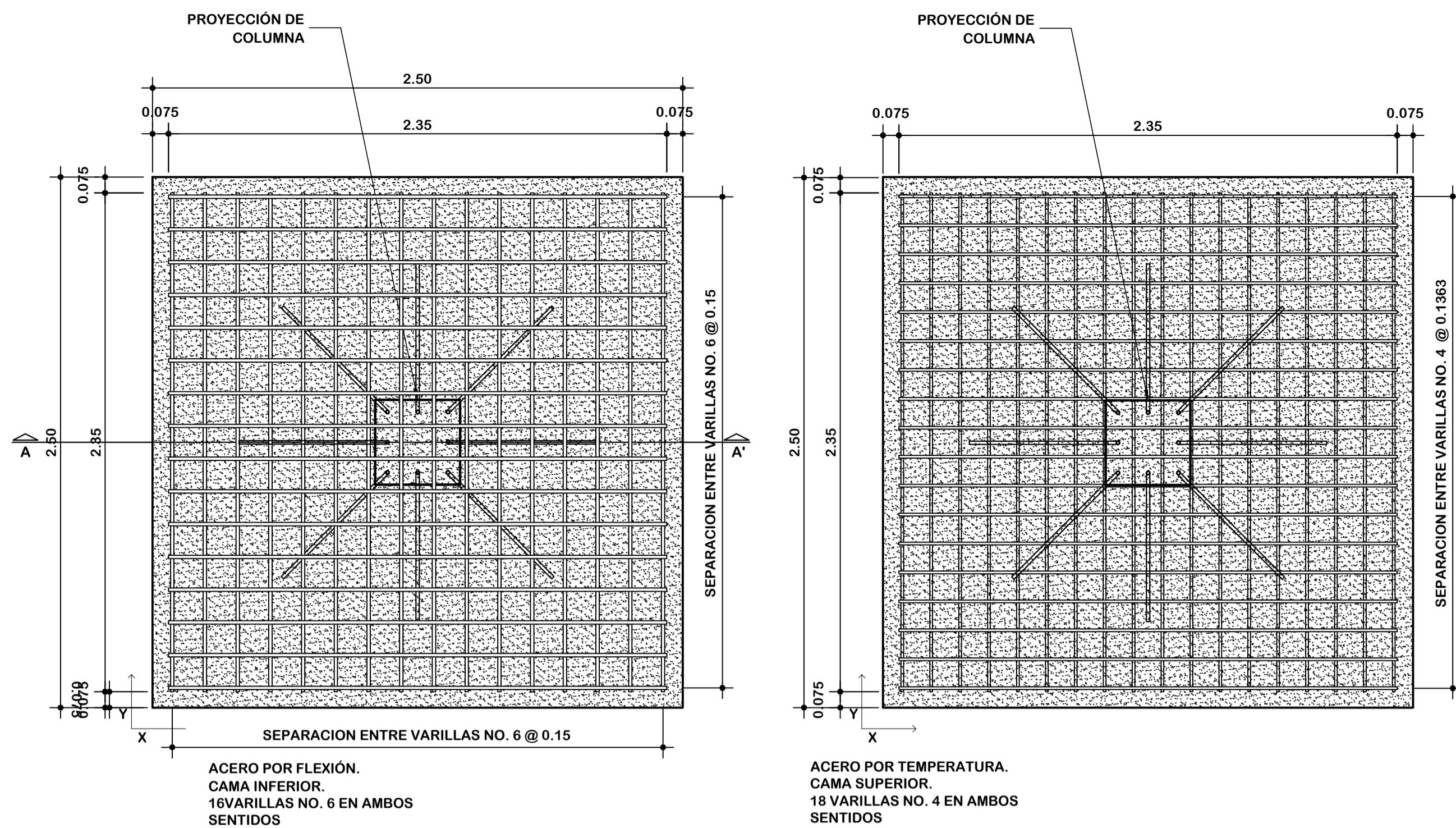
CORTE DE MURO CM-1
PLANO DE DETALLES ESTRUCTURALES

ESCALA: INDICADA

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

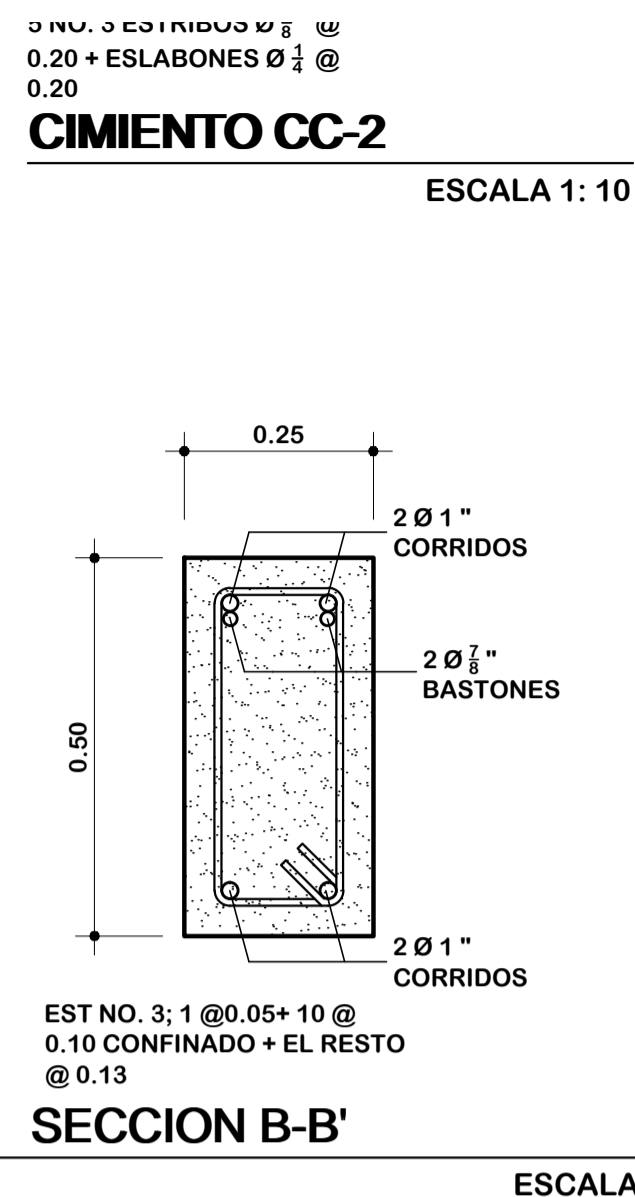
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL		FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ		HOJA: 07 DE: EST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		CONTENIDO: DETALLES DE MUROS, CIMENTOS, COLUMNAS Y VIGAS		NÚMERO: 15
ESCALA: INDICADA				27

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099



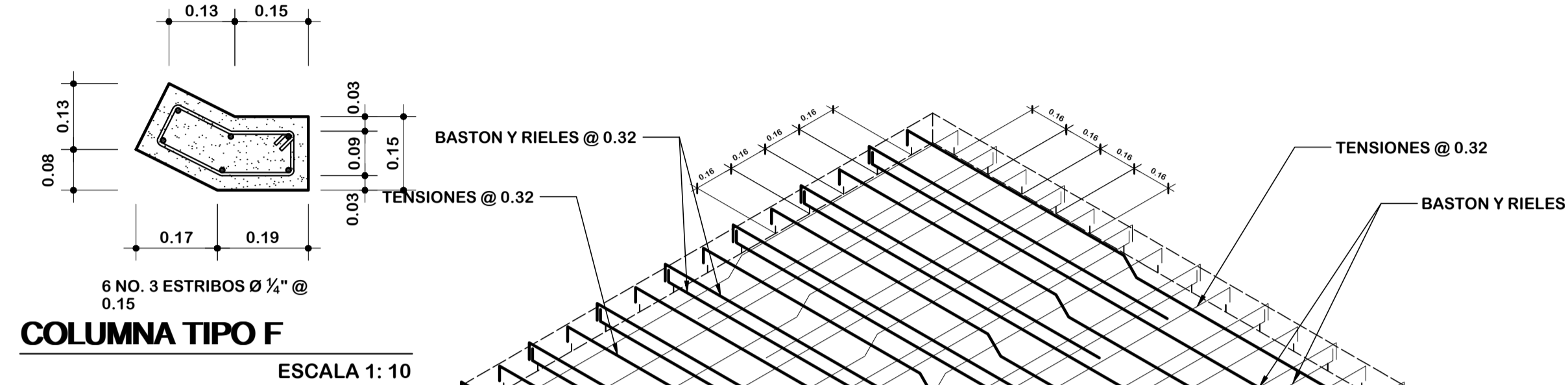
ZAPATA TIPO 1

ESCALA 1: 10



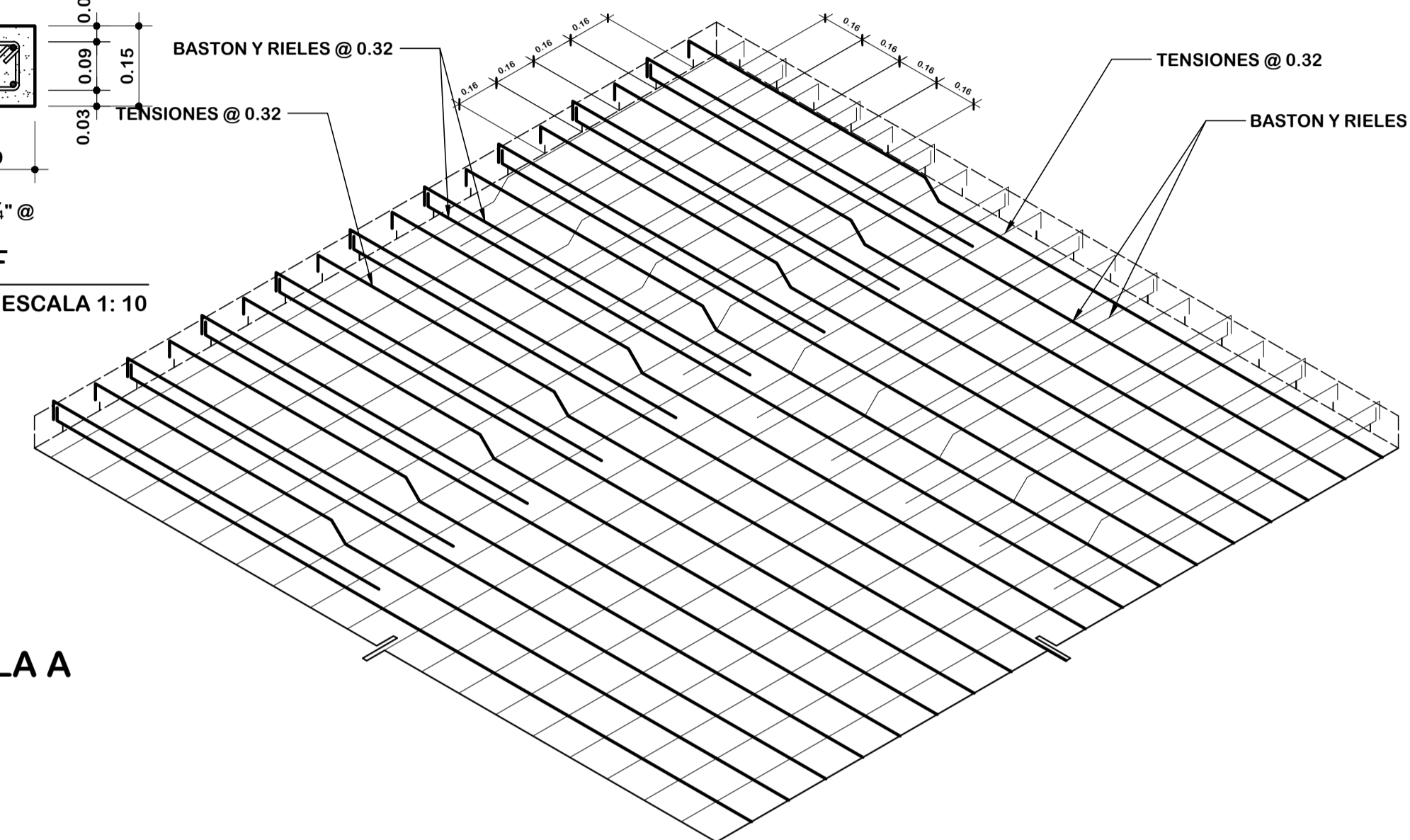
SECCION B-B'

ESCALA 1: 10



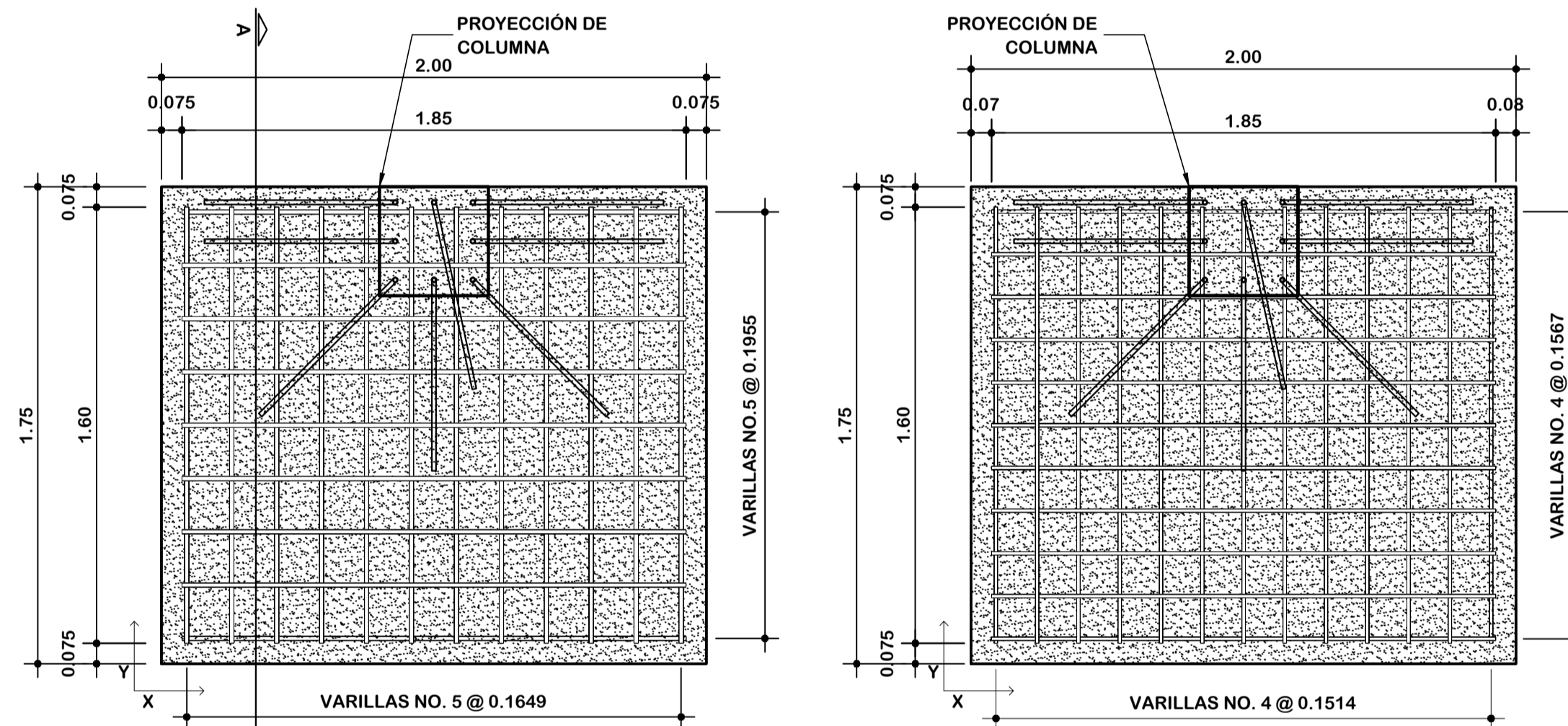
COLUMNA TIPO F

ESCALA 1: 10



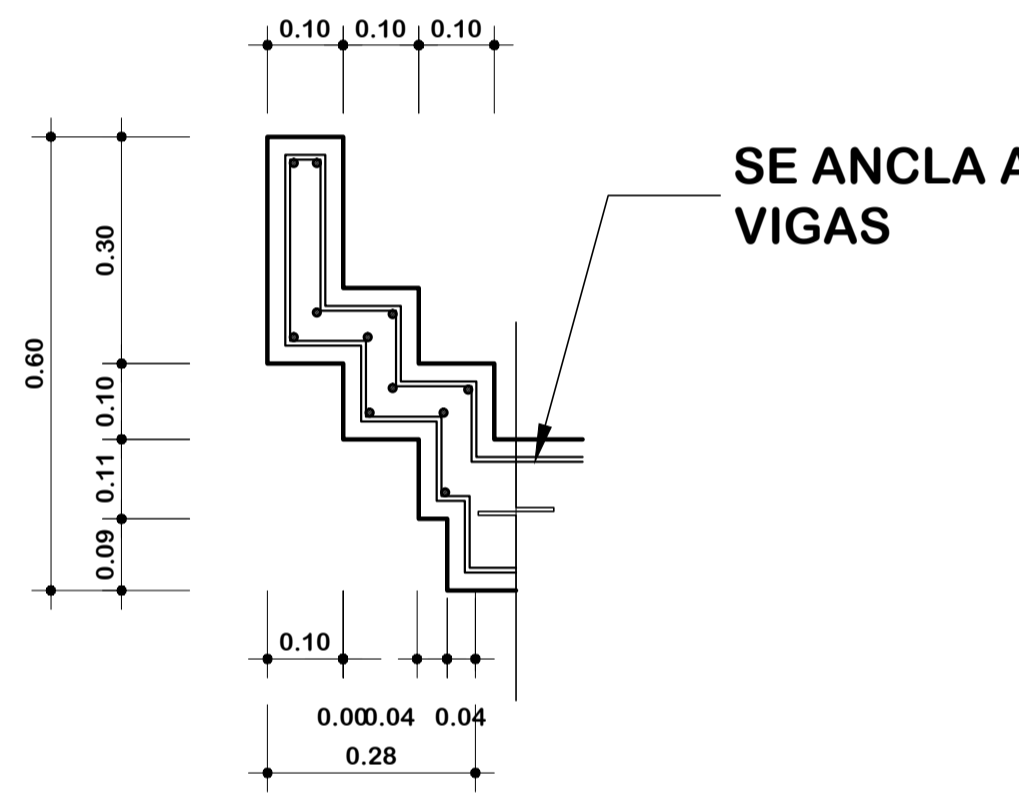
ISOMETRICO DE ARMADO EN LOSA

ESCALA 1: 20

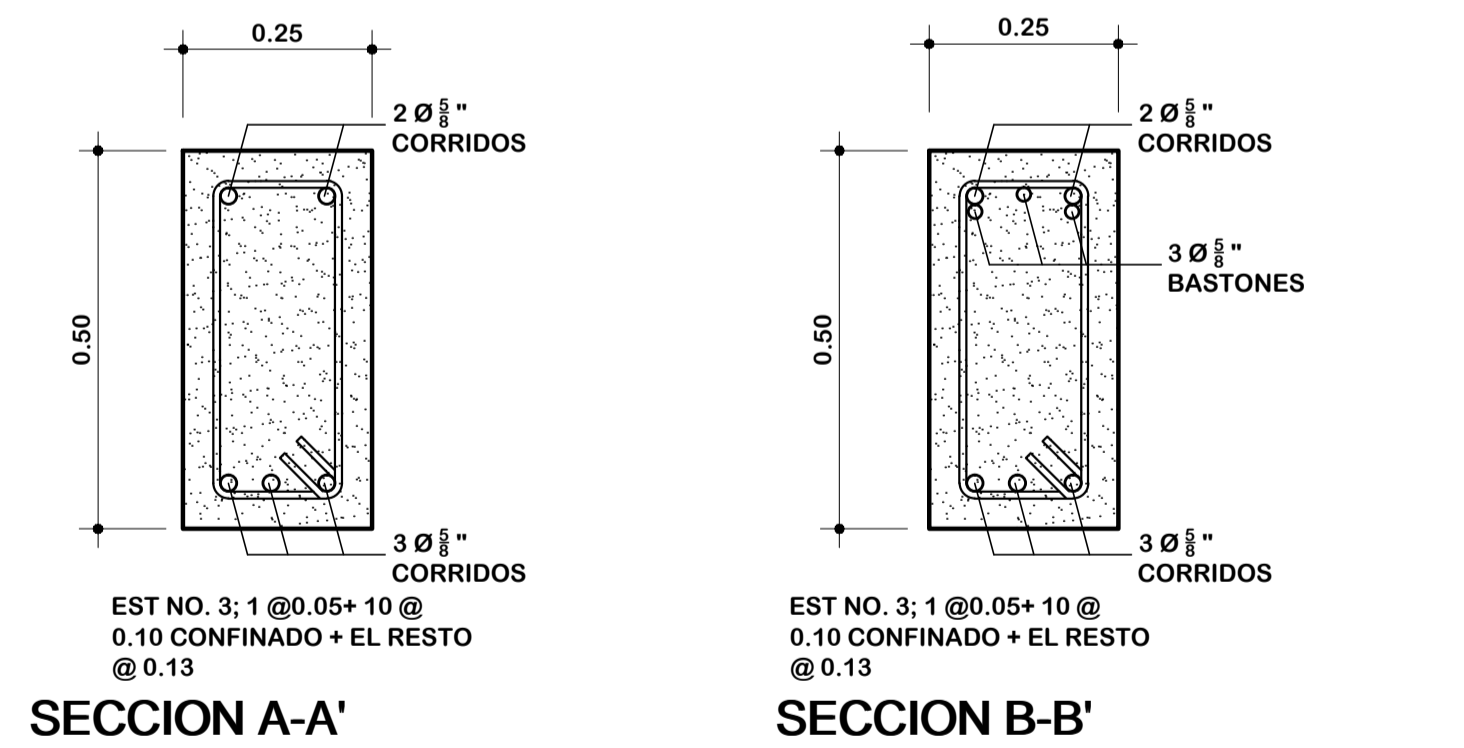


ZAPATA TIPO 2

ESCALA 1: 10



SE ANCLA A VIGAS



SECCION A-A'

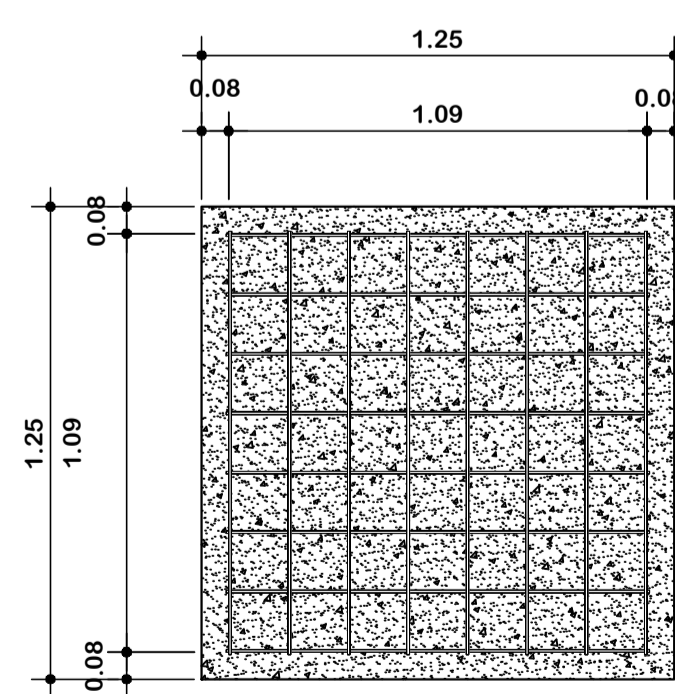
ESCALA 1: 10

SECCION B-B'

ESCALA 1: 10

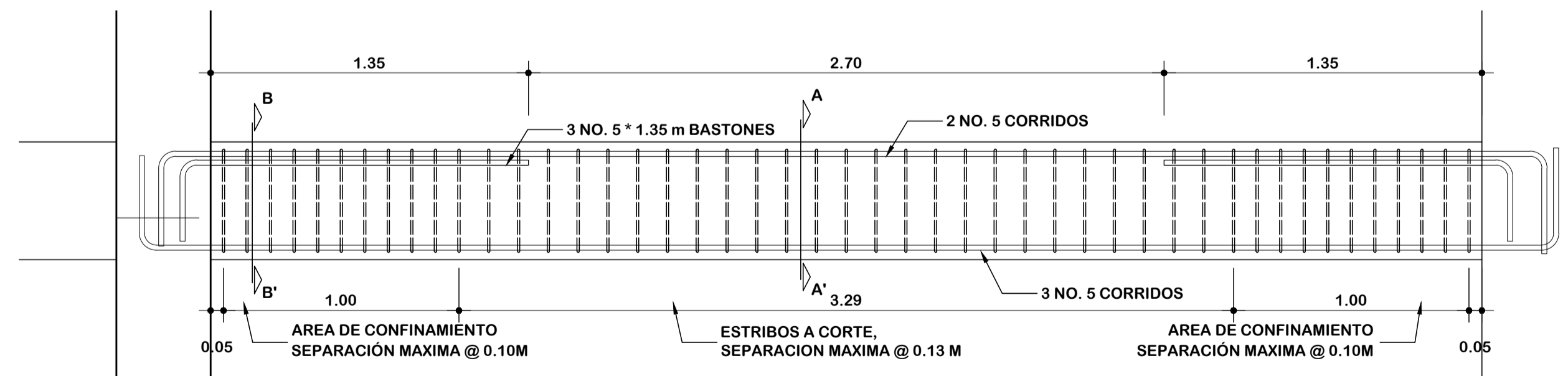
VIGA 4

ESCALA 1: 10



ZAPATA Z-3

ESCALA 1: 20



DETALLE DE VIGA 4

ESCALA 1: 20

SECCION C-C'

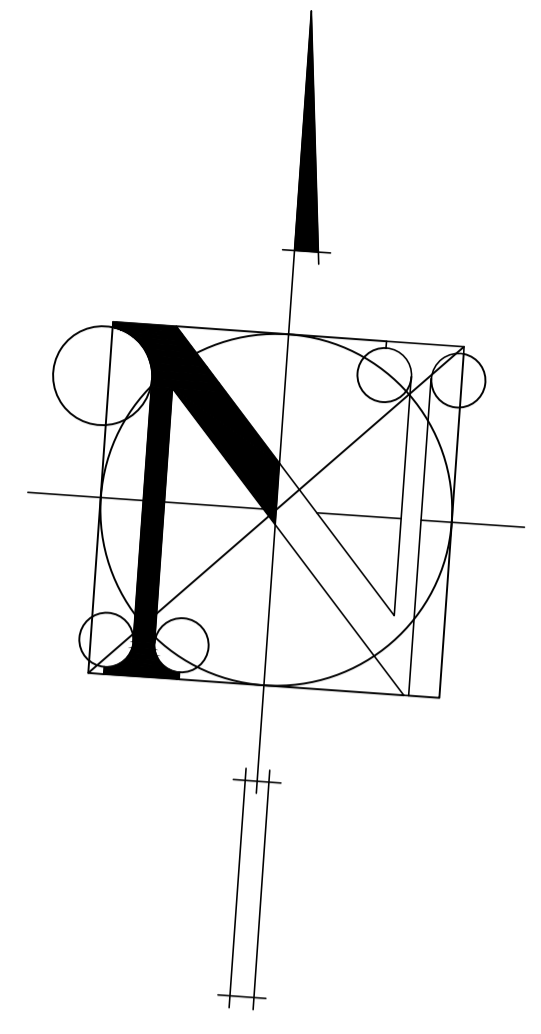
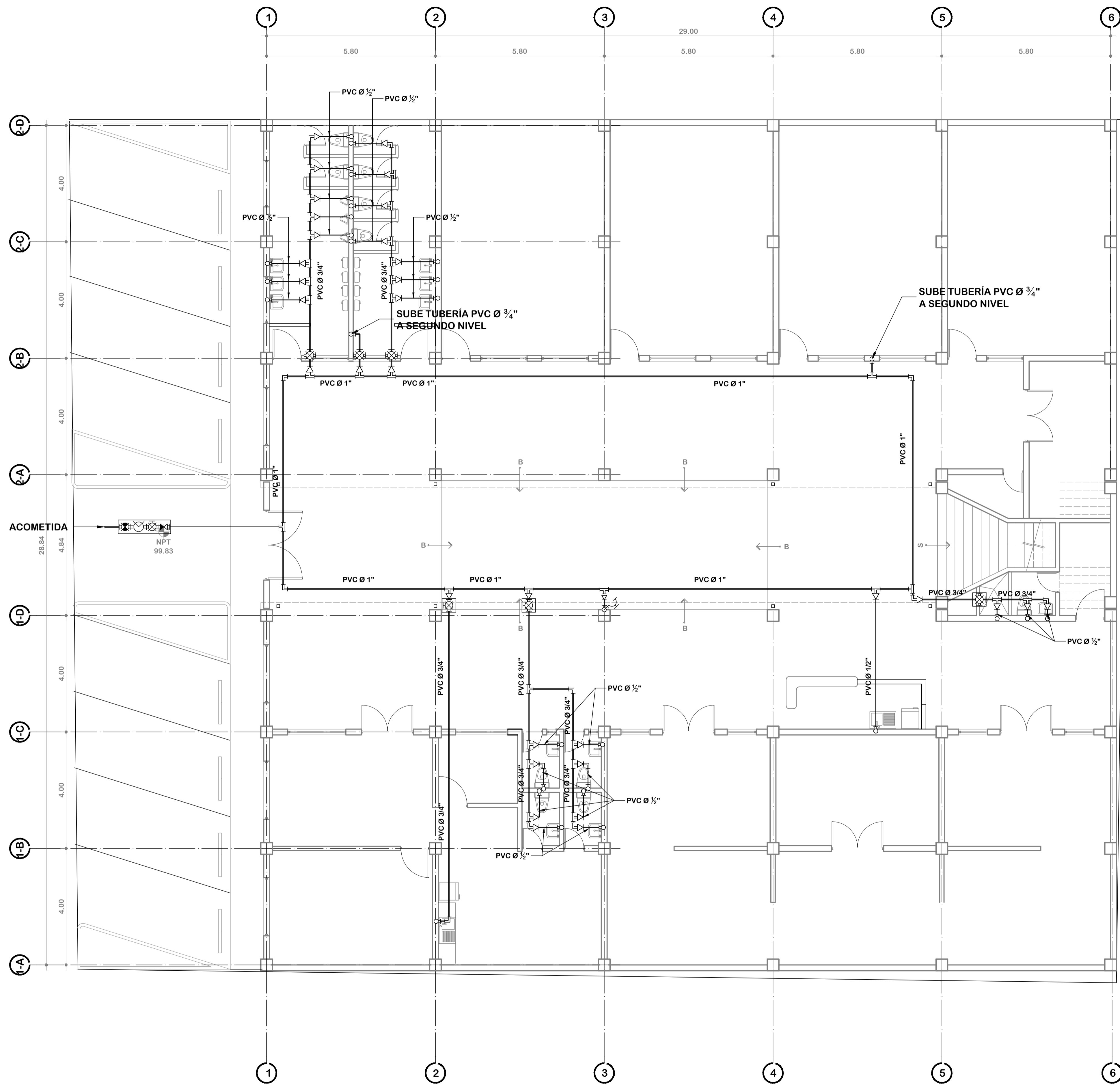
PLANO DE DETALLES ESTRUCTURALES

ESCALA: INDICADA

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL		FECHA: NOVIEMBRE 2015	
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ		HOJA: 08 DE: ARQ.	
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		CONTENIDO: DETALLES DE ZAPATAS, VIGAS Y COLUMNAS.		NUMERO: 16	
ESCALA: INDICADA				27	

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

Vo. Bo. PROPIETARIO Vo. Bo. ING



SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA VÁLVULA DE CORTE
	INDICA CONTADOR
	INDICA VÁLVULA DE PASO EN MURO
	INDICA VÁLVULA DE CHEQUE
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 3/4"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1/2"
	INDICA CODO A 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA REDUCIDOR DE DIÁMETRO
	INDICA GRIFO PARA MANGUERA
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA VÁLVULA DE PASO EN PISO

NOTA:
LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA SERÁ TIPO PVC DE 250 PSI

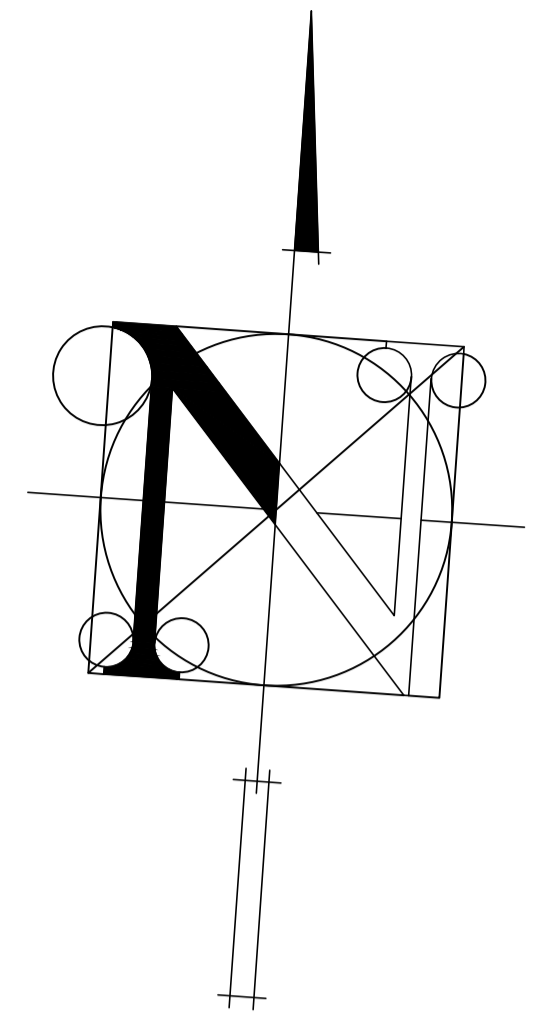
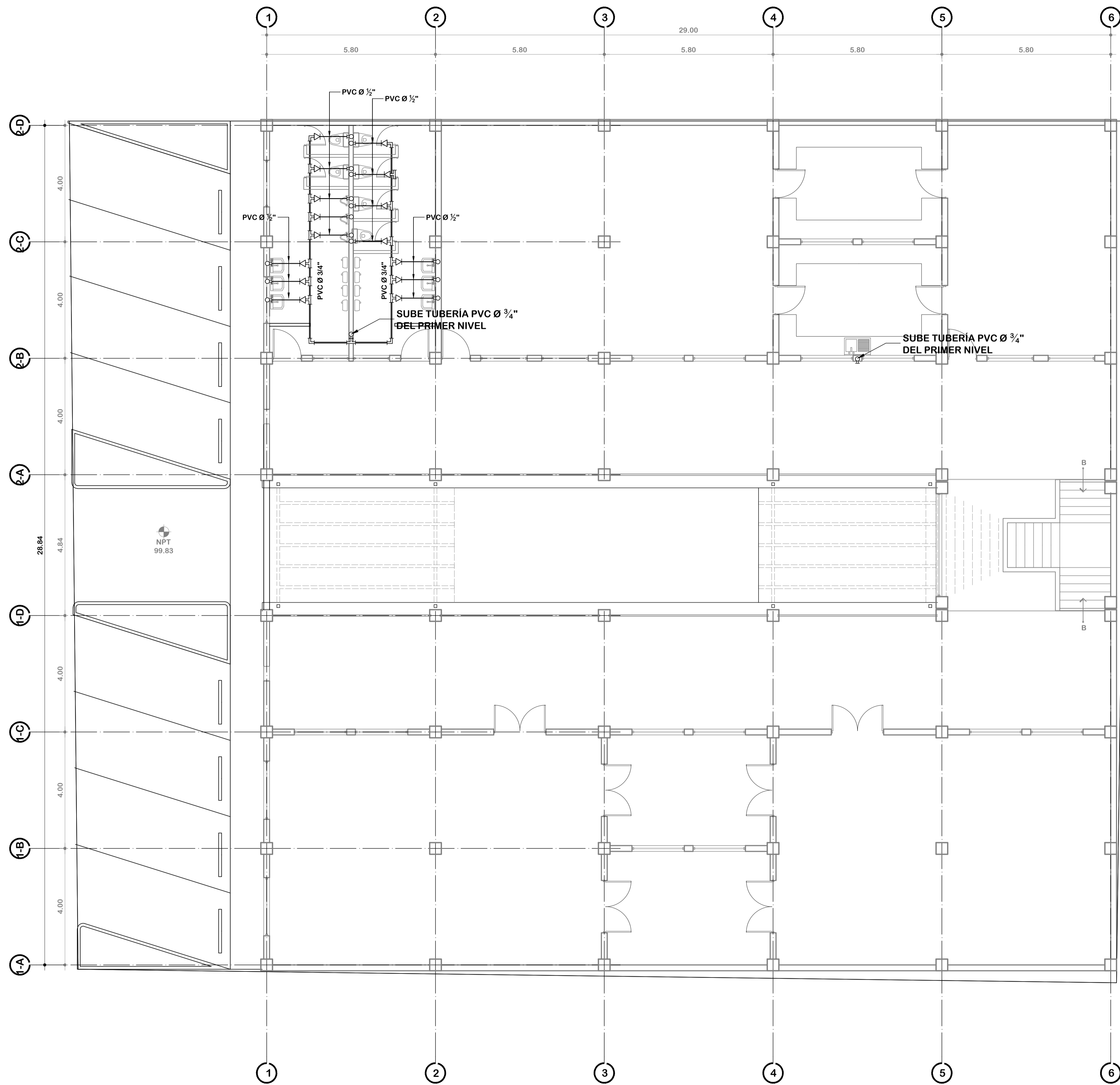
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 01 DE: INST.
CÁLCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA PRIMER NIVEL DE HIDRAULICA	NÚMERO: 18
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE HIDRAULICA

ESCALA 1: 75



SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA VÁLVULA DE CORTE
	INDICA CONTADOR
	INDICA VÁLVULA DE PASO EN MURO
	INDICA VÁLVULA DE CHEQUE
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 3/4"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1/2"
	INDICA CODO A 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA REDUCIDOR DE DIÁMETRO
	INDICA GRIFO PARA MANGUERA
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA VÁLVULA DE PASO EN PISO

NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA SERÁ TIPO PVC DE 250 PSI

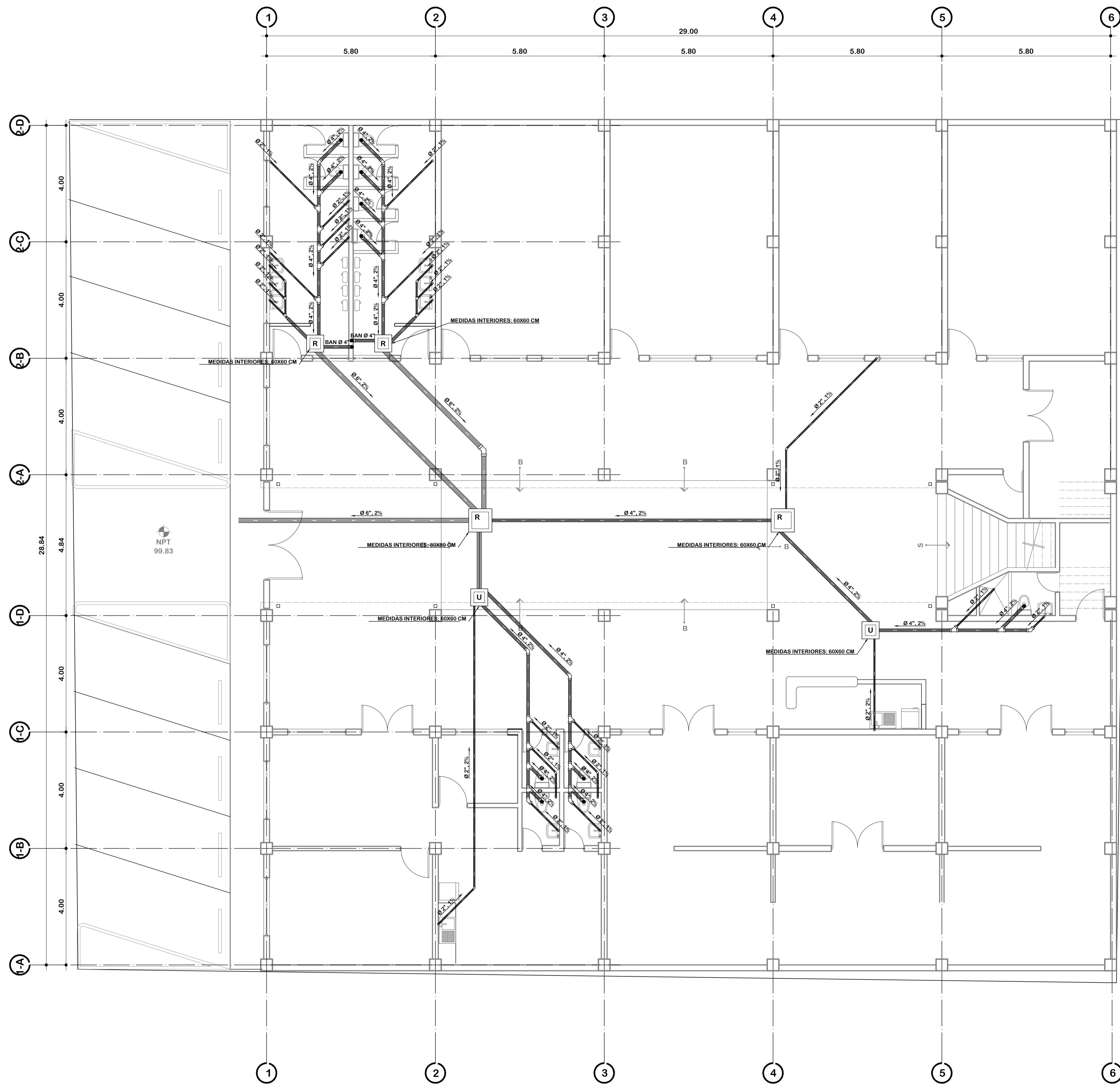
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: DE: 02 INST.
CÁLCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA SEGUNDO NIVEL DE HIDRAULICA	NÚMERO: 19
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE HIDRAULICA

ESCALA 1: 75



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA DE REGISTRO

NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

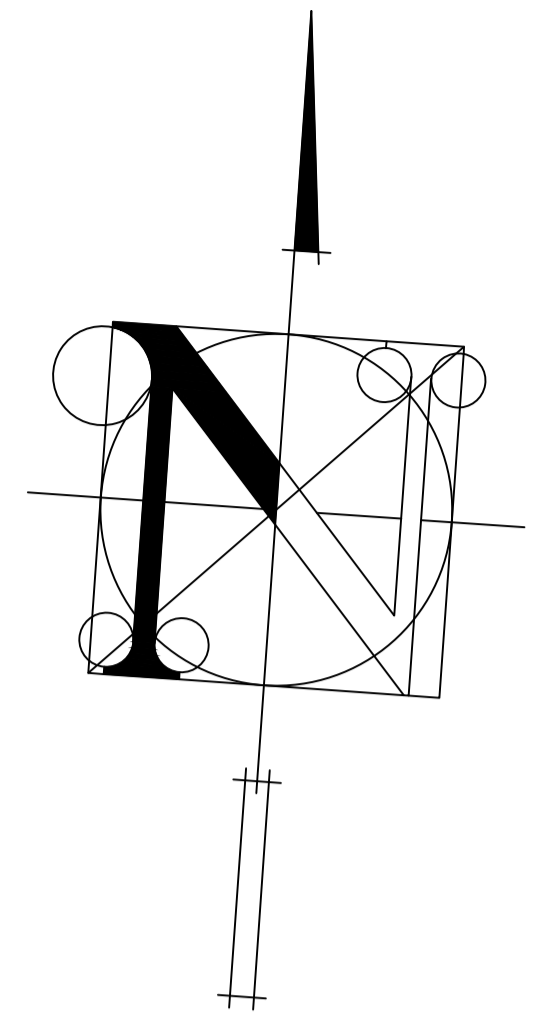
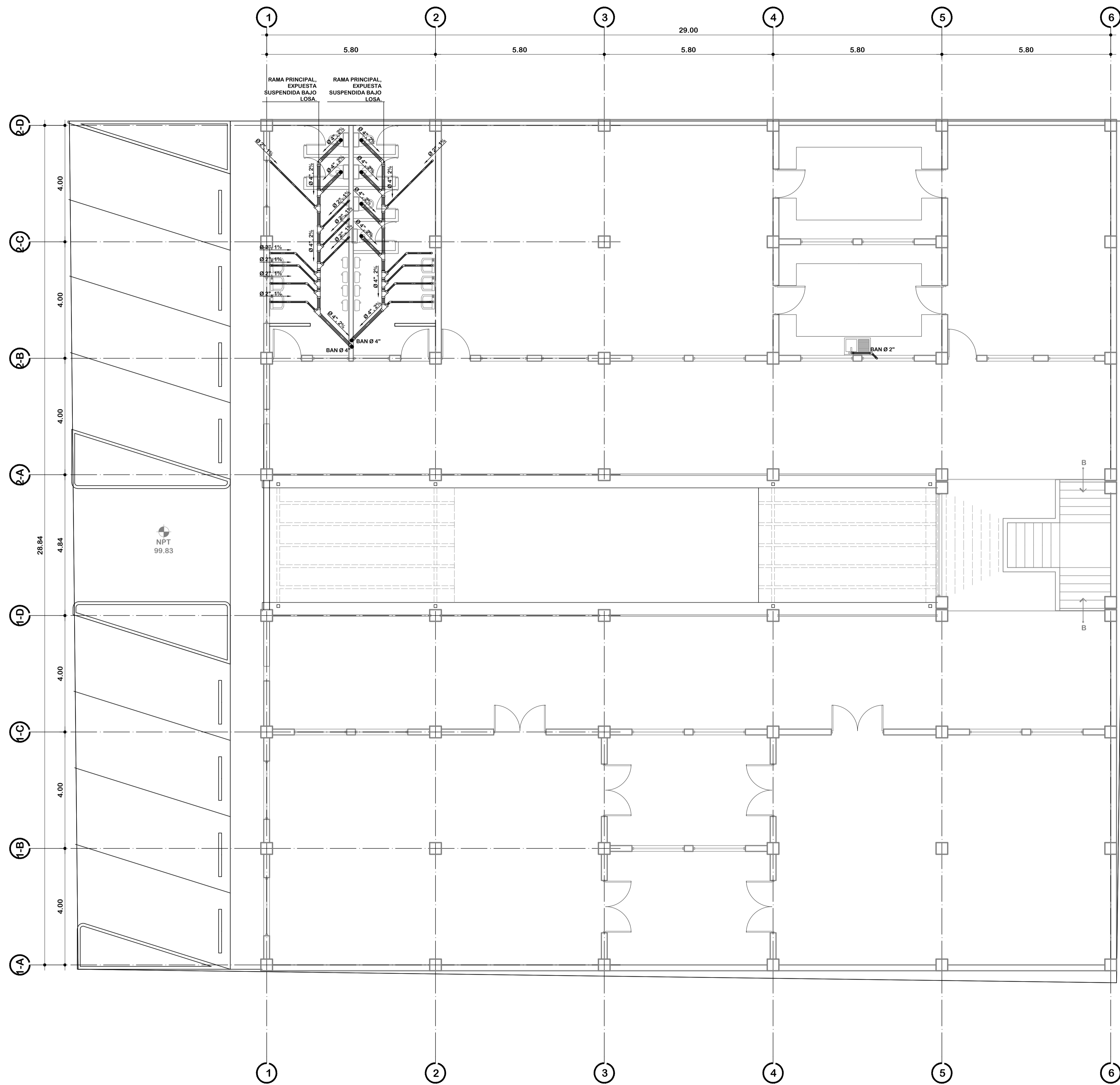
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 03 DE: INST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES SANITARIOS PRIMER NIVEL	NÚMERO: 20
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE DRENAJES SANITARIOS

ESCALA 1: 75



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA DE REGISTRO

NOTA: _____

LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

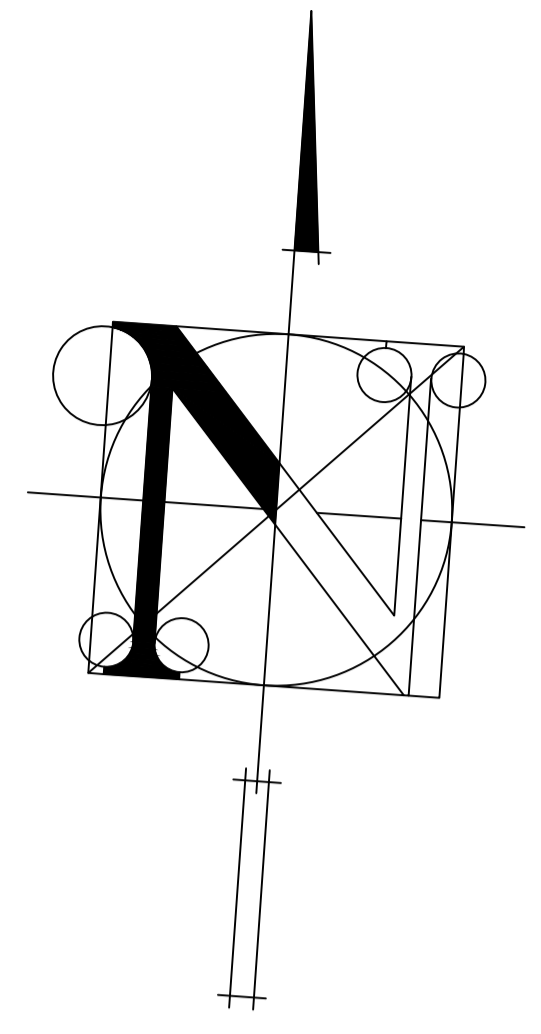
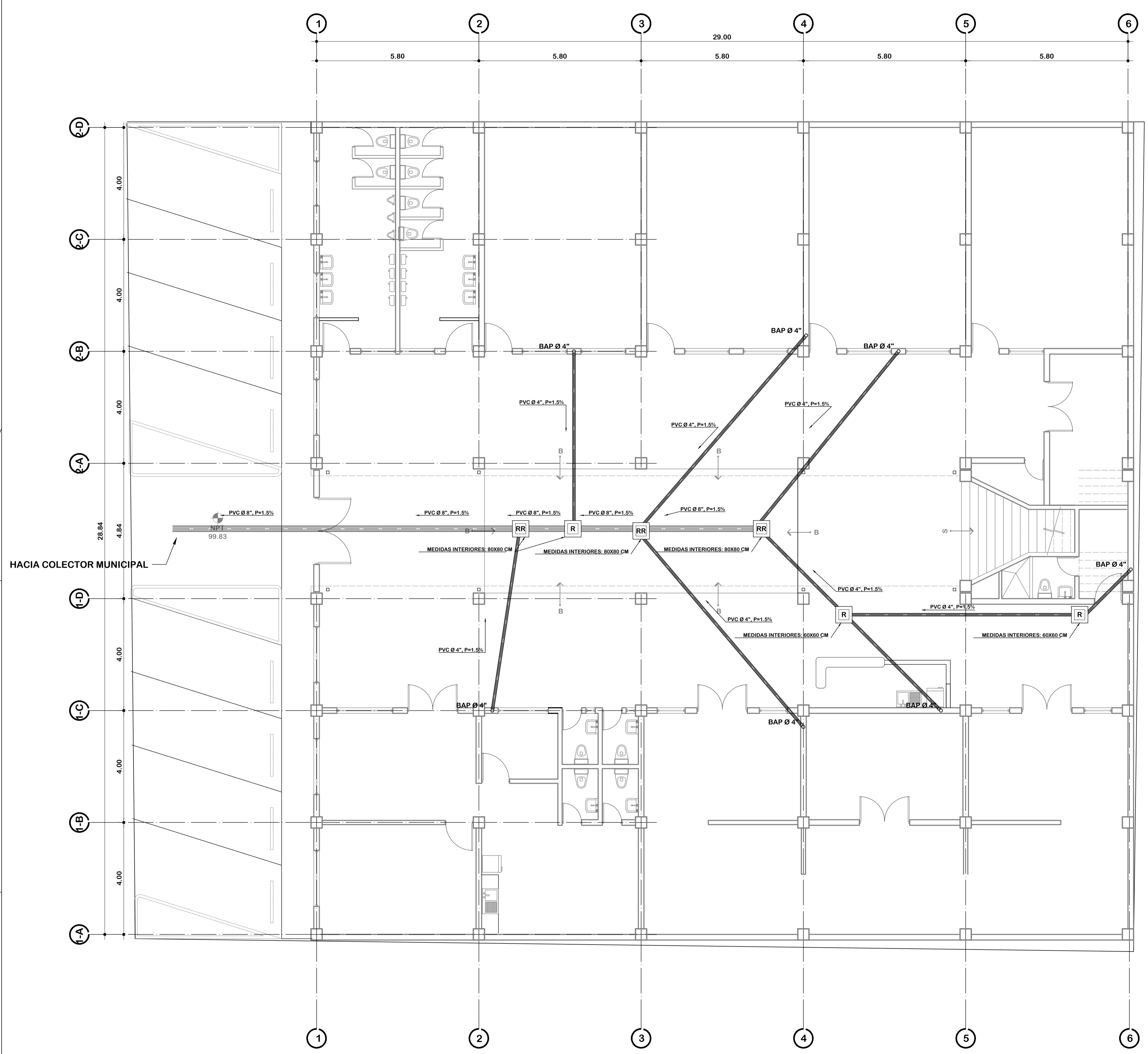
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

PLANO DE DRENAJES SANITARIOS

ESCALA 1: 75

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES SANITARIOS SEGUNDO NIVEL	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 04 DE: INST NÚMERO: 21 27
---	--	---	---

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA REPOSADERA

NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

HACIA COLECTOR MUNICIPAL

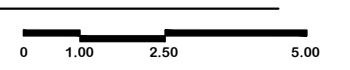
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

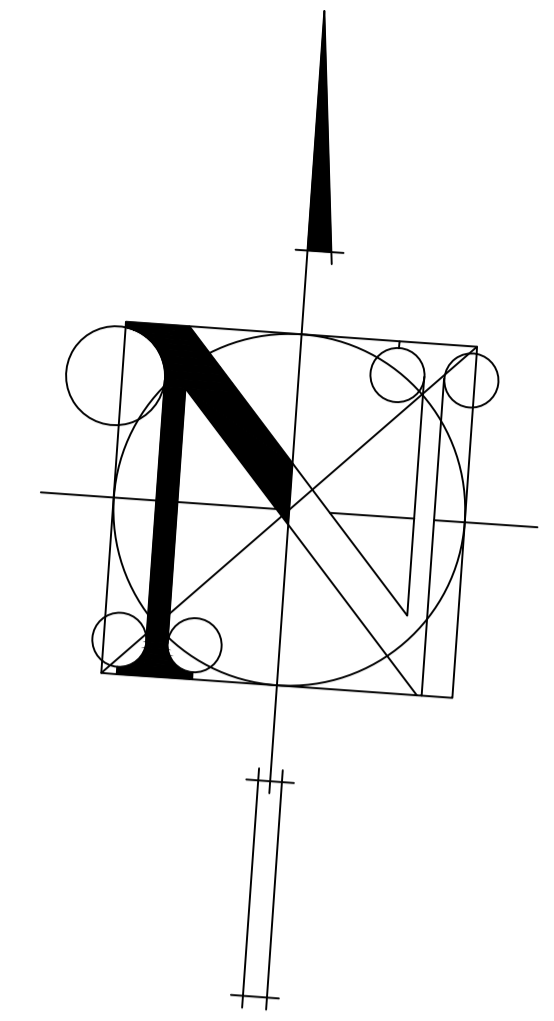
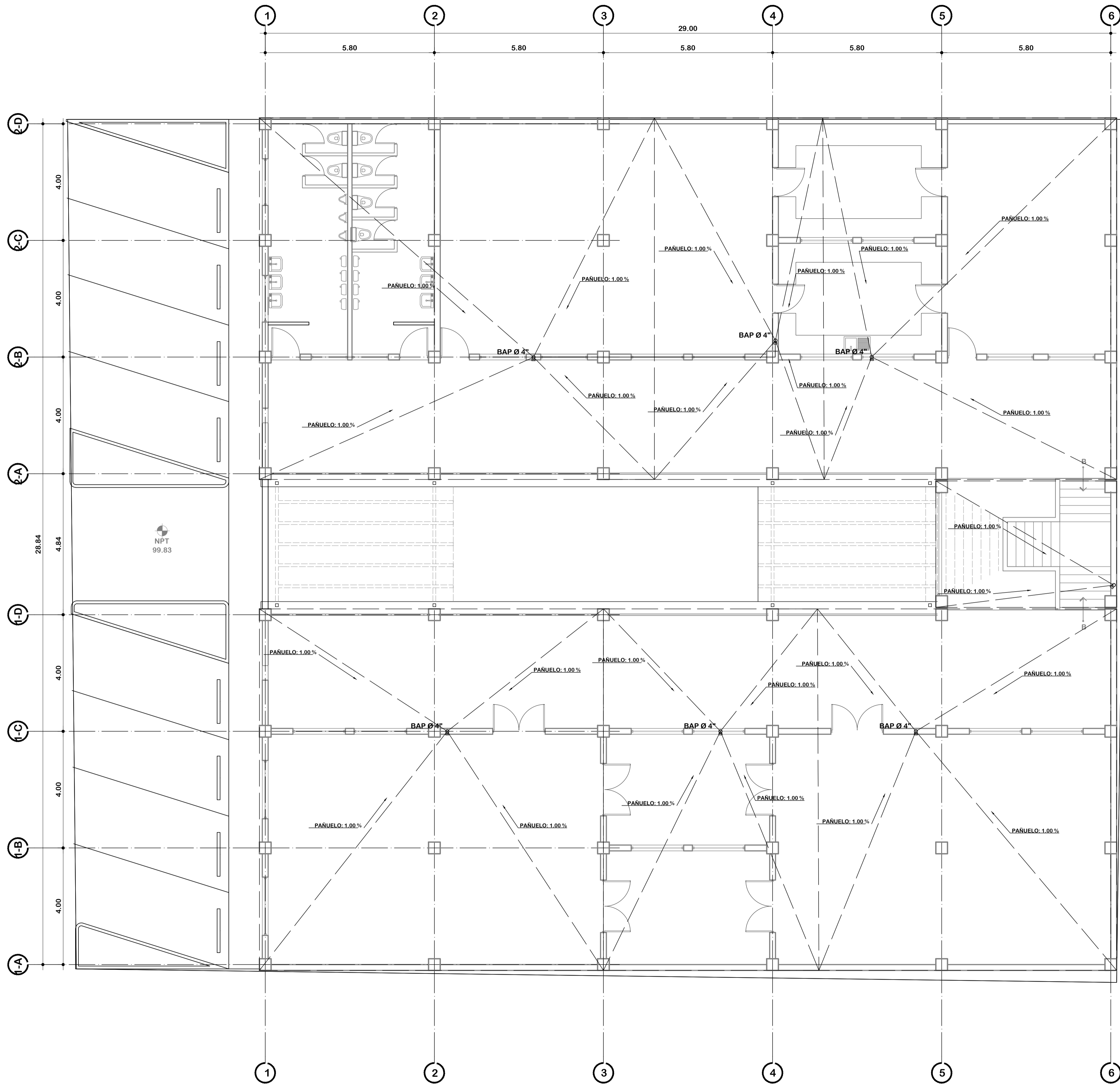
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 05 DE: INST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES PLUVIALES PRIMER NIVEL	NÚMERO: 22
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE DRENAJES PLUVIALES

ESCALA 1: 75





SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	TUBERIA DE AGUA PLUVIAL, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA REPOSADERA

NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

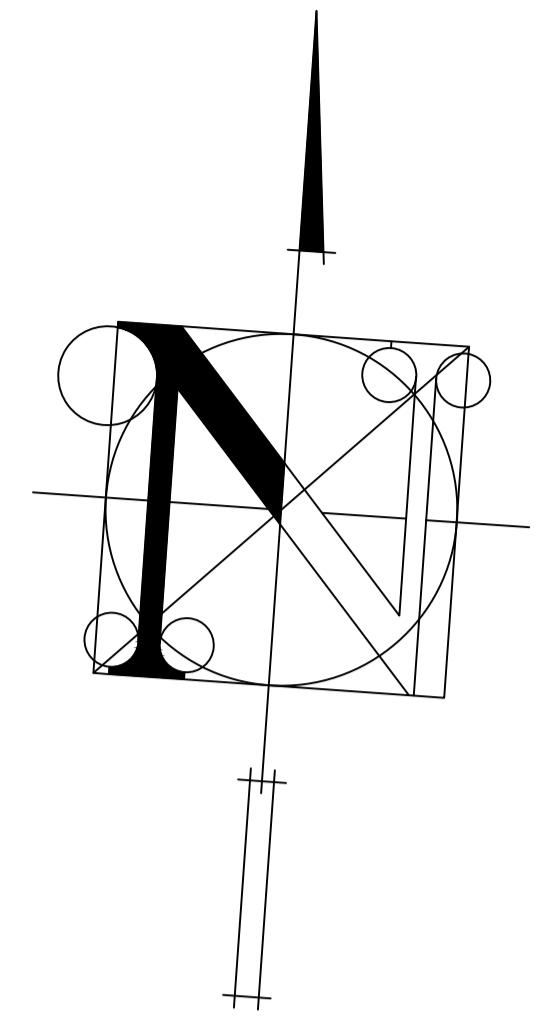
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

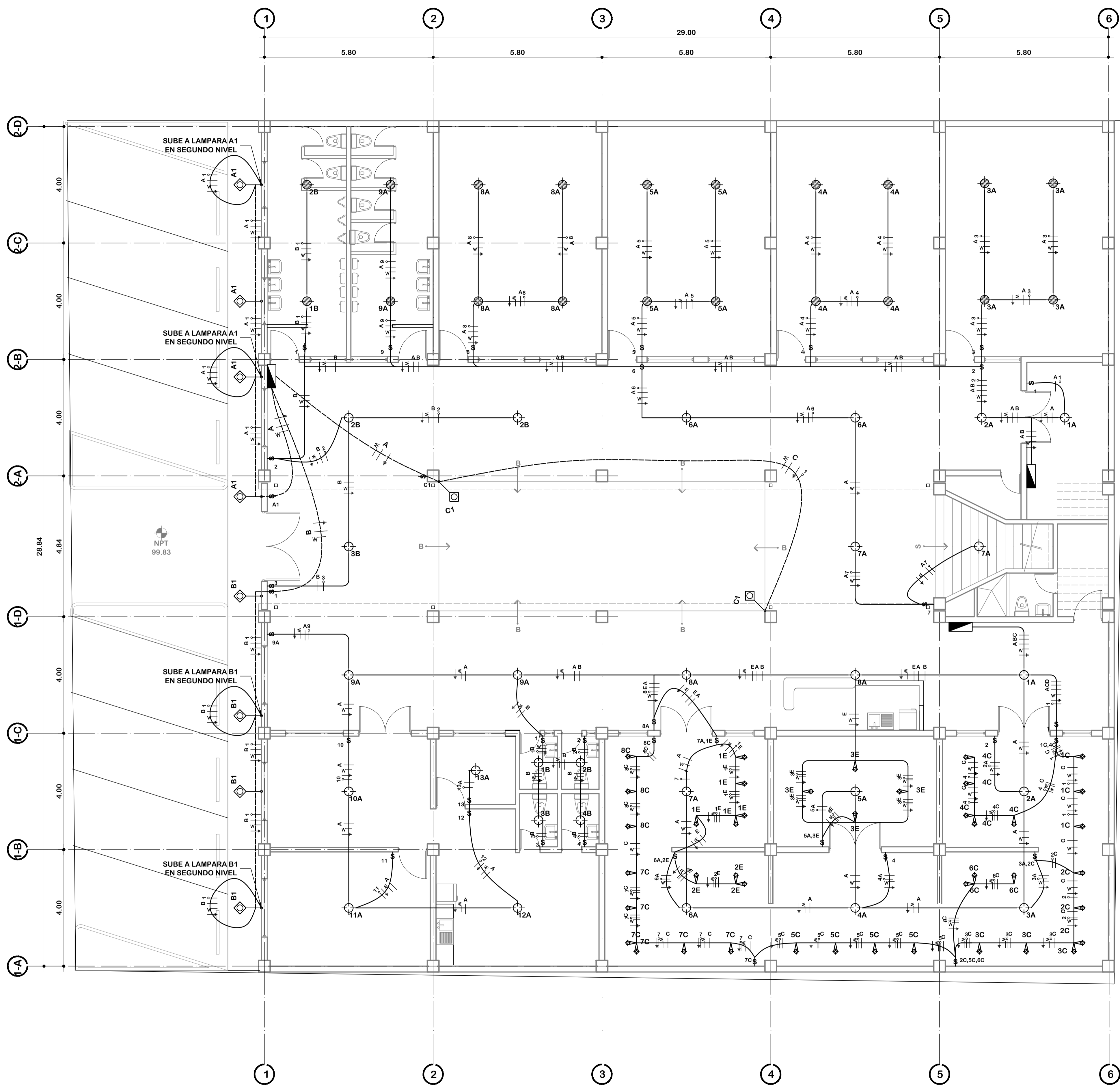
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACION: Km. 29 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 06 DE: INST
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES PLUVIALES SEGUNDO NIVEL	NÚMERO: 23
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE DRENAJES PLUVIALES

ESCALA 1: 75



SIMBOLOGIA DE ILUMINACIÓN	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA TIPO LED
	LUMINARIA DIRECCIONAL TIPO LED
	LUMINARIA DE PARED
	INTERRUPTOR IDENTIFICADO
	REGISTRO DE 5x5 CON MARCO REDUCIDOR PARA TOMACORRIENTE 120V
	CAJA REGISTRO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE RETORNO
	LÍNEA DE PUENTE 3 VÍAS
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN



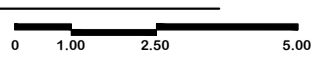
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

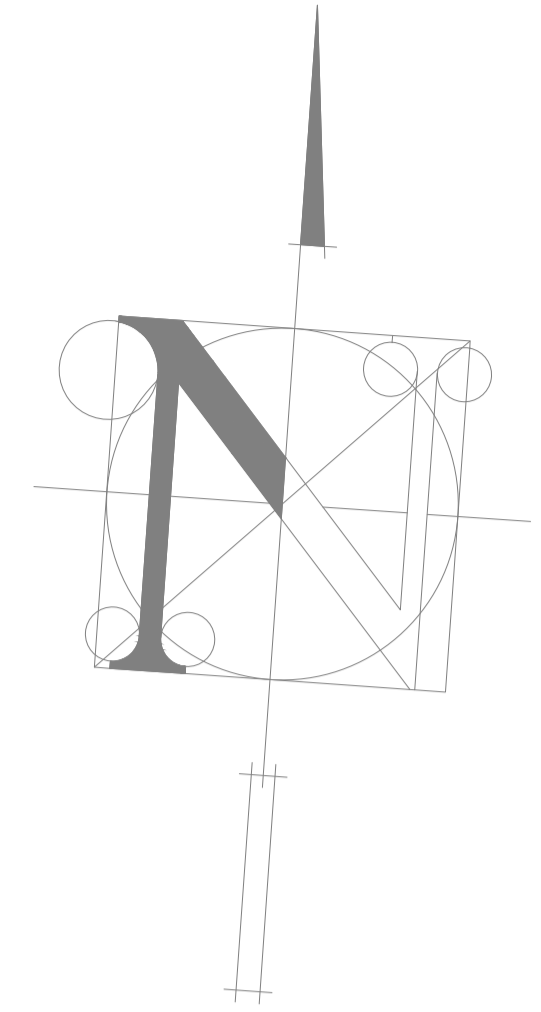
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACIÓN: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION PRIMER NIVEL.	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 07 DE: INST. NÚMERO: 24
---	---	--

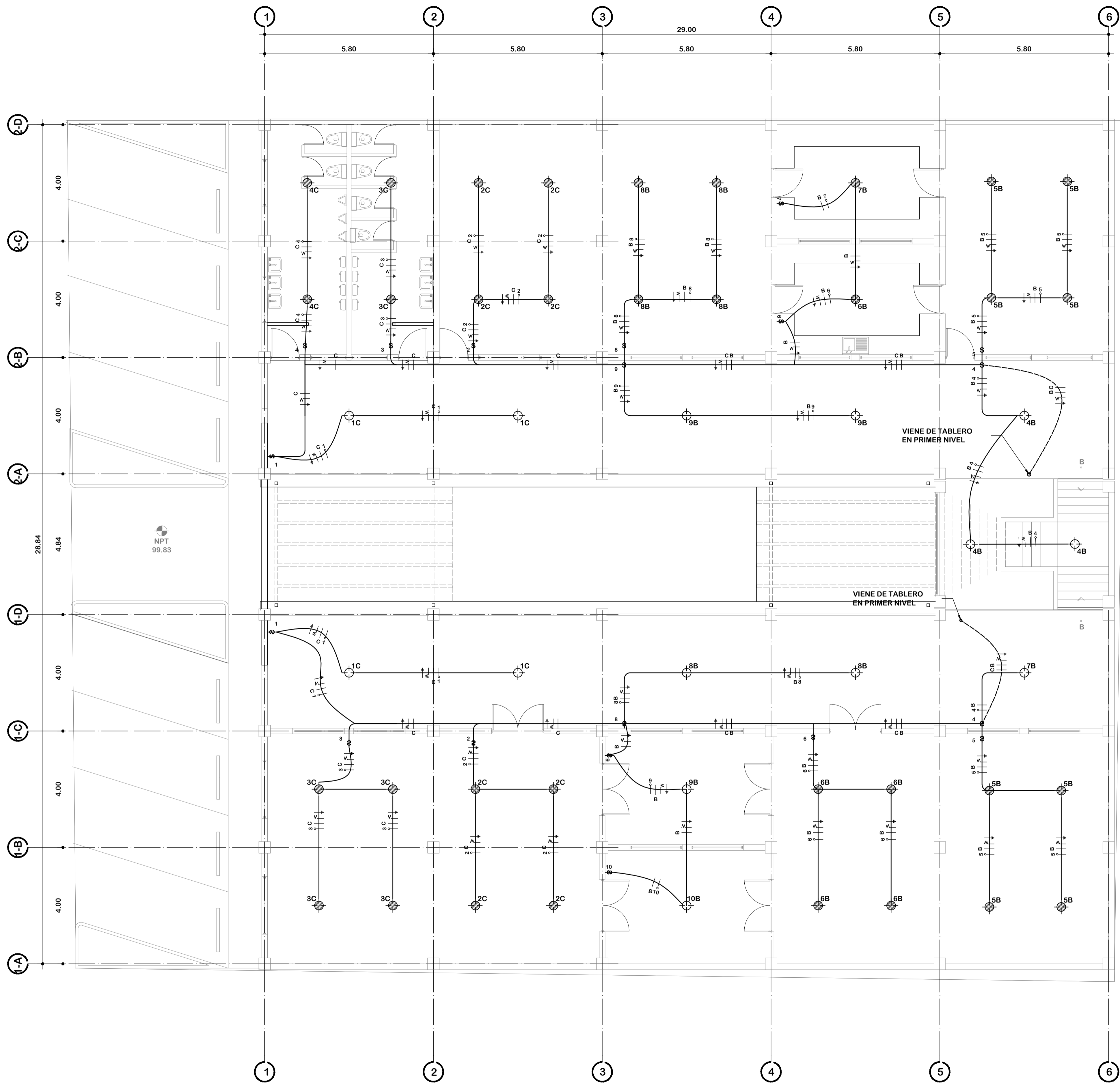
PLANO DE ILUMINACION

ESCALA 1: 75





SIMBOLOGIA DE ILUMINACIÓN	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA TIPO LED
	LUMINARIA DIRECCIONAL TIPO LED
	LUMINARIA DE PARED
	INTERRUPTOR IDENTIFICADO
	REGISTRO DE 5X5 CON MARCO REDUCIDOR PARA TOMACORRIENTE 120V
	CAJA REGISTRO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE RETORNO
	LÍNEA DE PUENTE 3 VIAS
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN



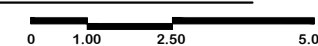
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

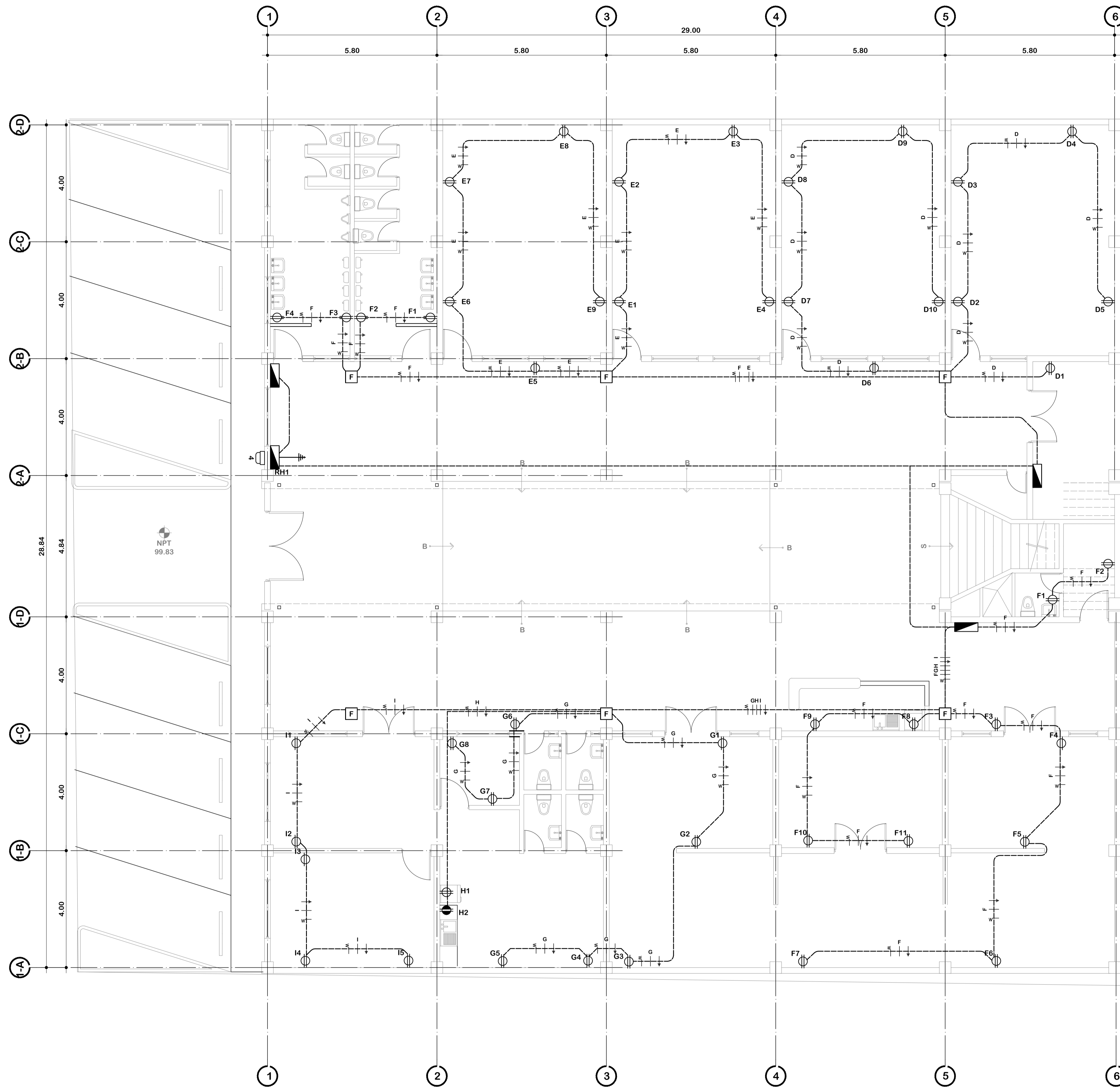
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACIÓN: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACION SEGUNDO NIVEL.	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 08 DE: INST. NUMERO: 25 27
---	--	---

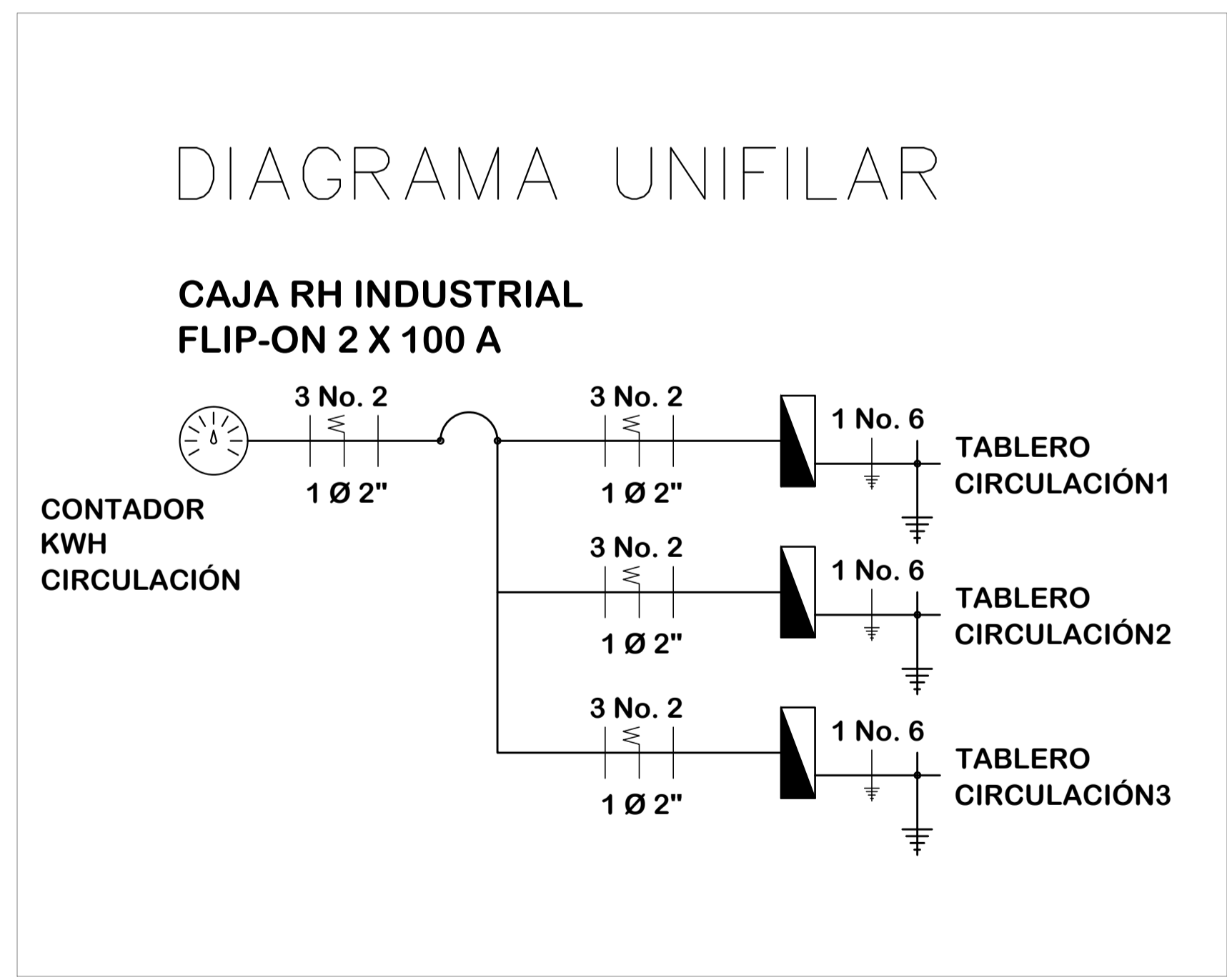
PLANO DE ILUMINACION

ESCALA 1: 75



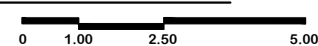


SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	CONTADOR KWH
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE 120V A 0.30m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TOMACORRIENTE 120V A 1.10m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN
	CAJA REGISTRO
	FOSEA EN PISO

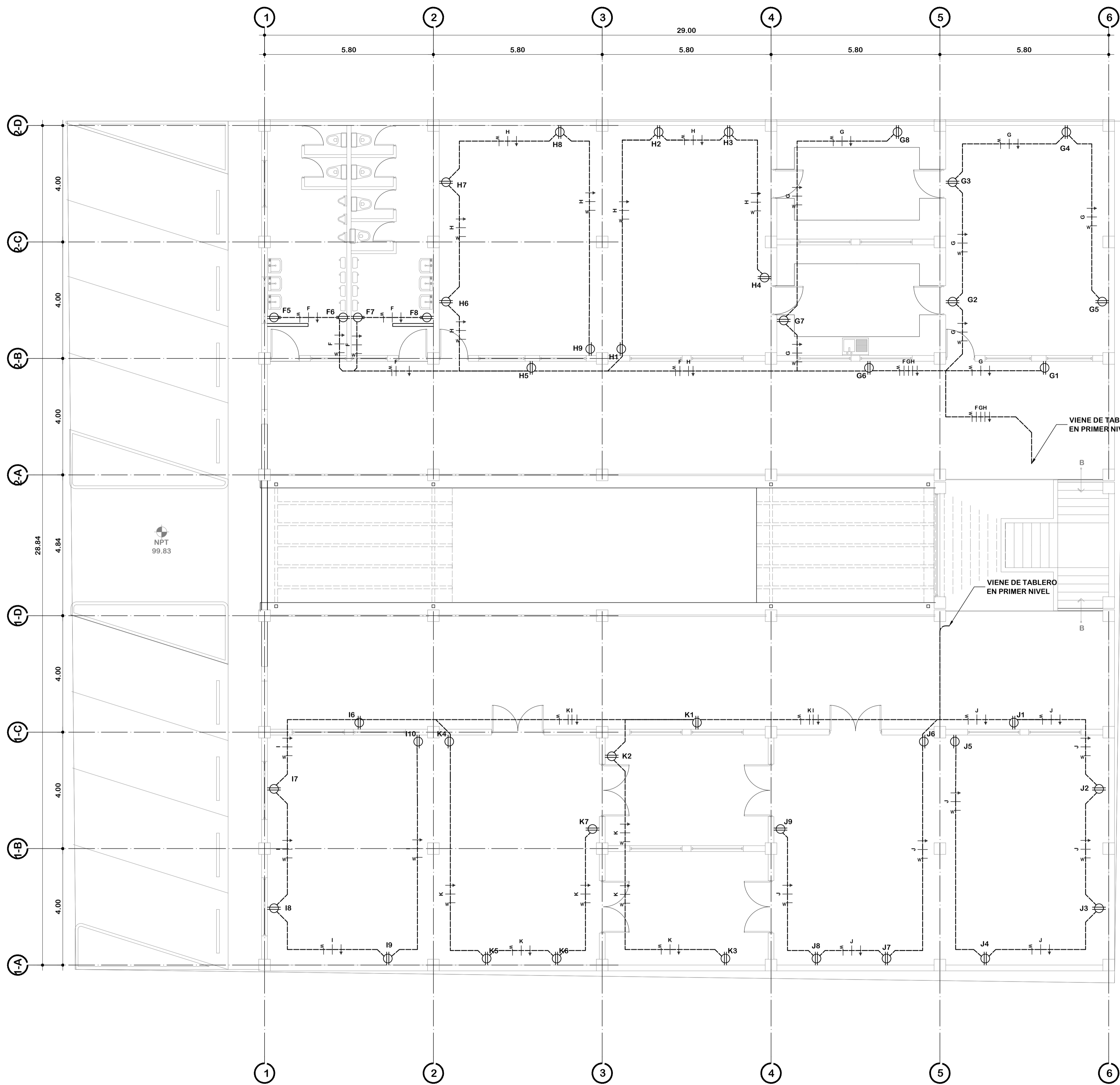


PLANO DE FUERZA

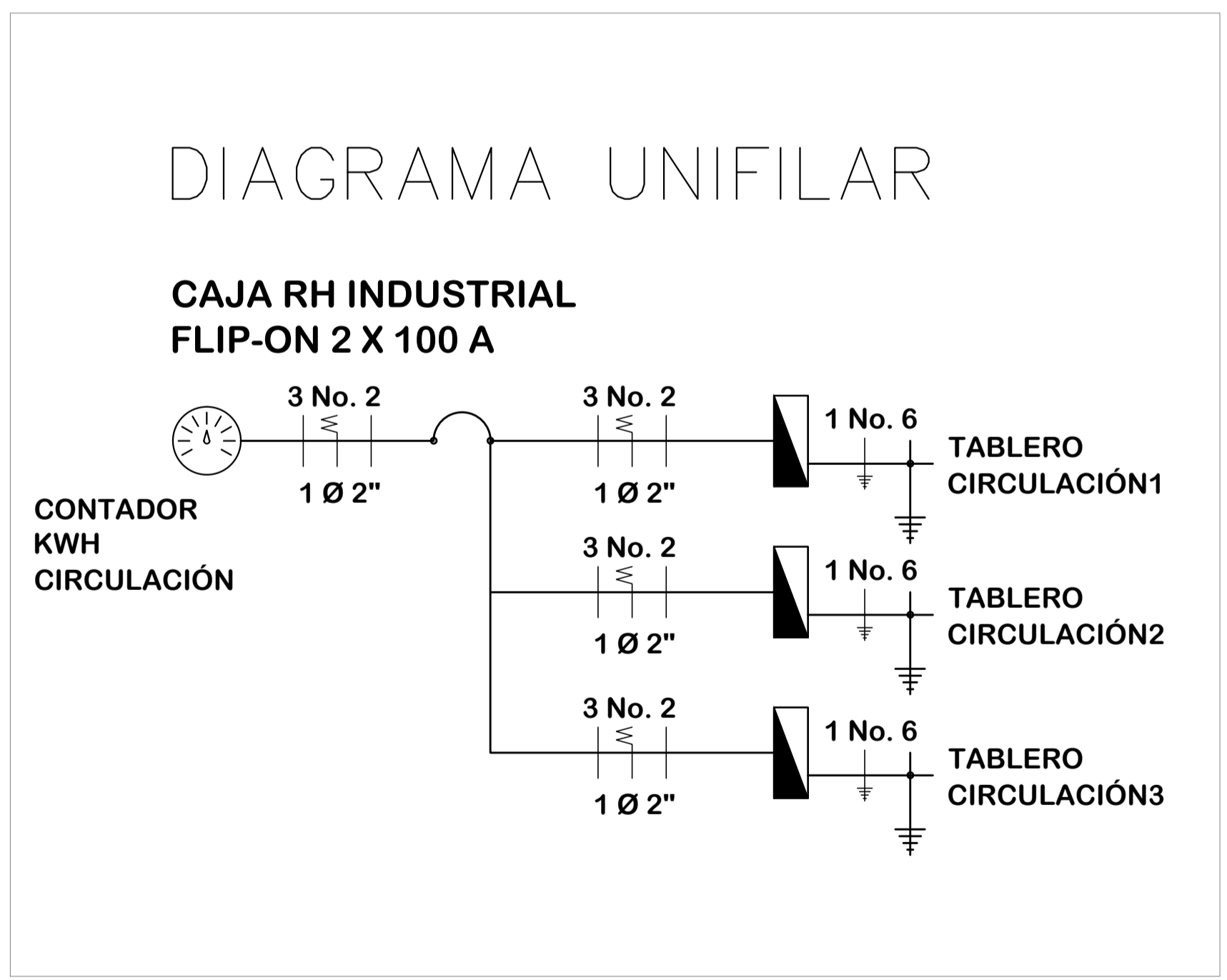
ESCALA 1: 75



f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099	
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL UBICACIÓN: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA PRIMER NIVEL.	FECHA: NOVIEMBRE 2015 HOJA: 09 DE: INST. NÚMERO: 26	27



SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	CONTADOR KWH
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE 120V A 0.30m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TOMACORRIENTE 120V A 1.10m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN
	CAJA REGISTRO
	FOSA EN PISO



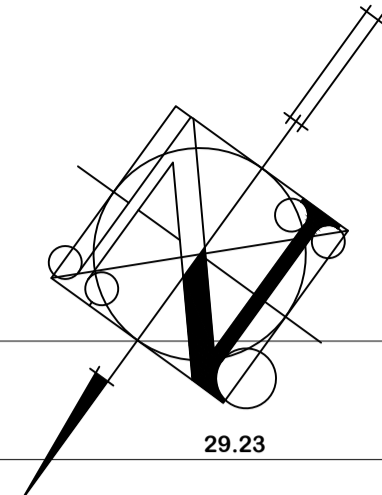
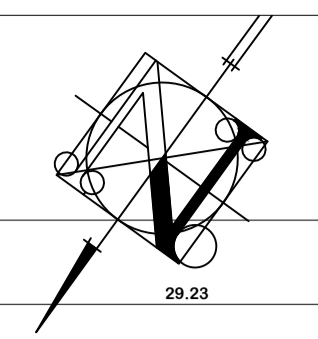
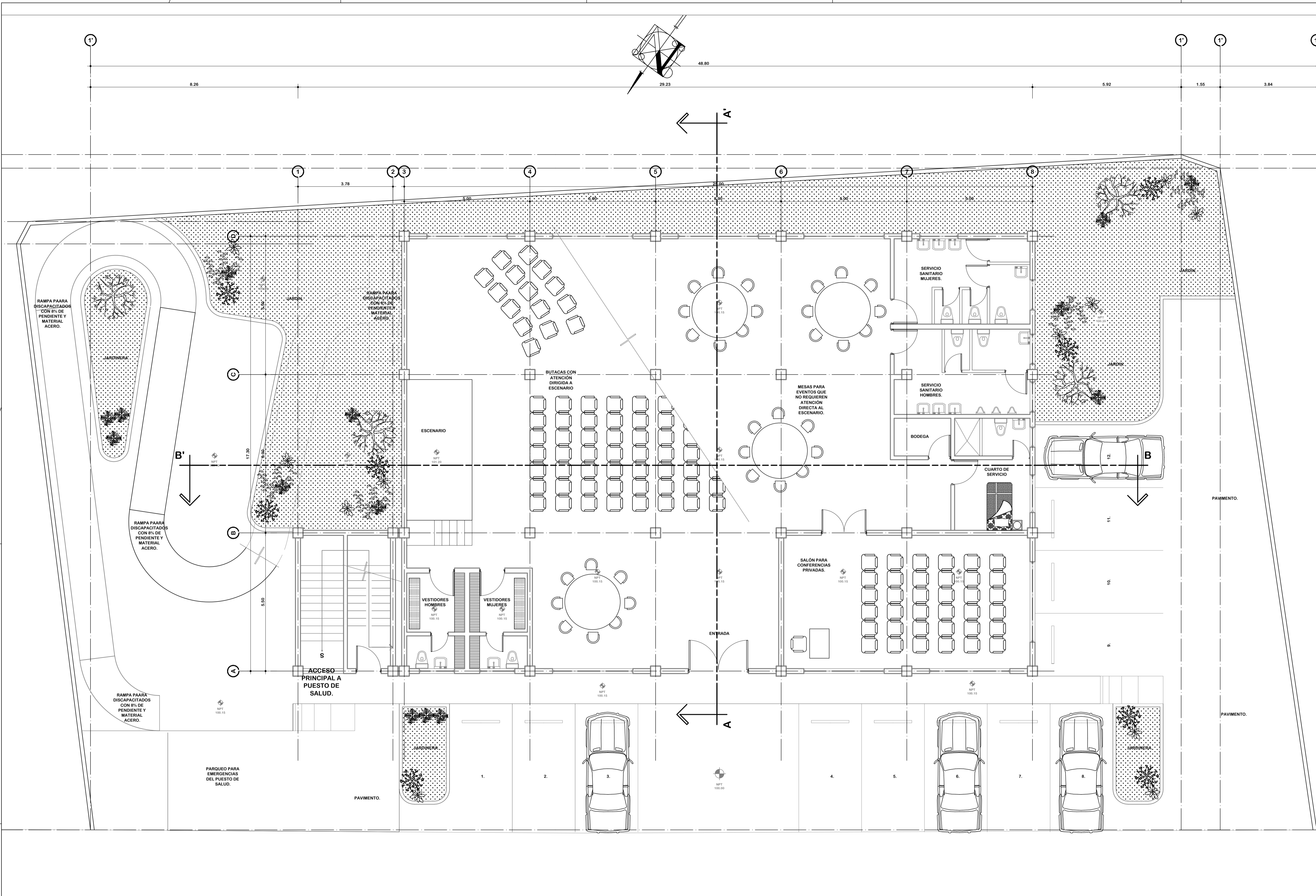
PLANO DE FUERZA

ESCALA 1: 75

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING.		
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: MUSEO Y ESCUELA DE ARTE Y MUSICA MUNICIPAL	FECHA: NOVIEMBRE 2015
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: Km. 28 CARRETERA INTERAMERICANA, ZONA 2, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 10 DE: INST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA SEGUNDO NIVEL.	NÚMERO: 27
ESCALA: INDICADA		27

Apéndice 4. **Puesto de salud y salón de usos múltiples**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.



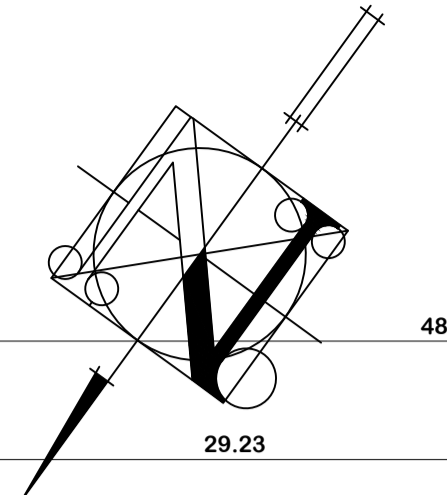
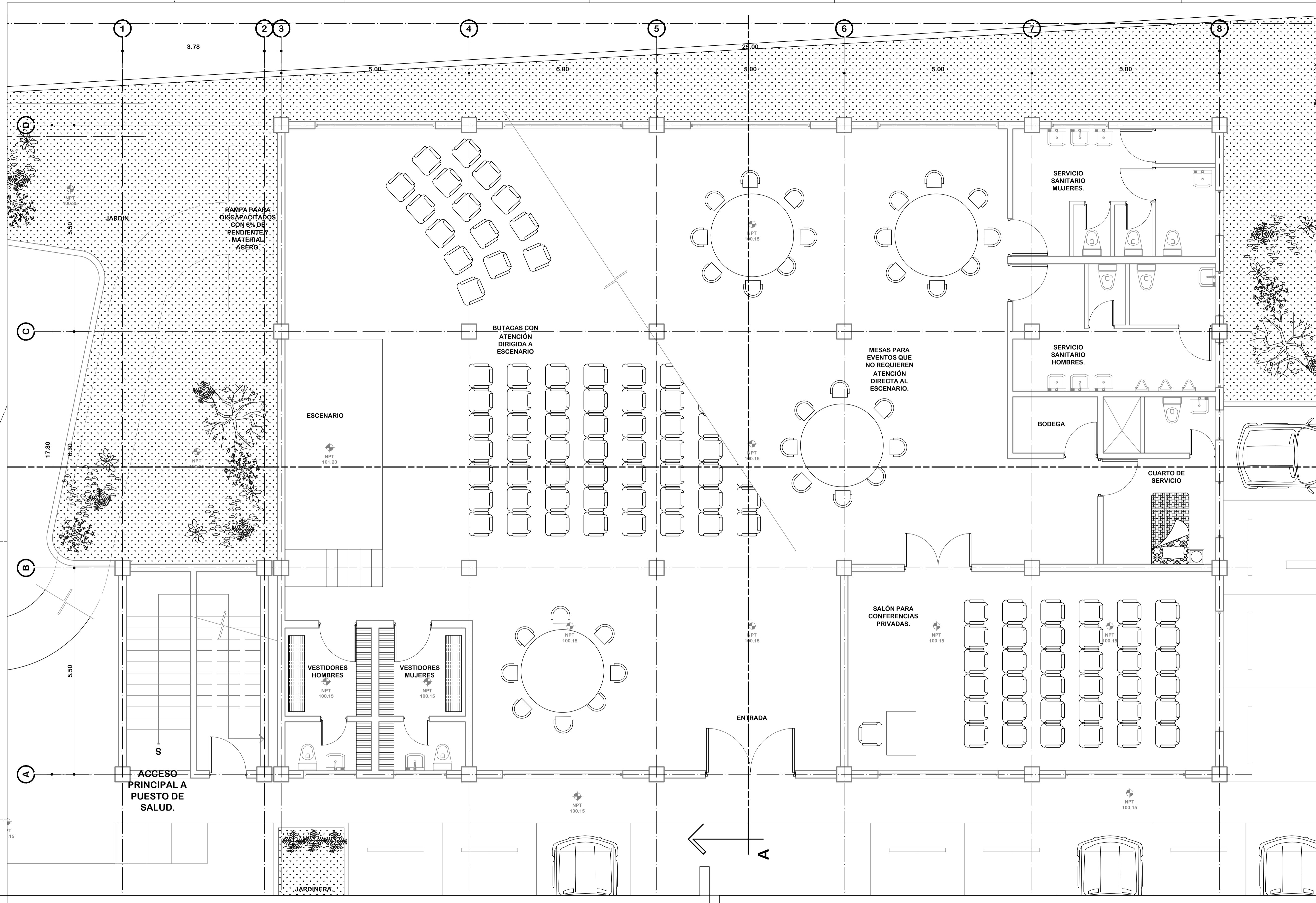
PLANO DE CONJUNTO

ESCALA 1: 75

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 00 DE: ARQ. NÚMERO: 00
---	--	--	---

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099



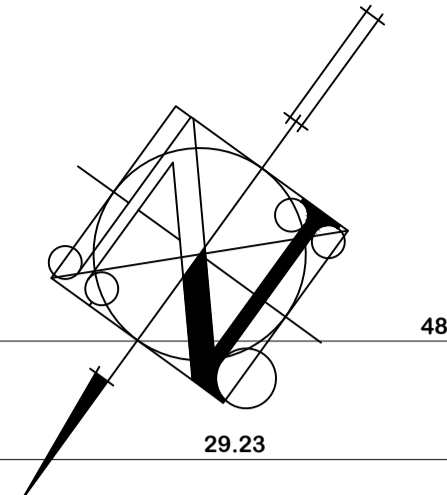
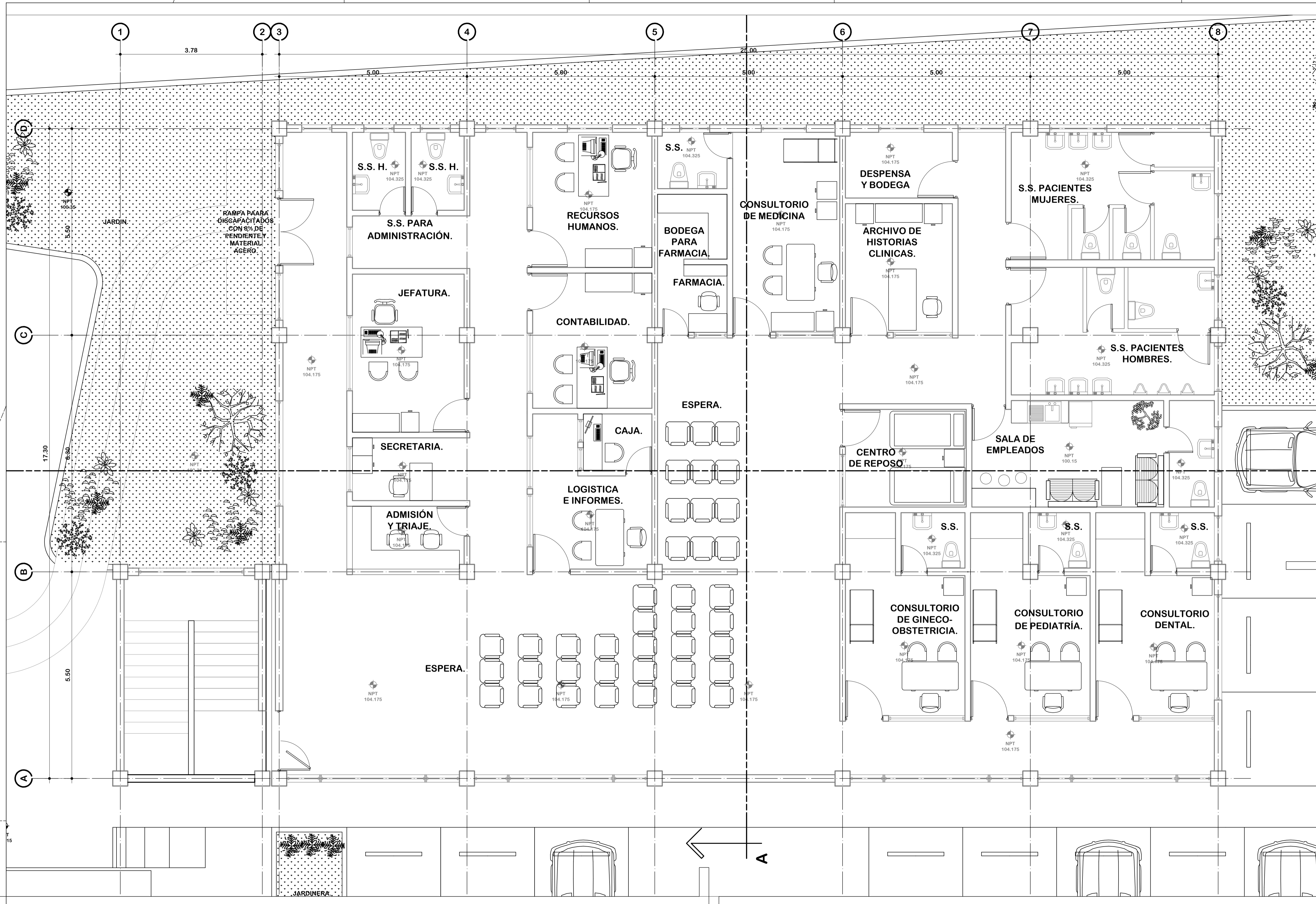
PLANO DE ARQUITECTURA-PRIMER NIVEL

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE ARQUITECTURA PRIMER NIVEL	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 01 DE: ARQ. NÚMERO: 01 27
---	--	---	---

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

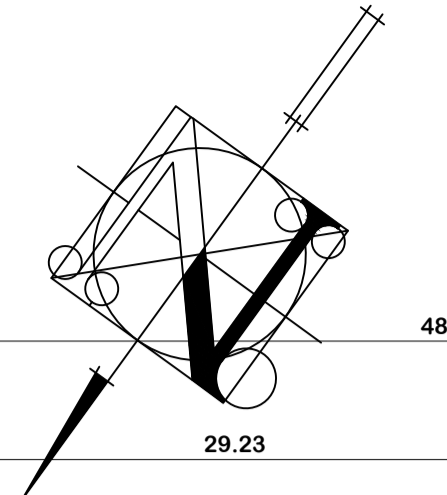
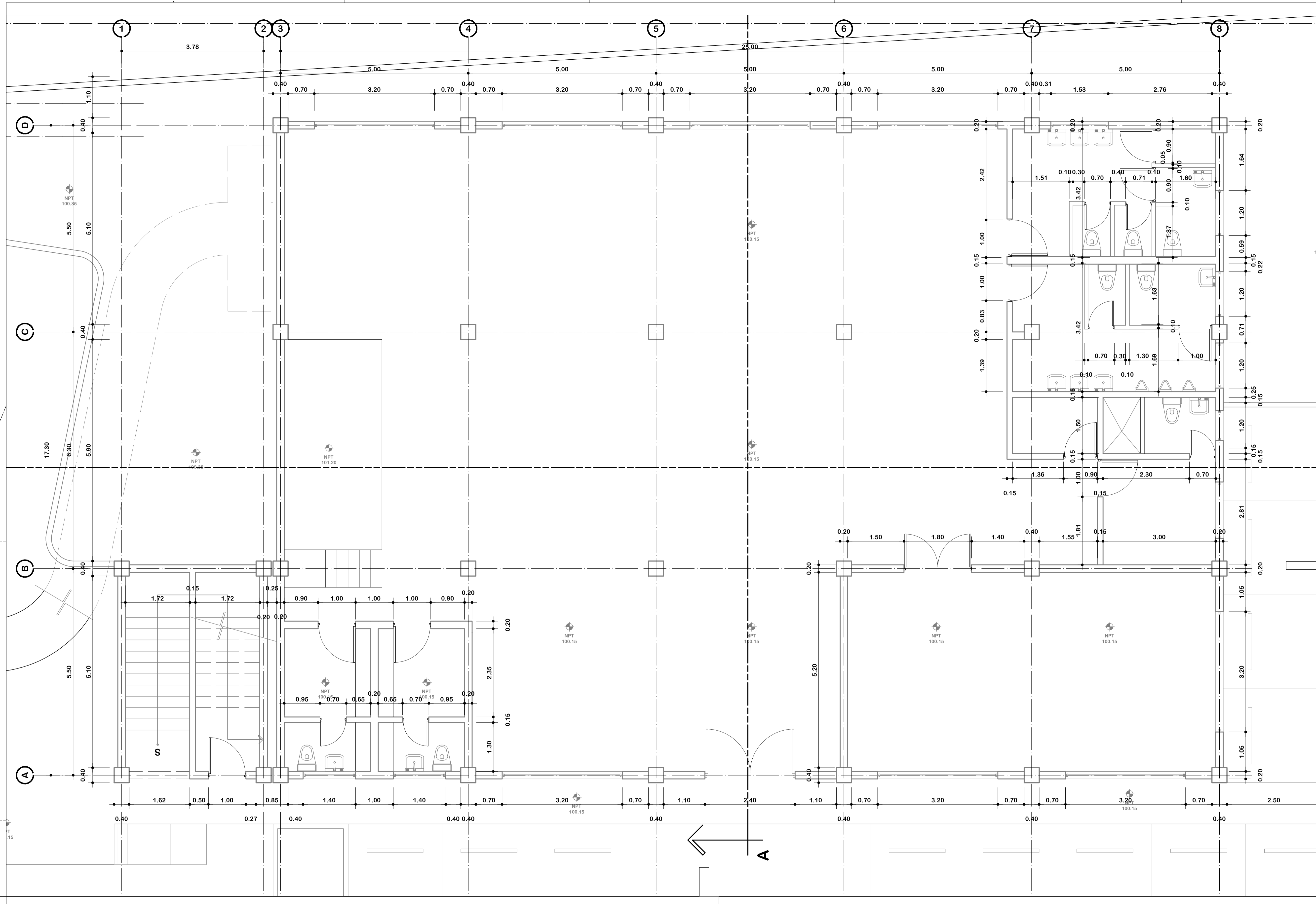


PLANO DE ARQUITECTURA- SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA			PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE ARQUITECTURA SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 02 DE: ARQ. NÚMERO: 02
			JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		27

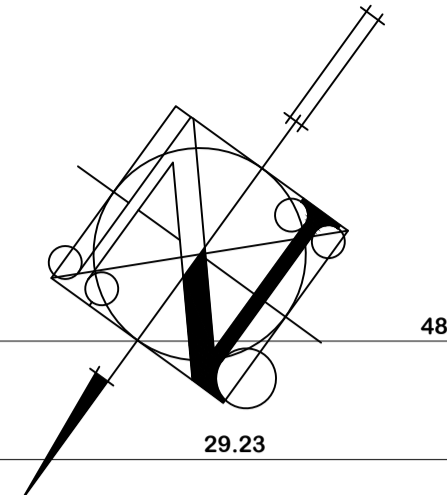
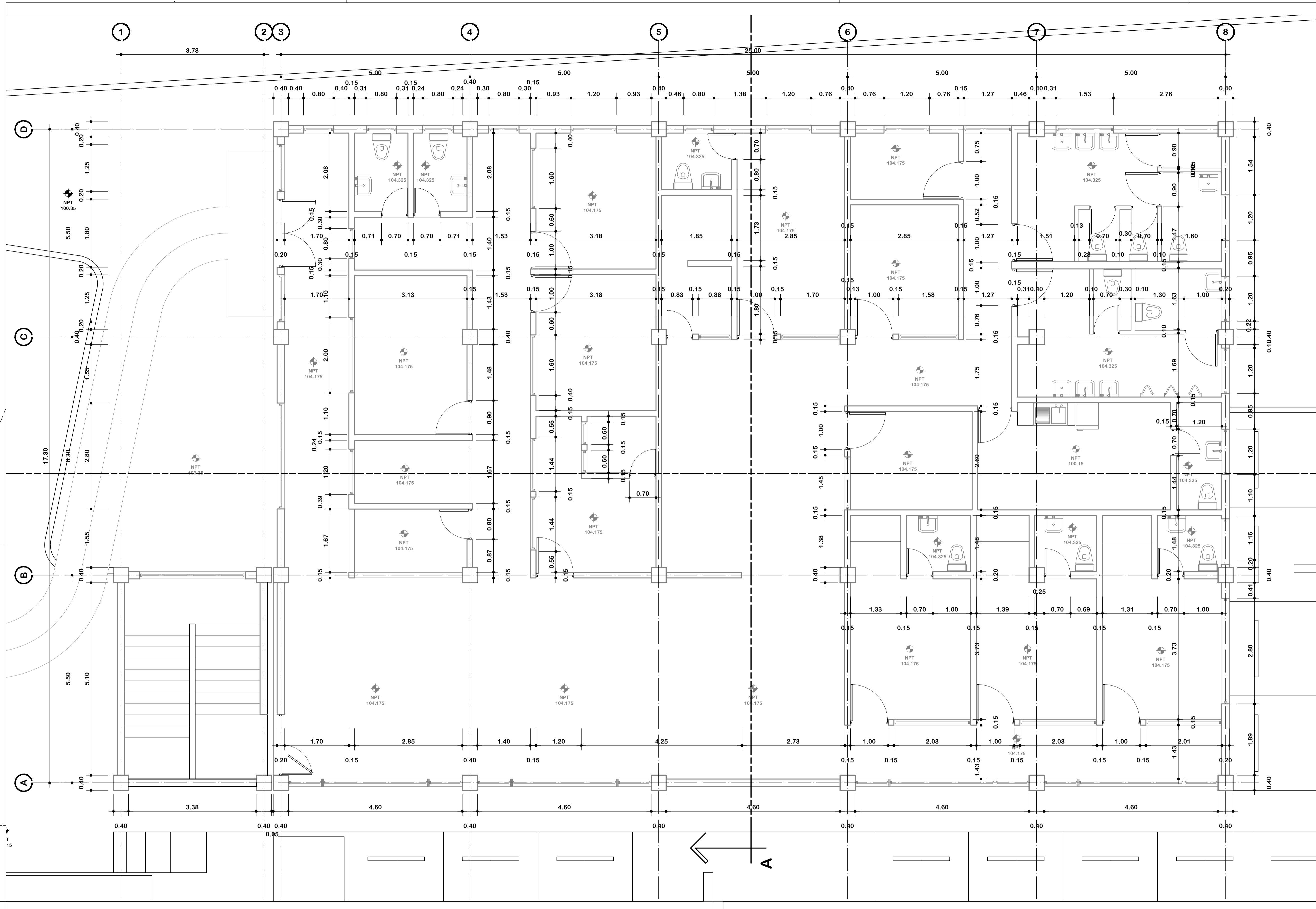


PLANO DE COTAS PRIMER NIVEL

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: DE: 03 DE: ARQ.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA ACOTADA PRIMER NIVEL	NÚMERO: 03
ESCALA: INDICADA		27



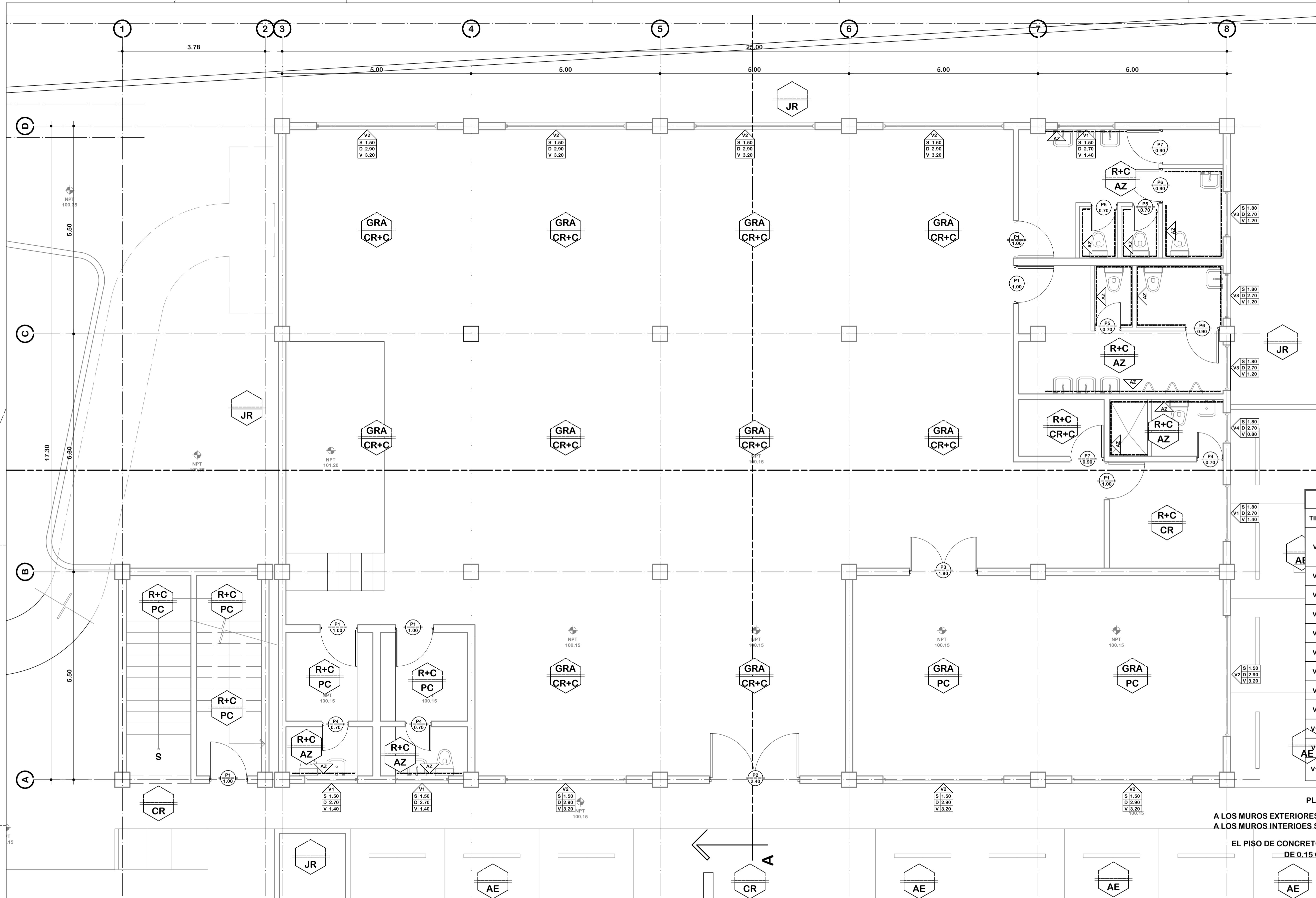
PLANO DE COTAS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA ACOTADA SEGUNDO NIVEL	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 04 DE: ARQ. NÚMERO: 04 27
---	--	--	--

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099



SIMBOLOGÍA DE ACABADOS

TIPO DE VENTANA	ALTIMETRIA	TIPO DE PUERTA	DIMENSIÓN DEL VANO
ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	DIMENSIÓN DEL VANO	
ACABADO EN PISO	ACABADO EN PISO	ACABADO EN PISO	ACABADO EN PISO
ACABADO O TIPO DE MURO	ACABADO O TIPO DE MURO	ACABADO O TIPO DE MURO	ACABADO O TIPO DE MURO

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	6	1.40	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO OPACO EN EL PRIMER NIVEL Y TRANSPARENTE EN EL SEGUNDO
V2	8	3.20	1.40	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V3	12	1.20	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO OPACO
V4	7	0.80	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V5	2	2.80	1.40	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V6	2	1.25	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V7	2	1.60	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V8	2	1.575	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V9	3	2	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V10	2	0.60	0.80	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V11	1	0.87	1.00	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V12	4	4.60	2.70	VENTANALES ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO

PLANILLA DE PUERTAS

TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	18	0.90	2.10	MADERA
P2	1	2.40	2.20	MADERA
P3	2	1.80	2.20	MADERA
P4	12	0.70	2.10	MADERA
P5	6	0.70	1.90	ALUMINIO
P6	4	0.90	2.10	ALUMINIO
P7	3	0.90	2.10	MADERA
P8	1	1.60	2.10	MADERA

PLANILLAS INCLUYEN PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
 A LOS MUROS EXTERIORES SE LES APLICARA UNA BASE GRIS + ALISADO
 A LOS MUROS INTERIORES SE LES APLICARA REPELLO+CERNIDO VERTICAL
 EL PISO DE CONCRETO SERÁ, CONCRETO SIMPLE CON UN ESPESOR DE 0.15 CM Y UNA PROPORCIÓN CEMENTO Y PINTURA:

PLANO DE ACABADOS PRIMER NIVEL

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING
 JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099
 DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.
 DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.
 CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.
 ESCALA: INDICADA
 PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES
 UBICACION: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ
 CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS PRIMER NIVEL
 FECHA: ABRIL 2016
 HOJA: 05 DE: ARQ.
 NUMERO: 05
 27



SIMBOLOGÍA DE ACABADOS

	TIPO DE VENTANA	ALTIMETRO
	ALTIMETRO DEL DINTEL	ALTIMETRO DEL VANO
	DIMENSIÓN DEL VANO	
	TIPO DE PUERTA	
	DIMENSIÓN DEL VANO	
	R+C	REPELLO + CERNIDO
	GR	ACABADO GRANULADO
	MD	ACABADO MEDITERRANEO
	PC	PISO DE PORCELANATO
	JR	JARDIN
	CR+C	CONCRETO CON COLOR
	AZ	AZULEJO
	FCH	FACHALETA DE PIEDRA LAJA O SIMILAR
	AZL	AZULEJO h=1.30

PLANILLA DE VENTANAS

TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
V1	6	1.40	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO OPACO EN EL PRIMER NIVEL Y TRANSPARENTE EN EL SEGUNDO
V2	8	3.20	1.40	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V3	12	1.20	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO OPACO
V4	7	0.80	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V5	2	2.80	2.00	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V6	2	1.25	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V7	2	1.60	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V8	2	1.575	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V9	3	2	1.20	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V10	2	0.60	0.80	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V11	1	0.87	1.00	ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO
V12	4	4.60	2.70	VENTANALES ALUMINO (imitacion de madera) + VIDRIO

PLANILLAS INCLUYEN PRIMER Y SEGUNDO NIVEL
 MUROS QUE NO INDICAN ACABADO SERAN REPELLO + CERNIDO

EL PISO DE CONCRETO SERÁ, CONCRETO SIMPLE CON UN ESPESOR DE 0.15 CM Y UNA PROPORCIÓN CEMENTO Y PINTURA:

LOS SILLARES Y DINTELES DEL SEGUNDO NIVEL ESTAN DADOS A PARTIR DE LA LOSA DE CONCRETO Y NO ESTAN TOMANDO EN CUENTA ESPESOR DEL PISO.

PLANILLA DE PUERTAS

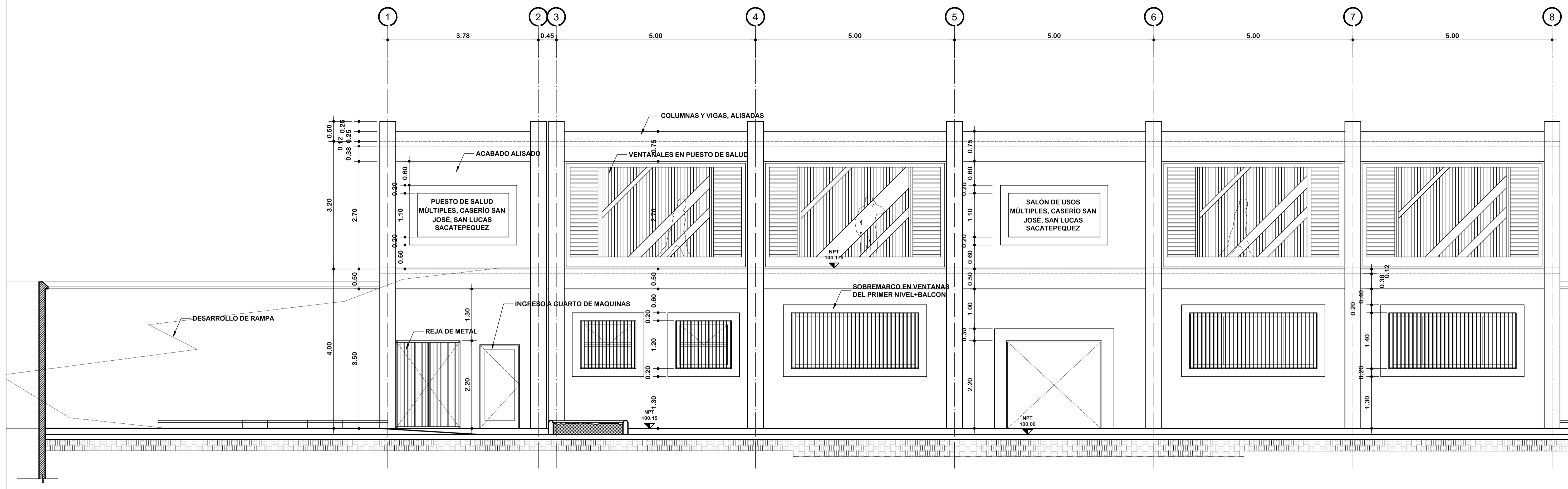
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	OBSERVACIONES
P1	18	0.90	2.10	MADERA
P2	1	2.40	2.20	MADERA
P3	2	1.80	2.20	MADERA
P4	12	0.70	2.10	MADERA
P5	6	0.70	1.90	ALUMINIO
P6	4	0.90	1.90	ALUMINIO
P7	3	0.90	2.10	MADERA
P8	1	1.60	2.10	MADERA

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING
 JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 06
CÁLCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL	DE: ARQ.
ESCALA: INDICADA	NÚMERO: 06	27

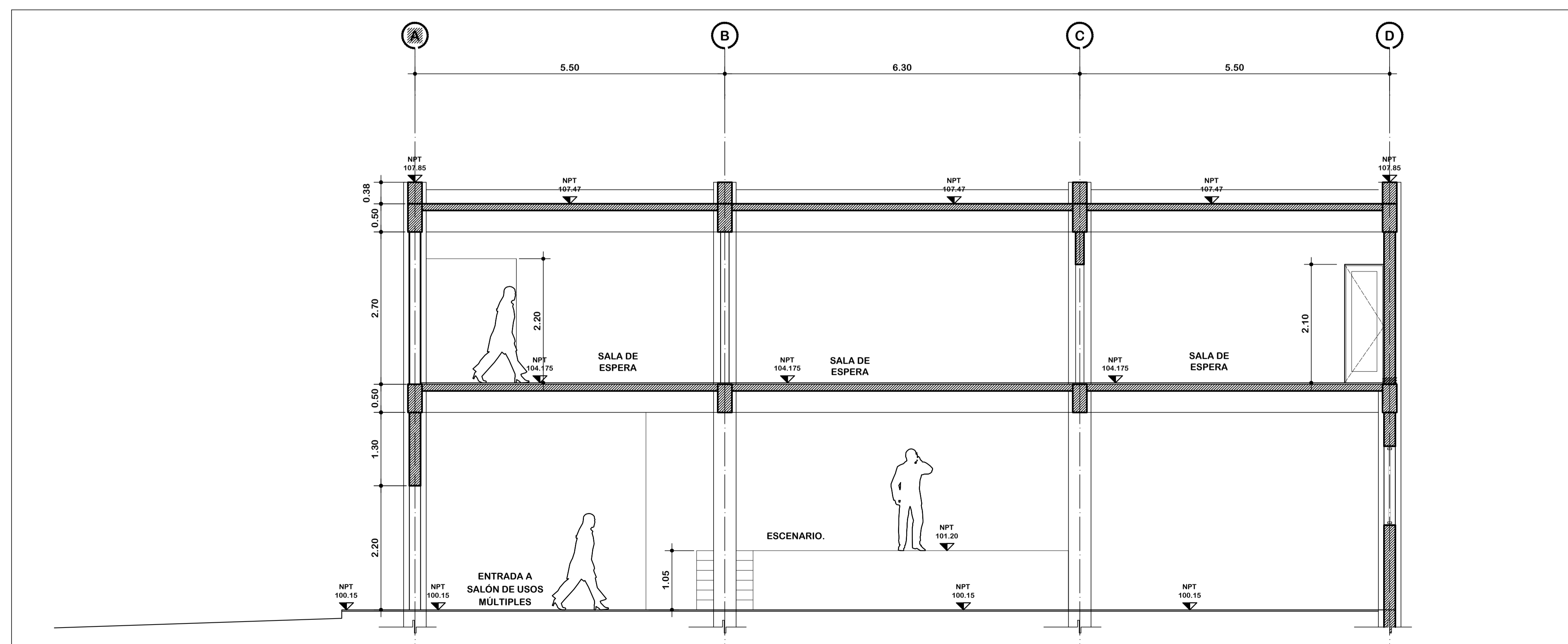
PLANO DE ACABADOS SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1: 50



ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1: 50



SECCION A-A'

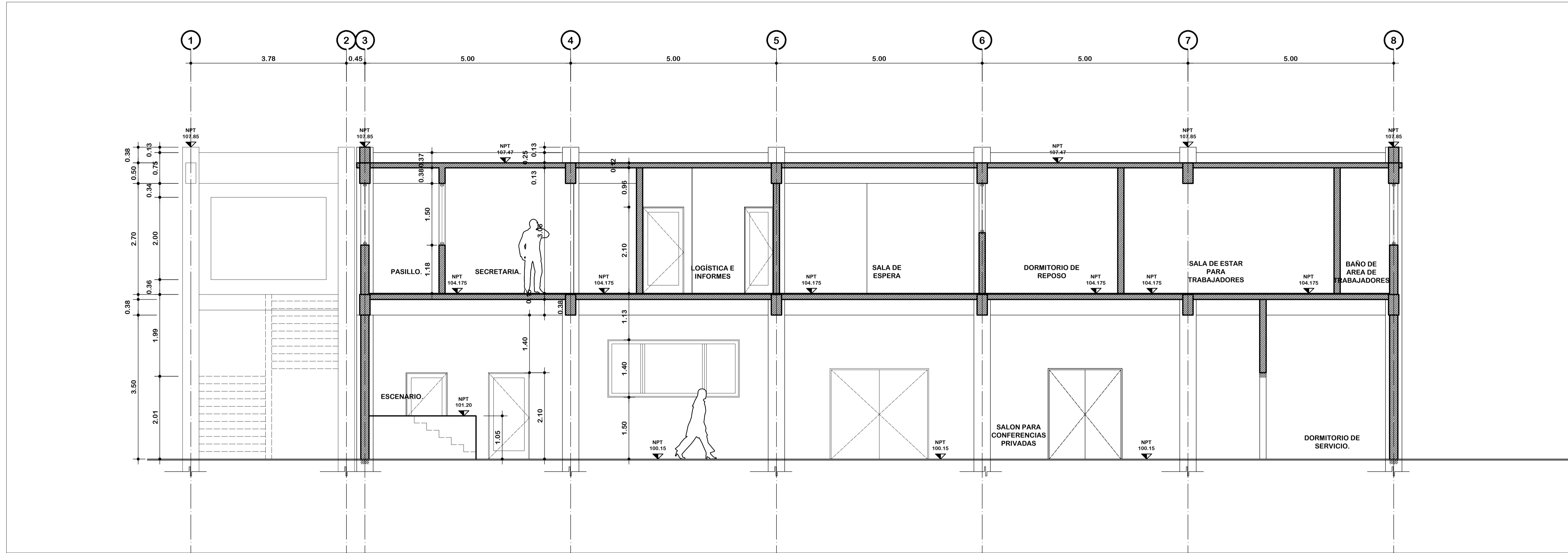
ESCALA 1: 50

PLANO DE ELEVACIONES Y SECCIONES

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: ELEVACIÓN FRONTAL Y SECCIÓN.	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: ARQ. 07 DE: 07 NÚMERO: 07 27
		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099	



SECCION B-B'

ESCALA 1: 50

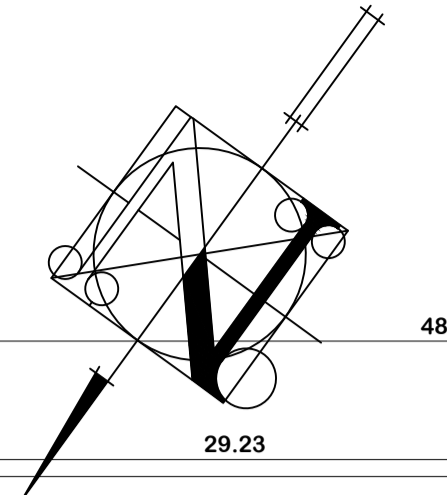
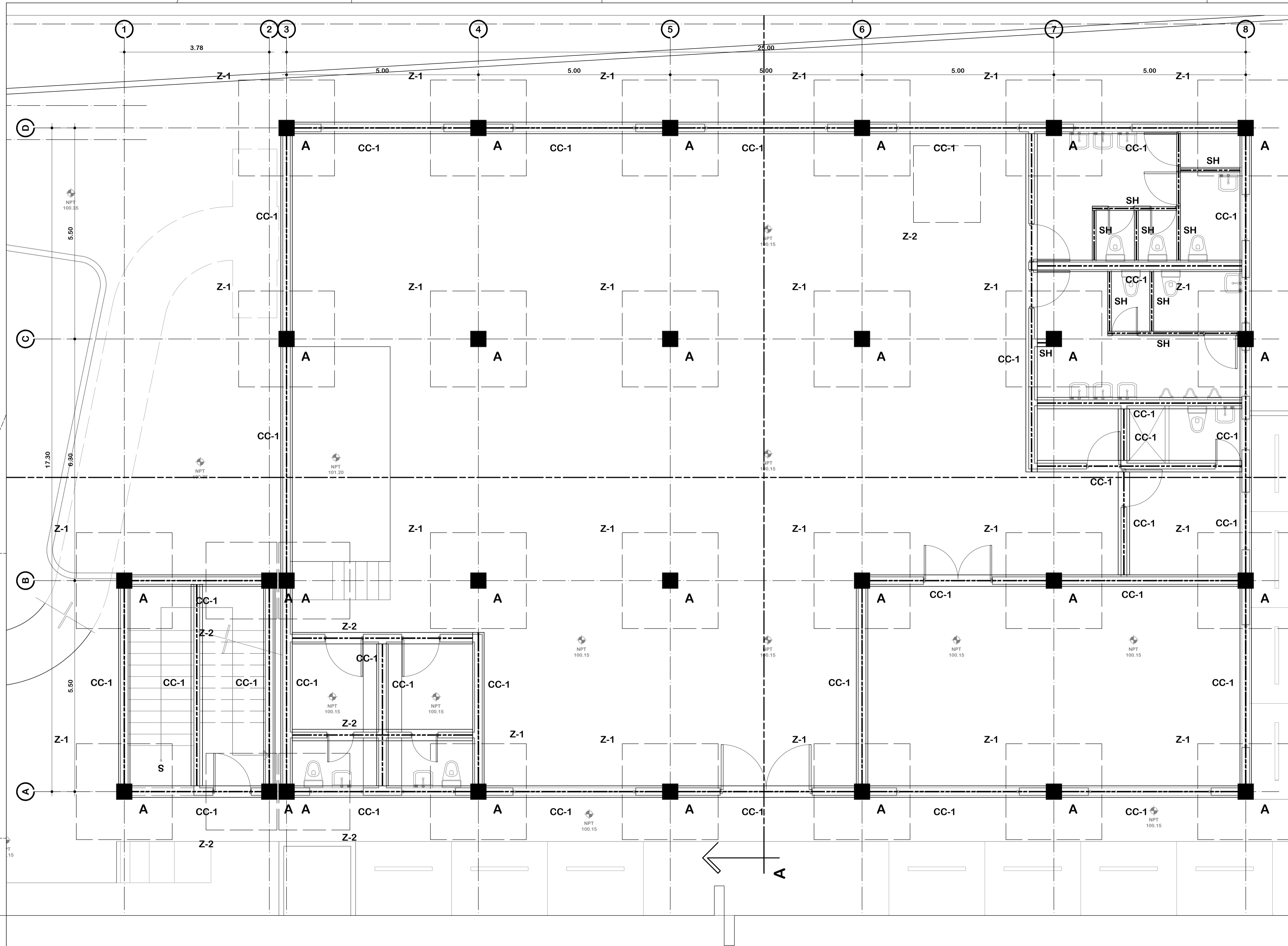
PLANO DE SECCIONES

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: DE: ARQ. 08
CÁLCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: ELEVACIÓN FRONTAL Y SECCIÓN.	NÚMERO: 08
ESCALA: INDICADA		27



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
A	28	40X40	8 varillas no. 6 + Est confinados (ver detalle)

PLANILLA DE ZAPATAS

TIPO	CANT.	DIMENSIONES	ARMADO
Z-1	22	2.50x2.50x0.50	VER DETALLE
Z-2	6	1.85x2.00x0.45	VER DETALLE

ESPECIFICACIONES:

COLUMNAS.
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 60
 BLOCK: 35 Kg / cm²

ZAPATAS.
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 40

LONGITUD DE ESCUADRAS:
 HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:
 VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:
 ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

VALOR SOPORTE DEL SUELO : 49.85 ton / m²
 SE DEBERÁ RECTIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO

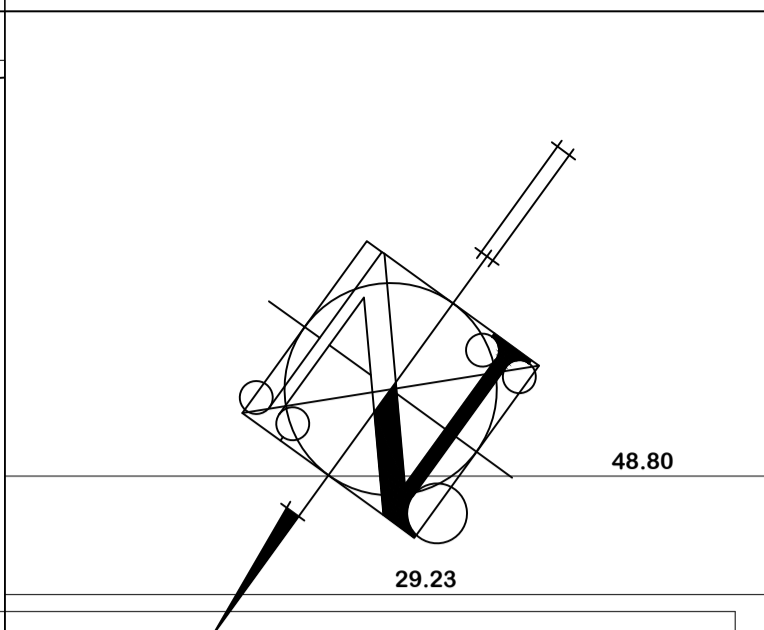
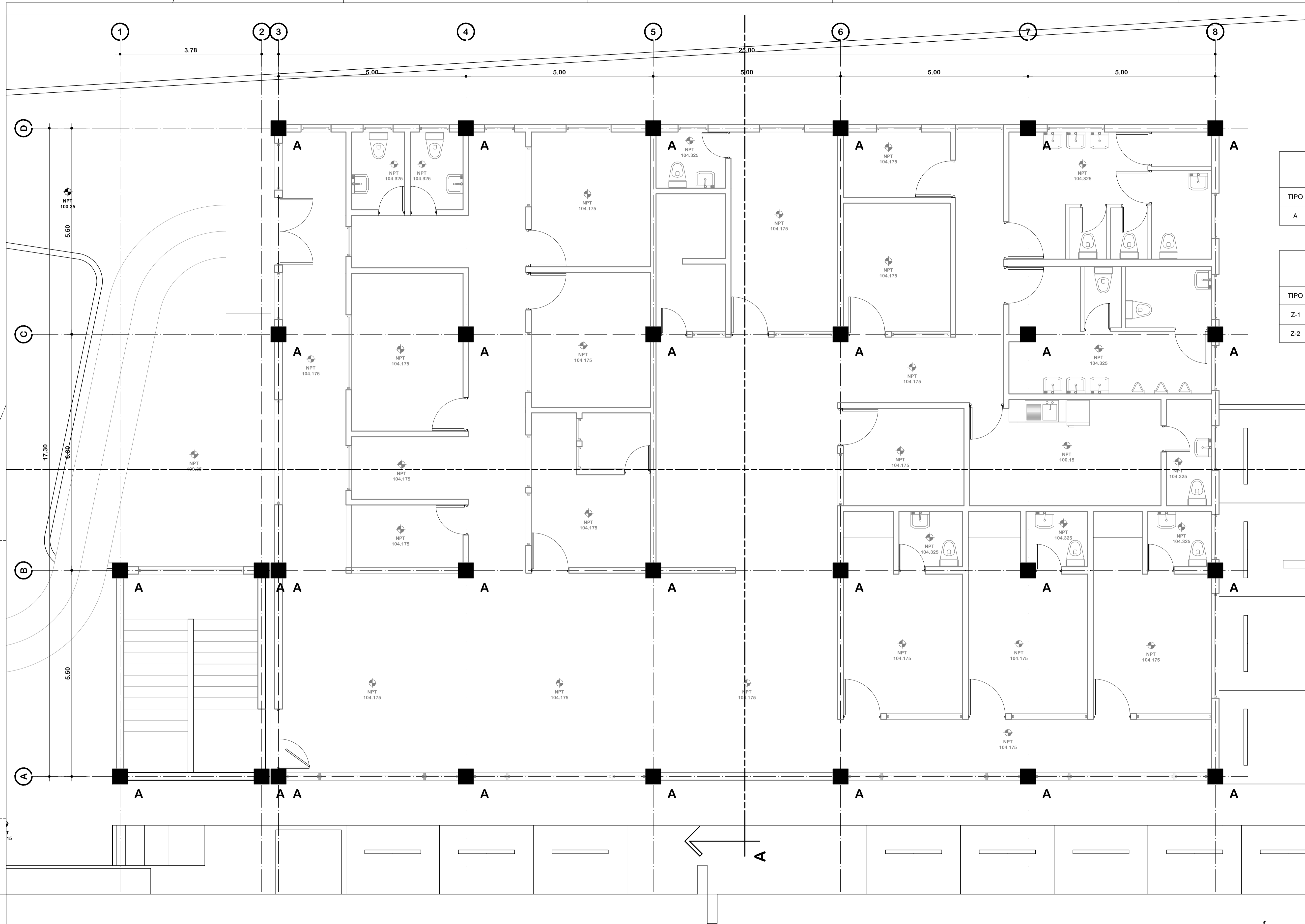
MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

PLANO DE COLUMNAS PRINCIPALES Y CIMIENTOS

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA			PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE COLUMNAS Y CIMIENTOS PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 01 DE EST NÚMERO: 09
			JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		27



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
A	28	40X40	8 varillas no. 6 + Est confinados (ver detalle)

PLANILLA DE ZAPATAS

TIPO	CANT.	DIMENSIONES	ARMADO
Z-1	22	2.50x2.50x0.50	VER DETALLE
Z-2	6	1.85x2.00x0.45	VER DETALLE

ESPECIFICACIONES:

COLUMNAS.
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 60
 BLOCK: 35 Kg / cm²

ZAPATAS.
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 40

LONGITUD DE ESCUADRAS:
 HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:
 VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

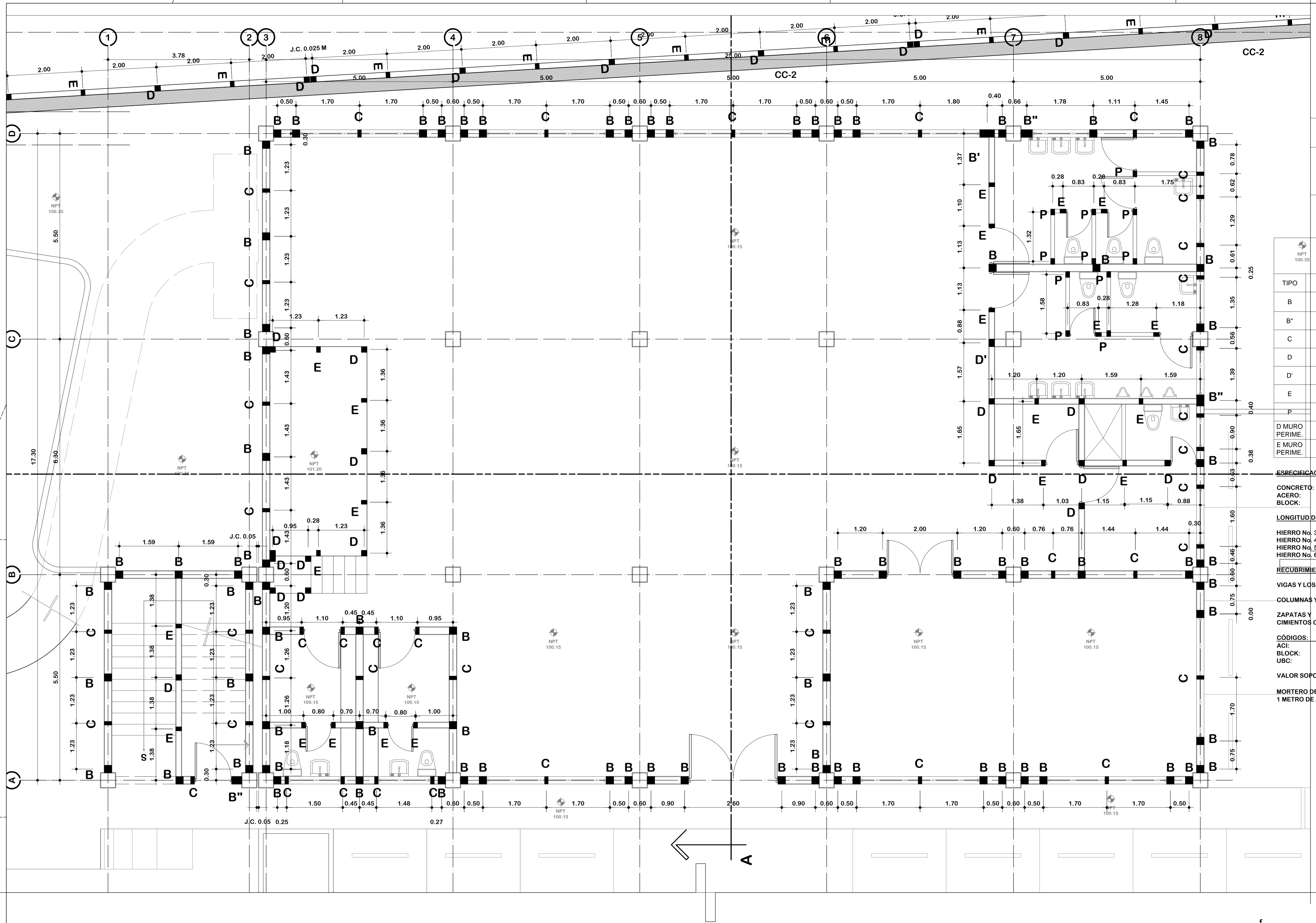
CÓDIGOS:
 ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

VALOR SOPORTE DEL SUELO: 49.85 ton / m²
 SE DEBERÁ RECTIFICAR EL VALOR SOPORTE DEL SUELO
 MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

PLANO DE COLUMNAS PRINCIPALES Y CIMIENTOS

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACION: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 02 DE EST NUMERO: 10
		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		27



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
B	83	20x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B"	2	30x20	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
C	42	10x20	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
D	16	15x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D'	1	15x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
E	22	10x15	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
P	10	10x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D MURO PERIME.	32	15x15	4 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
E MURO PERIME.	23	10x15	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 BLOCK: 35 Kg / cm²

LONGITUD DE ESCUADRAS:

HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:

VIGAS Y LQSAS: 2.5 cm
 COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 ZAPATAS Y CIMIENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:

ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

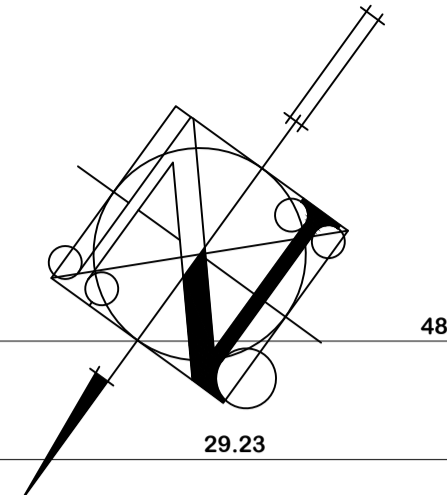
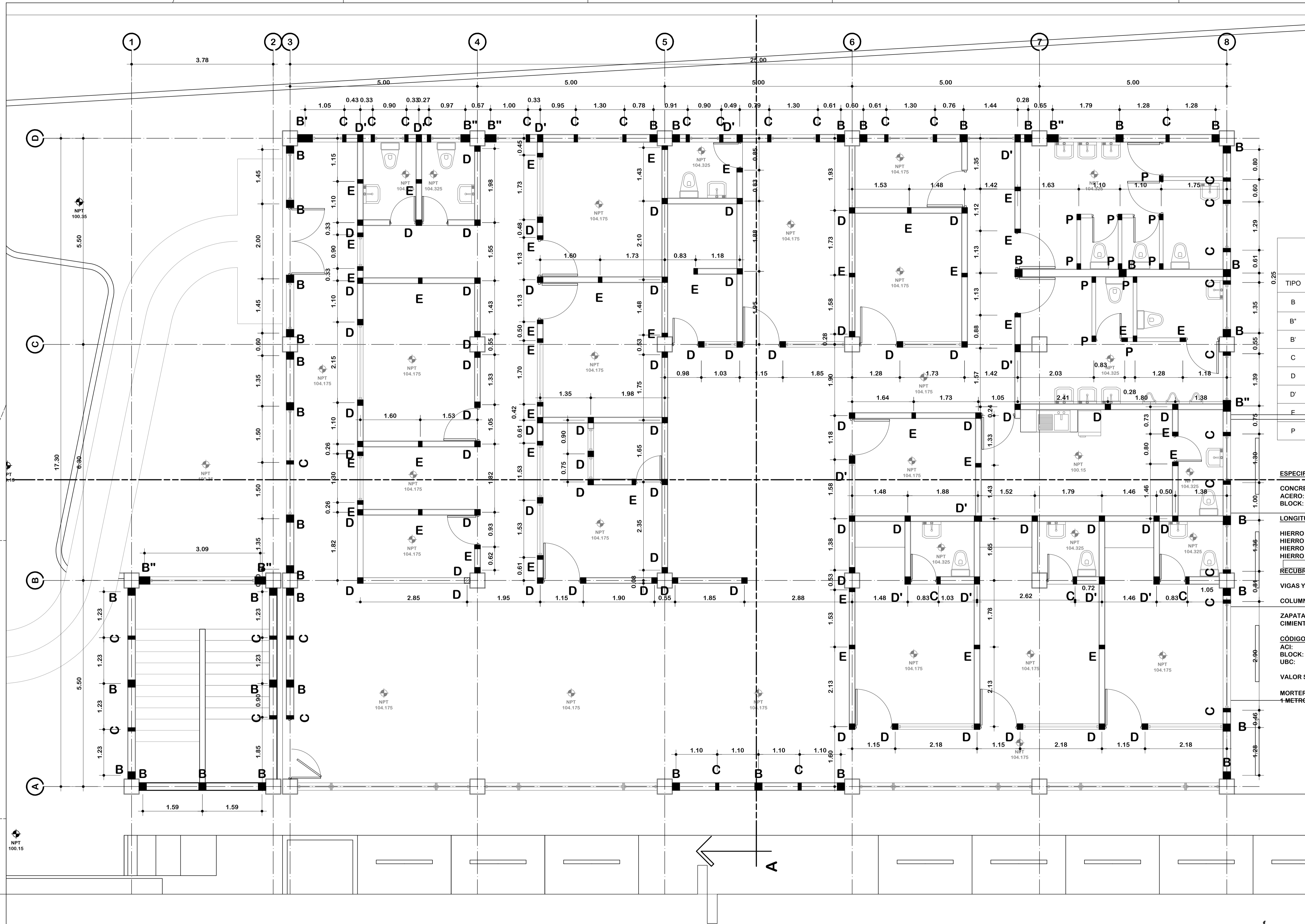
VALOR SOPORTE DEL SUELO : 17.53 ton / m²

MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12
 1 METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.

PLANO DE COLUMNAS EN MUROS TABIQUE

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACION: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE COLUMNAS EN MUROS PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 03 DE: EST NÚMERO: 11
VO. BO. PROPIETARIO		VO. BO. ING		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	CANT.	SECCION	ARMADO
B	38	20x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B'	6	30x20	6 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
B''	1	40x20	8 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
C	36	10x20	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
D	65	15x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
D'	12	15x20	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15
E	50	10x15	2 varillas no. 3 + EsL no.2 @ 0.15
P	11	10x15	4 varillas no. 3 + Est no.2 @ 0.15

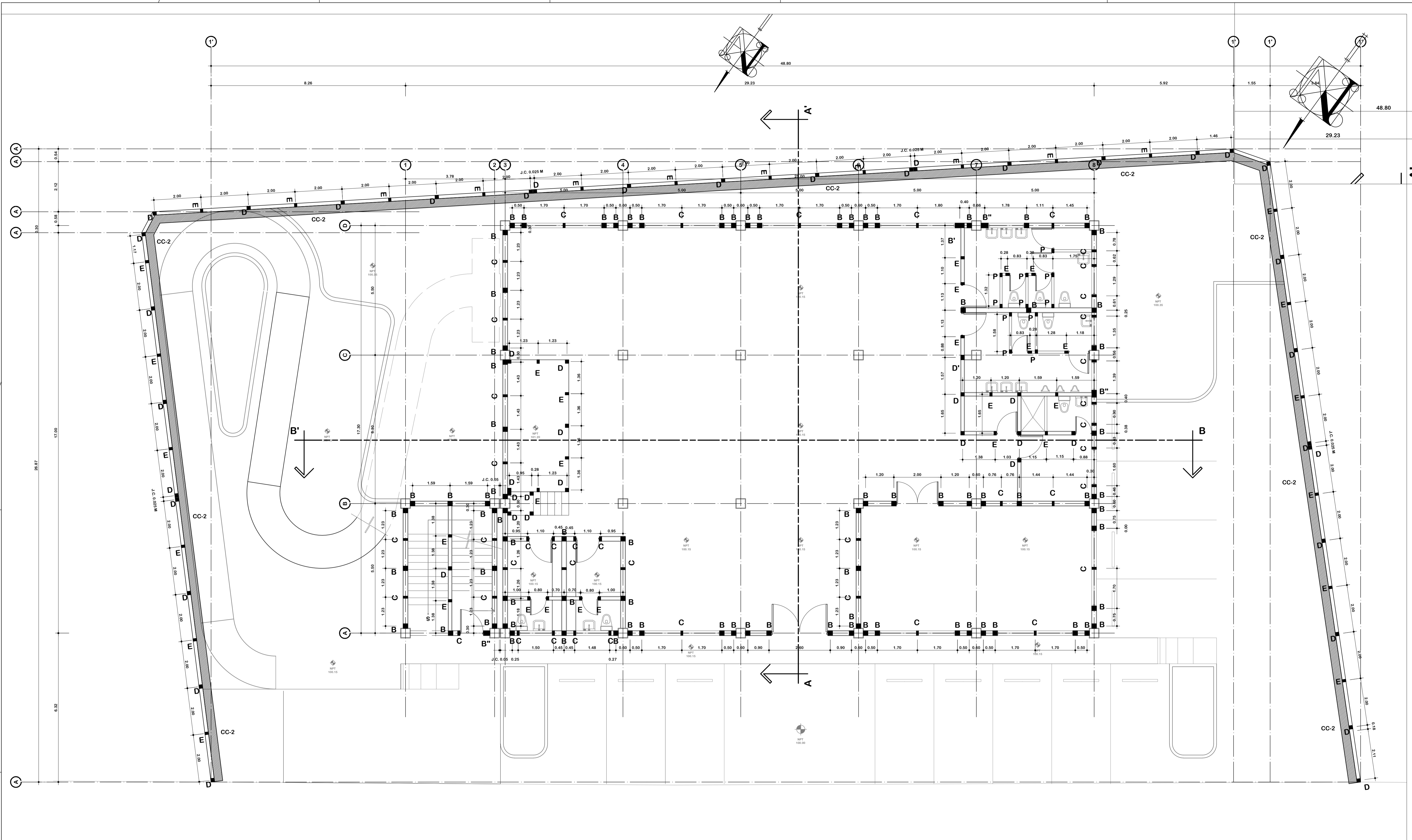
- ESPECIFICACIONES:**
- CONCRETO: 3000 PSI
 - ACERO: GRADO 40
 - BLOCK: 35 Kg / cm²
- LONGITUD DE ESCUADRAS:**
- HIERRO No. 3: 30 cm
 - HIERRO No. 4: 40 cm
 - HIERRO No. 5: 50 cm
 - HIERRO No. 6: 60 cm
- RECUBRIMIENTOS:**
- VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 - COLUMNAS Y SOLERAS: 3 cm
 - ZAPATAS Y CIMIENTOS CORRIDOS: 7.5 cm
- CÓDIGOS:**
- ACI: 318 - 05
 - BLOCK: NSE - 2010
 - UBC: '97
- VALOR SOPORTE DEL SUELO: 17.53 ton / m²**
- MORTERO DE PEGA: SABIETA DE PROPORCIÓN 1:12 + METRO DE ARENA CERNIDA Y 12 SACOS DE CEMENTO.**

PLANO DE COLUMNAS EN MUROS TABIQUE

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACION: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE COLUMNAS EN MUROS SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 04 DE EST NÚMERO: 12	
		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099			

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

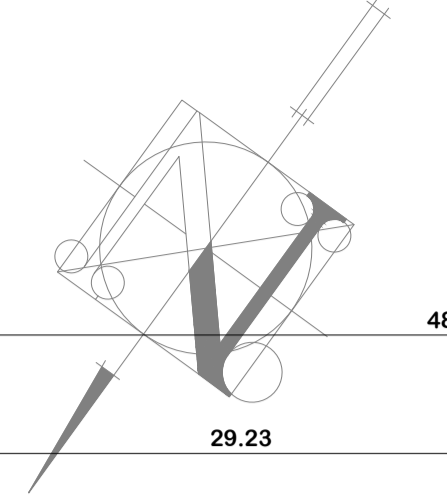
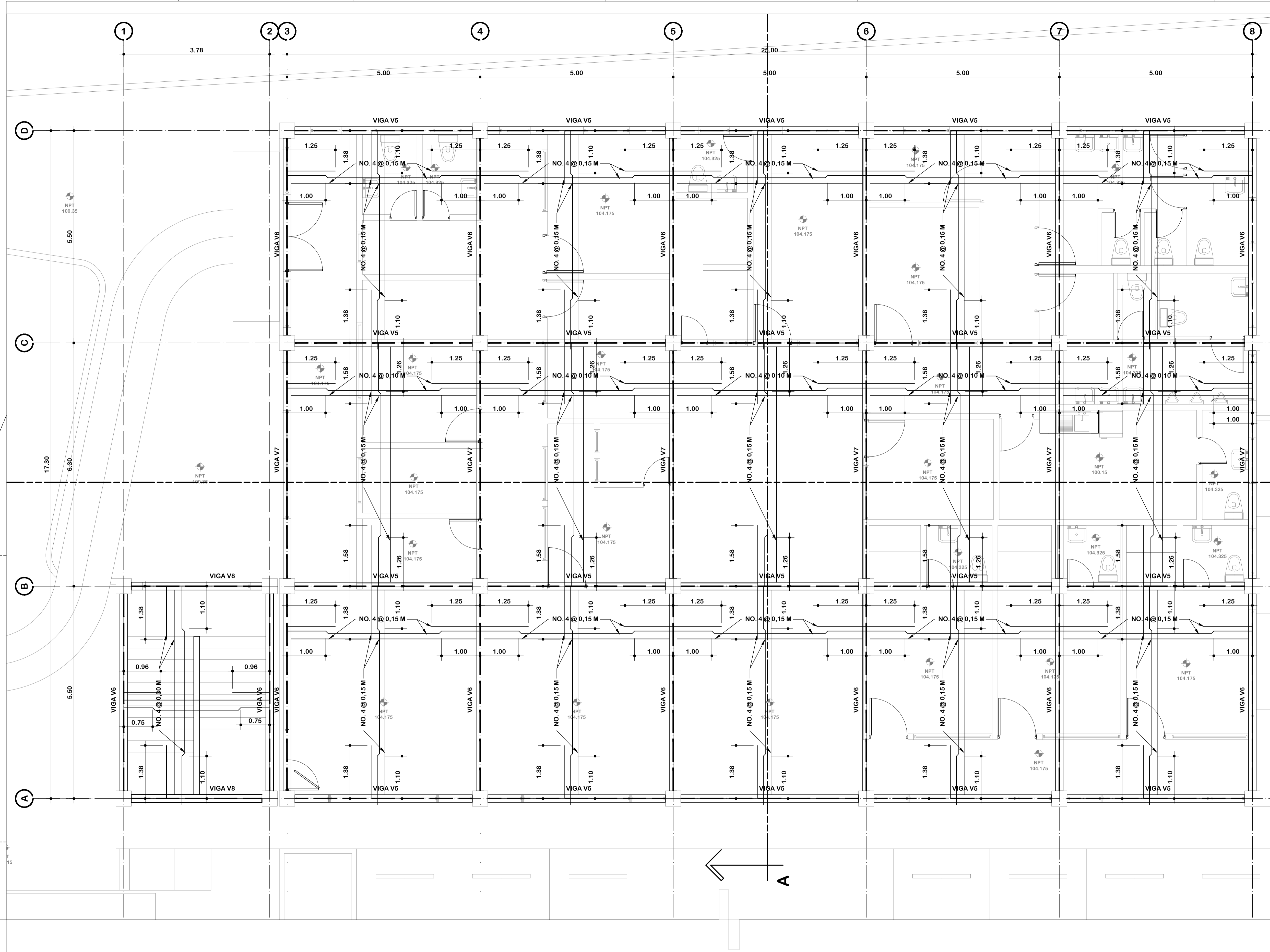


PLANO DE CONJUNTO DE COLUMNAS

ESCALA 1: 75

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099		
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANO DE COLUMNAS EN MUROS PERIMETRALES	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 05 DE: ARQ. NÚMERO: 13



ESPECIFICACIONES:

VIGAS:
 CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40

LOSAS:
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 t=0.13 PARA TODAS LAS LOSAS

LONGITUD DE ESCUADRAS:
 HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm

RECUBRIMIENTOS:
 VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 SOLERAS: 2.5 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm

CÓDIGOS:
 ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

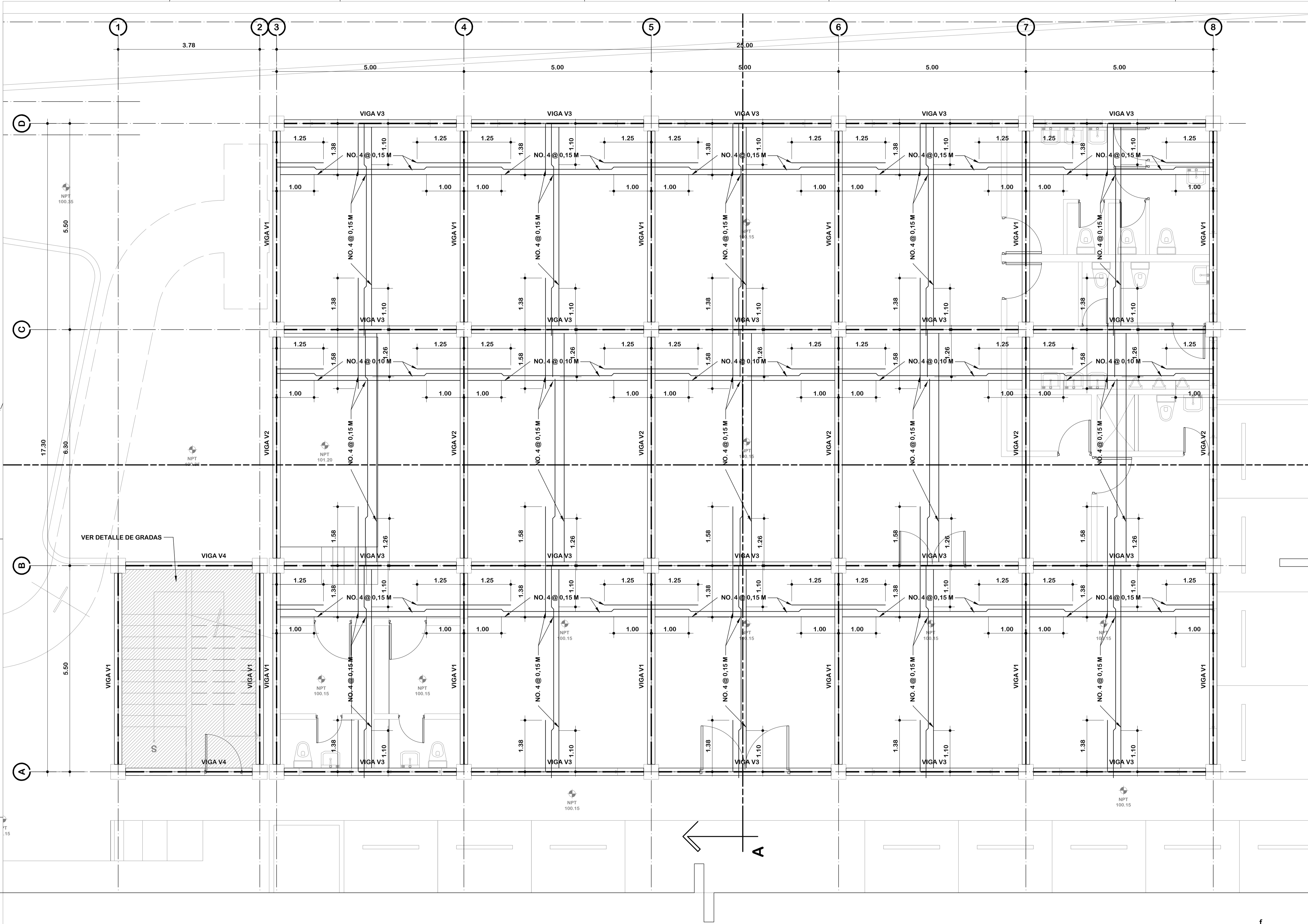
PLANO DE LOSAS Y VIGAS

ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING.

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 07 DE: EST NÚMERO: 15 27
---	--	---	--	--

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099



- ESPECIFICACIONES:**
- VIGAS:**
 CONCRETO: 3000 PSI
 ACERO: GRADO 40
- LOSAS:**
 CONCRETO: 4000 PSI
 ACERO: GRADO 40
 t=0.13 PARA TODAS LAS LOSAS
- LONGITUD DE ESCUADRAS:**
 HIERRO No. 3: 30 cm
 HIERRO No. 4: 40 cm
 HIERRO No. 5: 50 cm
 HIERRO No. 6: 60 cm
- RECUBRIMIENTOS:**
 VIGAS Y LOSAS: 2.5 cm
 SOLERAS: 2.5 cm
 ZAPATAS Y CIMENTOS CORRIDOS: 7.5 cm
- CÓDIGOS:**
 ACI: 318 - 05
 BLOCK: NSE - 2010
 UBC: '97

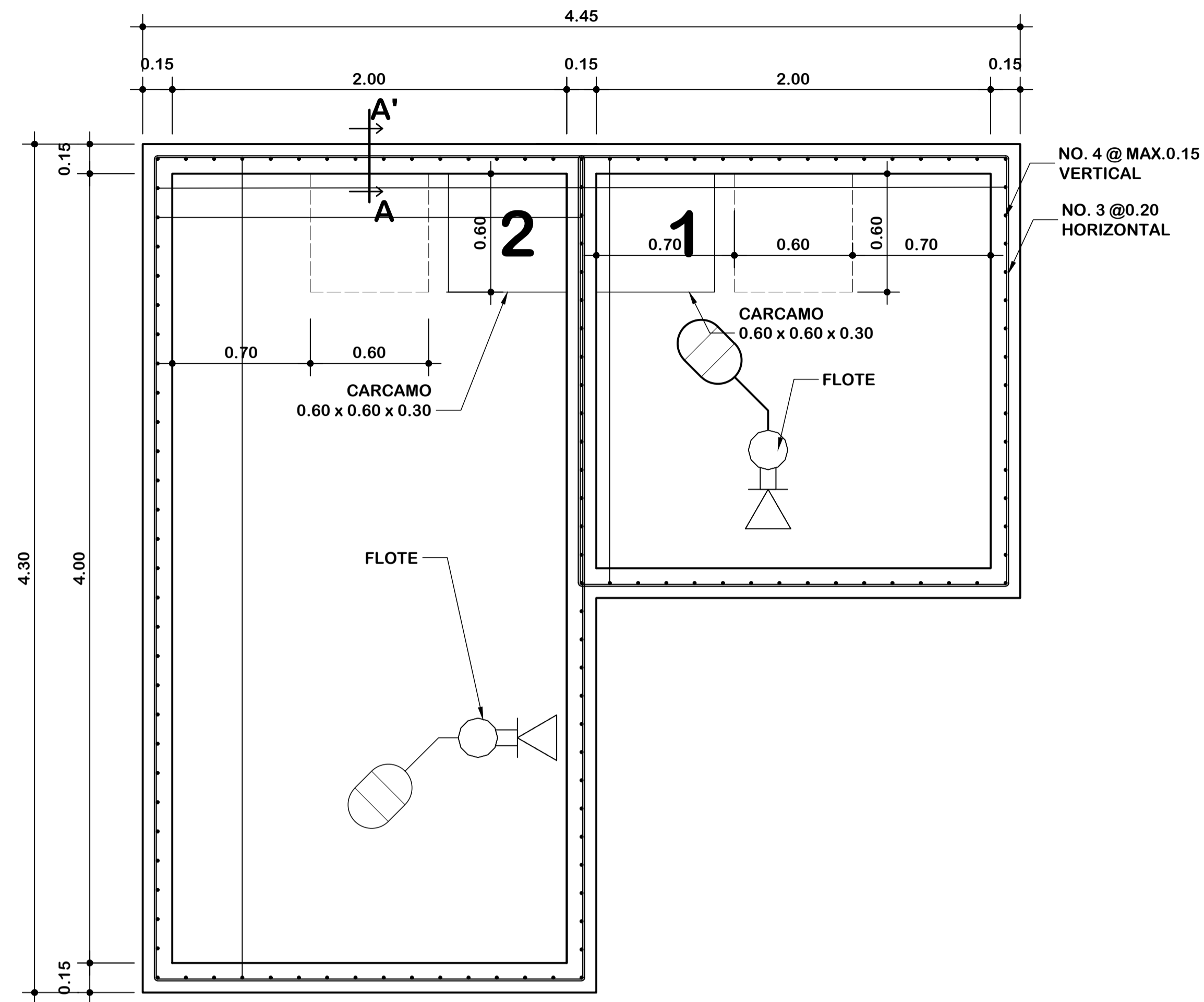
PLANO DE LOSAS Y VIGAS

ESCALA 1: 50

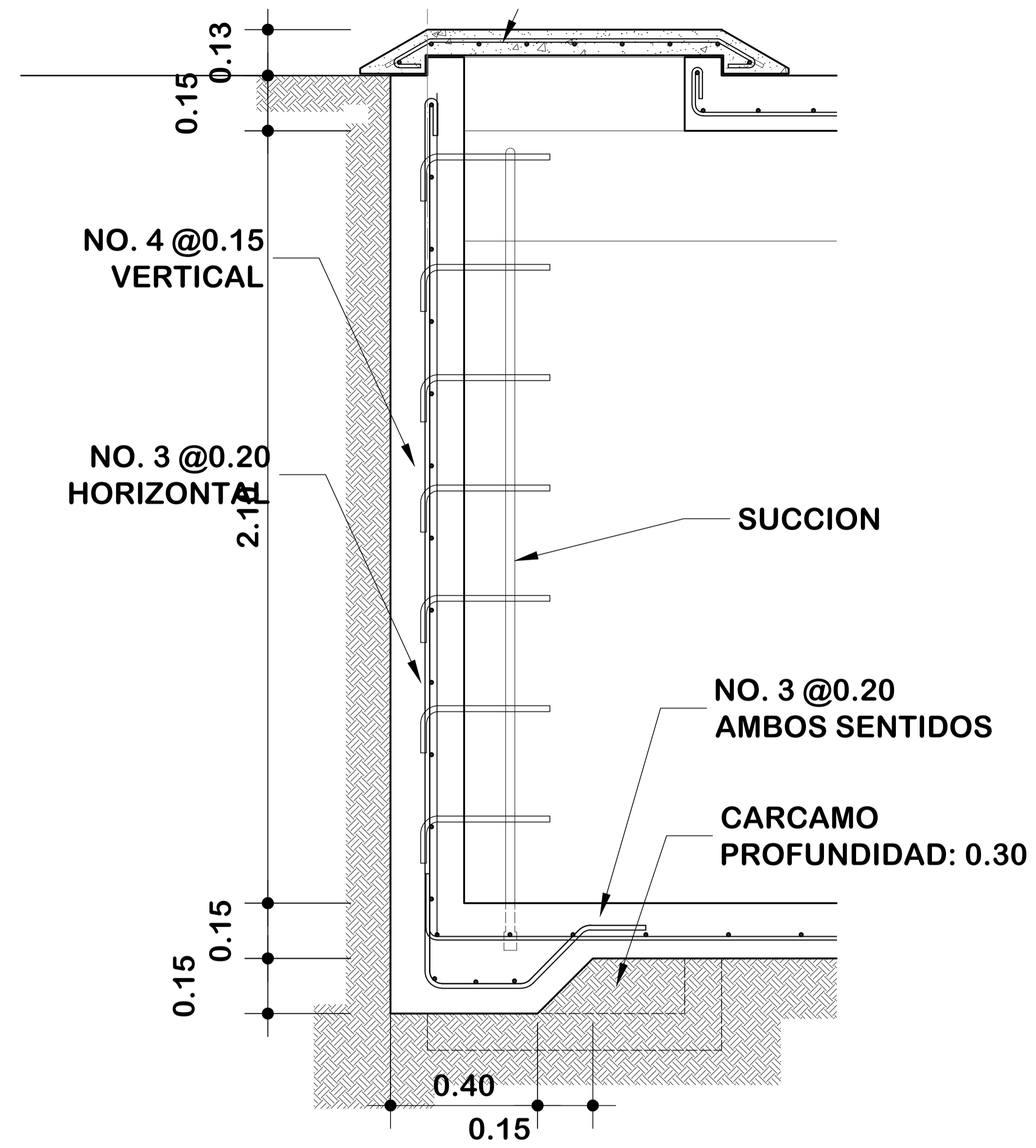
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 06 DE: EST NÚMERO: 14 27
---	--	--	--	--

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

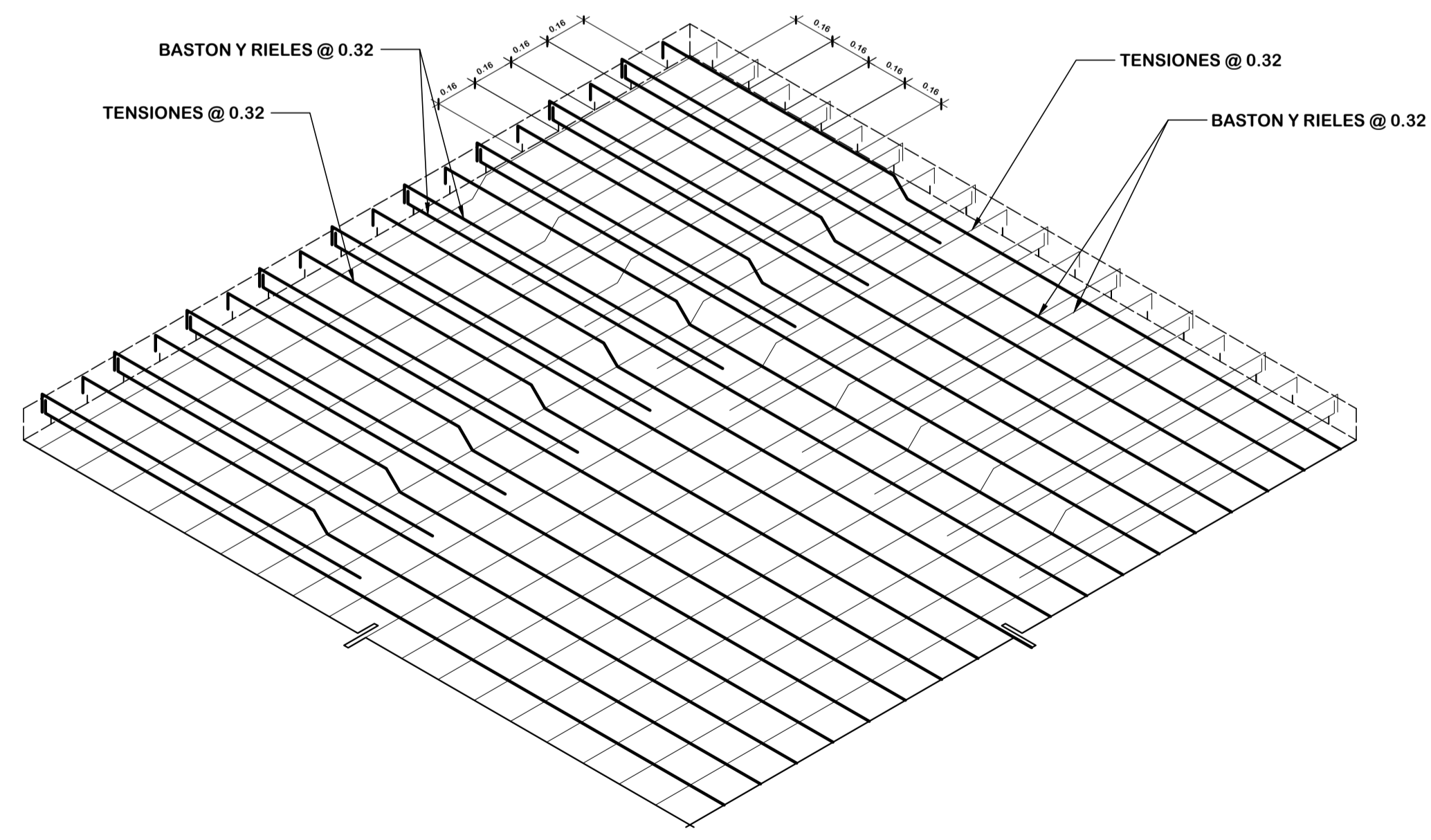
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING



PLANTA DE CISTERNA
ESCALA 1: 25



SECCION A-A'
ESCALA 1: 25



ISOMETRICO DE ARMADO EN LOSA
ESCALA 1: 10

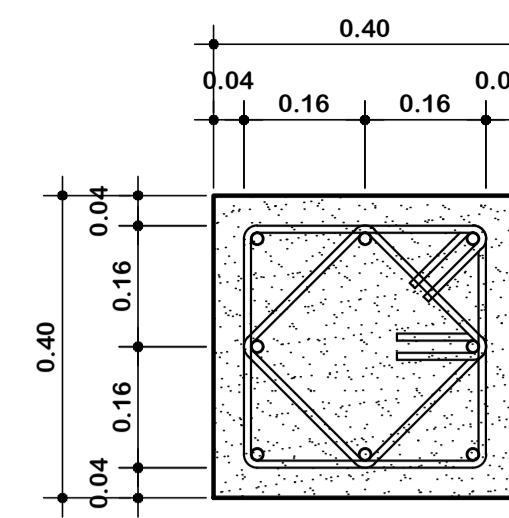
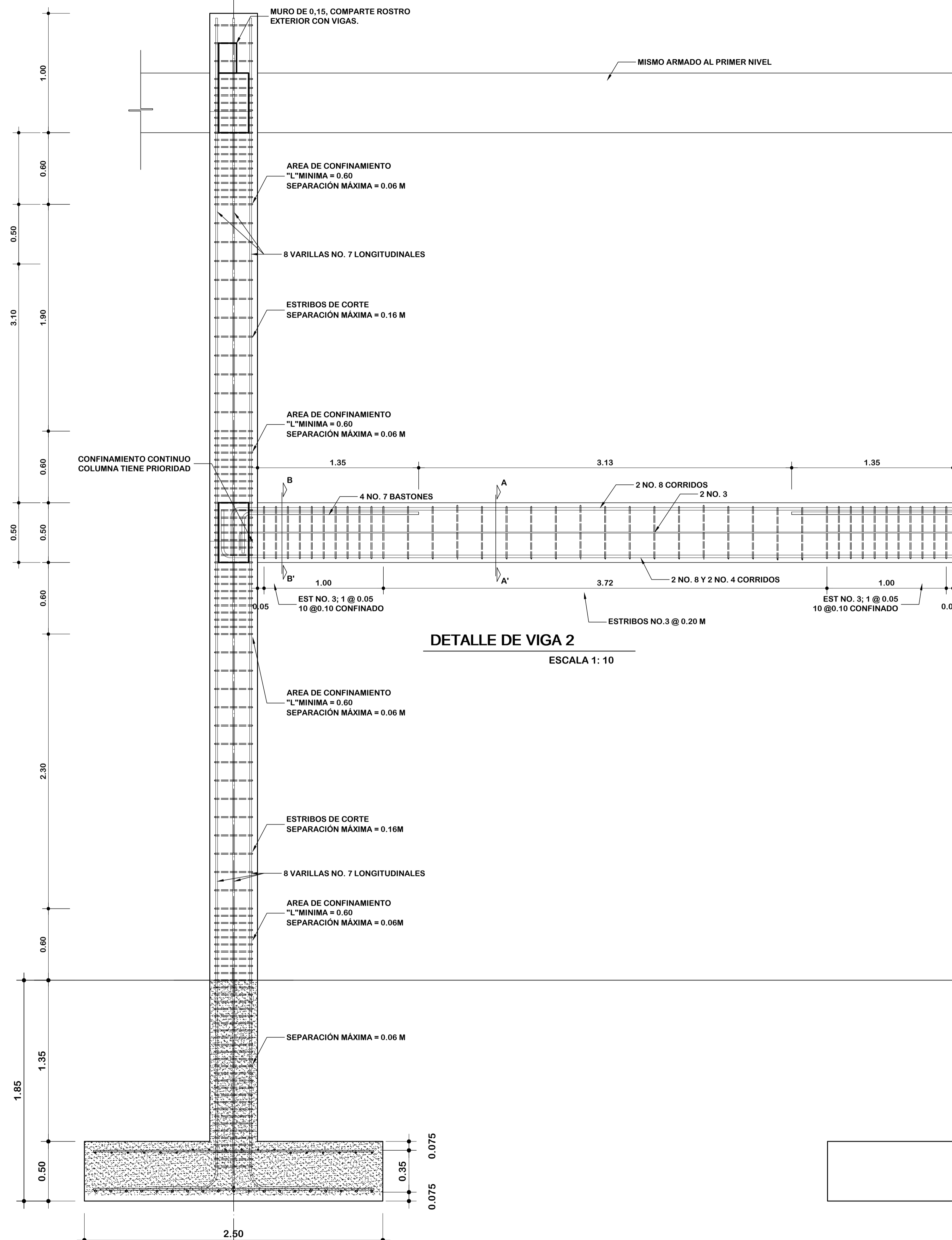
PLANO DE DETALLES ESTRUCTURALES

ESCALA: INDICADA

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

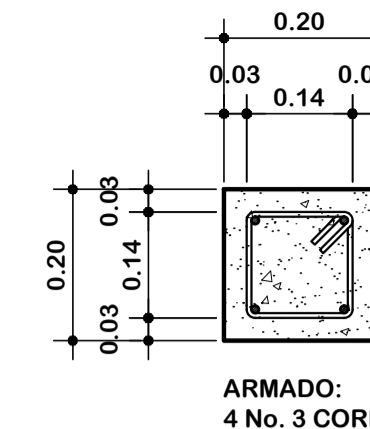
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES		FECHA: ABRIL 2016	
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ		HOJA: 10 DE 18 EST.	
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.		CONTENIDO: DETALLES DE CISTERNA Y LOSA.		NÚMERO: 18' 27	
ESCALA: INDICADA					

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099



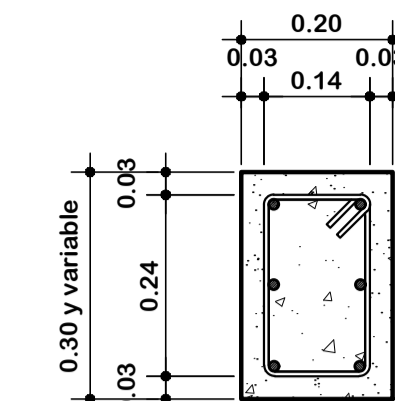
COLUMNA TIPO A

ESCALA 1: 10



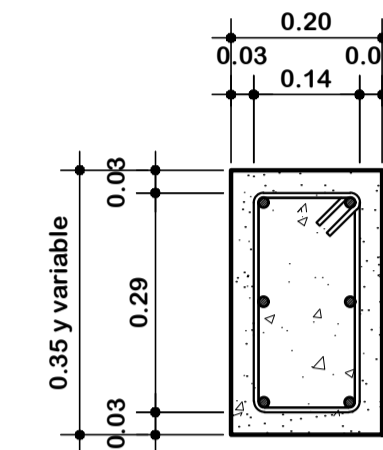
COLUMNA TIPO B

ESCALA 1: 10



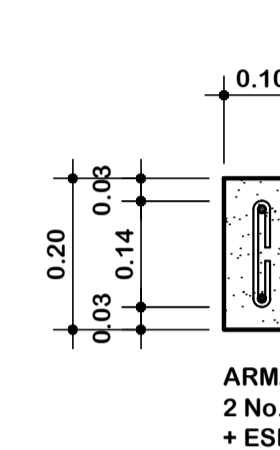
COLUMNA TIPO B'

ESCALA 1: 10



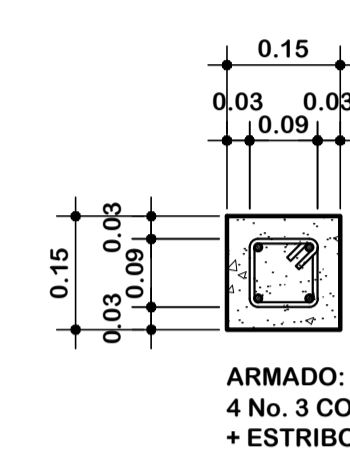
COLUMNA TIPO B''

ESCALA 1: 10



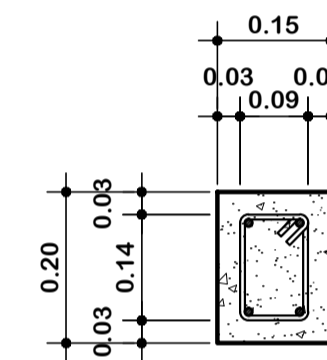
COLUMNA TIPO C

ESCALA 1: 10



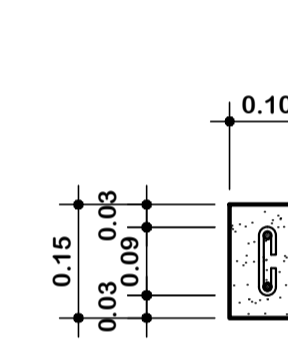
COLUMNA TIPO D

ESCALA 1: 10



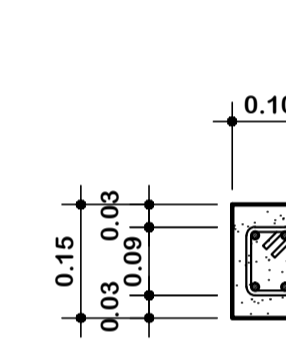
COLUMNA TIPO D'

ESCALA 1: 10



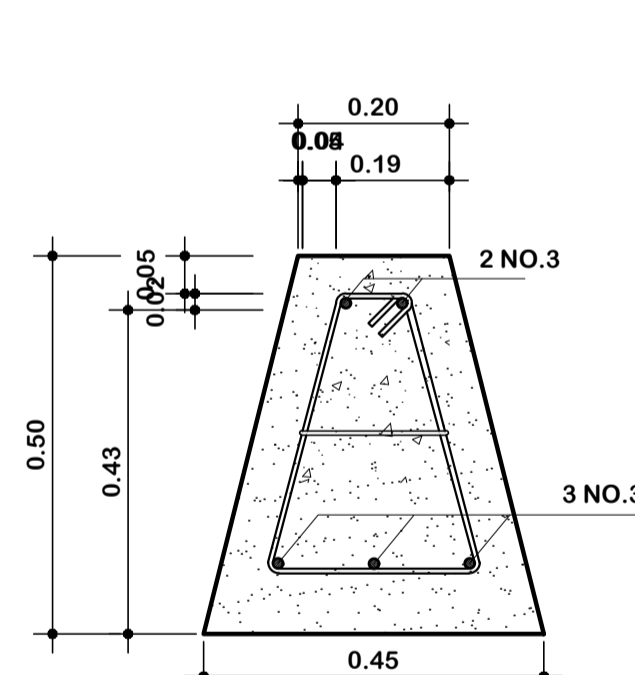
COLUMNA TIPO E

ESCALA 1: 10



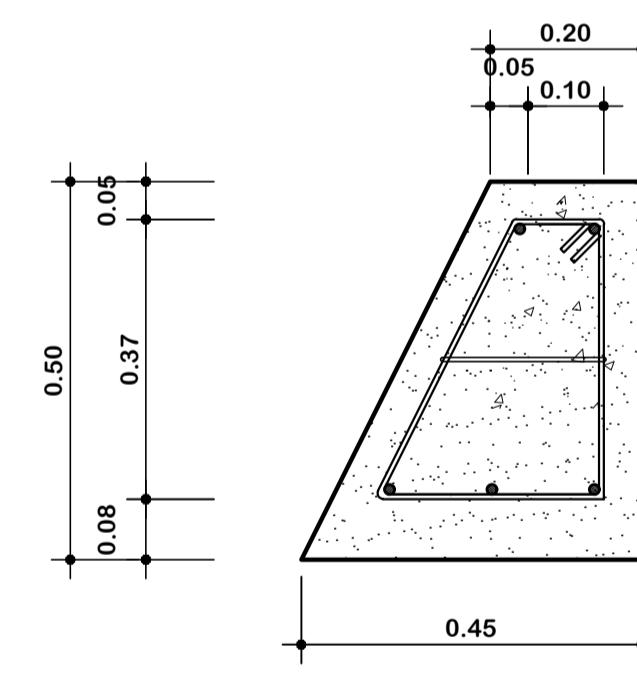
COLUMNA TIPO P

ESCALA 1: 10



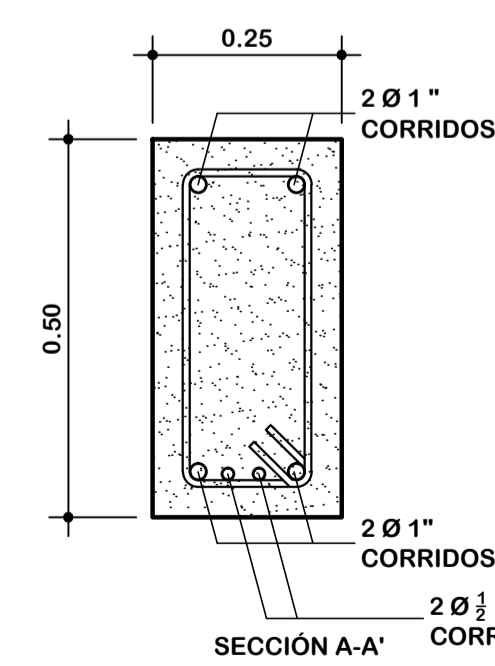
CIMENTO CC-1

ESCALA 1: 10



CIMENTO CC-2

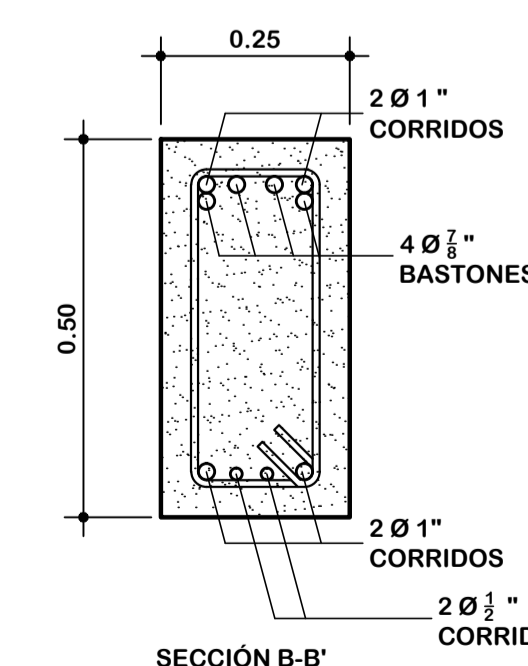
ESCALA 1: 10



EST NO. 3; 1 @ 0.05; 10 @ 0.10 Y EL RESTO A @ 0.20

DETALLE DE VIGA 2

ESCALA 1: 10



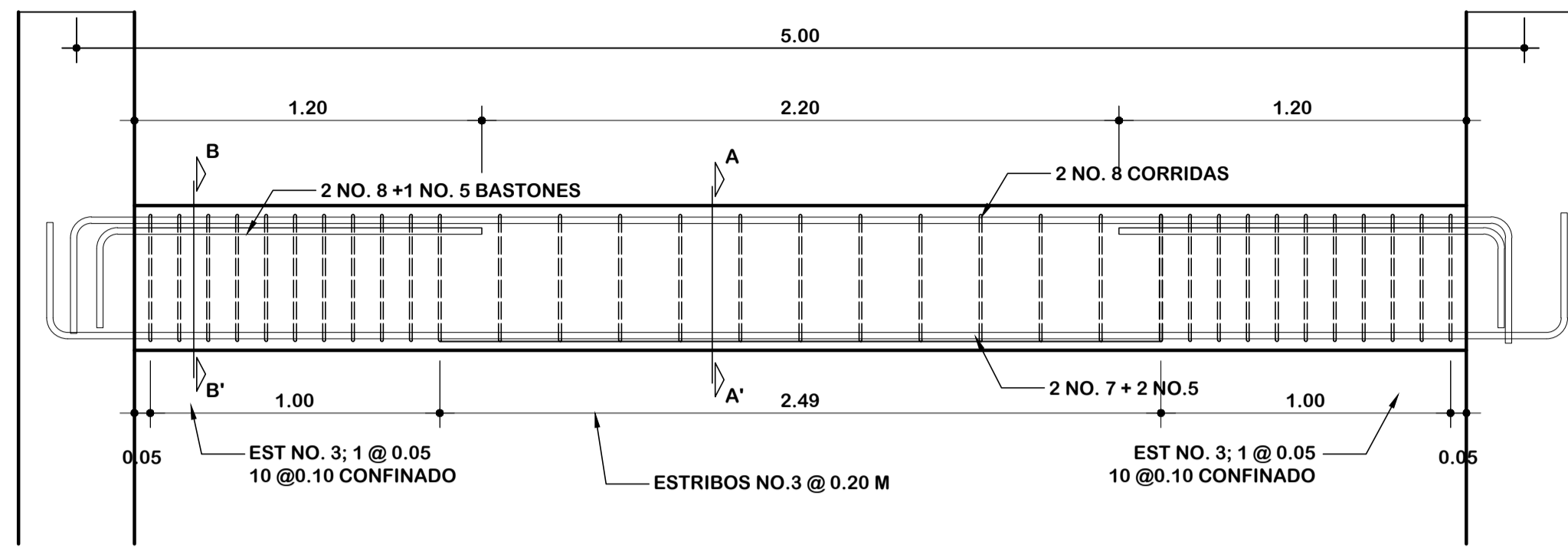
PLANO DE DETALLES ESTRUCTURALES

ESCALA: INDICADA

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

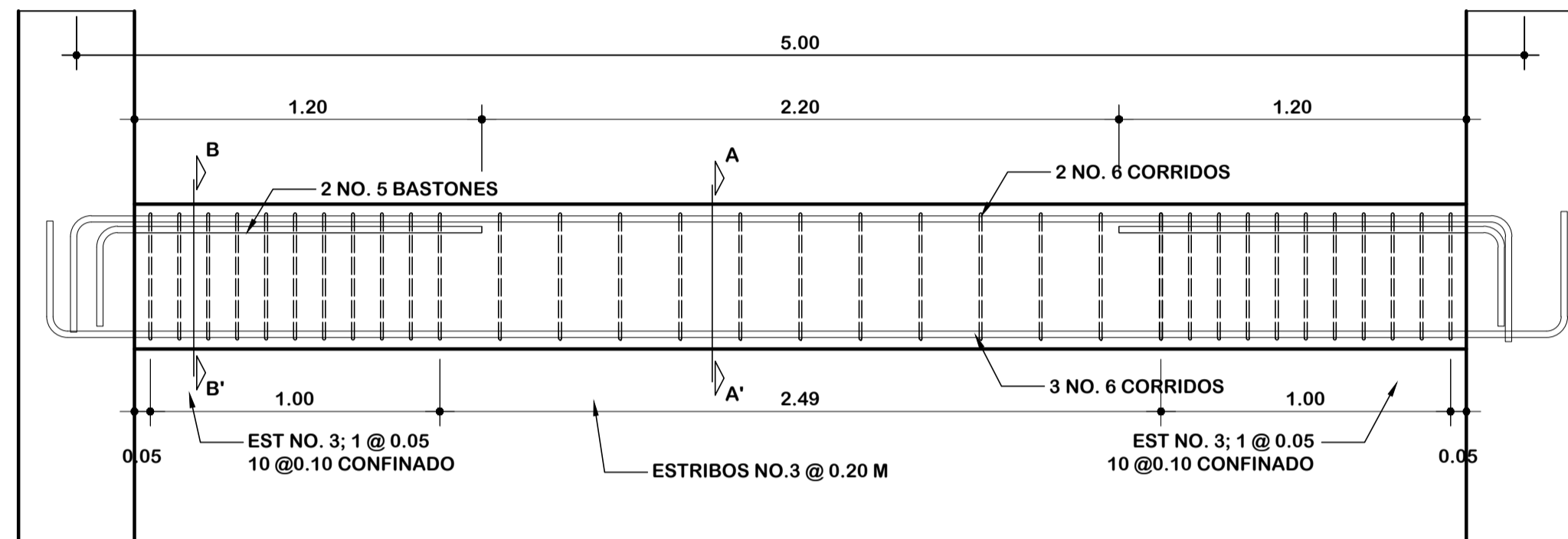
JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 08 DE: EST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: DETALLES DE COLUMNAS, MUROS Y VIGAS.	NÚMERO: 16
ESCALA: INDICADA		27



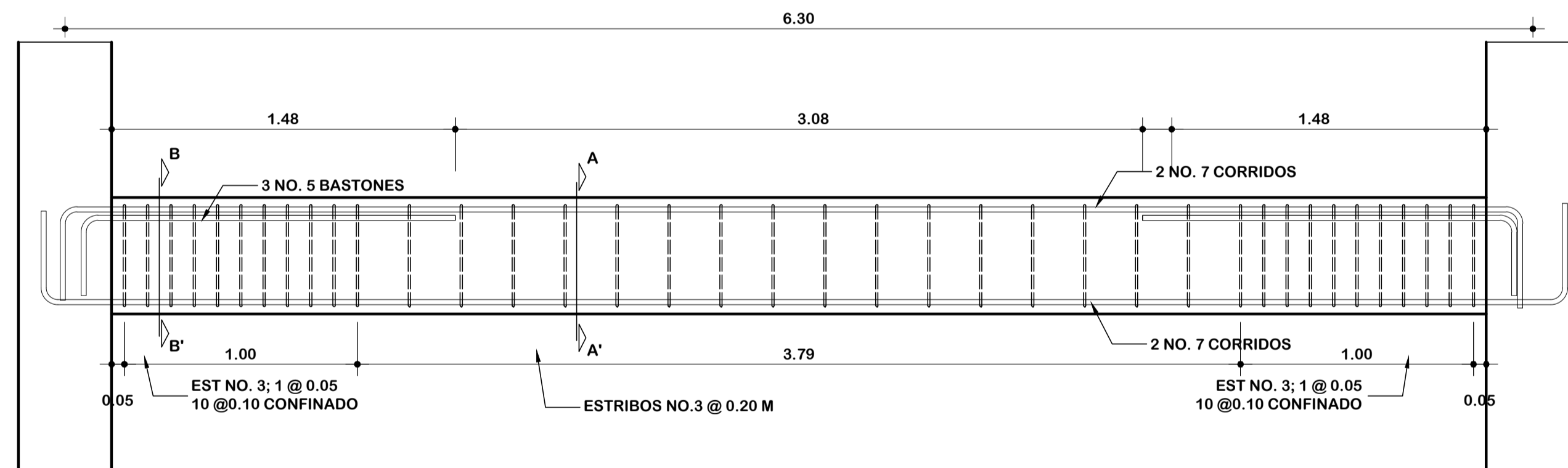
DETALLE DE VIGA 3

ESCALA 1: 20



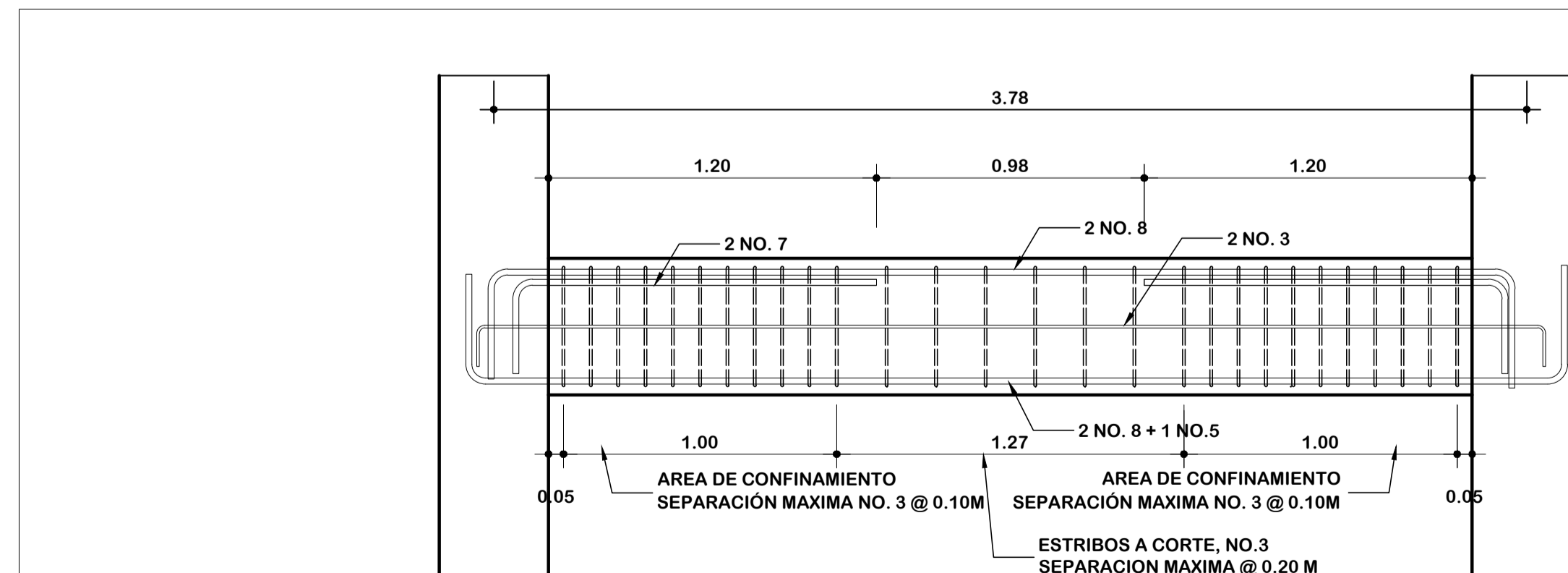
DETALLE DE VIGA 5

ESCALA 1: 20



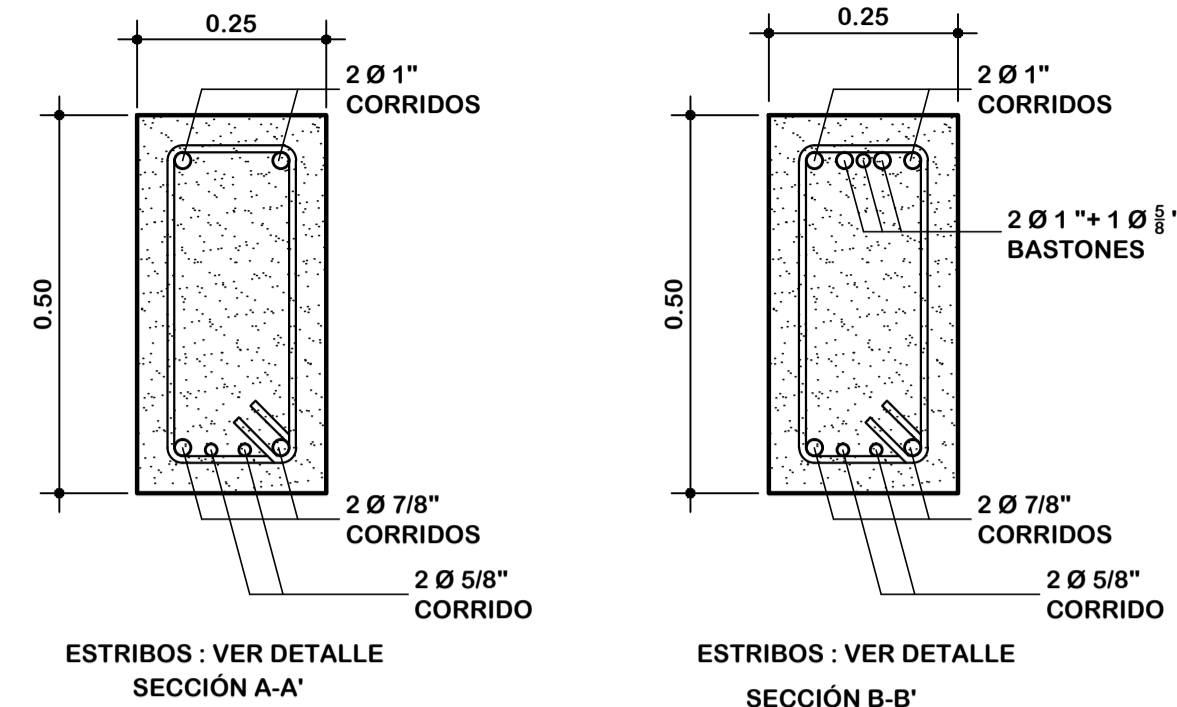
DETALLE DE VIGA 7

ESCALA 1: 20



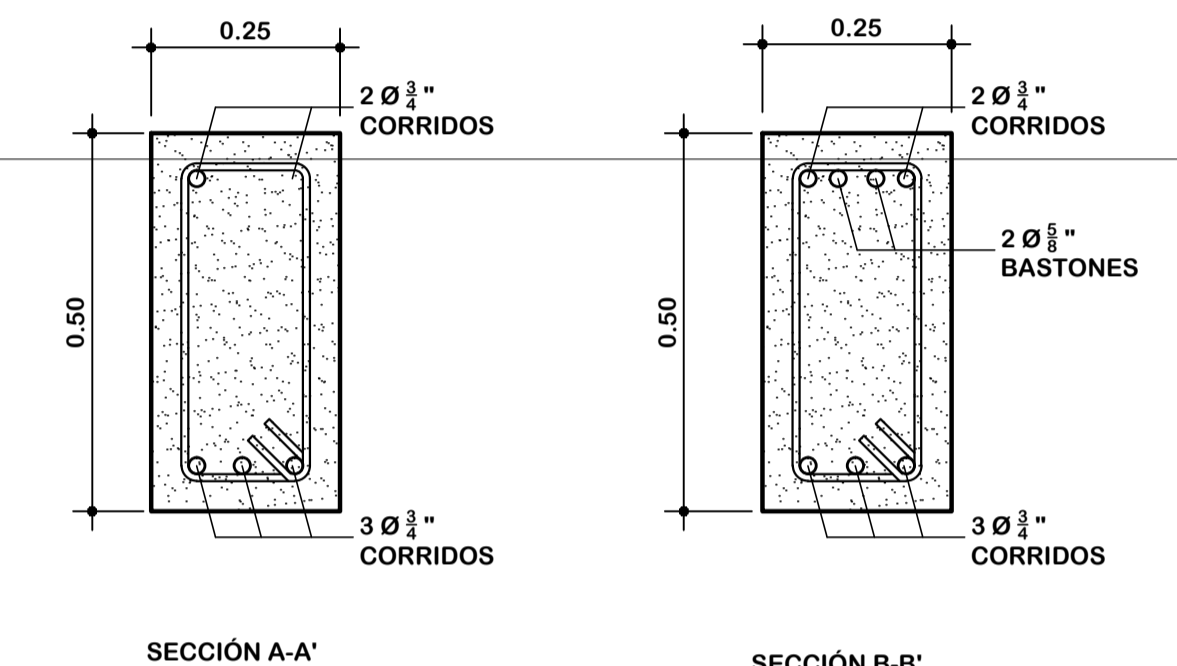
DETALLE DE VIGA 4

ESCALA 1: 20



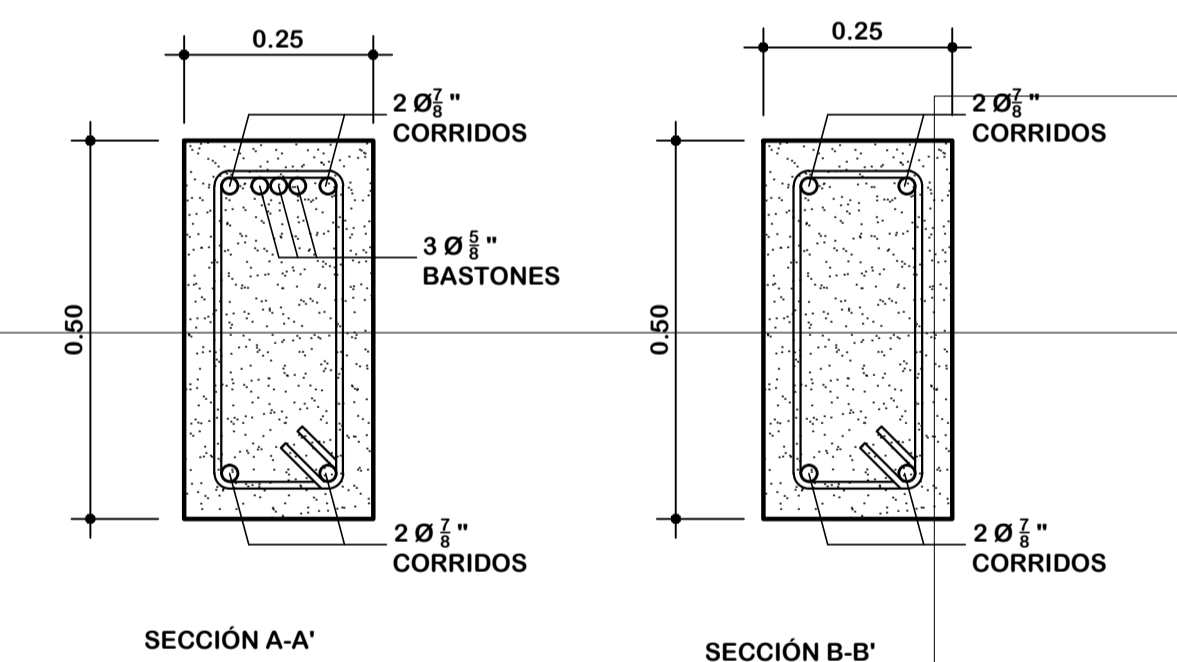
DETALLE DE VIGA 3

ESCALA 1: 10



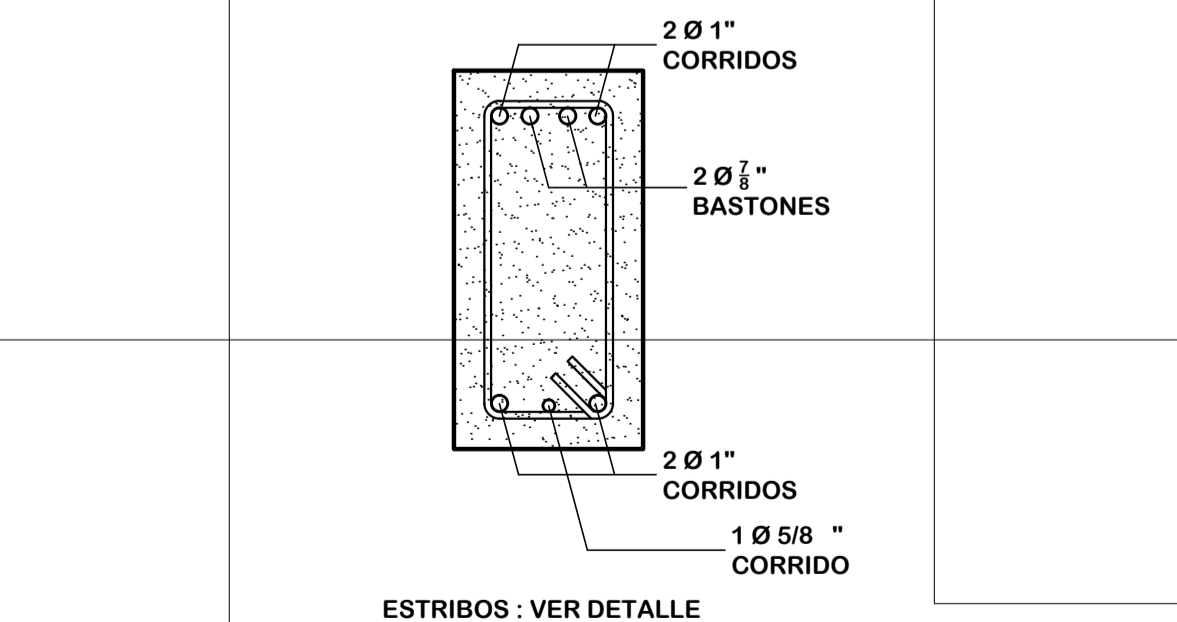
DETALLE DE VIGA 5

ESCALA 1: 10



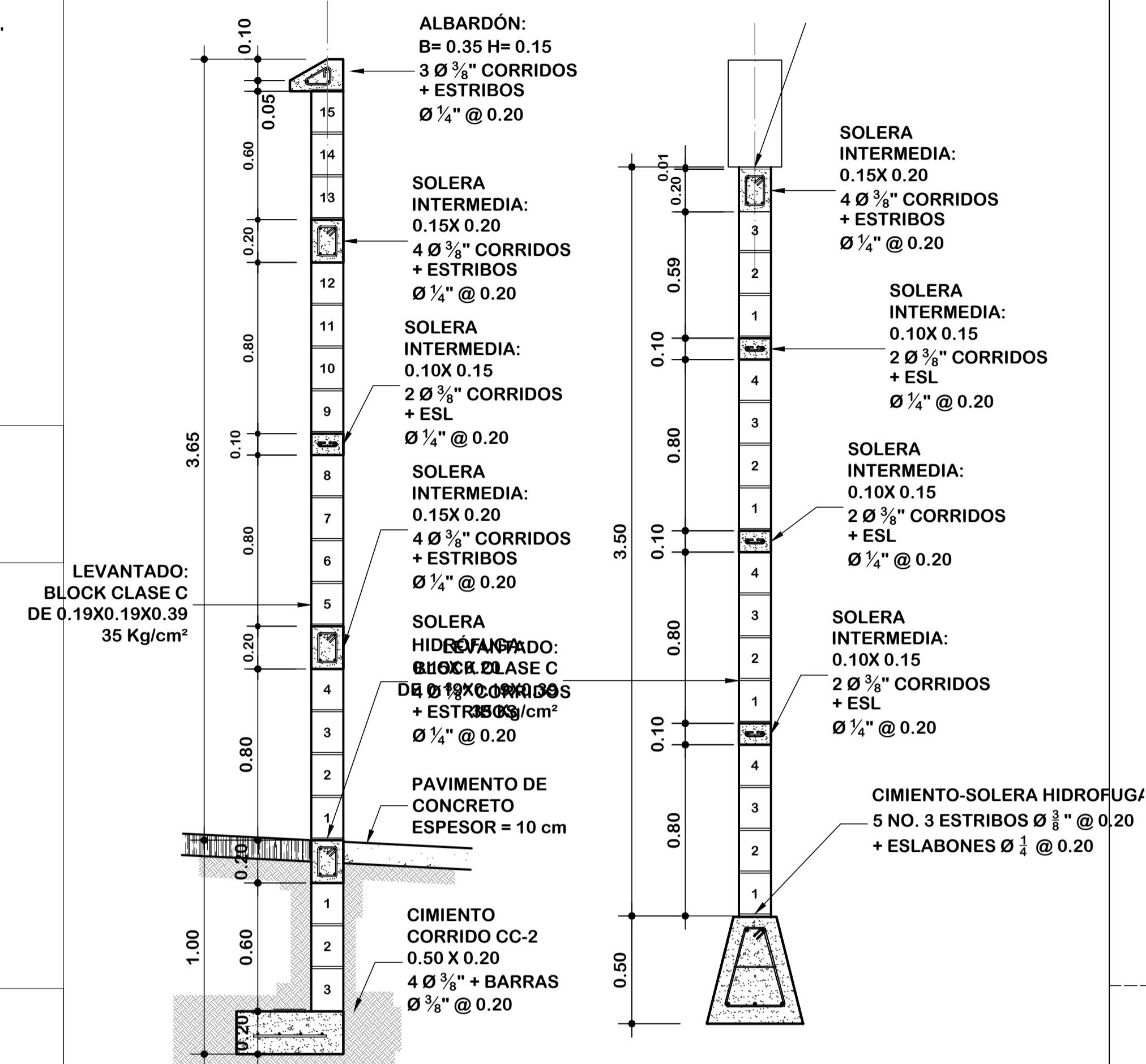
DETALLE DE VIGA 7

ESCALA 1: 10



DETALLE DE VIGA 4

ESCALA 1: 10

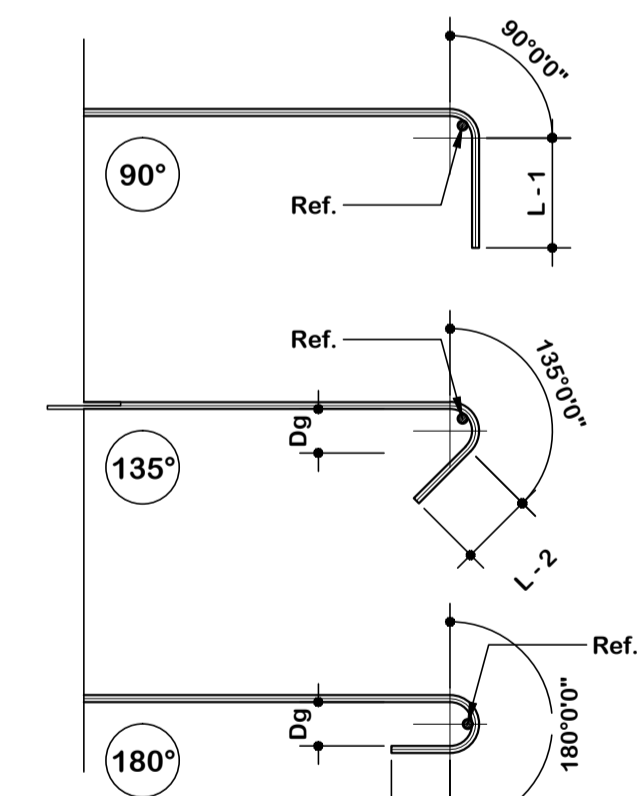


CORTE DE MURO PERIMETRAL

ESCALA 1: 25

CORTE DE MURO PERIMETRAL

ESCALA 1: 25



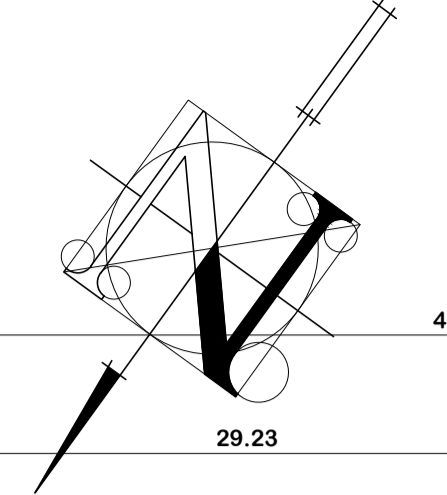
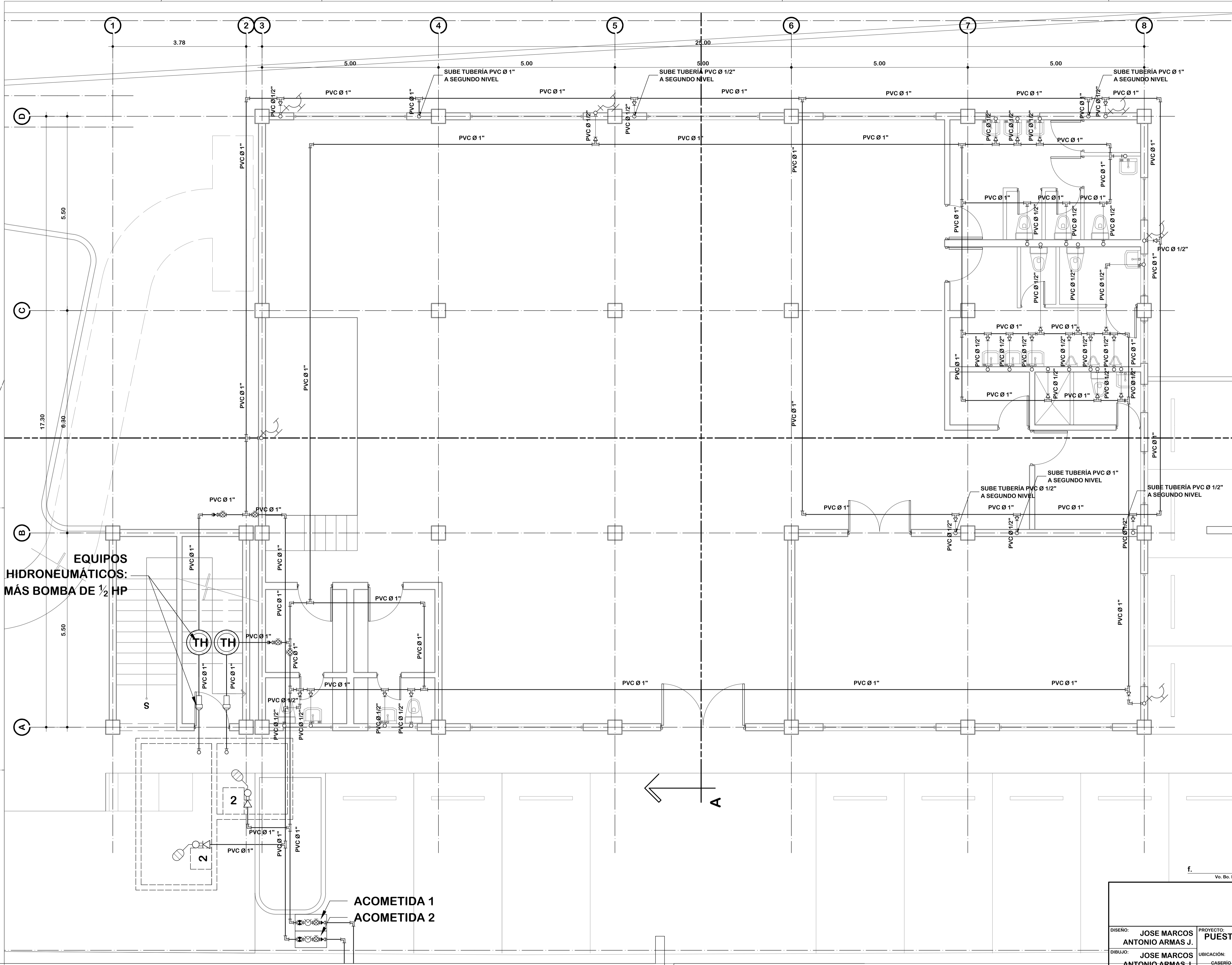
DOBLES DE GANCHOS

ESCALA 1: 10

DOBLES DE GANCHO ESTANDAR PARA
REFUERZOS PRINCIPALES SEGUN NORMA
ACI-318-05

PLANILLA DE DOBLES

No. Ref.	Dg	L - 1	L - 2	L - 3
2 = 1/4"	0.04	0.10	0.10	0.08
3 = 3/8"	0.06	0.15	0.10	0.08
4 = 1/2"	0.08	0.20	0.15	0.10
5 = 5/8"	0.10	0.20	0.16	0.13
6 = 3/4"	0.12	0.25	0.18	0.15
7 = 7/8"	0.14	0.30	0.20	0.18
8 = 1"	0.16	0.35	0.24	0.20
9 = 1 1/8"	0.23	0.35	0.28	0.26
10 = 1 1/4"	0.26	0.40	0.32	0.30
11 = 1 3/8"	0.29	0.45	0.34	0.32



SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA VÁLVULA DE CORTE
	INDICA CONTADOR
	INDICA VÁLVULA DE PASO
	INDICA VÁLVULA DE CHEQUE
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 3/4"
	TUBERÍA PVC DE AGUA FRIA Ø 1/2"
	INDICA CODO A 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA REDUCIDOR DE DIÁMETRO
	INDICA GRIFO PARA MANGUERA
	INDICA CAJA DE REGISTRO

NOTA:
LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA SERÁ TIPO PVC DE 250 PSI

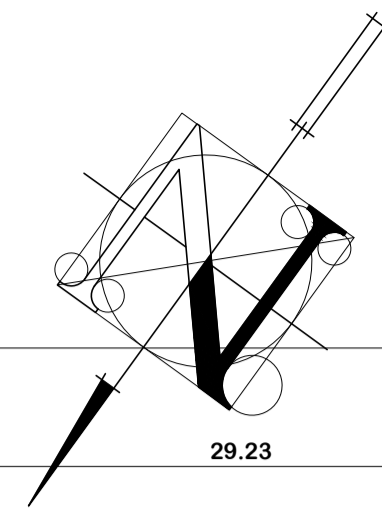
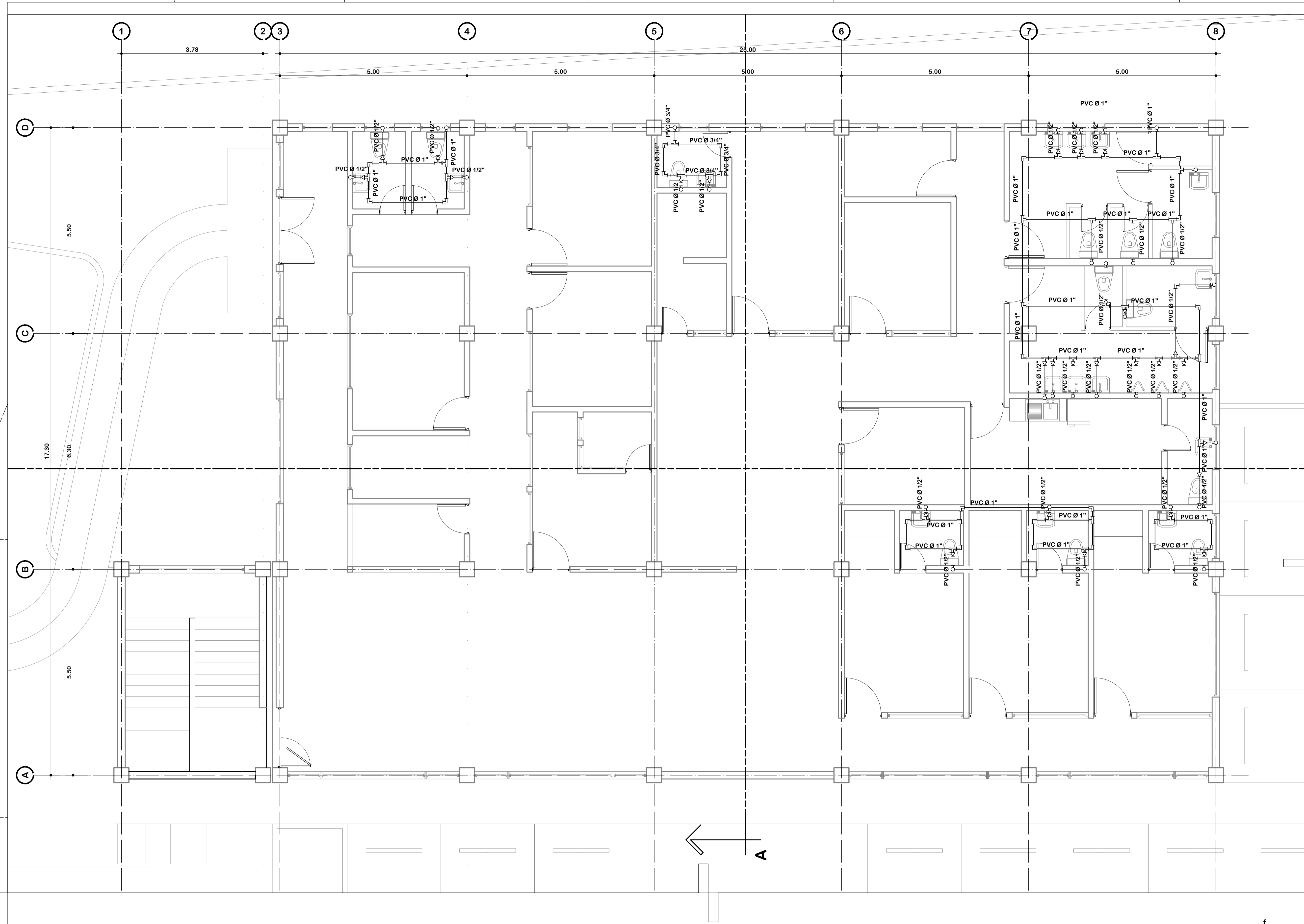
EQUIPOS
HIDRONEUMÁTICOS:
MÁS BOMBA DE 1/2 HP

ACOMETIDA 1
ACOMETIDA 2

PLANO DE HIDRAULICA

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE HIDRAULICA PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 01 DE: INST NÚMERO: 19 27
		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5587-7099		



SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA VÁLVULA DE CORTE
	INDICA CONTADOR
	INDICA VÁLVULA DE PASO
	INDICA VÁLVULA DE CHEQUE
	TUBERIA PVC DE AGUA FRIA Ø 1"
	TUBERIA PVC DE AGUA FRIA Ø 3/4"
	TUBERIA PVC DE AGUA FRIA Ø 1/2"
	INDICA CODO A 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO A 90° VERTICAL
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA REDUCIDOR DE DIÁMETRO
	INDICA GRIFO PARA MANGUERA
	INDICA CAJA DE REGISTRO

NOTA:
LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA SERÁ TIPO PVC DE 250 PSI

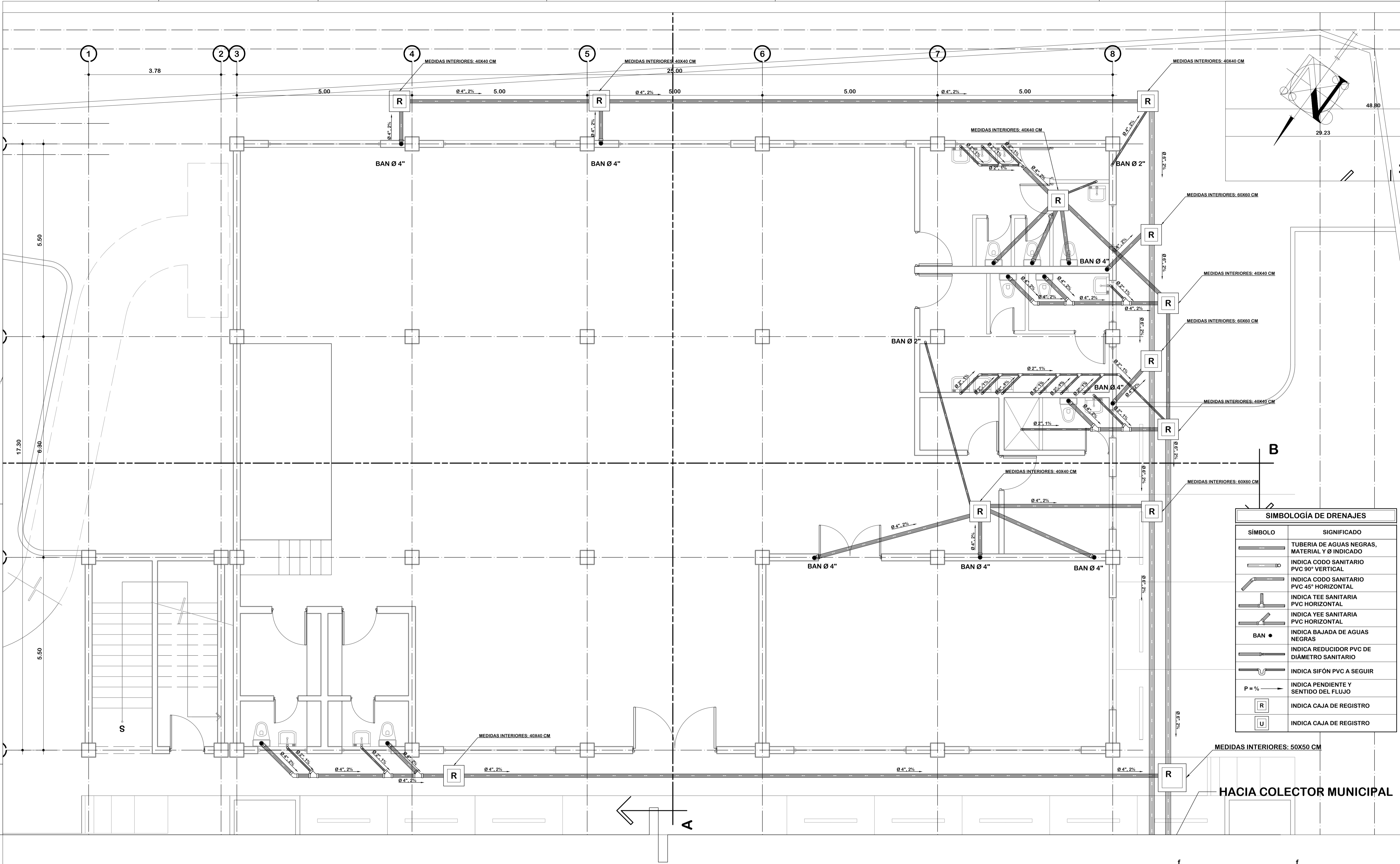
f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
jarmasjimenez@hotmail.com
5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 02 DE: INST.
CÁLCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE HIDRÁULICA SEGUNDO NIVEL	NÚMERO: 20
ESCALA: INDICADA		27

PLANO DE HIDRAULICA

ESCALA 1: 50



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA DE REGISTRO

MEDIDAS INTERIORES: 50X50 CM

HACIA COLECTOR MUNICIPAL

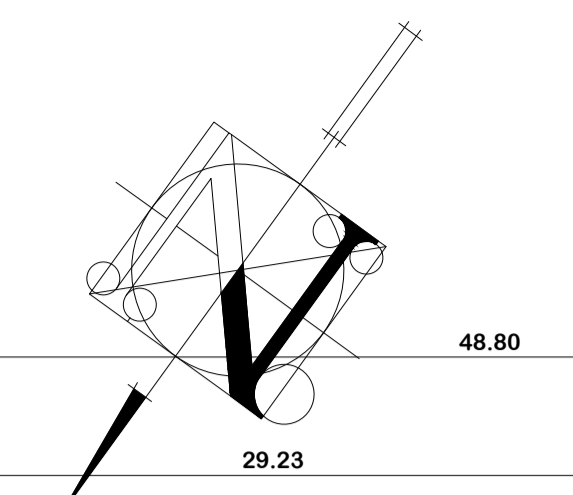
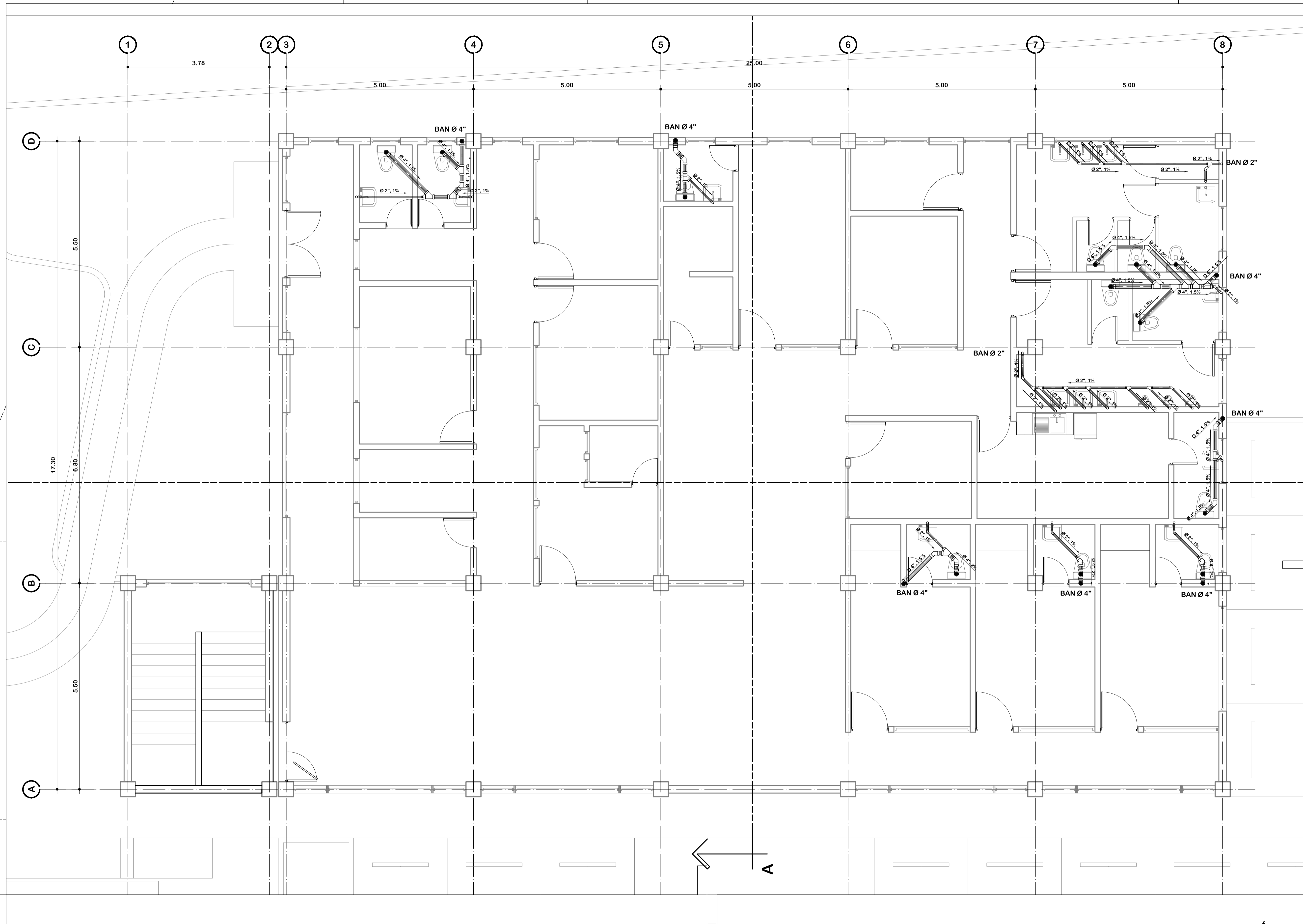
NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES SANITARIOS PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 03 DE: INST NÚMERO: 21 27	
		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099			

PLANO DE DRENAJES SANITARIOS

ESCALA 1: 50



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA DE REGISTRO

NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ
 jarmasjimenez@hotmail.com
 5597-7099

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES	FECHA: ABRIL 2016
DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ	HOJA: 04 DE: INST.
CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J.	CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES SANITARIOS SEGUNDO NIVEL	NÚMERO: 22
ESCALA: INDICADA		27

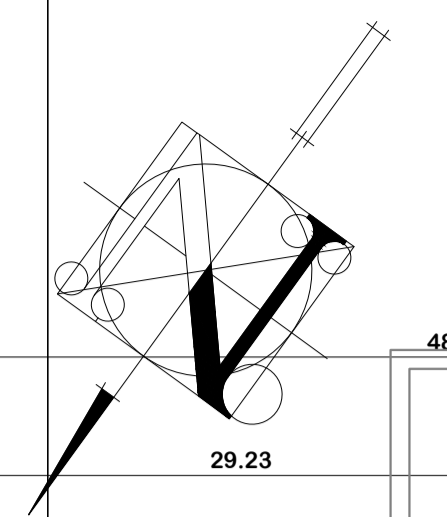
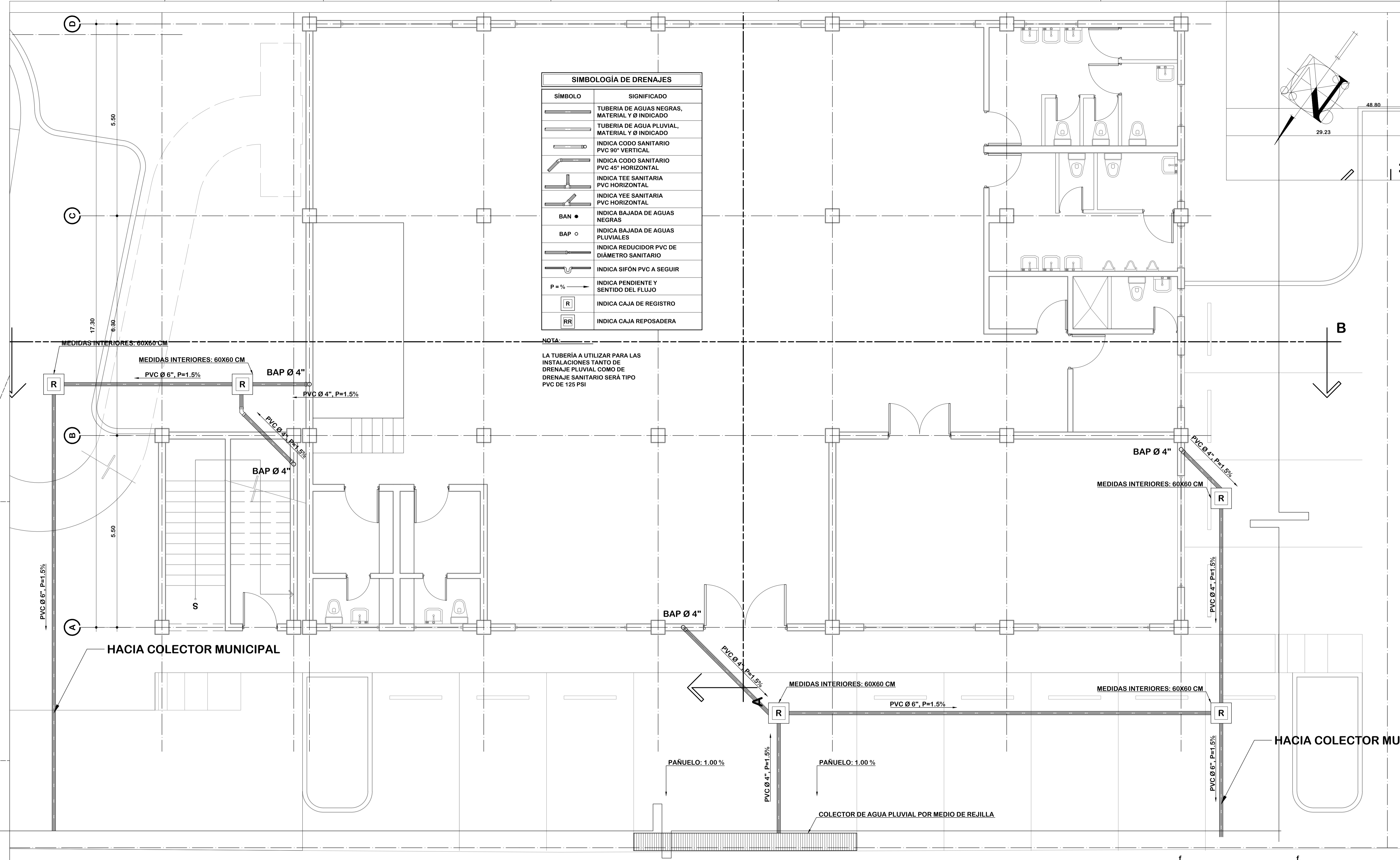
PLANO DE DRENAJES SANITARIOS

ESCALA 1:50

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA REPOSADERA

NOTA:

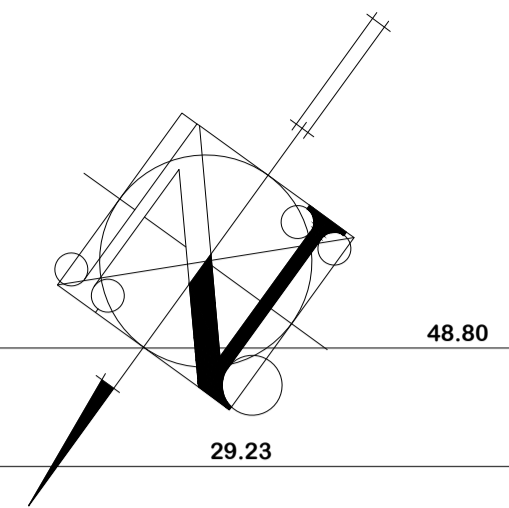
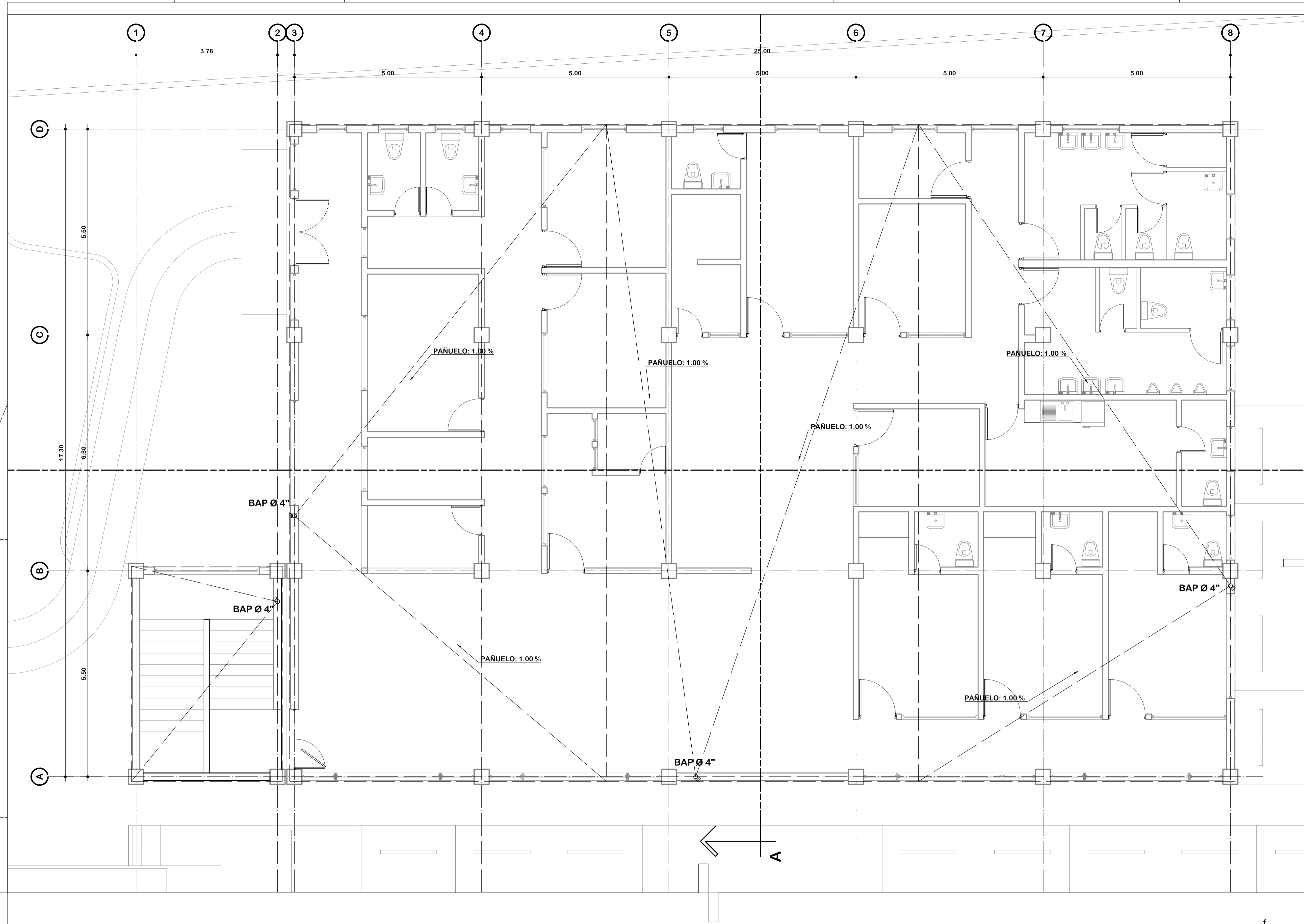
LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI



PLANO DE DRENAJES PLUVIALES

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES PLUVIALES PRIMER NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 05 DE: INST NÚMERO: 22 27
Vo. Bo. PROPIETARIO		Vo. Bo. ING		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099



SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL Y Ø INDICADO
	TUBERÍA DE AGUA PLUVIAL, MATERIAL Y Ø INDICADO
	INDICA CODO SANITARIO PVC 90° VERTICAL
	INDICA CODO SANITARIO PVC 45° HORIZONTAL
	INDICA TEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA YEE SANITARIA PVC HORIZONTAL
	INDICA BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA REDUCIDOR PVC DE DIÁMETRO SANITARIO
	INDICA SIFÓN PVC A SEGUIR
	INDICA PENDIENTE Y SENTIDO DEL FLUJO
	INDICA CAJA DE REGISTRO
	INDICA CAJA REPOSADERA

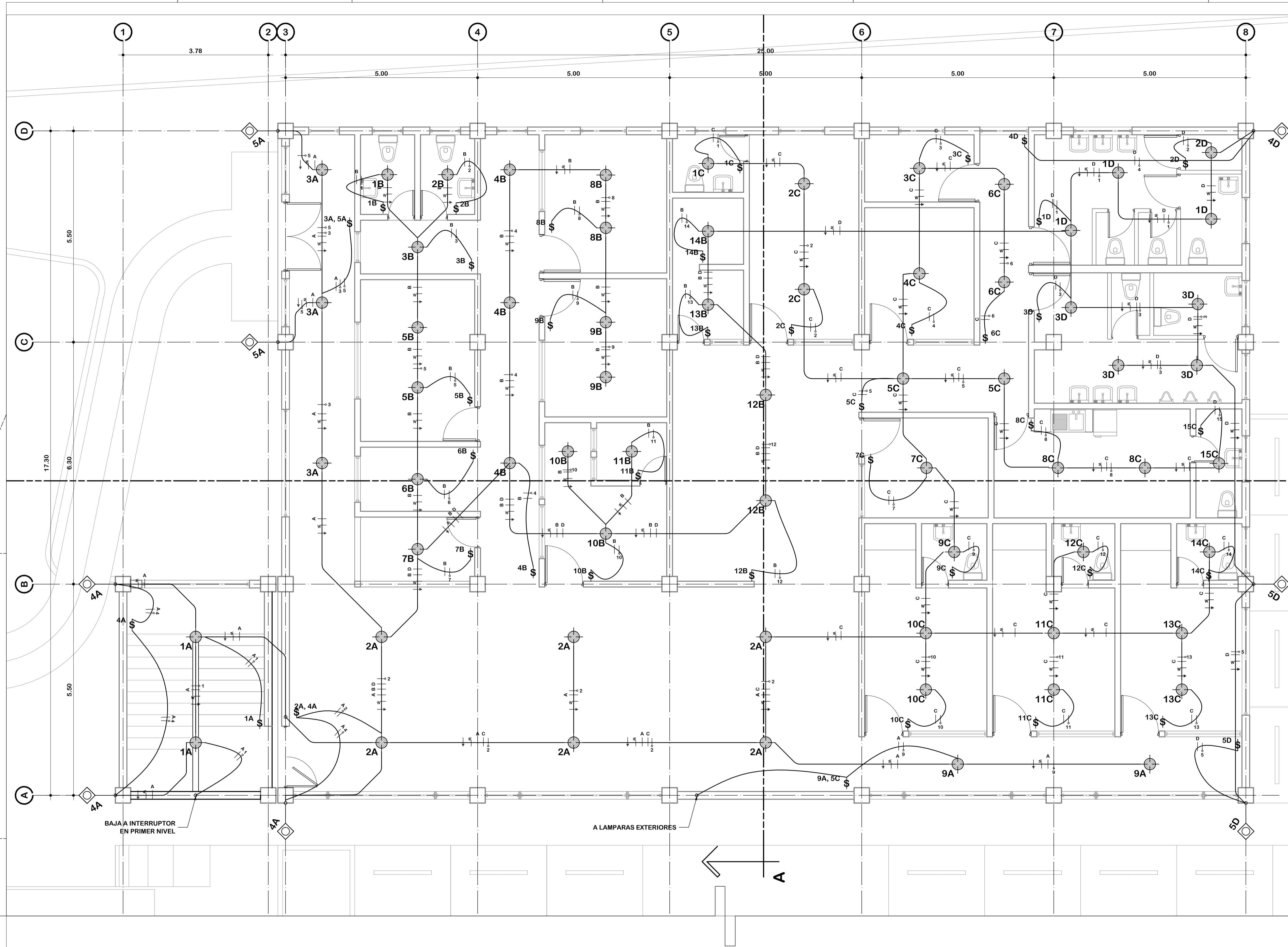
NOTA:
 LA TUBERÍA A UTILIZAR PARA LAS INSTALACIONES TANTO DE DRENAJE PLUVIAL COMO DE DRENAJE SANITARIO SERÁ TIPO PVC DE 125 PSI

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE DRENAJES PLUVIALES SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 06 DE: INST. NÚMERO: 23 27
---	--	--	--	--

PLANO DE DRENAJES PLUVIALES

ESCALA 1: 50



SIMBOLOGIA DE ILUMINACIÓN	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA
	LUMINARIA EN CIELO IDENTIFICADA TIPO LED
	LUMINARIA DIRECCIONAL TIPO LED
	LUMINARIA DE PARED
	INTERRUPTOR IDENTIFICADO
	REGISTRO DE 5X5 CON MARCO REDUCIDOR PARA TOMACORRIENTE 120V
	CAJA REGISTRO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE RETORNO
	LÍNEA DE PUENTE 3 VÍAS
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN

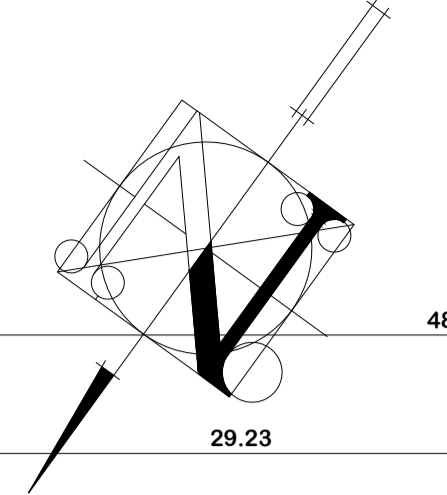
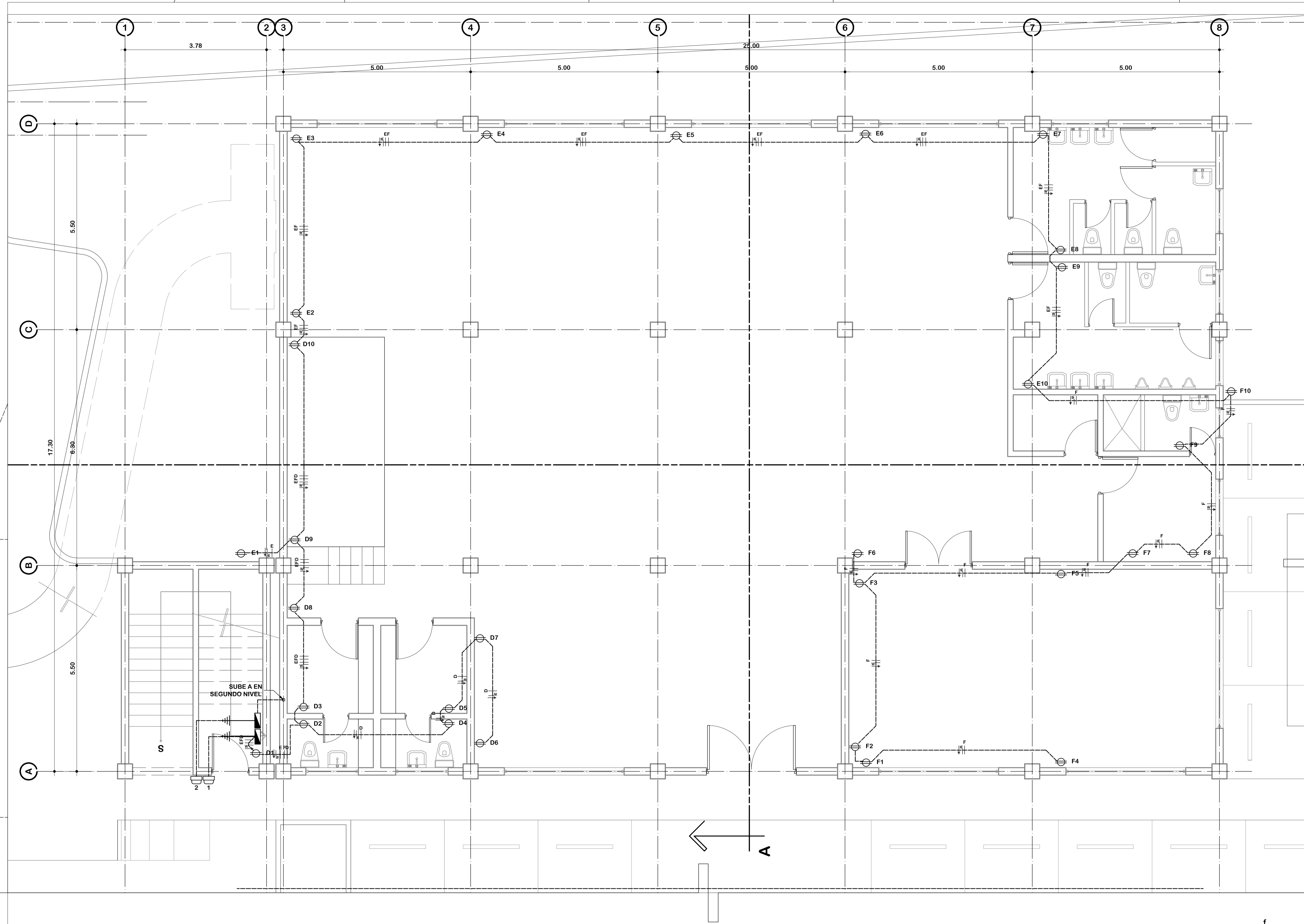
EL CALIBRE DEL CABLE PARA ILUMINACIÓN SERÁ DE NO. 10

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE ILUMINACIÓN SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 08 DE INST NÚMERO: 26	
---	--	--	--	---	--

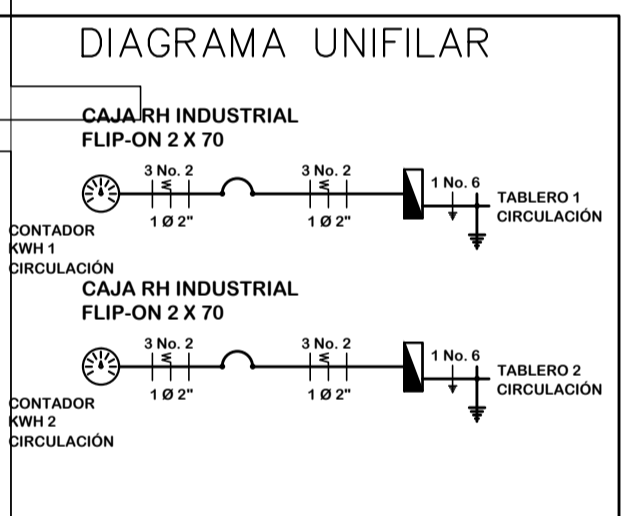
PLANO DE ILUMINACIÓN.

ESCALA 1: 50



SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	CONTADOR KWH
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	TOMACORRIENTE 120V A 0.30m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TOMACORRIENTE 120V A 1.10m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TUBERÍA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERÍA PVC SUBTERRÁNEA
	LÍNEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LÍNEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACIÓN
	CAJA REGISTRO
	FOSA EN PISO

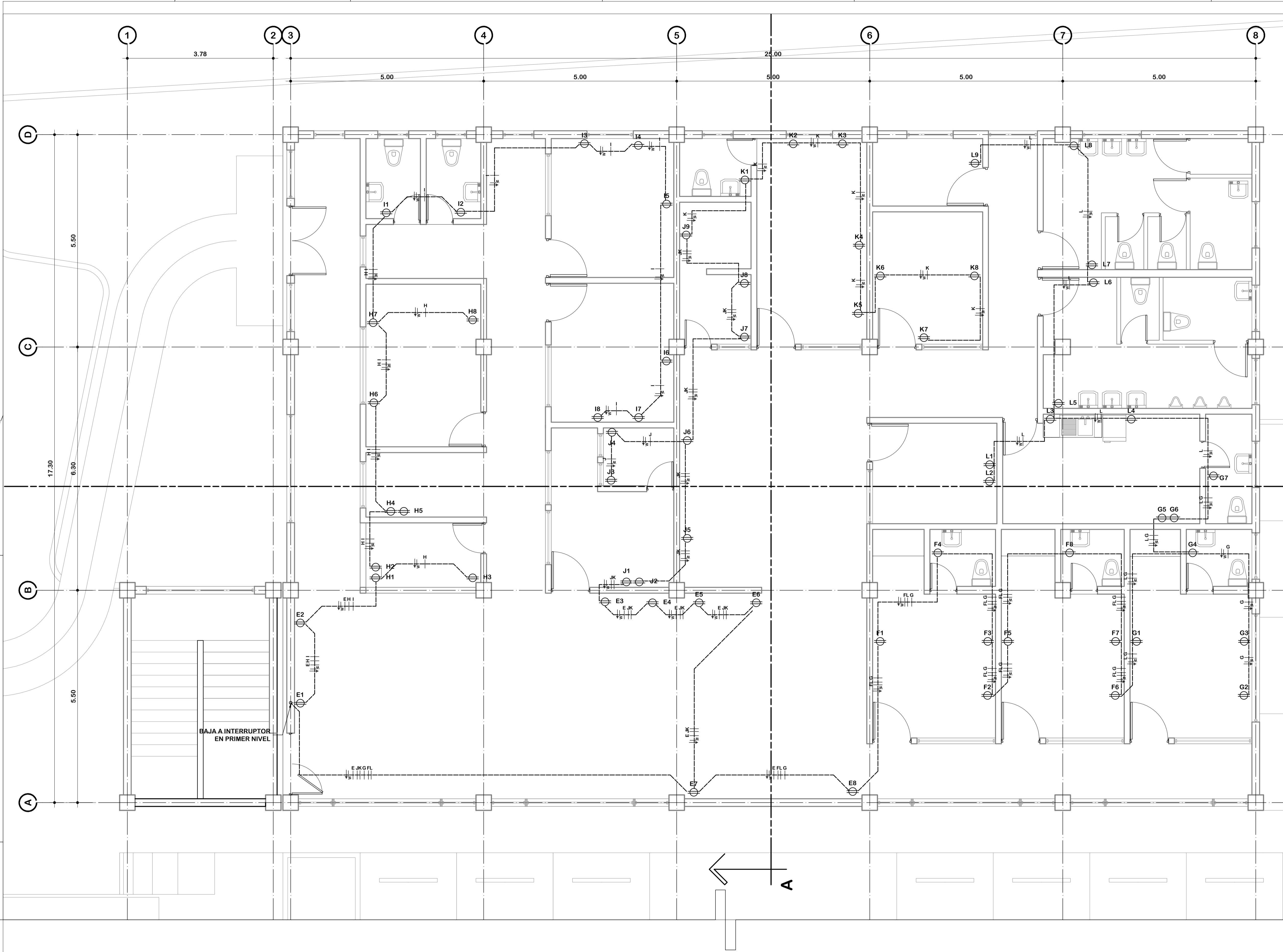
EL CALIBRE DEL CABLE PARA FUERZA SERÁ DE NO. 12



PLANO DE FUERZA

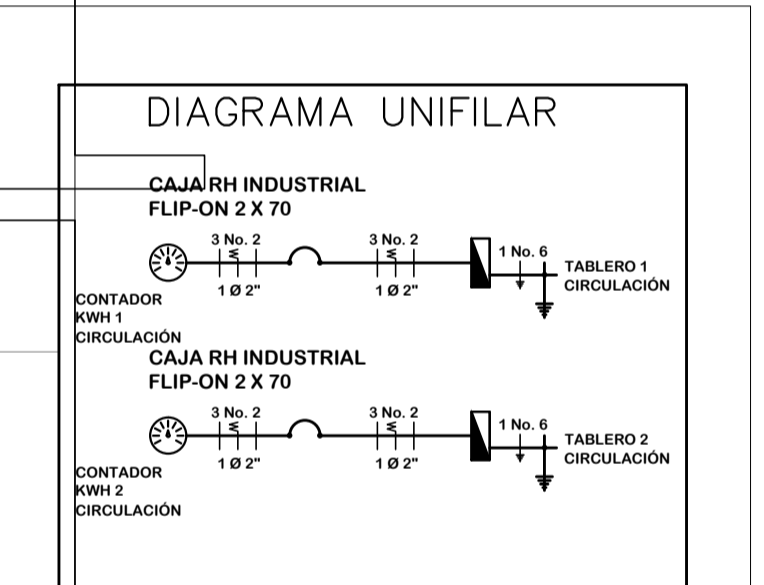
ESCALA 1: 50

f. Vo. Bo. PROPIETARIO f. Vo. Bo. ING.		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099	
DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA	PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MÚLTIPLES UBICACIÓN: CASERÍO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA PRIMER NIVEL	FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 09 DE: INST NÚMERO: 27	28



SIMBOLOGIA DE FUERZA	
	CONTADOR KWH
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TOMACORRIENTE 120V A 0.30m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TOMACORRIENTE 120V A 1.10m SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO
	TUBERIA PVC EN CIELO O ENTREPISO
	TUBERIA PVC SUBTERRANEA
	LINEA DE CIRCUITO IDENTIFICADO
	LINEA DE CONDUCTOR NEUTRO Y POLARIZACION
	CAJA REGISTRO
	FOSA EN PISO

EL CALIBRE DEL CABLE PARA FUERZA SERA DE NO. 12



PLANO DE FUERZA

ESCALA 1: 50

DISEÑO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. DIBUJO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. CALCULO: JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS J. ESCALA: INDICADA		PROYECTO: PUESTO DE SALUD Y SALÓN DE USOS MULTIPLES UBICACION: CASERIO SAN JOSE, SAN LUCAS SACATEPEQUEZ, SACATEPEQUEZ CONTENIDO: PLANTA DE FUERZA SEGUNDO NIVEL		FECHA: ABRIL 2016 HOJA: 10 DE: INST. NUMERO: 28
Vo. Bo. PROPIETARIO		Vo. Bo. ING.		JOSE MARCOS ANTONIO ARMAS JIMENEZ jarmasjimenez@hotmail.com 5597-7099

ANEXOS

Anexo 1. Coeficientes para momentos negativos en losas

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas*

$$M_{e,neg} = C_{e,neg} w l_x^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{e,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 722.

Anexo 2. Coeficientes para momentos positivos en losas

TABLA 12.4
Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas*

$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_b^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
l_b									
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.018	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.027	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.023
	$C_{b, dl}$ 0.036	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.027	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.020	$C_{a, dl}$ 0.021	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.024
	$C_{b, dl}$ 0.033	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.031	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ 0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.022	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.025	$C_{a, dl}$ 0.026
	$C_{b, dl}$ 0.029	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.024	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.021	$C_{b, dl}$ 0.028	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.024	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031	$C_{a, dl}$ 0.042	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.029	$C_{a, dl}$ 0.028
	$C_{b, dl}$ 0.026	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.025	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.026	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.045	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.029
	$C_{b, dl}$ 0.023	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.022	$C_{b, dl}$ 0.015	$C_{b, dl}$ 0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.028	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.043	$C_{a, dl}$ 0.033	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.031
	$C_{b, dl}$ 0.019	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.018	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.020	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	$C_{a, dl}$ 0.030	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.046	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.051	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.040	$C_{a, dl}$ 0.033
	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.016	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.017	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	$C_{a, dl}$ 0.032	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.050	$C_{a, dl}$ 0.036	$C_{a, dl}$ 0.054	$C_{a, dl}$ 0.065	$C_{a, dl}$ 0.044	$C_{a, dl}$ 0.034
	$C_{b, dl}$ 0.013	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.014	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.034	$C_{a, dl}$ 0.062	$C_{a, dl}$ 0.053	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.073	$C_{a, dl}$ 0.048	$C_{a, dl}$ 0.036
	$C_{b, dl}$ 0.010	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.011	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.012	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	$C_{a, dl}$ 0.035	$C_{a, dl}$ 0.071	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038	$C_{a, dl}$ 0.058	$C_{a, dl}$ 0.081	$C_{a, dl}$ 0.052	$C_{a, dl}$ 0.037
	$C_{b, dl}$ 0.008	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.009	$C_{b, dl}$ 0.005	$C_{b, dl}$ 0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	$C_{a, dl}$ 0.037	$C_{a, dl}$ 0.080	$C_{a, dl}$ 0.059	$C_{a, dl}$ 0.039	$C_{a, dl}$ 0.061	$C_{a, dl}$ 0.089	$C_{a, dl}$ 0.056	$C_{a, dl}$ 0.038
	$C_{b, dl}$ 0.006	$C_{b, dl}$ 0.002	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.001	$C_{b, dl}$ 0.003	$C_{b, dl}$ 0.007	$C_{b, dl}$ 0.004	$C_{b, dl}$ 0.002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 722.

Anexo 3. **Coefficientes para momentos positivos debido a cargas vivas en losas**

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas*

$$M_{e,posit,II} = C_{e,II} w l_x^2$$

donde w = carga viva uniforme total

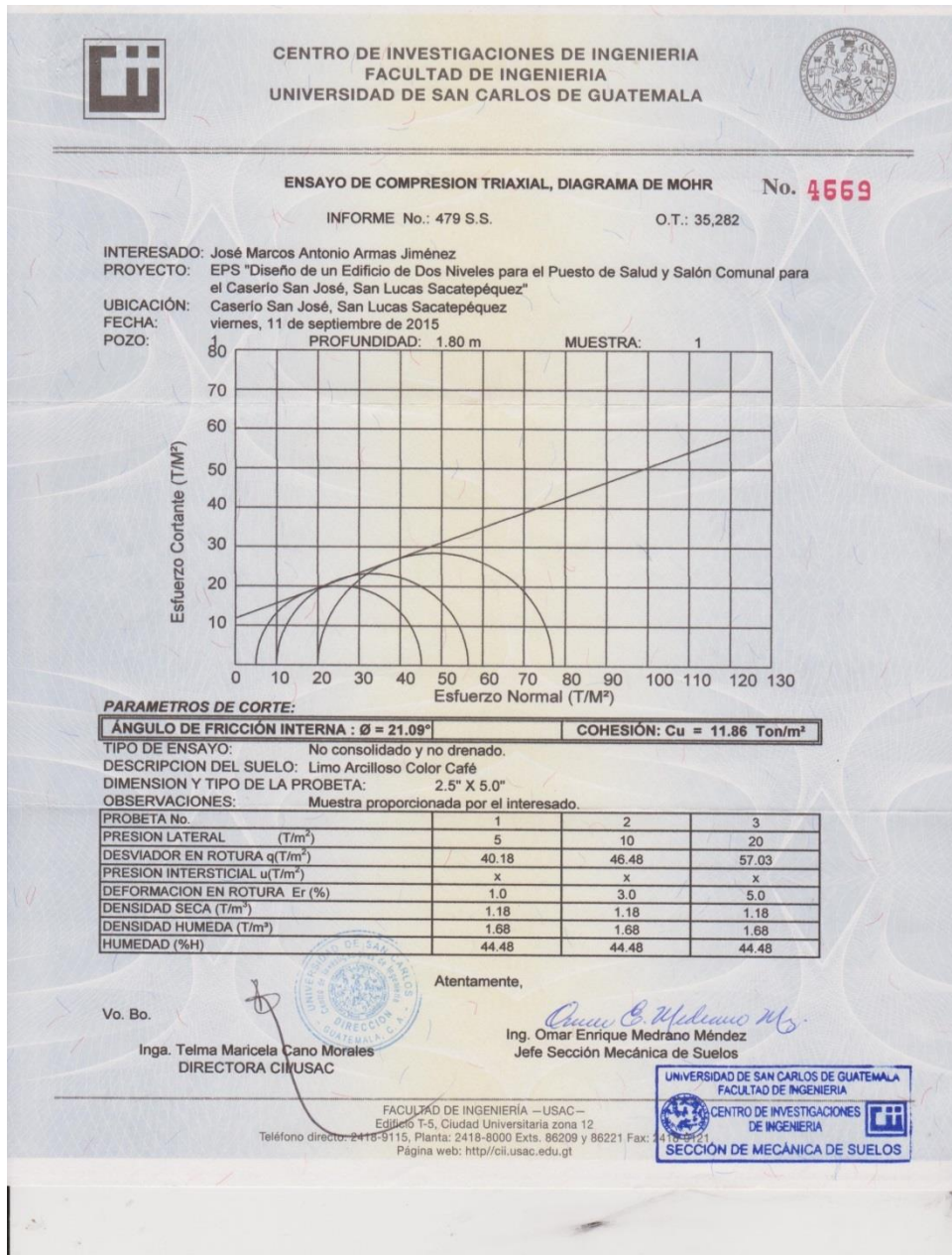
$$M_{b,posit,II} = C_{b,II} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027
0.90	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024
0.85	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022
0.80	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019
0.75	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016
0.70	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014
0.65	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011
0.60	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009
0.55	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007
0.50	$C_{e,II}$ $C_{b,II}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo, un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

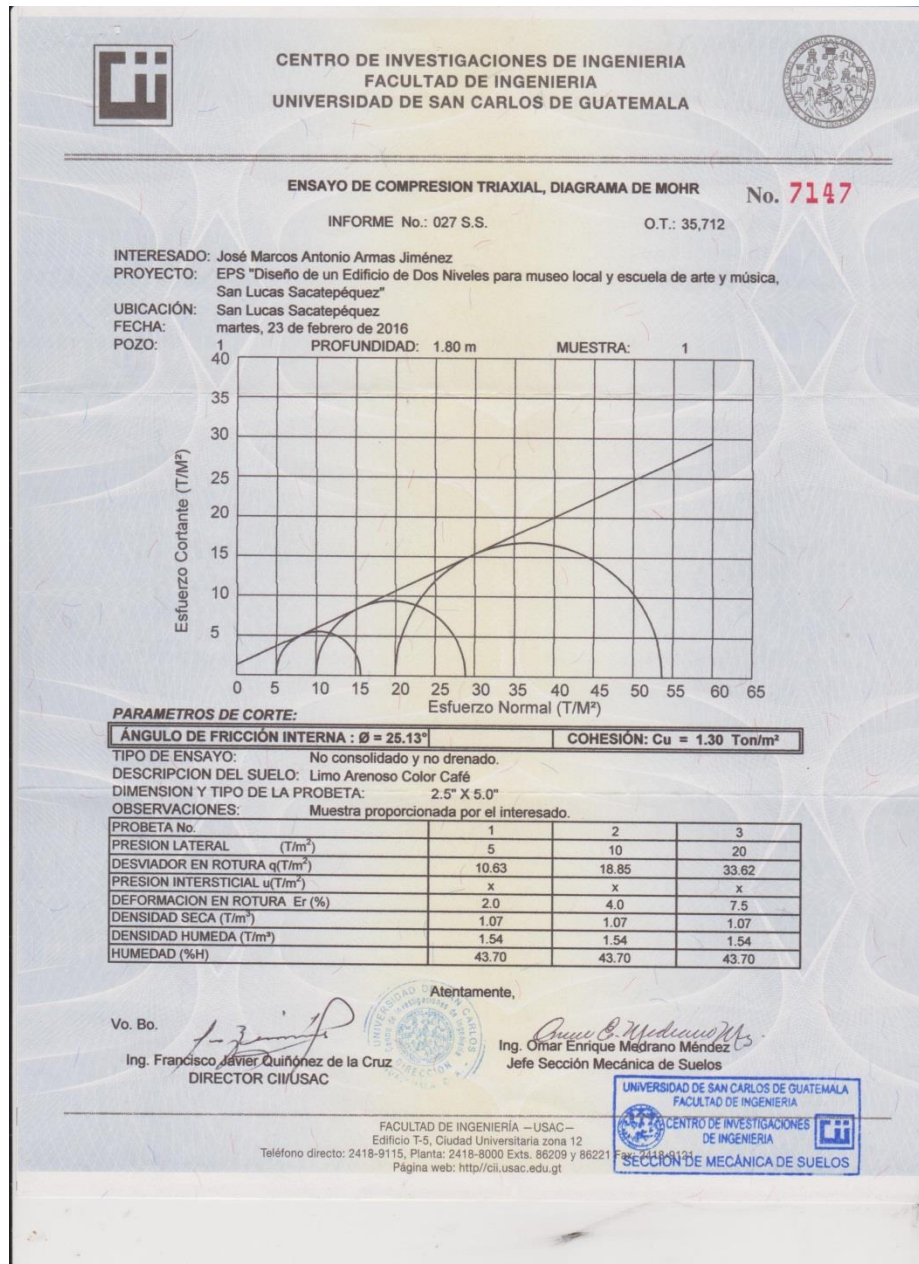
Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 722.

Anexo 4. **Ensayo de compresión Triaxial, puesto de Salud y salón comunal para el caserío San José, San Lucas Sacatepéquez**



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. Usac.

Anexo 5. **Ensayo de compresión Triaxial, museo local y escuela de arte y música, para San Lucas Sacatepéquez**



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería. Usac.

