



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

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA
PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE
ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES,
IZABAL**

Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA
PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE
ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES,
IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Inga. Crista Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha abril de 2019.

Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz



Guatemala, 05 de febrero de 2020
REF.EPS.DOC.73.01.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz**, Registro Académico 201503453 y CUI 3328 42959 1804 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arriyillaga Ochoa
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de abril de 2020
REF.EPS.D.131.03.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz, CUI 3328 42959 1804 y Registro Académico 201503453**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

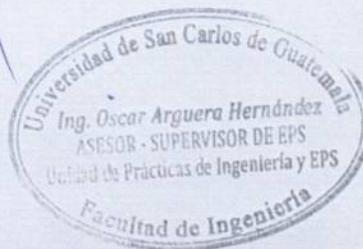
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra

NOTA: esta carta es una copia de la original, la cual se estará entregando a la estudiante al momento de retomar labores académicas.



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 21 de febrero de 2020

Ingeniero
 Pedro Antonio Aguilar Polanco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz con CUI 3328429591804 Registro Académico No. 201503453, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

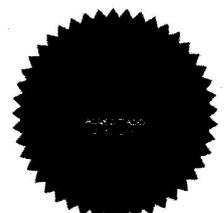
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
 Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 20 de abril de 2,020

Ingeniero

Pedro Antonio Aguilar Polanco

Director de Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

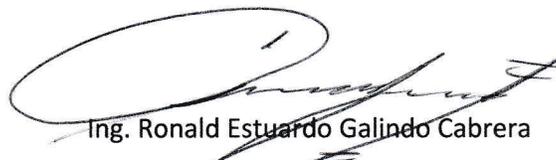
Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz con CUI 3328429591804 Registro Académico No. 201503453, quién contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

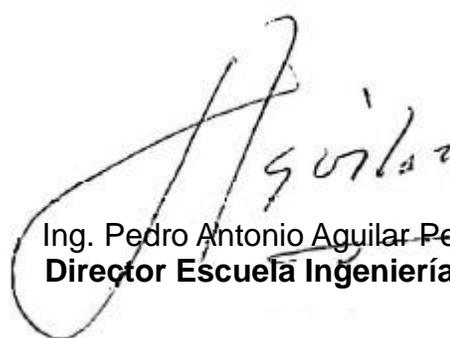
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala, 26 de agosto de 2020
DEIC-TG-EPS-006-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer los dictámenes del Asesor-Supervisor y Coordinador Área Infraestructura de EPS, Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, del revisor del Departamento de Estructuras Ingeniero Ronald Estuardo Galindo Cabrera y del revisor del Departamento de Hidráulica Ingeniero Rafael Enrique Morales Ochoa al trabajo de graduación correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la estudiante Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz, **DISEÑO DE EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil



Interesado
Asesor
Director Unidad EPS
Jefe del Departamento de Estructuras
Jefe del Departamento de Hidráulica



Más de 140 años de Trabajo y Mejora Continua

DTG. 197.2020.

La Decana 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 EDIFICIO ESCOLAR DE DOS NIVELES PARA LA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO, EN BARRIO LA CANCHA Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL, presentado** por la estudiante universitaria: **Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz, y** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, agosto de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la sabiduría que me permitió cumplir esta meta en mi vida.
Mis padres	Wilfred Rivera y Lucrecia Véliz, por su apoyo incondicional, esfuerzo y confianza entregada todo el tiempo.
Mis abuelas	Olga Madrid y Thelma Ramírez, por el amor y comprensión en todo momento.
Mis hermanas	Kery y Olga Rivera, por su apoyo incondicional.
Mis tíos	Por su apoyo y siempre estar pendiente de mí.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios donde recibí los conocimientos necesarios.
Facultad de Ingeniería	Por aceptarme y ser parte importante en mi formación académica.
Toda mi familia	Ana Lucrecia Véliz de Rivera, Wilfred Kensett Rivera Madrid, Kery María, Olga Lucrecia Rivera Véliz.
Mis amigos de la Facultad	Por siempre apoyarme y haber compartido momentos inolvidables.
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta	Por brindarme su asesoría y apoyo en el Ejercicio Profesional Supervisado.
Municipalidad de Morales, Izabal	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y haber confiado en mi persona.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del lugar	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Antecedentes del lugar	1
1.1.3. Localización y ubicación	3
1.1.4. Extensión y colindancias	4
1.2. Actividades socioeconómicas.....	5
1.2.1. Actividad económica.....	5
1.2.2. Idioma y religión.....	5
1.3. Infraestructura y servicios.....	6
1.3.1. Vías de acceso	6
1.3.2. Vivienda.....	7
1.3.3. Salud	7
1.3.4. Educación.....	7
1.3.5. Agua y saneamiento.....	8
1.3.6. Servicios Públicos.....	8

2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de edificio escolar de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para niñas 25 de junio, en barrio La Cancha, Morales, Izabal	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Descripción del espacio disponible	10
2.1.3.	Localización del terreno	10
2.1.3.1.	Ubicación del edificio.....	11
2.1.4.	Levantamiento topográfico	11
2.1.4.1.	Altimetría	11
2.1.4.2.	Planimetría	11
2.1.5.	Estudio de suelo.....	12
2.1.5.1.	Ensayo triaxial	12
2.1.6.	Diseño arquitectónico.....	17
2.1.6.1.	Distribución de ambientes	17
2.1.6.2.	Altura del edificio	18
2.1.7.	Descripción del sistema estructural.....	18
2.1.7.1.	Mampostería reforzada	19
2.1.8.	Elementos de la mampostería reforzada.....	19
2.1.8.1.	Unidades de mampostería	19
2.1.8.2.	Mortero.....	20
2.1.8.3.	Concreto y grout.....	21
2.1.8.4.	Acero y refuerzo	22
2.1.9.	Tipos de cargas que afectan la estructura	22
2.1.9.1.	Cargas estáticas.....	23
2.1.9.1.1.	Carga viva	23
2.1.9.1.2.	Carga muerta	23
2.1.9.2.	Cargas dinámicas.....	24
2.1.9.2.1.	Carga de viento.....	24

	2.1.9.2.2. Carga de sismo	24
2.1.10.	Método de análisis estructural	25
	2.1.10.1. Método de análisis simplista	25
	2.1.10.2. Integración de cargas	25
	2.1.10.3. Análisis de estructura sismo resistente según AGIES	32
	2.1.10.4. Distribución de fuerzas por nivel.....	40
	2.1.10.5. Cálculo por volteo	41
	2.1.10.6. Solución por método analista simplista.....	42
	2.1.10.7. Localización centro de masa	44
	2.1.10.8. Localización centro de rigidez.....	47
	2.1.10.9. Centro de masa combinado (losa + muro)	53
	2.1.10.10. Distribución de cargas y momentos en los muros	55
	2.1.10.11. Resultados del análisis de mampostería.....	56
	2.1.10.12. Esfuerzos admisibles.....	62
2.1.11.	Diseño de muro	65
2.1.12.	Diseño de losa	72
2.1.13.	Diseño de vigas	79
2.1.14.	Diseño de cimentación	79
2.1.15.	Diseño de escaleras	84
2.1.16.	Diseño de zapatas	89
2.1.17.	Instalaciones.....	90
	2.1.17.1. Instalaciones eléctricas.....	90
	2.1.17.2. Instalaciones sanitarias	91
	2.1.17.3. Instalaciones hidráulicas.....	97

2.1.18.	Evaluación de impacto ambiental (EIA).....	100
2.1.19.	Presupuesto	104
2.1.19.1.	Cronograma	107
2.2.	Diseño de sistema de abastecimiento en aldea Vista Hermosa, Morales, Izabal.	109
2.2.1.	Descripción del proyecto	109
2.2.2.	Levantamiento topográfico	109
2.2.3.	Descripción del sistema a utilizar	110
2.2.4.	Aforo.....	110
2.2.5.	Calidad de agua	111
2.2.5.1.	Análisis fisicoquímico	111
2.2.5.2.	Análisis bacteriológico.....	112
2.2.6.	Diseño hidráulico.....	113
2.2.6.1.	Población actual	113
2.2.6.2.	Período de diseño	113
2.2.6.3.	Población futura	113
2.2.6.4.	Dotación	115
2.2.6.5.	Caudal medio diario	115
2.2.6.6.	Caudal máximo diario.....	116
2.2.6.7.	Caudal máximo horario	116
2.2.6.8.	Parámetros de diseño	117
2.2.6.9.	Presión estática.....	117
2.2.6.10.	Presión dinámica.....	118
2.2.6.11.	Captación	118
2.2.7.	Diseño línea de conducción	118
2.2.8.	Diseño red de distribución	122
2.2.9.	Tanque de distribución	125
2.2.9.1.	Diseño del muro	130
2.2.10.	Sistema de desinfección.....	134

2.2.11.	Obras hidráulicas.....	136
2.2.11.1.	Caja rompe presión	136
2.2.11.2.	Válvulas de aire	137
2.2.11.3.	Válvula de limpieza.....	137
2.2.11.4.	Conexión predial.....	137
2.2.12.	Evaluación de impacto ambiental inicial (EIA)	137
2.2.13.	Presupuesto.....	142
2.2.13.1.	Cronograma.....	143
CONCLUSIONES		145
RECOMENDACIONES		147
BIBLIOGRAFÍA.....		149
APÉNDICES		151
ANEXOS		155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio.....	4
2.	Excavación de toma de muestra y materiales utilizados	13
3.	Toma de muestra de suelo 1 pie cúbico.....	13
4.	Aplicación de parafina	14
5.	Mapa de zonificación por vientos de Guatemala.....	29
6.	Mapa de zonificación sísmica de Guatemala	33
7.	Muros estructurales primer nivel	42
8.	Muros estructurales segundo nivel.....	43
9.	Relación modular	67
10.	Detalle columna C-1.....	69
11.	Detalle columna C-2.....	70
12.	Detalle columna C-3.....	70
13.	Refuerzo de solera hidrófuga, intermedia y corona.....	72
14.	Detalle losa prefabricada.....	74
15.	Área tributaria que carga la costanera	75
16.	Hardy Cross utilizado	123
17.	Muro de contención.....	130

TABLAS

I.	Requisitos para la especificación por proporciones	20
II.	Clasificación de barras de acero.....	22
III.	Carga viva para edificaciones	23
IV.	Nivel de protección sísmica	34
V.	Resumen de datos sísmicos	39
VI.	Distribución de fuerzas por nivel, sentido X y Y	40
VII.	Momento por volteo	41
VIII.	Distribución de muros primer y segundo nivel	44
IX.	Centro de masa de la estructura en sentido X, primer nivel	45
X.	Centro de masa de la estructura en sentido Y, primer nivel	45
XI.	Centro de masa de la estructura en sentido X, segundo nivel	46
XII.	Centro de masa de la estructura en sentido Y, segundo nivel	47
XIII.	Centro de rigidez en X del edificio, primer nivel	49
XIV.	Centro de rigidez en Y del edificio, primer nivel	49
XV.	Cálculo de centro de rigidez en X del edificio, segundo nivel	50
XVI.	Cálculo de centro de rigidez en Y del edificio, segundo nivel	50
XVII.	Resultados análisis primer nivel.....	51
XVIII.	Resultados de centro de entrepiso	52
XIX.	Resultados análisis segundo nivel	52
XX.	Resultados de análisis en mampostería primer nivel x-x	57
XXI.	Resultados de análisis mampostería primer nivel y-y	58
XXII.	Resultados de análisis mampostería segundo nivel x-x	59
XXIII.	Resultados de análisis mampostería segundo nivel y-y	60
XXIV.	Resultados finales de primer nivel	61
XXV.	Resultados finales de segundo nivel.....	62
XXVI.	Área de acero para muros del primer nivel	68
XXVII.	Área de acero para muros del segundo nivel	69

XXVIII.	Propiedades de costanera a utilizar	77
XXIX.	Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga	93
XXX.	Diámetro de la derivación en colector 1	94
XXXI.	Diámetro de la derivación en colector 2	97
XXXII.	Unidades de gasto para el cálculo de tubería de distribución de agua en los edificios	98
XXXIII.	Gastos probables para el método Hunter	99
XXXIV.	Estudio ambiental	101
XXXV.	Matriz de exposición	102
XXXVI.	Matriz de vulnerabilidad	103
XXXVII.	Matriz de vulnerabilidad por resiliencia	104
XXXVIII.	Presupuesto edificio escolar de dos niveles	105
XXXIX.	Cronograma escuela primaria barrio Los Castros, Morales, Izabal ...	108
XL.	Tiempos de llenado de cubeta	110
XLI.	Características fisicoquímicas del agua	112
XLII.	Datos de población.....	114
XLIII.	Datos diseño de línea de conducción.....	121
XLIV.	Iteraciones método Cross	124
XLV.	Cálculo momento muro de contención	131
XLVI.	Estudio ambiental.....	138
XLVII.	Método de exposición	139
XLVIII.	Matriz de vulnerabilidad por fragilidad.....	140
XLIX.	Matriz de vulnerabilidad por resiliencia	141
L.	Presupuesto abastecimiento de agua potable	142
LI.	Cronograma abastecimiento de agua potable.....	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hn	Altura total del edificio
B	Ancho de la cimentación
θ	Ángulo de fricción interna
As	Área de acero
A	Área de la sección
q_u	Capacidad de carga de Tergazhi
CM	Carga muerta
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal
cm	Centímetro
Xm, Ym	Centro de masa
Xcr, Ycr	Centro de rigidez
C_{ez}	Coeficiente de exposición y altura estipulado
C_q	Coeficiente de presión
C	Coeficiente de rugosidad
F_a, F_v	Coeficientes de sitio.
C_s	Coeficiente sísmico de diseño
C'	Cohesión
%CL	Concentración de cloro
Vc	Cortante máximo actuante
Vu	Cortante último

V_b	Corte basal
V	Corte máximo actuante
P_b	Cuantía de acero balanceada
Dr	Deflexión real
Δ	Deformación por flexión más la deformación por corte
\emptyset	Diámetro de tubería
F_a	Esfuerzo axial
T	Esfuerzo cortante
f_v	Esfuerzo de corte
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero
F_s	Esfuerzo de tensión
F_b	Esfuerzo flexionante
s	Espaciamiento
t	Espesor
$e'x, e'y$	Excentricidades
N_c, N_q, N_γ	Factores de capacidad de carga modificados de Tergazhi
FDM	Factor de día máximo
F_c, N_{qc}, F_{yc}	Factores de forma
FHM	Factor de hora máximo
I_c	Factor de importancia
F_{ci}, N_{qi}, F_{yi}	Factores de inclinación
F_{qd}, N_{yd}, F_{yd}	Factores de profundidad
Fs	Factor de seguridad
N_a	Factor períodos cortos de vibración
N_v	Factor períodos largos de vibración
FT	Fuerzas torsionantes
G	Gramos de tricloro
I_o	Índice de sismicidad

I	Inercia
i	Intensidad de lluvia
Lts/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metros
mm	Milímetro
Em	Módulo de elasticidad de la mampostería
S	Módulo de sección
M	Momento
D	Número de días
S_{cr}, S_{1r}	Parámetros del sismo extremo
d	Peralte
Hf	Perdidas
n	Período de diseño
Ts	Período de transición
Ta	Período de vibración empírico
W_s	Peso de la edificación
γ	Peso específico del suelo
q_s	Presión básica del viento
P	Presión de diseño por viento
Po	Población actual
Pf	Población futura
R	Rigidez relativa del elemento estructural
$f'm$	Resistencia a la compresión de la mampostería
$f'c$	Resistencia última del concreto
r	Tasa de crecimiento poblacional
t	Tiempo de concentración
Vs	Valor soporte del suelo
vs	Velocidad básica del viento

GLOSARIO

ACI	<i>American Concrete Institute</i> (Instituto Americano del Concreto)
Aforo	Medir el caudal de agua de la fuente.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Análisis estructural	Cálculo para determinar el comportamiento de una estructura, a través de modelos matemáticos.
Área tributaria	Es la zona en área de una estructura que contribuye a la carga para el análisis estructural.
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales)
Caudal	Volumen de agua expresado en litros por segundo.
Carga axial	Fuerza que se aplica en centro geométrico de la sección transversal de un elemento.
Carga muerta	Es la carga del peso propio de la estructura y otros elementos con peso constante durante la vida útil.

Carga viva	Peso variable producido por el uso y ocupación del edificio.
Centro de masa	Punto geométrico en el cual se concentra la masa de una estructura.
Centro de rigidez	Punto geométrico en el cual se concentra la rigidez de una estructura.
COGUANOR NGO	Comisión Guatemalteca de Normas
Concreto reforzado	Utilización de hormigón y acero de tal manera que actúen juntos en fuerzas de resistencia.
Confinamiento	Zona de encerrar el acero con la finalidad de brindar resistencia a los efectos de sismo.
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
Corte basal	Es la fuerza lateral aplicada a una estructura respecto a un efecto del sismo.
Cota piezométrica	Altura de presión de agua en un punto específico.
Deflexión	Grado en el que un elemento estructural se desplaza bajo la aplicación de una fuerza o carga.

Dotación	Cantidad de agua asignada a un habitante por litro por día.
EOUN	Escuela Oficial Urbana para Niñas “25 de junio”
Estribo	Pieza de acero que es parte de la armadura en las estructuras.
Estructura	Conjunto de elementos unidos entre sí con la función de recibir cargas y transmitir las al suelo.
Excentricidad	Distancia entre el centro de masa y rigidez.
Flexión	Esfuerzo resultante de aplicar fuerzas que lo deforma elásticamente.
Grout	Lechada de cemento para relleno compuesta por una mezcla de cemento, agua y con o sin agregados.
Mampostería reforzada	Sistema rígido conformado por muros de carga unidas con mortero, reforzadas con concreto y acero, ya sea confinado.
MINEDUC	Ministerio de Educación en Guatemala
Periodo de diseño	Medir el caudal de agua de la fuente.
UFCO	United Fruit Company

RESUMEN

El presente trabajo de graduación describe la propuesta de diseño de un edificio escolar de dos niveles en barrio La Cancha, y de un sistema de abastecimiento de agua potable para aldea Vista Hermosa, Morales, Izabal.

La propuesta del edificio escolar de dos niveles comprende básicamente el análisis y diseño de los elementos estructurales como vigas, zapatas, columnas, losa y muros, tomando en consideración las condiciones del lugar por construir. Además, se tomó muy en cuenta la parte arquitectónica, que permita a las niñas desenvolverse físicamente y que exista una relación con el aprendizaje. Para el diseño se utilizaron código ACI, norma AGIES, entre otros.

Para el diseño del sistema de agua potable se consideró una captación del nacimiento, una red de conducción, tanque de distribución y la red de distribución. El propósito de este proyecto es brindar un servicio básico de agua potable, mejorando la calidad de vida de los pobladores. El sistema de agua potable será diseñado por gravedad. Se consideraron todos los factores de topografía, aforo, análisis de agua, diseño hidráulico, entre otras.

Por último, se presentan los planos, presupuesto y la evaluación de impacto ambiental y cronograma.

OBJETIVOS

General

Diseñar un edificio escolar para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio, que cumpla con las necesidades de espacio. Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para aldea Vista Hermosa que logre suplir las necesidades básicas de la comunidad.

Específicos

1. Elaborar una monografía del municipio de Morales, Izabal. Identificar las necesidades presentes en la población para priorizar la ejecución de proyectos.
2. Realizar el diseño estructural del edificio escolar según normas AGIES y el código ACI 318-14.
3. Proporcionar un espacio adecuado para la población estudiantil de LA EOUN 25 de junio en barrio La Cancha. Cumplir con los requerimientos establecidos por MINEDUC y CONRED y garantizar la integridad del edificio.
4. Diseñar el sistema de abastecimiento según normas recomendadas por INFOM-UNEPAR.

5. Elaborar planos, presupuesto, cronograma de ejecución y evaluación ambiental del edificio escolar y sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Morales, Izabal, enfrenta diariamente dificultades para brindar servicios básicos a las comunidades. Estas carencias están relacionadas con la falta de infraestructura, servicios básicos de agua potable y drenajes y carreteras que respondan al crecimiento poblacional, por lo cual se plantea el diseño de infraestructura como el edificio escolar y el sistema de agua potable.

Dadas estas problemáticas se tomó la decisión de planificar los proyectos, realizando una evaluación y un diagnóstico de las diferentes necesidades de las comunidades. Este trabajo de campo determinó la falta del sistema de agua potable en aldea Vista Hermosa y el riesgo que representa el edificio escolar para las niñas de primaria de la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio.

Se propuso el análisis y diseñar el edificio escolar de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio, en barrio La Cancha, y el sistema de agua potable para aldea Vista Hermosa, Morales, Izabal.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

A continuación, se presenta la monografía del municipio de Morales, Izabal que detalla aspectos generales, antecedentes, localización, ubicación, extensión y colindancias del lugar.

1.1.1. Aspectos generales

Morales es un municipio del departamento de Izabal de la región nororiente de la República de Guatemala. Su nombre lo recibe en honor a Próspero Morales, quien fungió como ministro de Guerra y Fomento durante el gobierno de José María Reyna Barrios (1892-1898). Es el segundo municipio más pequeño que tiene el departamento de Izabal, superando únicamente a Puerto Barrios. Se encuentra a 50 kilómetros de la cabecera departamental, Puerto Barrios. El 24 de junio de 1920 fue elevado a la categoría de municipio por medio del acuerdo del presidente Carlos Herrera Luna (1920-1921).

1.1.2. Antecedentes del lugar

Según el Diagnóstico Integral Municipal, en 1910 Morales era solo un pequeño conglomerado de ranchos de manaca construidos en medio de la selva. Su rutina solo era rota por los frecuentes incendios forestales originados por viejas locomotoras a vapor que recorrían el entonces moderno sistema ferrocarrilero al Atlántico.

Una fecha memorable es la del 24 de junio de 1920, cuando para alegría de la pequeña comunidad de Morales, el presidente Carlos Herrera y el Secretario de Estado emitieron el Acuerdo Gubernativo que creaba el municipio de Morales, departamento de Izabal, y se le asignó su respectiva jurisdicción. Se observó entonces la necesidad de elegir autoridades municipales. Recayó la designación de la primera alcaldía de Morales al hondureño Teodoro Murillo, quien fungió en 1920. A partir de esta fecha se inicia una serie de alcaldes e intendentes municipales, los que detallaremos posteriormente. Según Acuerdos Gubernativos del 24 de abril y 4 de diciembre de 1924, el Gobierno de la República autorizó la extensión de escrituras de propiedad sobre cada uno de los lotes poseídos por los vecinos morelenses de ese entonces.

La cabecera municipal de Morales está dividida en dos grandes sectores: Morales y la Finca Bananera. Esta última surgió como sector poblacional alrededor de los años 20; guarda estrecha relación con el traslado del centro operacional de la United Fruit Company desde la Aldea Virginia hasta lo que hoy se conoce como Finca Bananera. Ciertamente, el adelanto de la cabecera municipal de Morales arrancó a partir de las instalaciones de la UFCO. Las instalaciones de la UFCO en Izabal fueron muy difíciles, debido al clima imperante en la región. Las lluvias eran copiosas y diarias, formaban el ambiente propicio para el desarrollo de enfermedades como el paludismo y la fiebre amarilla.

Con la construcción de la ruta CA 9, ruta al Atlántico, en 1950, la emigración desde departamentos cercanos principió de una manera impresionante, tanto en colonizar sectores nacionales como para trabajar en la UFCO. La adaptación a esta tierra no fue fácil. La abundancia de trabajo en las fincas bananeras y las malas condiciones de salud debido al clima, hacían que muchos padres de familia abandonaran sus hogares por algún tiempo. Las jornadas de trabajo en esas

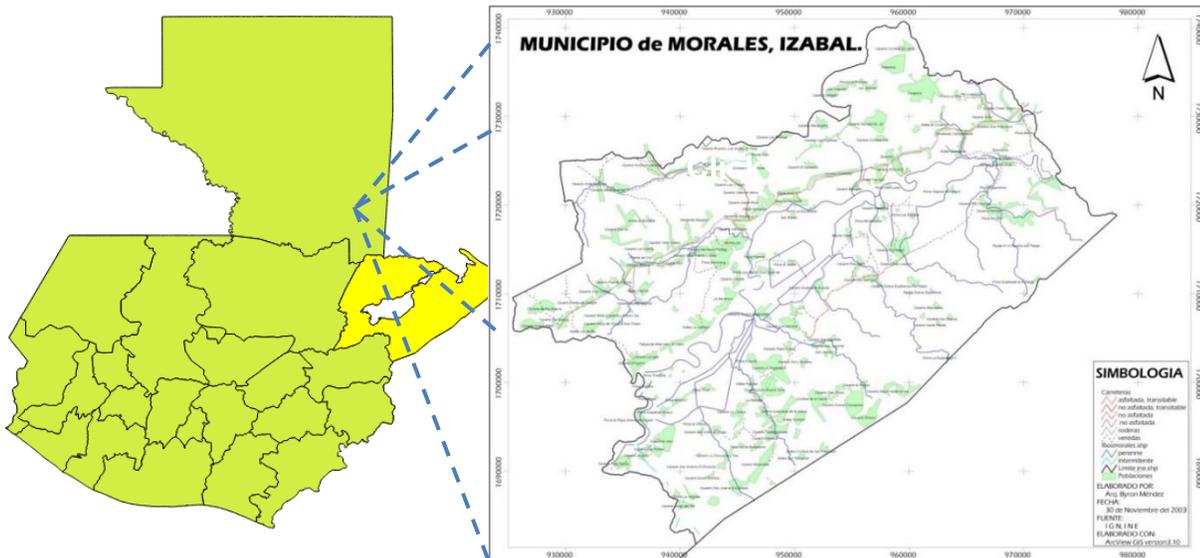
condiciones y lejos de su familia y problemas personales, provocaban una tremenda carga emocional en los trabajadores, de la que escapaban en los días de pago a través de grandes borracheras con sus trágicas secuelas. Aún es así en actualidad (aunque en menor escala).

Al mismo tiempo, esa abundancia de trabajo en las fincas bananeras provocó un movimiento comercial bastante grande, que impulsó el progreso del sector comprendido como Finca Bananera; por consiguiente, impulsó a la cabecera municipal y al municipio de Morales, desarrollo que continúa relacionado con la presencia de la empresa BANDEGUA. Además de ayudar con materiales, maquinaria, asesoría técnica para innovaciones físicas de la población, otorgaba a la municipalidad local un (1) centavo por cada caja importada. En la actualidad otorga dos (Q 0,02) centavos por caja.

1.1.3. Localización y ubicación

El municipio de Morales se encuentra ubicado en 15°28'27.5" latitud norte y 88°49'40.7" longitud oeste, a una distancia de 243 Kilómetros de la ciudad capital por vía terrestre, ruta CA-9.

Figura 1. Localización del municipio



Fuente: Diagnóstico Municipal de Morales, Izabal.

1.1.4. Extensión y colindancias

El municipio de Morales cuenta con una extensión territorial de 1 295,00 km² (posible cambio de los kilómetros cuadrados según medidas catastrales y consensos entre RIC y Municipalidades). Cuenta con el área urbana, 23 barrios, 3 colonias, 2 lotificaciones, 77 fincas, 10 aldeas 182 caseríos, 7 haciendas, 8 parajes y 3 parcelamientos.

Colinda al norte con los municipios de Livingston y Puerto Barrios; al sur con el municipio de Los Amates y la República de Honduras; al este con el municipio de Puerto Barrios y la República de Honduras y al oeste con el municipio de Los Amates.

1.2. Actividades socioeconómicas

A continuación, se detalla las actividades económicas, idioma y religión del municipio de Morales, Izabal.

1.2.1. Actividad económica

Dentro del centro urbano hay con una diversidad de comercios, como hoteles, restaurantes, farmacias, ferreterías, zapaterías, boutiques, salones de belleza, carnicerías, agropecuarias, abarroterías, supermercados, bananeras, fruterías, veterinarias, funerarias, cantinas, tiendas, entre otros.

La actividad productiva de mayor potencialidad es la agricultura. El producto principal es el banano, pero también se siembra frijol, maíz, arroz, plátano, naranja, toronja, yuca, piña y, en menor escala, hortalizas como bledo y macuy. En la parte montañosa se da el cultivo de café, el cual es exportado a Honduras. Además, la caña de azúcar ha adquirido más importancia año con año. Otros productos agrícolas incluyen al zapote, mango, aguacate, paterna, maicillo, cacao, limón, caimito, palmito y marañón. Actualmente se extrae hule y se cultiva la palma africana.

Entra las principales industrias se encuentran: cartoneras, huleras, fincas bananeras, ganaderas, de hule y de palma africana.

1.2.2. Idioma y religión

En Morales no hay idioma indígena predominante. Sus habitantes hablan el español.

La imagen de San José fue llevada al municipio en 1960 y se resguarda en el altar del templo. Devotos la consideran una pieza antigua, ya que tiene más de 50 años de ser venerada. El 19 de marzo es el día en que la feligresía católica se reúne para rendirle honores. La fecha especial reúne a 12 mil personas durante el día, que disfrutan de las actividades religiosas, sociales, deportivas y taurinas. Destacan los siguientes templos religiosos: 4 católicos, 40 evangélicas y un adventista del séptimo día.

1.3. Infraestructura y servicios

A continuación, se detallan las vías de acceso, tipos de vivienda, salud, educación y los servicios públicos que existen en el municipio de Morales, Izabal.

1.3.1. Vías de acceso

El municipio cuenta con varias carreteras asfaltadas. La mayoría son estatales, como la CA-9, que atraviesa todo el municipio desde los límites con Los Amates hasta Puerto Barrios. También se encuentra la CA-9N, que va desde la aldea La Ruidosa hasta los límites con el municipio de Livingston; la que conduce de la intersección con la CA-9 en el km 243 hasta el mercado en la cabecera del municipio CA-9^a. También está la intersección con la CA-9 en el km 268 hasta la aldea Cayuga.

En el municipio existen varias carreteras de terracería que son transitables todo el tiempo puesto que reciben mantenimiento constante, tanto por la Municipalidad, Caminos y otras por parte de BANDEGUA. Algunas de estas carreteras son las que van del centro urbano de Morales hasta la aldea Playitas, todas pasando por varias aldeas y caseríos a lo largo de su recorrido; también la que va el cruce de aldea Switch Quebradas hasta el caserío El Quinto; la que va

del centro urbano de Morales a aldea El Cedro; la que va de aldea Los Andes hasta el caserío Milla 45; la que va desde el barrio Milla 37 hasta aldea Séneca.

Existen algunas aldeas y caseríos a las cuales el acceso es por vía acuática; estas son los caseríos Buena Vista y El Manguito, y las aldeas Río Negro y Buenos Aires. También existe comunicación por vía aérea, pero en estos casos las pistas son privadas, la mayoría propiedad de BANDEGUA.

1.3.2. Vivienda

Entre la tipología de vivienda encontramos variedad de sistemas constructivos como block, madera, adobe, bajareque y palopique. En cubiertas encontramos palma, lámina de zinc, lámina duralita, losa fundida; se ha introducido la losa prefabricada

1.3.3. Salud

Se cuenta con centros de salud públicos, sanatorios y clínicas privadas, así como una unidad del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), que se encarga de enfermedades menores.

1.3.4. Educación

Existe gran variedad de escuelas, institutos y colegios públicos y privados. El 25 % de los establecimientos se encuentran en buenas condiciones y equipados; un 45 % de las escuelas están en malas condiciones, no están equipadas y les faltan profesores. En las comunidades, el 40 % de sus establecimientos funciona en ranchos de manaca, les hace falta maestros y mobiliario adecuado, como pizarrones y escritorios.

El 25 % de habitantes cuenta con agua, letrinas o servicios sanitarios, mobiliarios, pizarrones, canchas, energía eléctrica. El 75 % no cuenta con servicios de agua potable, energía eléctrica, edificio, mobiliarios, pizarrones.

1.3.5. Agua y saneamiento

El servicio de agua es irregular en algunas poblaciones, en donde se ha encontrado desde el 100 % de funcionamiento de la red hasta un 25 % en poblaciones en donde el flujo es irregular.

El municipio se encuentra bañado por una diversidad de ríos, entre ellos, Las Ánimas, Blanco, Bobos, Boca Ancha, Cacao, Cucharas, Chinamito, Chiquito, Encantado, Frío, Jute Creek, Juyama, Las Conchas, Motagua, Negro, Negro Creek, Pablo Creek, Plátanos, San Francisco, San Francisco Champona, Santa Rosa, Silvino, Tenedores, Virginia, Zarco Creek.

En cuanto al saneamiento y red de drenajes, se cuenta con pozos ciegos y letrinización. Hay poblaciones que no cuentan con ningún sistema de saneamiento y otras que tienen alcantarillado, como el centro de Morales.

1.3.6. Servicios públicos

El municipio de Morales cuenta con los servicios de agua potable, energía eléctrica, servicios de telefonía, agencias bancarias, centro de salud, escuelas oficiales, mercado municipal, servicios de mototaxis.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de edificio escolar de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio, en barrio La Cancha, Morales, Izabal

Se detalla a continuación todos los parámetros utilizados para el diseño del edificio escolar de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio, en barrio La Cancha, Morales, Izabal.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del edificio escolar de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio, en barrio La Cancha, Morales, Izabal. El edificio actual ya cumple con su periodo de diseño, por ende, no cuenta con condiciones óptimas para la práctica diaria de los estudiantes. Carece del espacio necesario para la rutina diaria de obtención de habilidades intelectuales, sociales y físicas para en el desarrollo global e integral del alumno. El edificio escolar diseñado cuenta con espacio para los grados de primero primaria hasta sexto primaria, con un total de 180 alumnas del sector primario, en un edificio de 10,15 m de ancho por 30,73 m de largo.

Las norma y código utilizadas en el proyecto del diseño del edificio escolar son las siguientes:

- Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES NSE 2018).

- AGIES NSE 1 – 2018 “Generalidades, administración de las normas y supervisión técnica”.
 - AGIES NSE 2 – 2018 “Demandas estructurales y condiciones de sitio”.
 - AGIES NSE 2.1 – 2018 “Estudios geotécnicos”.
 - AGIES NSE 3 – 2018 “Diseño estructural de edificaciones”.
 - AGIES NSE 7.4 – 2018 “Diseño de mampostería reforzada”.
- Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-14) (Cimentación).

2.1.2. Descripción del espacio disponible

La disponibilidad de terreno para la construcción del instituto no será un problema, ya que existe un área de 3 241,79 metros cuadrados que pertenece al Ministerio de Educación, donde se puede construir dicho instituto. Este terreno es donde ha estado ubicada dicha escuela por años. El área de construcción del nuevo edificio escolar es de aproximadamente 318,98 m² y tendrá las dimensiones siguientes: ancho de 7,95 metros y longitud 30,73 metros.

2.1.3. Localización del terreno

El edificio de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio se encuentra localizado en el casco urbano del municipio de Morales, departamento de Izabal.

2.1.3.1. Ubicación del edificio

El edificio de dos niveles para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio se encontrará ubicado en barrio La Cancha de Morales, Izabal, con coordenadas de 15,476623, -88,828093.

2.1.4. Levantamiento topográfico

La topografía del terreno se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición de la superficie, para luego plasmar los puntos localizados en un plano. Para este proyecto se realizó el levantamiento topográfico de primer orden con ayuda de una estación total marca Trimble modelo M3, propiedad de la municipalidad de Morales, Izabal. Con esto se localizaron colindancias, estructuras actuales, árboles y lo necesario identificado en terreno.

2.1.4.1. Altimetría

Se encarga de la medición de las diferencias de nivel o elevaciones entre los puntos del terreno. Con ayuda de la estación total se determinaron las elevaciones y posteriormente se realizaron las curvas de nivel del terreno en cuestión. Este procedimiento también se puede realizar por medio de mediciones de las pendientes o el grado de inclinación del terreno y la distancia entre un punto con otro.

2.1.4.2. Planimetría

Se encarga de conseguir una representación a escala del terreno, sobre una superficie plana, prescindiendo su relieve.

2.1.5. Estudio de suelo

Una parte importante para el diseño de nuestro proyecto es el estudio de suelo. Este permite conocer las características físicas y servirá para determinar el valor soporte del suelo en el cual se edificará la escuela, para brindar seguridad y certeza al diseño.

2.1.5.1. Ensayo triaxial

Es uno de los métodos utilizados para determinar la resistencia cortante del suelo. El tipo de ensayo realizado a la muestra de suelo obtenida fue el no consolidado no drenado, que determina la resistencia del suelo en condiciones a corto plazo. Se obtuvo, en condiciones in situ, una muestra inalterada de suelo con dimensiones de 1 pie cúbico, a una profundidad de 1,5 metros en el sitio en estudio.

Para la extracción de la muestra de suelo se utilizó pala, piocha, cincel, parafina y una caja de madera para asegurar que la muestra se transportara de forma adecuada. En la figura 2 observamos el proceso de excavación y los materiales utilizados durante la misma.

Figura 2. **Excavación de toma de muestra y materiales utilizados**



Fuente: elaboración propia, Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio.

En la figura 3 se observa la muestra de suelo tomada en el terreno para la construcción de la escuela.

Figura 3. **Toma de muestra de suelo 1 pie cúbico**



Fuente: elaboración propia, Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio.

En la figura 4 se aplica dos capas de parafina, con el fin de conservar las condiciones del suelo hasta el laboratorio.

Figura 4. **Aplicación de parafina**



Fuente: elaboración propia, Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio.

La muestra se obtuvo en barrio La Cancha, Morales, Izabal, en donde se encuentra la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio. Se ensayó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, en el área del Laboratorio de Suelos.

- Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

El valor soporte del suelo o capacidad de carga última admisible será calculada con el método del Dr. Karl Terzaghi. Para cimentaciones que presentan el modo de falla local por corte en suelos, Terzaghi sugirió las modificaciones siguientes:

$$q_u = \frac{2}{3} c' N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Donde:

C' = cohesión

γ = peso específico del suelo

B = ancho de la cimentación

$N_c N_q N_\gamma$ = factores de capacidad de carga modificados de Terzaghi.

Datos de laboratorio:

Ángulo de fricción interna: $\theta = 28,50^\circ$

Cohesión: 13,79 Ton/m²

Tipo de ensayo: no consolidado y no drenado

Descripción del suelo: Arena con presencia de limo beige

Densidad del suelo: 1,43 Ton/m²

Desplante: 1,50 m

Base: 0,90 m

Los factores de capacidad de carga corresponden al grado de cohesión y al ángulo de fricción interna ($\Phi = 28,50^\circ$) encontrada en el ensayo de suelo, que se puede verificar en la sección de anexos. Según la teoría de Terzaghi, se procede a calcular los factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo Φ de fricción interna del suelo.

- Factor del flujo de carga (N_q)

$$\Phi = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3} * \tan 28,5\right) = 19,89^\circ = 0,347 \text{ rad.}$$

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

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} \cdot \pi \cdot 0,347\right) \cdot \tan(19,89)}}{2 \cdot \cos^2\left(45 + \frac{19,89}{2}\right)} = 7,36$$

- Factor de flujo de carga última (N_c)

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

$$N_c = \cot(19,89) * (7,35 - 1) = 17,58$$

- Factor de flujo del suelo (N_γ)

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(\theta)$$

$$N_\gamma = 2 * (7,35 - 1) * \tan(19,89) = 3,525$$

$$N_q = 7,35$$

$$N_c = 17,56$$

$$N_\gamma = 3,525$$

$$q_u = \frac{2}{3} \left(13,79 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right) (7,35) + \left(1,43 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right) (1,50 \text{ m}) (17,58) + 0,5 (1,43 \text{ Ton/m}^2) (3,53)$$

$$q_u = 107,93 \text{ Ton/m}^2$$

El cálculo de capacidad soporte del suelo requiere aplicar un factor de seguridad FS a la capacidad de carga última bruta.

“A menudo se usa otro tipo de factor de seguridad para la capacidad de carga de cimentaciones superficiales. Se trata del factor de seguridad con respecto a la falla por corte (FScorte). En la mayoría de los casos un valor FScorte

de 1,4 a 1,6 es deseable junto con un factor mínimo de seguridad de 3 a 4 por capacidad de carga última neta o bruta”.¹

Valor soporte se calcula utilizando un factor de seguridad igual a 4, se obtiene que el valor soporte de diseño será de:

$$V_s = \frac{qu}{F_s} = \frac{107,68}{4} = 26,92 \text{ Ton/m}^2$$

2.1.6. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a conseguir una buena distribución de los ambientes que compone el edificio escolar. Este se ve claramente en el juego de planos, el cual se basó en el documento de *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*, versión corregida, febrero 2008. Esto para poder tener un ambiente adecuado, seguro, cómodo y funcional considerando la cantidad de estudiantes de la escuela, iluminación, ventilación, altura, financiamiento y el uso del edificio.

2.1.6.1. Distribución de ambientes

En el primer nivel del edificio habrá 3 aulas puras, servicio sanitario y el módulo de gradas. En la planta alta habrá 3 aulas puras, la dirección y el módulo de gradas.

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

2.1.6.2. Altura del edificio

Varía de acuerdo con las características de cada nivel educativo, modalidad y usuarios por atender, para garantizar la operatividad del centro y la calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el proyecto tendrá una altura de 3,00 m por nivel.

2.1.7. Descripción del sistema estructural

“La estructura de una edificación se clasificará independientemente, en cada dirección de análisis, en una de seis posibles familias (E1 a E6)”.²

En nuestro caso, la estructura se clasifica tipo E2 o estructura de muros (estructura tipo cajón). Es un sistema sostenido por muros estructurales interconectados, con losas actuando como diafragmas. Los muros soportan el 100 % de las solicitaciones horizontales y la parte de las solicitaciones verticales que les correspondan por área tributaria. Las losas pueden tener vigas incorporadas o ser planas. “Las vigas no necesitan tener una función sismorresistente”.³

Los esfuerzos admisibles se comparan con los esfuerzos actuantes en cada muro y realizar un diseño óptimo para la escuela. El método aceptado por el AGIES NSE 7.4 para el diseño de muros reforzados es el método de esfuerzos de trabajo o también llamados esfuerzos de servicio, en sección 5.7.1 - Método de diseño por resistencia.

² AGIES. *Diseño estructural de edificaciones*. p.1-11.

³ *Ibíd.*

2.1.7.1. Mampostería reforzada

Se denomina así al equivalente de denominación formal de “mampostería con refuerzo confinante”. El término es aceptado en América Latina para designar a dicho sistema constructivo. Al emplearlo, se entiende que no son las unidades de mampostería la que están lateralmente confinadas en el sentido riguroso de la palabra: son los paños de levantado de mampostería los que están confinados en el plano del paño por recuadros de mochetas verticales y soleras horizontales.

La carga vertical no soportada por los muros podrá ser sostenida por columnas de concreto o acero que no tendrán la función de resistir solicitaciones horizontales, pero deberán aceptar las acciones inducidas por las derivas laterales de la estructura. Las losas pueden tener vigas incorporadas o ser planas; las vigas no necesitan tener una función sismoresistente.

2.1.8. Elementos de la mampostería reforzada

Se detalla a continuación los elementos que componen la mampostería reforzada.

2.1.8.1. Unidades de mampostería

La mampostería es un sistema constructivo en el que se ensambla un levantado vertical de unidades o piezas que se unen entre ellas con un mortero de liga, con el objeto de generar paredes de soporte que, a su vez, conforman una estructura que se techa de diversas formas. La estructura puede ser de uno o varios pisos.

2.1.8.2. Mortero

El mortero es el material que liga las unidades de mampostería para formar una estructura de mampostería (reforzada o no). Es una mezcla dosificada de arenas, cemento, cal hidratada y agua que se coloca antes de fraguar entre unidades de mampostería conforme se requiere o permite. Todos los morteros están obligados a cumplir con la norma ASTM C270. En la construcción de mampostería están disponibles cuatro tipos de mortero: los tipos M, S, N y O. Cada uno tiene diferentes propiedades y proporciones de los componentes individuales. Tres tipos de materiales de cemento se utilizan para hacer mortero: con cal, con cemento y de mampostería.

- Mortero con cal: la combinación de cemento con cal ofrece las mejores propiedades de ambos materiales. La combinación de cemento-arena en la baja retención de agua y puede estar sujeto a la fisuración. La adición de cal reduce la fuerza de compresión, pero aumenta la remanencia de agua y reduce así el agrietamiento. Un muro que tuviera dicho mortero, tendrá una buena resistencia, pero será vulnerable al agrietamiento y la penetración del agua. Un muro que tuviera dicho mortero, tendrá una menor resistencia inicial, pero tendrá una mayor resistencia al agrietamiento y la penetración del agua de lluvia.
- Mortero de cemento de mampostería: la mayoría del tiempo tiene una trabajabilidad excelente. La durabilidad al congelamiento y deshielo de los morteros de mampostería es sobresaliente en ensayos de laboratorio. Las burbujas microscópicas de aire incorporado contribuyen acción que proveen trabajabilidad.

- Mortero de cemento de mampostería: también llamado de albañilería, es un producto patentado y contiene una mezcla de cemento Portland y caliza, entre otros. También cuenta con eliminadores de aire y aditivos que repelen el agua. No se requiere adición de cal.

Tabla I. **Requisitos para la especificación por proporciones**

Mortero	Tipo	Proporciones por volumen (Materiales comandantes)							Proporción de agregado (medio en condiciones húmedo suelto)	
		Cemento Hidráulico	Cemento para mortero de pega			Cemento de Mampostería				Cal hidratada o de cal pasta
			M	S	N	M	S	N		
Cemento-cal	M	1	...	...	...	...	...	...	Más ¼
	S	1	...	...	...	...	...	...	Más de ¼ a ½
	N	1	...	...	...	...	...	...	Más de ½ a 1¼
	O	1	...	...	...	...	...	...	Más de 1¼ a 2½
Cemento para mortero de pega	M	1	...	...	1	...	...	...	...
	M	...	1	...	...	...	...	...	...
	S	½	...	...	1	...	...	...	...
	S	...	...	1	...	...	...	...	...
	N	...	...	...	1	...	...	...	...
Cemento de mampostería	O	...	...	...	1	...	...	...	...
	M	1	...	...	...	...	1	...	...
	M	...	...	...	...	1	...	...	...
	S	½	...	...	...	...	1	...	...
	S	...	...	...	...	...	1	...	...
	N	...	...	...	...	...	1	...	...
	O	...	...	...	...	...	1	...	...

Fuente: *American Society for Testing and Materials. Especificación estándar para mortero usado en mampostería.* p.10

2.1.8.3. Concreto y grout

El concreto no es más que la mezcla de arena, grava, cemento y agua, que al fraguar adquiere características de dureza y resistencia.

El grout, también conocido como lechada, es una mezcla de cemento y agua, con o sin agregados, dosificada para obtener una consistencia que permita su colocación sin que se produzca segregación. Es utilizado para los muros reforzados interiormente; es decir, las celdas de los elementos prefabricados alrededor del acero de refuerzo.

Hay dos clases de grout que se utilizan en la construcción de mampostería: el fino y el grueso, dependiendo de las dimensiones del agregado que se utilice. La proporción por volumen para esta mezcla deberá ser de 1 parte de cemento, 2,25 a 3 partes de arena, y de 1 a 2 partes de grava fina con una cantidad de agua suficiente que garantice un revenimiento de 2 a 2,5 centímetros.

2.1.8.4. Acero y refuerzo

El acero empleado como refuerzo vertical, en soleras o varillas colocadas en el interior del muro debe consistir en varillas corrugadas que cumplan con las normas ASTM a-703 o ASTM A-615, son COGUANOR NGO 3 6011. El uso de las varillas lisas está limitada a estribos, eslabones y para otros amarres. Existen diferentes resistencias del refuerzo, las más utilizadas son los grados 40, 60 y hasta 70. En este proyecto se usará acero de grado 40.

Tabla II. **Clasificación de barras de acero**

Clasificación Según Sistema de Medidas	
Internacional, SI	Inglés
Grado 280	Grado 40
Grado 414	Grado 60
Grado 517	Grado 75

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas. *Barras de acero de refuerzo para hormigón (concreto), sin exigencias especiales de soldabilidad. Especificaciones.* p.5.

2.1.9. Tipos de cargas que afectan la estructura

Para definir las cargas que afectan la estructura recurrimos a la Norma de Seguridad Estructural AGIES NSE 2, que nos indica las cargas mínimas que debemos considerar en el diseño. Incluyen carga viva, muerta, viento y sismos.

2.1.9.1. Cargas estáticas

Corresponden a las que se calculan en un 100 % de los diferentes elementos que se mueven dentro de la estructura.

2.1.9.1.1. Carga viva

Son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. En general, su intensidad estará establecida por norma. Las cargas vivas son generalmente empíricas, basadas en criterios de ingeniería de larga trayectoria; algunas veces pueden tener una base estadística, pero con dispersiones muy amplias. Son transitorias con distribución cambiante.

Según la Norma de Seguridad Estructural AGIES NSE 2, para escuelas se utiliza una carga de 200 kg/m² y para pasillos y escaleras, de 500 kg/m².

Tabla III. Carga viva para edificaciones

Educativos		
Aulas	200 [R]	400
Pasillos y escaleras	500	
Salones de lectura de biblioteca	200 [R]	400
Área de estanterías de biblioteca	700	800

Fuente: AGIES. *Demandas estructurales y condiciones de sitio*. p.3-7.

2.1.9.1.2. Carga muerta

Las cargas muertas son los pesos de los diversos elementos estructurales y los pesos de todos los objetos que están unidos de manera permanente a la estructura. Incluyen —pero no necesariamente están limitadas al peso propio de

la estructura— pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos y equipo permanente rígidamente anclado a la estructura.

Para este edificio se utilizan las siguientes cargas muertas:

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

Muros, ventanas y puertas = 200 kg/m²

Acabados e instalaciones = 50 kg/m²

2.1.9.2. Cargas dinámicas

Las cargas dinámicas corresponden a las cargas que se calculan con una aproximación sobre la estructura o elementos de una estructura.

2.1.9.2.1. Carga de viento

Cuando las estructuras bloquean el flujo del viento, la energía cinética del mismo se convierte en energía potencial de presión, la cual ocasiona una carga de viento. El efecto del viento sobre una estructura depende de la densidad y la velocidad del aire, ángulo de incidencia del viento, forma y rigidez de la estructura y la rugosidad de la estructura.

2.1.9.2.2. Carga de sismo

Los terremotos producen cargas sobre una estructura a través de su interacción con el suelo y las características de su respuesta. Deberán considerarse en el análisis los elementos estructurales asignados a resistir las cargas sísmicas, considerando que Guatemala es un país altamente sísmico.

2.1.10. Método de análisis estructural

Entre los métodos más usados para evaluar estructuras de mampostería reforzada están el método de análisis simplista y el de análisis realista. Para nuestro diseño del edificio escolar de dos niveles utilizaremos el método análisis simplista para muros de mampostería confinada.

2.1.10.1. Método de análisis simplista

Este tipo de análisis es menos laborioso que el resto y para la elaboración del método consideraremos lo siguiente:

- La mayoría de veces, los muros actúan como miembros verticales sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.
- Los muros experimentan un ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se considera en el sentido contrario.
- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que esta actúa. Se presentan dos efectos sobre ellos, que son: uno de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

2.1.10.2. Integración de cargas

Se realiza una integración de cargas en el techo y de entrepiso para el edificio escolar.

- Mampostería: 19x19x39 c.
- Altura del edificio: 3,00 metros por nivel.
- Espesor de losa: losa prefabricada de 15 cm de vigueta más 5 cm de espesor.
- Carga viva techo: 100 kg/m².
- Carga viva entrepiso aulas 200 kg/m².
- Carga viva entrepiso pasillos 500 kg/m².
- Área losa de primer nivel: 244,30 m².
- Área losa de segundo nivel: 244,30 m².

Determinación de carga muerta:

- Techo
 - Lámina 100 kg/m²
 - Acabados 50 kg/m²
 - Desniveles 35 kg/m²

Carga muerta 185 kg/m²

Carga viva 100 kg/m²

- Entrepiso, aulas y pasillos
 - Losa prefabricada 200 kg/m²
 - Acabados 100 kg/m²
 - Relleno 36 kg/m²
 - Instalaciones 5 kg/m²
 - Piso 35 kg/m²

Carga muerta 376 kg/m²

Carga viva aulas 200 kg/m²

Carga viva pasillos 500 kg/m²

La mampostería de bloque pesa entre 1 600 a 1 800 kg/m³, el espesor de block es de 19 centímetros, entonces tomaremos 1 700 kg/m³.

- Muros primer nivel

Peso mampostería 1 700 kg/m³ * 0,19 m = 323 kg/m²

Longitud de muros 103,81 m

$$W_{muro} = 323 \frac{kg}{m^2} * 103,81 m(3 m) = 100 591,89 kg$$

- Muros segundo nivel

Peso mampostería 1 700 kg/m³ * 0,19 m = 323 kg/m²

Longitud de muros 103,81 m

$$W_{muro} = 323 \frac{kg}{m^2} * 103,81 m(3 m) = 100 591,89 kg$$

- Peso de carga muerta por nivel

- Techo

(CM * área de losa) + (0,5 * W muro segundo nivel)

(185 kg/m² * 244,30 m²) + (0,5 * 100 591,89) = 95 491,45 kg = 95,49 TON

- Segundo nivel

(CM * área de losa) + (0,5 * (W muro segundo nivel + W muro primer nivel))

$$(376 \text{ kg/m}^2 * 244,30 \text{ m}^2) + (0,5 (100 591,89 \text{ kg} + 100 591,89 \text{ kg}))$$
$$= 192 448,69 \text{ kg} = 192,45 \text{ TON}$$

- Primer nivel

$$(H/2 + Df) * (\text{Longitud de muros} * \text{peso de mampostería})$$
$$(1,5 + 1) * (103,81 \text{ m} * 323 \text{ kg/m}^2) = 83 826,58 \text{ kg} = 83,83 \text{ TON}$$

- Peso total de la estructura = 371,77 TON

- Esfuerzo de viento

Se debe de asignar una exposición al sitio donde se diseñará la estructura.

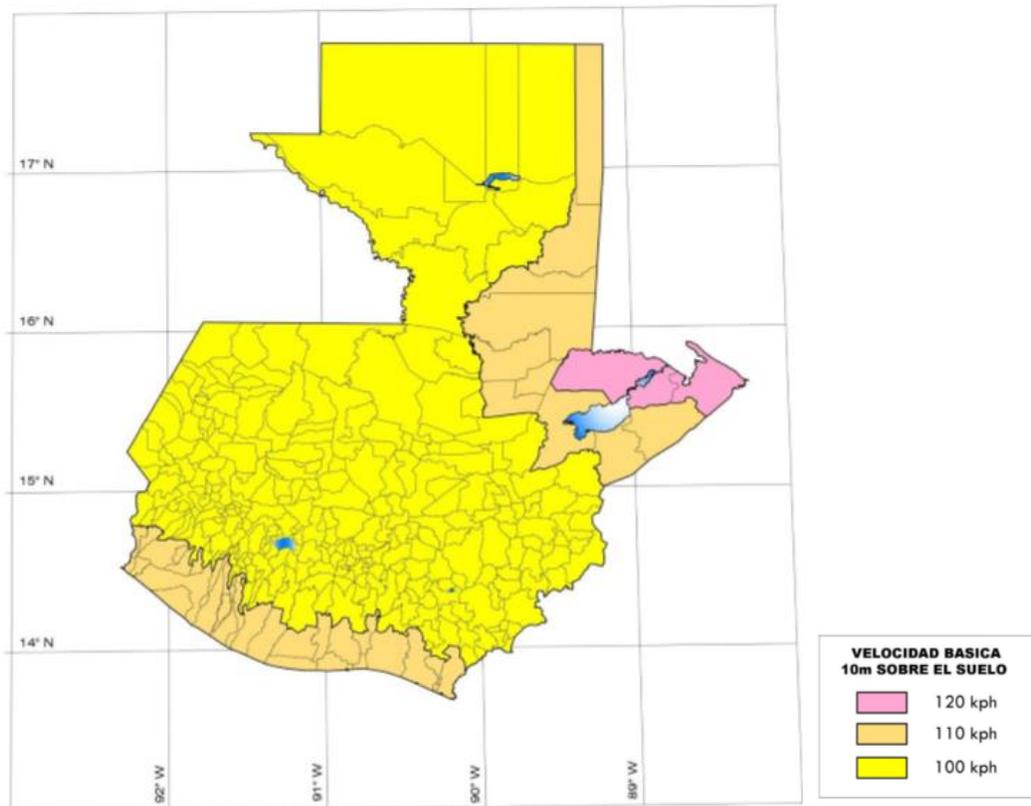
Las exposiciones de sitio son las siguientes:

- Exposición B: serán edificaciones de un nivel o más o bien bosques u otras irregularidades superficiales significativas que se extiendan más de 1 500 metros desde el sitio del proyecto.
- Exposición C: tendrán explanadas llanas y generalmente abiertas, con o sin cultivos agrícolas bajos que se extiendan más de 750 metros desde el sitio del proyecto.
- Exposición D: es la exposición más crítica; estará frente a un cuerpo de agua que se extiende más de 1 500 metros de la costa. El sitio estará en exposición D si se localiza a menos de 500 metros desde la costa o a 10 veces la altura de la edificación, lo que resulte mayor.

La velocidad básica del viento la velocidad de una ráfaga de más de 3 segundos de duración, medida a 10 metros sobre el nivel del suelo, en un área

con tipo de exposición C; la ocurrencia de la velocidad de ráfaga tendrá una probabilidad anual de ser excedida del 2 %.

Figura 5. **Mapa de zonificación por vientos de Guatemala.**



Fuente: AGIES. *Demandas estructurales y condiciones de sitio.* p.5-3.

Las presiones de diseño de viento para estructuras y elementos de estas se deben determinar para cualquier altura de acuerdo con lo siguiente:

$$P = C_{ez} * C_q * q_s * I_c$$

Donde:

P = presión de diseño por viento (kg/m²)

C_{ez} = coeficiente de exposición y altura estipulado

C_q = coeficiente de presión

q_s = presión básica del viento (kg/m^2) a la altura estándar de 10 metros.

I_c = factor de importancia

- Presión básica del viento q_s

Se relaciona directamente con la velocidad básica del viento.

$$q_s = 0,0048 v_s^2$$

Donde:

v_s = velocidad básica del viento en kph.

Para nuestro caso tomamos $q_s = 58 \text{ kg}/\text{m}^2 = 11,87 \text{ psf}$

- Coeficiente de exposición C_{ez}

Las presiones de diseño de viento a lo alto de la edificación serán proporcionales a los valores C_{ez} ; deben aplicarse perpendicularmente a la superficie. AGIES presenta un resumen de los valores de exposición según el tipo de exposición de la edificación.

Para nuestro caso tomamos $C_{ez} = 0,67 \text{ kg}/\text{m}^2$.

- Coeficiente de exposición C_q

Presión directa positiva: las superficies que se encuentran en dirección opuesta al viento y perpendiculares a su trayectoria reciben un efecto de impacto directo de la masa de aire en movimiento. Este se conoce como lado de barlovento.

Presión negativa: en el lado opuesto a la dirección del viento, que se conoce como lado de sotavento, se genera una presión hacia fuera de la superficie de la construcción.

- Factor de importancia I
 - I es el factor de importancia. Usar 1,15 para obras esenciales y 1,0 para las otras clasificaciones.

Según lo establecido con anterioridad se utilizarán los siguientes datos:

Exposición B

$$C_{ez} = 0,67$$

$$C_q = 0,5 \text{ sotavento}; 0,8 \text{ barovento}$$

$$q_s = 58 \text{ kg/m}^2$$

$$I_c = 1,00$$

$$P = 0,67 * 0,80 * 11,87 * 1 = 6,36 \text{ lb/pie}^2 \text{ (19,69 pie)}$$

$$P = 125,67 \text{ lb/pie}$$

Las fuerzas de viento no son críticas sobre edificios de poca altura, pero en algunas regiones es posible que sea crítico para edificios de gran altura; por tanto, se necesitará hacer un análisis de este fenómeno.

2.1.10.3. Análisis de estructura sismo resistente según AGIES

Basado en el normativo AGIES NSE 2010, la forma para determinar el corte basal es la siguiente:

$$V_b = C_s * W_s^4$$

Donde:

V_b = Corte basal

C_s = Coeficiente sísmico de diseño

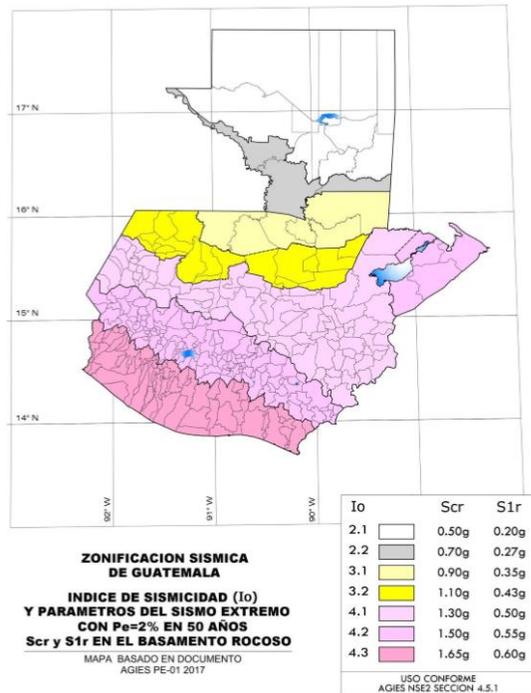
W_s = peso de la edificación

- Índice de sismicidad

Incide sobre el nivel de protección sísmica que se hace necesario para diseñar la obra o edificación e incide en la selección del espectro sísmico de diseño. Ubicamos nuestro proyecto en Izabal, junto con esto los parámetros S_{cr} y S_{1r} .

⁴ AGIES. *Diseño Estructural de Edificaciones*. p.2-1.

Figura 6. **Mapa de zonificación sísmica de Guatemala**



Fuente: AGIES. *Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio*. p.6.

$$I_o = 4,2$$

$$S_{cr} = 1,50$$

$$S_{1r} = 0,55$$

- Clase de obra

Toda obra nueva o existente se clasifica en una de cuatro categorías ocupacionales, según el impacto socioeconómico que pueda implicar la falla o cese de funciones de la obra.

- Obras importantes

Este tipo de obras alberga a gran cantidad de personas, aquellas donde los ocupantes están restringidos a desplazarse. Prestan servicios importantes a gran número de personas o entidades. Este puede ser el caso de edificios educativos, museos, prisiones, entre otros.

- Nivel de protección sísmica

Sirve para determinar la probabilidad del sismo y está en función del Índice de Sismicidad I_0 y la Clasificación de Obra.

Tabla IV. **Nivel de protección sísmica**

Índice de sismicidad	Clase de obra			
	Esencial	Importante	Ordinaria	Utilitaria
$I_0 = 4$	E	D	D	C
$I_0 = 3$	D	C	C	B
$I_0 = 2$	C	B	B	A
Probabilidad de exceder el sismo de diseño	5 % en 50 años	5 % en 50 años	10 % en 50 años	Sismo mínimo

Fuente: AGIES. *Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio*. p. 4-2.

Nuestro proyecto se clasifica de la siguiente manera:

Clase de obra = Importante

Nivel mínimo de protección sísmica = D

Probabilidad de exceder el sismo de diseño = 5 % en 50 años

- Clasificación de sitio

El sitio del proyecto o de interés se clasificará con base en las características del perfil del suelo bajo los cimientos. Los sitios se clasificarán en

alguna de las siguientes categorías: AB, C, D, E o F. Clasificamos nuestro sitio de la siguiente manera: clase de sitio = D

- Ajustes por clase de sitio

$$S_{CS} = S_{CR} * F_a * N_a$$

$$S_{1S} = S_{1R} * F_v * N_v$$

Ubicamos los factores correspondientes a nuestro proyecto:

$$F_a = 1,0^5$$

$$F_v = 1,7^6$$

Los factores de proximidad N_a y N_v la primera en períodos cortos de vibración y la segunda en períodos largos de vibración. Se calificarán las fallas activas próximas como fuentes sísmicas tipo A, B o C.

Los factores según nuestro proyecto son:

$$N_a = 1,12^7$$

$$N_v = 1,20^8$$

Obtenemos los siguientes valores:

$$S_{CS} = 1,50 * 1,0 * 1,12 = 1,68$$

$$S_{1S} = 0,55 * 1,7 * 1,20 = 1,12$$

⁵ AGIES. *Demandas Estructurales y Condiciones de Sitio*. p. 4-7.

⁶ *Ibíd.*

⁷ *Ibíd.* p. 4-12.

⁸ *Ibíd.*

- Factor de escala

Se determinará la probabilidad de ocurrencia del sismo de diseño, según el nivel de protección sísmica que se requiera. Uno de los factores K_d indica un 5 % de probabilidad de exceder un sismo de diseño en 50 años de un sismo severo.

Los parámetros del espectro se calibrarán a la probabilidad de estipulada mediante las expresiones:

$$K_d = 0,80$$

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

$$S_{cd} = 1,68 * 0,80 = 1,344$$

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

$$S_{1d} = 1,12 * 0,8 = 0,896$$

- Período de transición

Período TS (seg.) que separa los períodos cortos de los largos:

$$T_s = \frac{S_{1d}}{S_{cd}} = \frac{0,896}{1,344} = 0,67 \text{ seg}$$

- Período de vibración empírico

$$T_a = K_t (H_n)^x \text{ } ^9$$

Donde:

⁹ AGIES. *Diseño Estructural de Edificaciones*. p. 2-3.

H_n = altura total del edificio

$K_t = 0,047$

$x = 0,90$

solamente para sistemas estructurales E2 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas.

$$T_a = 0,047 (6)^{0,90} = 0,236 \text{ seg.}$$

- Ordenadas espectrales

Las ordenadas espectrales $S_a(T)$ para cualquier período de vibración T , se definen con las siguientes expresiones:

$$S_a(T) = S_{cd} \quad T \leq T_s$$

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

- Revisión

$$T_a \leq T_s$$

$$0,236 \leq 0,67$$

Entonces $S_a(T) = S_{cd} = 1,344$

- Cálculo del coeficiente sísmico

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} \quad 10$$

¹⁰ AGIES. *Diseño Estructural de Edificaciones*. p.2-2.

Donde:

$S_a(T)$ = ordenada espectral para cualquier periodo de vibración T

R = factor genérico de reducción de respuesta sísmica

- Factor R

Es el factor genérico de reducción de respuesta sísmica. Dependerá de las características genéricas del sistema estructural elegido. Para Sistema de Muros E2, R = 4. ¹¹

$$C_{sx} = \frac{1,344}{4} = 0,3360 = 33,60 \%$$

$$C_{sy} = \frac{1,344}{4} = 0,3360 = 33,60 \%$$

¹¹ AGIES. *Diseño Estructural de Edificaciones*. p. 1-17.

Tabla V. **Resumen de datos sísmicos**

CALCULO CS AGIES NSE 2-2018	
Uso del edificio	Edificio escolar
Io = Índice de sismicidad	4
Scr	1,5
S1r	0,55
Clase de obra	D
Clase de suelo	D
Fa	1
Fv	1,7
Na	1,12
Nv	1,2
Scs	1,68
S1s	1,12
Período de transición	0,67
Kd	0,88
Kt	0,047
Altura del edificio	6,45 m
Ta vibración empírico	0,236
Sistema estructura utilizado	Tipo Cajón E2
Sa(T)	1,344
Factor R	4
Cs (Corte Basal)	33,60 %

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

- Cálculo del corte basal

$$W_s = 371,77 + 26,77 = 398,54 \text{ Ton}$$

$$V_b = C_s * W_s$$

$$V_{bx} = 0,3360 * 398,54 \text{ Ton} = 133,91 \text{ Ton}$$

$$V_{by} = 0,3360 * 398,54 \text{ Ton} = 133,91 \text{ Ton}$$

2.1.10.4. Distribución de fuerzas por nivel

Se distribuye la fuerza de sismo en cada uno de los niveles de la estructura para determinar las fuerzas y momentos que actuarán en cada uno de los muros. El corte basal (Vb) se distribuye en el edificio. La fuerza por nivel se calculará de la siguiente manera:

$$F_x = C_{vx} * Vb \quad 12$$

$$C_{vx} = \frac{W_x * h_x}{\sum_{i=1}^n W_i * h_i} \quad 13$$

Donde:

Vb = esfuerzo de corte basal total de diseño

W_x = peso de nivel en análisis

H_x = altura del nivel en análisis

Tabla VI. **Distribución de fuerzas por nivel, sentido X y Y**

	W peso (Ton)	H (m)	EJE X			EJE Y		
			W * h	Fx (Ton)	Fx acum (Ton)	W * h	Fx (Ton)	Fx acum (Ton)
Techo	95,49	6,00	572,95	66,70	66,70	572,95	66,70	66,70
2	192,45	3,00	577,35	67,21	133,91	577,35	67,21	133,91
1	83,83	0	0,00	0,00	133,91	0,00	0,00	133,91
	SUMA		1 150,29	133,91		1 150,29	133,91	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

¹² AGIES. *Diseño Estructural de Edificaciones*. p. 2-5.

¹³ *Ibíd.*

2.1.10.5. Cálculo por volteo

Debido a las fuerzas laterales de viento o sismo, las estructuras estarán sometidas a momentos de volteo. Si este momento es lo suficientemente grande puede sobrepasar la carga muerta de la estructura e inducir tensiones en la parte externa de los muros corte de tensiones.

Determinar el momento de volteo de cada nivel requerirá de la distribución de fuerzas obtenidas anteriormente. Como referencia se basó en la tesis *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios* de Oscar Argueta.¹⁴

Eje X (2 nivel)

F = Fuerza por nivel = 67,21 Ton.

H (m) = altura de cada nivel = 3 m

F * H = 67,21 Ton * 3 m = 201,63 Ton – m

M (Ton-m) = F (ton) * h-hx (m) = 66,70 Ton * 3 m = 200,10 Ton-m

Tabla VII. Momento por volteo

Nivel	F (Ton)	h (m)	F * h	(h - hx)	Mvx (Ton-m)	F (Ton)	h (m)	F * h	(h - hx)	Mvx (Ton-m)
Techo	66,70	6,00	400,19	0	0	66,70	6,00	400,19	0	0
2	67,21	3,00	201,63	3	200,10	67,21	3,00	201,63	3	200,10
1	0,00	0	0	3	601,82	0,00	0	0	3	601,82
SUMA			601,82					601,82		

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

M vx = 601,82 Ton-m

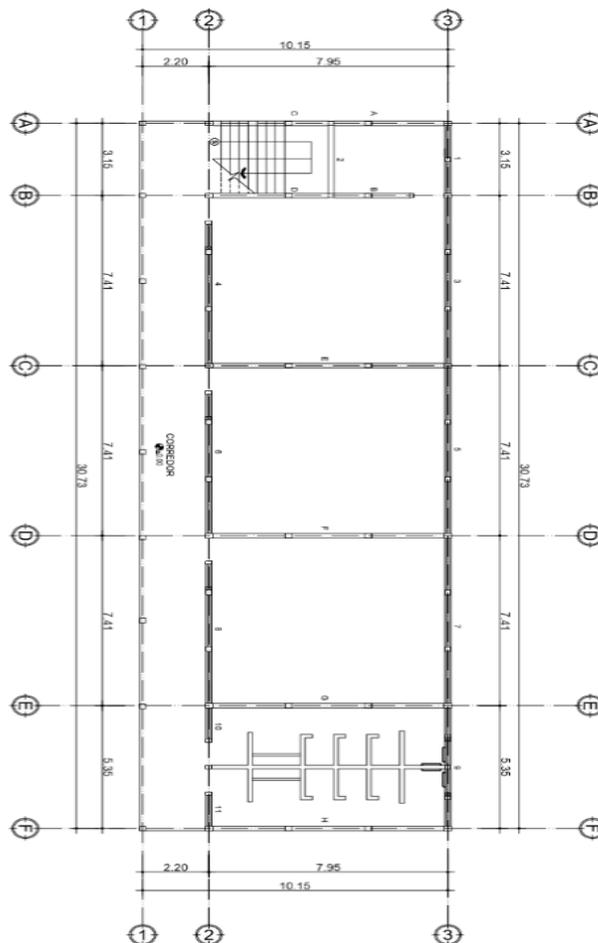
¹⁴ ARGUETA, Óscar. *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*. p. 50.

$M_{vy} = 601,82 \text{ Ton-m}$

2.1.10.6. Solución por método analista simplista

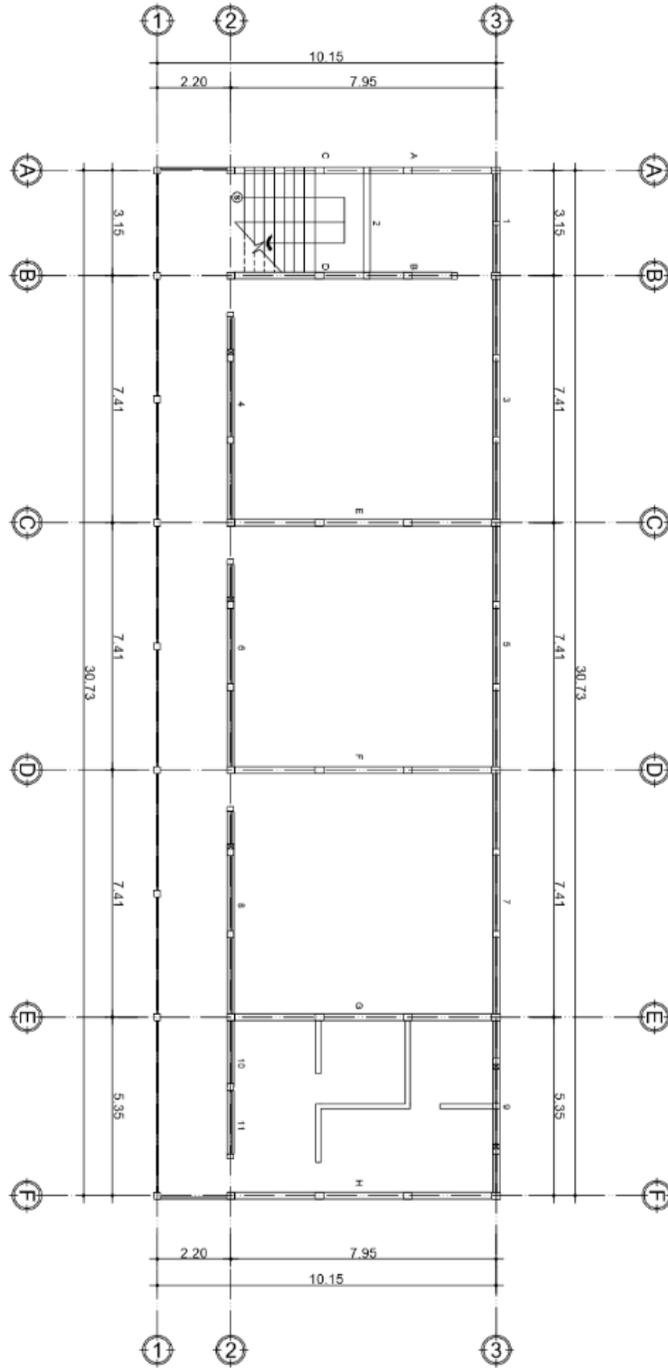
Se numeran los muros en sentido x y y de la estructura para ambos niveles y se realiza el cálculo del centro de masa y rigidez.

Figura 7. Muros estructurales primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 8. **Muros estructurales segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Tabla VIII. **Distribución de muros primer y segundo nivel**

Primer Nivel						
Muro	Longitud	Dirección		Muro	Longitud	Dirección
1	3,15	X		A	3,85	Y
2	3,15	X		B	4,10	Y
3	7,45	X		C	3,85	Y
4	6,45	X		D	4,10	Y
5	7,45	X		E	7,95	Y
6	6,45	X		F	7,95	Y
7	7,45	X		G	7,95	Y
8	6,25	X		H	7,95	Y
9	5,35	X				
10	1,50	X				
11	1,50	X				

Segundo Nivel						
Muro	Longitud	Dirección		Muro	Longitud	Dirección
1	3,15	X		A	3,85	Y
2	3,15	X		B	4,10	Y
3	7,45	X		C	3,85	Y
4	6,45	X		D	4,10	Y
5	7,45	X		E	7,95	Y
6	6,45	X		F	7,95	Y
7	7,45	X		G	7,95	Y
8	6,25	X		H	7,95	Y
9	5,35	X				
10	1,50	X				
11	1,50	X				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

2.1.10.7. Localización centro de masa

Para determinar el centro de masa se utilizó como referencia *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplistas y realistas*.¹⁵

¹⁵ ALVAREZ, Ricardo. *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplistas y realistas*. p. 67.

El centro de masa se define como el punto matemático donde se concentra todo el peso de la estructura. Se obtiene por medio del cálculo de momentos desde un punto base hacia cada una de las longitudes de los elementos, y dividiéndola por la suma de todos los momentos por la longitud total de los mismos.

Tabla IX. **Centro de masa de la estructura en sentido X, primer nivel**

MURO	LONGITUD	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L * X	L * Y
1	3,15	1,58	0,00	4,96	0,00
2	3,15	1,58	3,88	4,96	12,22
3	7,41	6,86	0,00	50,80	0,00
4	6,41	7,35	7,95	47,11	50,96
5	7,41	14,27	0,00	105,70	0,00
6	6,41	14,76	7,95	94,61	50,96
7	7,41	21,68	0,00	160,61	0,00
8	6,41	22,27	7,95	142,75	50,96
9	5,35	28,055	0,00	150,09	0,00
10	1,50	26,23	7,95	39,35	11,93
11	1,50	29,88	7,95	44,82	11,93
Σ	56,11			845,77	188,95

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla X. **Centro de masa de la estructura en sentido Y, primer nivel**

MURO	LONGITUD	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L * X	L * Y
A	3,85	0	1,925	0,00	7,41
B	4,10	0	5,9	0,00	24,19
C	3,85	3,15	1,925	12,13	7,41
D	4,10	3,15	5,9	12,92	24,19
E	7,95	10,56	3,975	83,95	31,60
F	7,95	17,97	3,975	142,86	31,60
G	7,95	25,38	3,975	201,77	31,60
H	7,95	30,73	3,975	244,30	31,60
Σ	47,7			697,93	189,61

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

$$X = \frac{\sum X * L}{L}$$

$$X = \frac{(845,77 + 697,93)}{(56,11 + 47,70)}$$

$$X = 14,87 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum Y * L}{L}$$

$$Y = \frac{(188,95 + 189,61)}{(56,11 + 47,70)}$$

$$Y = 3,65 \text{ m}$$

Tabla XI. Centro de masa de la estructura en sentido X, segundo nivel

MURO	LONGITUD	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L * X	L * Y
1	3,15	1,58	0,00	4,96	0,00
2	3,15	1,58	3,88	4,96	12,22
3	7,41	6,86	0,00	50,80	0,00
4	6,41	7,35	7,95	47,11	50,96
5	7,41	14,27	0,00	105,70	0,00
6	6,41	14,76	7,95	94,61	50,96
7	7,41	21,68	0,00	160,61	0,00
8	6,41	22,27	7,95	142,75	50,96
9	5,35	28,055	0,00	150,09	0,00
10	1,5	26,23	7,95	39,35	11,93
11	1,5	29,88	7,95	44,82	11,93
Σ	56,11			845,77	188,95

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XII. Centro de masa de la estructura en sentido Y, segundo nivel

MURO	LONGITUD	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L * X	L * Y
A	3,85	0	1,925	0,00	7,41
B	4,1	0	5,9	0,00	24,19
C	3,85	3,15	1,925	12,13	7,41
D	4,1	3,15	5,9	12,92	24,19
E	7,95	10,56	3,975	83,95	31,60
F	7,95	17,97	3,975	142,86	31,60
G	7,95	25,38	3,975	201,77	31,60
H	7,95	30,73	3,975	244,30	31,60
Σ	47,7			697,93	189,61

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

2.1.10.8. Localización centro de rigidez

Para determinar el centro de rigidez se utilizó como referencia *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplistas y realistas*.¹⁶ Se le conoce como el eje por el cual el centro de masa y fuerzas laterales suelen rotar. La rigidez está relacionada con la deformación de la edificación ante la acción de las cargas. La estructura debe de contar con suficiente cantidad de elementos para que la deformación lateral no sea excesiva. La rigidez se define como:

$$R = \frac{1}{\Delta}$$

Donde:

¹⁶ ALVAREZ, Ricardo. *Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplistas y realistas*. p. 67.

R = rigidez relativa del elemento estructural

Δ = deformación por flexión más la deformación por corte

Para muros voladizos se deberá utilizar la siguiente fórmula:

$$\Delta_{\text{voladizo}} = \frac{P_n}{E_m * t} \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Si el muro se encuentra en forma empotrada se debe utilizar la fórmula siguiente:

$$\Delta_{\text{voladizo}} = \frac{P_n}{E_m * t} \left[4 * \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Donde:

P_n = fuerza que actúa en el nivel de piso a trabajar

E_m = módulo de elasticidad de la mampostería

t = peralte de la losa

h = altura nivel del edificio

d = longitud de muro

La rigidez quedará en función del módulo de elasticidad de la mampostería E_m ; esto por facilidad para trabajar con valores pequeños, que a la larga no afecta en el análisis. Para el cálculo de la rigidez en el edificio escolar, en el primer nivel, se tiene los siguientes datos:

$t = 19 \text{ cm}$

$f'm = 50 \text{ kg m}^2$

$E_m = 750 * f'm = 52\,500 \text{ kg m}^2$

$$Em * t = 52\,500 \text{ kg m}^2 * 19 \text{ cm} = 997\,500 \text{ kg m}$$

$$P = F n-2 = 115\,690 \text{ kg}$$

$$P/Em * t = 0,116 \text{ cm}$$

La carga P será la misma para ambas direcciones en el mismo nivel. La fórmula por utilizar será la de muro en voladizo.

Tabla XIII. Centro de rigidez en X del edificio, primer nivel

Muro	Long.	H/L	(H/L) ³	3*H/L	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L*X	L*Y	Rigidez	R*Y
1	3,15	0,95	0,86	2,86	1,57	0	4,96	0,0	2,00	0,00
2	3,15	0,95	0,86	2,86	1,57	3,88	4,96	12,2	2,00	7,77
3	7,41	0,40	0,07	1,21	6,85	0	50,8	0,0	5,82	0,00
4	6,41	0,47	0,10	1,40	7,35	7,95	47,1	50,9	4,94	39,31
5	7,41	0,40	0,07	1,21	14,26	0	105	0,0	5,82	0,00
6	6,41	0,47	0,10	1,40	14,76	7,95	94,6	50,9	4,94	39,31
7	7,41	0,40	0,07	1,21	21,67	0	160	0,0	5,82	0,00
8	6,41	0,47	0,10	1,40	22,27	7,95	142	50,9	4,94	39,31
9	5,35	0,56	0,18	1,68	28,05	0	150	0,0	4,01	0,00
10	1,5	2,00	8,00	6,00	26,23	7,95	39,3	11,9	0,53	4,23
11	1,5	2,00	8,00	6,00	29,88	7,95	44,8	11,9	0,53	4,23

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XIV. Centro de rigidez en Y del edificio, primer nivel

Muro	Long.	H/L	(H/L) ³	3*H/L	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L*X	L*Y	Rigidez	R*Y
A	3,85	0,78	0,47	2,34	0,00	1,93	0,00	7,41	2,65	0,00
B	4,1	0,73	0,39	2,20	0,00	5,90	0,00	24,1	2,88	0,00
C	3,85	0,78	0,47	2,34	3,15	1,93	12,1	7,41	2,65	8,35
D	4,1	0,73	0,39	2,20	3,15	5,90	12,9	24,1	2,88	9,07
E	7,95	0,38	0,05	1,13	10,56	3,98	83,9	31,6	6,28	66,34
F	7,95	0,38	0,05	1,13	17,97	3,98	142	31,6	6,28	112
G	7,95	0,38	0,05	1,13	25,38	3,98	201	31,6	6,28	159
H	7,95	0,38	0,05	1,13	30,73	3,98	244	31,6	6,28	193

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Para el cálculo de la rigidez en el edificio escolar en el segundo nivel, se tiene los siguientes datos:

$$t = 19 \text{ cm}$$

$$f'm = 70 \text{ kg m}^2$$

$$E_m = 750 * f'm = 52\,500 \text{ kg m}^2$$

$$E_m * t = 52\,500 \text{ kg m}^2 * 19 \text{ cm} = 997\,500 \text{ kg m}$$

$$P = F_{n-2} = 57\,100 \text{ kg}$$

$$P/E_m * t = 0,06 \text{ cm}$$

Tabla XV. **Cálculo de centro de rigidez en X del edificio, segundo nivel**

Muro	Long	H/L	(H/L) ³	3*H/L	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L*X	L*Y	Rigidez	R*Y
1	3,15	0,95	0,86	2,86	1,57	0	4,96	0,0	4,02	0,00
2	3,15	0,95	0,86	2,86	1,57	3,88	4,96	12,2	4,02	15,59
3	7,41	0,40	0,07	1,21	6,85	0	50,8	0,0	11,68	0,00
4	6,41	0,47	0,10	1,40	7,35	7,95	47,1	50,9	9,93	78,92
5	7,41	0,40	0,07	1,21	14,26	0	105	0,0	11,68	0,00
6	6,41	0,47	0,10	1,40	14,76	7,95	94,6	50,9	9,93	78,92
7	7,41	0,40	0,07	1,21	21,67	0	160	0,0	11,68	0,00
8	6,41	0,47	0,10	1,40	22,27	7,95	142	50,9	9,93	78,92
9	5,35	0,56	0,18	1,68	28,05	0	150	0,0	8,05	0,00
10	1,50	2,00	8,00	6,00	26,23	7,95	39,3	11,9	1,07	8,49
11	1,50	2,00	8,00	6,00	29,88	7,95	44,8	11,9	1,07	8,49

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XVI. **Cálculo de centro de rigidez en Y del edificio, segundo nivel**

Muro	Long.	H/L	(H/L) ³	3*H/L	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L*X	L*Y	Rigidez	R*Y
A	3,85	0,78	0,47	2,34	0,00	1,93	0,00	7,41	5,32	0,00
B	4,1	0,73	0,39	2,20	0,00	5,90	0,00	24,1	5,78	0,00
C	3,85	0,78	0,47	2,34	3,15	1,93	12,1	7,41	5,32	16,7
D	4,1	0,73	0,39	2,20	3,15	5,90	12,9	24,1	5,78	18,2
E	7,95	0,38	0,05	1,13	10,56	3,98	83,9	31,6	12,61	133
F	7,95	0,38	0,05	1,13	17,97	3,98	142	31,6	12,61	226
G	7,95	0,38	0,05	1,13	25,38	3,98	201	31,6	12,61	320
H	7,95	0,38	0,05	1,13	30,73	3,98	244	31,6	12,61	387

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XVII. **Resultados análisis primer nivel**

Resultados							
L x	56,11	Rx	41,36	L*X	1 543,70	R*X	549,11
L y	47,70	Ry	36,19	L*Y	378,56	R*Y	134,15
L total	103,81						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Con los resultados obtenidos se procede a calcular el centro de masa y centro de rigidez de los muros, así como el centro de masa de entrepiso del primer nivel.

- Centro de masa de los muros

$$X_m = \frac{L * X}{L} = \frac{1\,543,70}{103,81} = 14,87 \text{ m}$$

$$Y_m = \frac{L * Y}{L} = \frac{378,56}{103,81} = 3,65 \text{ m}$$

- Centro de rigidez de muros

$$X_{cr} = \frac{R * X}{R_y} = \frac{549,11}{36,19} = 15,17 \text{ m}$$

$$Y_{cr} = \frac{R * Y}{R_x} = \frac{134,15}{41,36} = 3,24 \text{ m}$$

- Centro de masa entrepiso

Tabla XVIII. **Resultados de centro de entrepiso**

	Área	X	Y	X*A	Y*A
	244,30	15,365	3,975	3 753,67	971,09
	67,61	15,365	1,1	1 038,77	74,37
Σ	311,91			4 792,46	1 045,46

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

$$X_{cr} = 15,37 \text{ m}$$

$$Y_{cr} = 3,35 \text{ m}$$

Tabla XIX. **Resultados análisis segundo nivel**

Resultados							
L x	56,11	Rx	72,84	L*X	1 543,70	R*X	1 102,44
L y	47,70	Ry	72,65	L*Y	378,56	R*Y	269,33
L total	103,81						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

- Centro de masa de los muros

$$X_m = \frac{L * X}{L} = \frac{1 543,70}{103,81} = 14,87 \text{ m}$$

$$Y_m = \frac{L * Y}{L} = \frac{378,56}{103,81} = 3,65 \text{ m}$$

- Centro de rigidez de muros

$$X_{cr} = \frac{R * X}{R_y} = \frac{1102,44}{72,65} = 15,17 \text{ m}$$

$$Y_{cr} = \frac{R * Y}{R_x} = \frac{269,33}{72,65} = 3,70 \text{ m}$$

- Centro de masa de techo

$$X_m = \frac{30,73}{2} = 15,37 \text{ m}$$

$$Y_m = \frac{7,95}{2} = 3,98 \text{ m}$$

2.1.10.9. Centro de masa combinado (losa + muro)

W losa techo = carga muerta de techo * área de losa = 185 kg/m² * 244,30 m² = 45 195,50 kg

W losa de entrepiso = carga muerta de entrepiso * área de losa de entrepiso = 376 kg/m² * 244,30 m² = 91 856,80 kg

W muros primer nivel = carga muerta de muros * perímetro de muros * altura = 323 kg/m² * 103,81 m * 3m = 100 591,89 kg

W muros segundo nivel = carga muerta de muros * perímetro de muros * altura = 323 kg/m² * 103,81 m * 3m = 100 591,89 kg

$$X_{entrepiso} = \frac{(W_{muros} * CM_x muros) + (W_{losa entrepiso} * CM_x entrepiso)}{W_{muros} + W_{losa entrepiso}}$$

$$X_{entrepiso} = \frac{(100\ 591,89 * 14,87) + (91\ 856,80 * 15,37)}{100\ 591,89 + 91\ 856,80} = 15,11\ m$$

$$Y_{entrepiso} = \frac{(W_{muros} * CM_y muros) + (W_{losa entrepiso} * CM_y entrepiso)}{W_{muros} + W_{losa entrepiso}}$$

$$Y_{entrepiso} = \frac{(100\ 591,89 * 3,65) + (91\ 856,80 * 3,35)}{100\ 591,89 + 91\ 856,80} = 3,51\ m$$

$$X_{techo} = \frac{(W_{muros} * CM_x muros) + (W_{losa techo} * CM_x techo)}{W_{muros} + W_{losa techo}}$$

$$X_{techo} = \frac{(100\ 591,89 * 14,87) + (45\ 195,50 * 15,37)}{100\ 591,89 + 45\ 195,50} = 15,02\ m$$

$$Y_{techo} = \frac{(W_{muros} * CM_y muros) + (W_{losa techo} * CM_y techo)}{W_{muros} + W_{losa techo}}$$

$$Y_{techo} = \frac{(100\ 591,89 * 3,65) + (45\ 195,50 * 3,35)}{100\ 591,89 + 45\ 195,50} = 3,56\ m$$

- Excentricidades

La distancia que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez se conoce como excentricidad. La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica en AGIES NSE 3 Excentricidad accidental sugiere que los valores de excentricidad se aumenten en un 5 % debido a la torsión accidental ocasionada por la variación de las cargas reales.

- Excentricidad primer nivel

$$e'x = |X_{cr} - X|$$

$$e'x = |15,11 - 15,17| = 0,07$$

$$e'y = |Y_{cr} - Y|$$

$$e'y = |3,24 - 3,51| = 0,26$$

- Excentricidad segundo nivel

$$e'x = |X_{cr} - X|$$

$$e'x = |15,02 - 15,17| = 0,15$$

$$e'y = |Y_{cr} - Y|$$

$$e'y = |3,56 - 3,24| = 0,31$$

Excentricidad mínima = 5% de la dimensión perpendicular a la fuerza aplicada.

Sentido Y = $0,05 \cdot 7,95 = 0,40$ metros

Sentido X = $0,05 \cdot 30,73 = 1,54$ metros

2.1.10.10. Distribución de cargas y momentos en los muros

Para distribuir las fuerzas y momentos de los muros se utilizan las siguientes fórmulas:

Las fuerzas de corte se distribuirán de acuerdo a las rigideces relativas de los muros:

Fuerza de corte

$$F_v = \frac{R}{\sum R} * 2V$$

Fuerzas horizontales de sismo

$$2V = CORTE$$

Fuerzas torsionantes

$$FT = \frac{Rd}{\sum Rd^2} * MT$$

Donde: $MT = e * V$

- Momento de volteo

Son ocasionados por las fuerzas horizontales y están dados por la siguiente fórmula:

$$M_{volteo} = \frac{R}{\sum R} * Mv$$

2.1.10.11. Resultados del análisis de mampostería

A continuación, se presentan los resultados finales del análisis de mampostería. Se muestran los resultados de las fuerzas y momentos en los cuales estarán afectados los muros.

Tabla XX. Resultados de análisis en mampostería primer nivel x-x

Muro	Rigidez	V (Ton)	2 * V (kg)	Distancia Y al eje X	dy (Y - Ycr)	R * dy	R * dy ²	fv (Ton)	FT (Ton)	F = Fv + FT	Mvi (Ton-m)	Mbi (Ton-m)	Mdis (Ton-m)
1	b	133,91	267,82	0	3,24	6,48	20,99	12,98	0,96	13,93	29,17	2,86	32,03
2	2,00	133,91	267,82	3,88	0,64	1,28	0,81	12,98	0,18	13,17	29,17	0,58	29,73
3	5,82	133,91	267,82	0	3,24	18,85	61,09	37,77	2,77	40,55	84,89	8,33	93,22
4	4,94	133,91	267,82	7,95	4,71	23,26	109,58	32,06	3,42	35,49	72,05	10,28	82,33
5	5,82	133,91	267,82	0	3,24	18,85	61,09	37,77	2,77	40,55	84,89	8,33	93,22
6	4,94	133,91	267,82	7,95	4,71	23,26	109,58	32,06	3,42	35,49	72,05	10,28	82,33
7	5,82	133,91	267,82	0	3,24	18,85	61,09	37,77	2,77	40,55	84,89	8,33	93,22
8	4,94	133,91	267,82	7,95	4,71	23,26	109,58	32,06	3,42	35,49	72,05	10,28	82,33
9	4,01	133,91	267,82	0	3,24	12,99	42,09	26,02	1,91	27,94	58,49	5,74	64,23
10	0,53	133,91	267,82	7,95	4,71	2,49	11,75	3,44	0,36	3,8	7,73	1,1	8,83
11	0,53	133,91	267,82	7,95	4,71	2,49	11,75	3,44	0,36	3,8	7,73	1,1	8,83
Σ	41,26						599,48						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXI. Resultados de análisis mampostería primer nivel y-y

Corte = 2 * V = 267,82
 ey = e'y +e miny 1,6 m
 Momento de torsión 214,85 ton-m
 Momento de volteo 646,28 ton-m
 Ycr = 15,17 m

Muro	Rigidez	V (Ton)	2 * V (kg)	Y aleje X	Distancia dy (Y - Ycr)	R * dy	R * dy ²	fv (Ton)	FT (Ton)	F = Fv + FT (Ton)	Mvi (Ton- m)	Mti (Ton- m)	Mdis (Ton- m)
A	2,65	133,91	267,82	0	15,17	40,21	610,23	19,61	1,95	21,56	47,26	5,85	53,11
B	2,88	133,91	267,82	0	15,17	43,7	663,06	21,31	2,12	23,43	51,35	6,36	57,71
C	2,65	133,91	267,82	3,15	12,02	31,87	383,18	19,61	1,55	21,16	47,26	4,64	51,89
D	2,88	133,91	267,82	3,15	12,02	34,63	416,35	21,31	1,68	22,99	51,35	5,04	56,39
E	6,28	133,91	267,82	10,56	4,61	28,99	133,76	46,49	1,41	47,9	112,02	4,22	116,23
F	6,28	133,91	267,82	17,97	2,8	17,56	49,09	46,49	0,85	4734,00	112,02	2,56	114,57
G	6,28	133,91	267,82	25,38	10,21	64,11	654,28	46,49	3,11	49,6	112,02	9,33	121,34
H	6,28	133,91	267,82	30,73	15,56	97,72	1520,06	46,49	4,74	51,23	112,02	14,22	126,23
Σ	36,19						4430						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXII. Resultados de análisis mampostería segundo nivel x-x

Muro	Rigidez	V (Ton)	2 * V (kg)	Y al eje X	Distancia dy (Y - Ycr)	R * dy	R * dy ²	fv (Ton)	FI (Ton)	F = Fv + FT (Ton)	Mvi (Ton-m)	Mti (Ton-m)	Mdis (Ton-m)
1	4.02	133,91	267,82	0	3,24	13,04	42,29	12,98	1,03	13,93	9,69	3,08	12,77
2	4.02	133,91	267,82	3,88	0,64	2,56	1,63	12,98	0,2	13,17	9,69	0,6	10,29
3	11.68	133,91	267,82	0	3,24	37,87	122,86	37,77	2,99	40,55	28,14	8,96	37,1
4	9.93	133,91	267,82	7,95	4,71	46,72	219,85	32,06	3,68	35,49	23,92	11,05	34,97
5	11.68	133,91	267,82	0	3,24	37,87	122,86	37,77	2,99	40,55	28,14	8,96	37,1
6	9.93	133,91	267,82	7,95	4,71	46,72	219,85	32,06	3,68	35,49	23,92	11,05	34,97
7	11.68	133,91	267,82	0	3,24	37,87	122,86	37,77	2,99	40,55	28,14	8,96	37,1
8	9.93	133,91	267,82	7,95	4,71	46,72	219,85	32,06	3,68	35,49	23,92	11,05	34,97
9	8.05	133,91	267,82	0	3,24	26,1	84,67	26,02	2,06	27,94	19,39	6,17	25,57
10	1.07	133,91	267,82	7,95	4,71	5,03	23,66	3,44	0,4	3,8	2,57	1,19	3,76
11	1.07	133,91	267,82	7,95	4,71	5,03	23,66	3,44	0,4	3,8	2,57	1,19	3,76
Σ	83.03						1204,04						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXIII. Resultados de análisis mampostería segundo nivel y-y

$e_y = e'_y + e_{miny}$ 1,69 m
 Momento de torsión 225,93 ton-m
 Momento de volteo 200,10 ton-m
 $X_{cr} =$ 15,17 m

Muro	Rigidez	V (Ton)	$2 * V$ (kg)	Distancia Y aleje X	dy (Y- Ycr)	R * dy	R * dy ²	f_v (Ton)	FT (Ton)	F = Fv + FT (Ton)	Mvi (Ton- m)	Mti (Ton- m)	Mdis (Ton- m)
A	5,32	133,91	267,82	0	15,17	80,74	1225,15	19,61	0,68	20,29	14,65	2,03	16,69
B	5,78	133,91	267,82	0	15,17	18,75	60,83	21,31	0,16	21,47	15,92	0,47	16,4
C	5,32	133,91	267,82	3,15	12,02	16,76	52,79	19,61	0,14	19,75	14,65	0,42	15,08
D	5,78	133,91	267,82	3,15	12,02	18,21	57,36	21,31	0,15	21,46	15,92	0,46	16,38
E	12,61	133,91	267,82	10,56	4,61	133,18	1406,4	46,49	1,12	47,61	34,74	3,35	38,09
F	12,61	133,91	267,82	17,97	2,8	226,64	4072,64	46,49	1,9	48,39	34,74	5,71	40,44
G	12,61	133,91	267,82	25,38	10,21	320,09	8123,87	46,49	2,69	49,18	34,74	8,06	42,8
H	12,61	133,91	267,82	30,73	15,56	387,56	11909,81	46,49	3,25	49,75	34,74	9,76	44,5
Σ	72,65						26908,85						

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXIV. **Resultados finales de primer nivel**

Muro	F x (kg)	F y (Ton)	M dis (kg-m)	M dis (Ton – m)
1	13 920,89	13,92	32 002,10	32,00
2	13 152,07	13,15	29 695,64	29,70
3	40 438,70	40,44	92 962,70	92,96
4	35 447,02	35,45	82 234,08	82,23
5	40 438,70	40,44	92 962,70	92,96
6	35 447,02	35,45	82 234,08	82,23
7	40 438,70	40,44	92 962,70	92,96
8	35 447,02	35,45	82 234,08	82,23
9	27 870,64	27,87	64 070,56	64,07
10	3 814,53	3,81	8 849,40	8,85
11	3 814,53	3,81	8 849,40	8,85
A	21 564,24	21,56	53 108,63	53,11
B	23 430,83	23,43	57 705,69	57,71
C	21 159,38	21,16	51 894,04	51,89
D	22 990,92	22,99	56 385,96	56,39
E	47 897,73	47,90	116 234,79	116,23
F	47 343,62	47,34	114 572,45	114,57
G	49 601,13	49,60	121 344,97	121,34
H	51 231,04	51,23	126 234,71	126,23

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXV. **Resultados finales de segundo nivel**

Muro	F x (kg)	F y (Ton)	M dis (kg-m)	M dis (Ton – m)
1	13 992,40	13,99	12 769,86	12,77
2	13 166,09	13,17	10 290,92	10,29
3	40 646,44	40,65	37 095,07	37,10
4	35 703,26	35,70	34 972,50	34,97
5	40 646,44	40,65	37 095,07	37,10
6	35 703,26	35,70	34 972,50	34,97
7	40 646,44	40,65	37 095,07	37,10
8	35 703,26	35,70	34 972,50	34,97
9	28 013,82	28,01	25 566,19	25,57
10	3 842,11	3,84	3 763,47	3,76
11	3 842,11	3,84	3 763,47	3,76
A	20 291,78	20,29	16 687,82	16,69
B	21 469,13	21,47	16 395,02	16,40
C	19 754,62	19,75	15 076,35	15,08
D	21 464,57	21,46	16 381,35	16,38
E	47 610,11	47,61	38 090,21	38,09
F	48 394,75	48,39	40 444,12	40,44
G	49 179,39	49,18	42 798,03	42,80
H	49 745,89	49,75	44 497,55	44,50

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

2.1.10.12. Esfuerzos admisibles

- Cálculo del máximo esfuerzo axial permitido

Según AGIES, el esfuerzo axial en los muros de mampostería reforzada se define en kilogramo por centímetro cuadrado y no deberá exceder el valor calculado con la siguiente expresión:

$$F_a = 0,20 * f'm$$

Donde:

Fa = Esfuerzo axial

f'm = resistencia a la compresión de la mampostería

t = espesor del muro

h = altura de muro

Se utilizará los siguientes valores para diseñar un muro crítico en el cual se calcularán los esfuerzos admisibles y los que actúan en la estructura. Los valores obtenidos servirán para calcular el área de acero necesaria para soportar las cargas.

Datos:

$$f'm = 50 \text{ kg/cm}^2 \text{ }^{17}$$

$$t = 19 \text{ cm}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

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

$$E_s = 2,16E6 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_s = 2 = 0,50$$

$$F_a = 0,20 * 50 \text{ kg/cm}^2$$

¹⁷ AGIES. *Diseño de Mampostería Reforzada*. p. 5-14.

$$F_a = 10 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo flexionante máximo permitido para mampostería

El esfuerzo flexionante máximo permitido, según AGIES, es el esfuerzo de compresión producido por la flexión, en kilogramos por centímetro cuadrado. No sobrepasa el valor de:

$$F_b = 0,33 * f'm$$

$$F_b = 0,5 * 0,33 * 50 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de esfuerzo de corte

El esfuerzo de corte en muros es producido por fuerzas laterales, se representa en kilogramos sobre centímetro cuadrado y no debe de exceder de lo calculado:

$$F_v = 0,30 * \sqrt{f'm}$$

$$F_v = 0,30 * \sqrt{70 \text{ kg/cm}^2} = 2,51 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo de esfuerzo de tensión

El esfuerzo de tensión en las barras de acero de refuerzo, en kilogramos por centímetro cuadrado, no deberá exceder al valor indicado en:

$$F_s = 0,40 * f_y$$

$$F_s = 0,40 * 2\ 810 \text{ kg/cm}^2 = 1\ 124 \text{ kg/cm}^2$$

2.1.11. Diseño de muro

Para este caso se diseñará el muro E debido a que tributa la mayor carga. Con los esfuerzos admisibles se calcula los esfuerzos actuantes, con los resultados obtenidos anteriormente, con un área tributaria que soporta el muro de 16,00 m².

Carga muerta que afecta al muro:

$$CM = \frac{(W_{techo} * A_t) + (W_{entrepiso} * A_t)}{L} + (W_{mamposteria} * 2 * h)$$
$$CM = \frac{(185 * 16,00) + (376 * 16,00)}{7,95} + (323 * 2 * 3) = 3\,067,06 \text{ kg/m}$$

$$CV = \frac{(C.V.aulas * A_t) + (C.V.techo * A_t)}{L}$$
$$CV = \frac{(200 * 16,00) + (100 * 16,00)}{7,95} = 603,77 \text{ kg/m}$$

Carga última

$$CU = CM + CV$$
$$CU = (3\,067,06) + (603,77) = 3\,670,83 \text{ kg/m}$$

Como referencia se basó en el libro *Reinforced Masonry Engineering Handbook* de James Amrhein, donde describen un método para acomodar a cualquier módulo de elasticidad, cualquier relación modular o cualquier esfuerzo en la mampostería en el acero. Proporciona un método para diseñar un sistema sin muchos supuestos.

- Cálculo de esfuerzo axial actuante

$$f_a = \frac{CU * L}{b * t}$$

$$f_a = \frac{5 \ 320,29 * 7,95}{19 * 795} = 2,80 \text{ kg/cm}$$

- Cálculo corte unitario

$$f_v = \frac{F}{t * L}$$

$$f_v = \frac{47 \ 897,73}{19 * 795} = 3,17$$

- Cálculo esfuerzo flexionante

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6 * My}{t * L^2}$$

$$f_b = \frac{6 * 116 \ 234,79 * 100}{19 * 795 * 795} = 5,81$$

- Corrección esfuerzo flexionante

Valores anteriormente calculados:

$$F_a = 6,57 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_b = 11,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_v = 2,51 \text{ kg/cm}^2$$

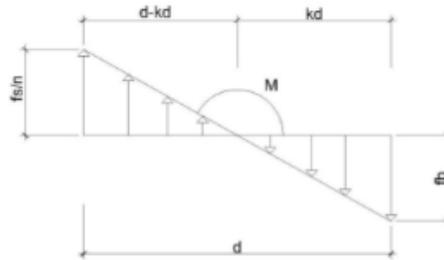
$$f_b = \left(1,33 - \frac{f_a}{F_a}\right) * F_b$$

$$f_b = \left(1,33 - \frac{2,80}{6,57}\right) * 11,55$$

$$f_b = 10,44$$

- Relación modular

Figura 9. **Relación modular**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

$$n = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2,1E6}{70 * 750} = 40$$

- Factor K

$$\frac{F_s/n}{d - kd} = \frac{fb}{kd}$$

$$\frac{1124/40}{7,95 - 7,95k} = \frac{10,44}{7,95k}$$

$$k = 0,59$$

- Factor J

$$J = 1 - \left(\frac{k}{3}\right)$$

$$J = 1 - \left(\frac{0,55}{3}\right) = 0,803$$

- Determinación de acero mínimo

$$A_{s \text{ mínimo en columnas}} = 0,00075 * b * h^{18}$$

¹⁸ AGIES. *Diseño de Mampostería Reforzada*. p. 5-3.

$$A_{s \text{ mínimo}} \text{ en columnas} = 0,00075 * 19 * 795 = 11,32 \text{ cm}^2$$

- Determinación de acero requerido

$$d = 7,95 - 0,10 = 7,85 \text{ m}$$

$$A_{s \text{ requerido}} \text{ en columnas} = \frac{M}{f_s * j * d} = \frac{116\,234,79 * 100}{1\,124 * 0,803 * 785}$$

$$A_{s \text{ requerido}} \text{ en columnas} = 16,41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ requerido}} \geq A_{s \text{ mínimo}}$$

Se utilizó el acero requerido, ya que es mayor que nuestro acero mínimo. Se realiza el mismo método para los muros restantes.

Tabla XXVI. **Área de acero para muros del primer nivel**

Muro	Longitud	As min (cm ²)	As req (cm ²)
1	3,15	4,19	12,37
2	3,15	4,19	11,01
3	7,41	9,86	14,74
4	6,41	8,53	14,97
5	7,41	9,86	14,74
6	6,41	8,53	15,10
7	7,41	9,86	14,74
8	6,41	8,53	14,97
9	5,35	7,12	14,02
10	1,5	2,00	7,26
11	1,5	2,00	7,26
A	3,85	5,12	16,56
B	4,1	5,45	16,83
C	3,85	5,12	16,18
D	4,1	5,45	16,45
E	7,95	10,57	16,41
F	7,95	10,57	16,71
G	7,95	10,57	17,70

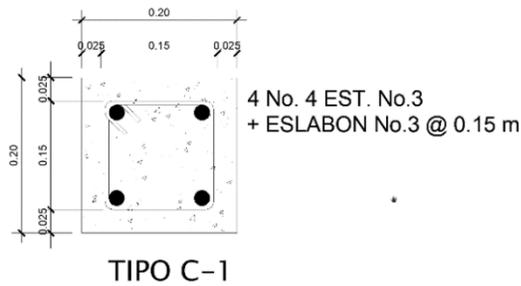
Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Tabla XXVII. Área de acero para muros del segundo nivel

Muro	Longitud	As min (cm ²)	As req (cm ²)
1	3,15	4,19	4,93
2	3,15	4,19	3,82
3	7,41	9,86	5,88
4	6,41	8,53	6,37
5	7,41	9,86	5,88
6	6,41	8,53	6,37
7	7,41	9,86	5,88
8	6,41	8,53	6,37
9	5,35	7,12	5,52
10	1,5	2,00	2,80
11	1,5	2,00	2,80
A	3,85	5,12	5,21
B	4,1	5,45	4,68
C	3,85	5,12	4,72
D	4,1	5,45	4,90
E	7,95	10,57	5,90
F	7,95	10,57	6,26
G	7,95	10,57	6,62

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

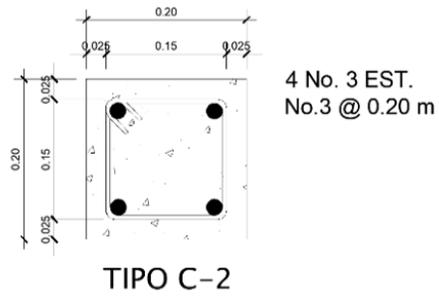
Figura 10. Detalle columna C-1



$$As = (4 * 1,29 \text{ cm}^2) = 5,16 \text{ cm}^2$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

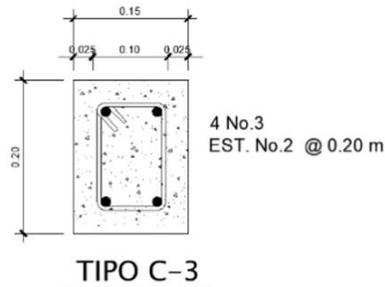
Figura 11. **Detalle columna C-2**



$$A_s = (4 * 0,71 \text{ cm}^2) = 2,84 \text{ cm}^2$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2 017.

Figura 12. **Detalle columna C-3**



$$A_s = (4 * 0,71 \text{ cm}^2) = 2,84 \text{ cm}^2$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2 017.

- Diseño de soleras

El refuerzo de las soleras mencionadas a continuación es establecido por el Manual para diseño de mampostería sismorresistente de block (AGIES DSE 4,01-2 014).

Para el muro E, se utilizaron 4 mochetas tipo C-1 y 3 mochetas tipo C-2, por lo que el acero utilizado es de $29,16 \text{ cm}^2$. Con esto procedemos a calcular:

$$A_{s \text{ utilizado en columnas}} = x * 19 * 795 = 29,16 \text{ cm}^2$$
$$\text{cuantía refuerzo vertical} = 0,0019$$

Según AGIES NSE 7.4 – 2018, sección 5.4.4 (c), página 5-3, la cuantía sumada de refuerzo complementario vertical y horizontal no será menor que 0,002 de la sección de la pared.

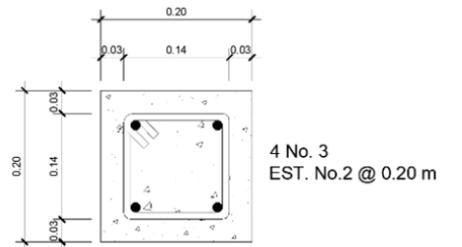
$$0,002 = \text{cuantía de acero columna} + \text{cuantía acero solera}$$
$$0,002 - \text{cuantía de acero columna} = \text{cuantía acero solera}$$
$$0,002 - 0,0019 = 0,0001$$

El refuerzo mínimo en las soleras será 0,0075 de su sección transversal.

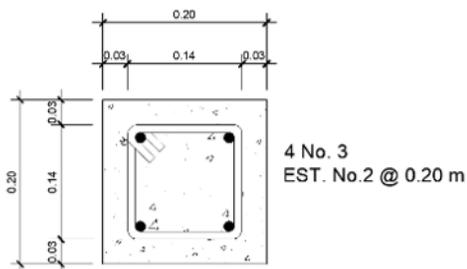
$$A_{s \text{ mínimo soleras}} = 0,0075 * 19 * 300 = 4,27 \text{ cm}^2$$

El muro se compone de la 1 solera de humedad, 2 soleras intermedia y 1 solera de entrepiso, por lo que el acero utilizado es de $11,36 \text{ cm}^2$.

Figura 13. **Refuerzo de solera hidrófuga, intermedia y corona**



SOLERA HIDROFUGA



MURO 0.19 M

SOLERA INTERMEDIA Y CORONA

$$A_s = (4 * 0,71 \text{ cm}^2) = 2,84 \text{ cm}^2$$

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2 017.

2.1.12. **Diseño de losa**

Para este caso se utilizará una losa prefabricada (vigüeta y bovedilla), la cual está definida por las especificaciones del fabricante. Debido a que el fabricante trabaja su diseño con filosofía LRFD, se mayorarán las cargas.

- Tipo de losa MP – 15 -45

Según las especificaciones del fabricante (Monolit S.A.) se proporcionaron los siguientes datos:

Integración de cargas

$$CM = \text{Peso propio con bovedilla} + \text{Peso acabados} = 240 \text{ kg/m}^2 + 150 \text{ kg/m}^2$$

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

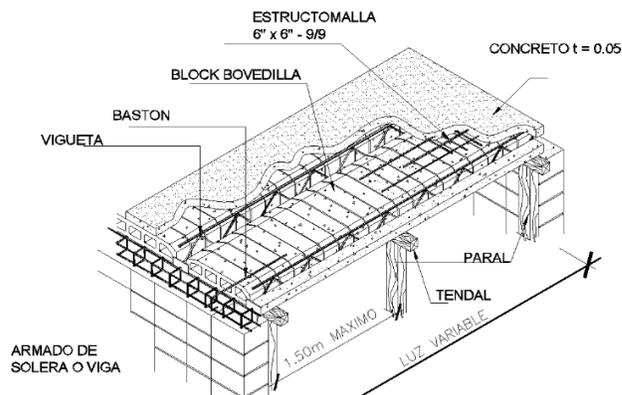
$$CU = 1,2 (390) + 1,6 (200) = 788 \text{ kg/m}^2$$

Con las cargas de servicio definidas y una longitud de 3,45 m, se verificó en la tabla de carga de servicio para losa de vigueta pretensada (ver apéndice 4, Carga de servicio de losa prefabricada según Monolit, S.A.) que la carga de servicio que soporta es de 857 kg/m², por lo que es mayor a la carga última esperada. Con los datos anteriores se verifica que las losas seleccionadas cumplen con las especificaciones y las cargas de la edificación. Se usará concreto con resistencia $f'c = 3\,000$ psi a los 21 días de fraguado. A continuación, se presentan las especificaciones finales de cada componente de la losa prefabricada:

- La vigueta será de una altura total de 15 cm y el armado de un joist de 3 varillas longitudinales corridas No 2 y configuración en zigzag con varilla de diámetro 4,5 mm.
- La bovedilla será de 48 cm x 20 cm x 25 cm de block pómez.
- Los rigidizantes tendrán una separación máxima de 1,5 m y se harán por medio de dos varillas longitudinales de diámetro 6,2 mm y eslabones de diámetro 4,5 mm a cada 0,20 m.
- La loseta de compresión será de 5 cm de espeso con electromalla 6" x 6" x 9/9 para efectos de temperatura.

- Los bastones serán de diámetro 6,2 mm con longitud de $L/4$, donde L es la longitud de la vigueta. Su separación será de 7 cm en las regiones de continuidad y de 45 cm en las regiones sin continuidad.

Figura 14. **Detalle losa prefabricada**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

- **Diseño de cubierta de lámina**

La cubierta será lámina metálica galvanizada calibre 26 mm, la cual se apoyará sobre una estructura metálica conformada por costaneras y tijeras.

- **Carga muerta**

Integración de cargas muertas: el proveedor MultiGroup proporciona tablas del peso de cada elemento (ver apéndice 5, cargas de techo metálico).

$$W \text{ lámina} = 4,69 \text{ kg/m}^2$$

$$W \text{ costanera} = 4 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de carga uniformemente distribuida (W)

$$W = \frac{\text{carga total} * \text{área tributaria}}{L \text{ costanera}}$$

$$W = \frac{31,05 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 5,45\text{m}^2}{4,70 \text{ m}}$$

$$W = 36,00 \text{ kg/m}$$

- Cálculo del momento flexionante

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

Donde:

M = momento flexionante

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

$$M = \frac{36,00 * 4,70^2}{8} = 132,54 \text{ kg} - \text{m}$$

- Diseño por flexión

Se requiere los esfuerzos de flexión en la viga para el diseño, que no excedan los valores permisibles.

$$S = \frac{M}{Fb}$$

Donde:

S = módulo de sección

M = momento flexionante

Fb = esfuerzo del acero

$$S = \frac{1\,3254\text{ kg} - \text{cm}}{1\,690,91\text{ kg/cm}^2} = 0,48\text{ in}^3$$

Tabla XXVIII. **Propiedades de costanera a utilizar**

a	b	c	t	Área (in ²)	Ix (in ⁴)	Iy (in ⁴)	Sx (in ³)	Sy (in ³)
4"	2"	1/2"	1/16"	0,44	1,79	0,0001	0,51	0,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, el módulo de sección obtenido es menor que el módulo de sección para una costanera 4" x 2" x 1/16".

- Diseño de corte

El máximo corte ocurre en las reacciones de los apoyos.

$$\sum Fy = 0$$

$$Ra + Rb = 36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 3,40\text{ m}$$

$$\sum Ma = 0$$

$$Rb = 36 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{3,40\text{ m}}{2}$$

$$Rb = 61,2\text{ kg} ; Ra = 61,2\text{ kg}$$

El esfuerzo cortante de la costanera se calcula:

$$T = \frac{V}{A}$$

Donde:

T = esfuerzo cortante

V = corte máximo actuante

A = área de la sección

$$T = \frac{61,2 \text{ kg}}{1,61 \text{ cm}^2} = 38,01 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 540 \text{ PSI} < 14\,500 \text{ PSI}$$

- Diseño por deflexión

Se le denomina deflexión a la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la curva elástica.

$$Dr = \frac{5 * W * L^3}{384 * E * I}$$

Donde:

Dr = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad del acero 29,000 ksi

I = inercia de la costanera

$$Dr = \frac{5 * 36 * 5,4^3}{384 * 2,04 \times 10^6 * 74,51} = 0,000000486 \text{ cm} = 0,0000190 \text{ in}$$

Deflexión permisible:

$$Dp = \frac{L}{360}$$

Donde:

Dp = deflexión permisible

L = longitud de la costanera

$$Dp = \frac{185 \text{ in}}{360} = 0,51 \text{ in}$$

La deflexión real es menor que la deflexión permisible que la costanera elegida.

2.1.13. Diseño de vigas

El sistema estructural propuesto es tipo E2 o estructura de muro (estructura tipo cajón). Es un sistema sostenido por muros estructurales interconectados con losas actuando como diafragmas.

2.1.14. Diseño de cimentación

Considerando que nuestro edificio escolar es una estructura de cajón, el cimiento adecuado es de forma lineal bajo la pared, llamado cimiento corrido. El cimiento corrido para los muros se calcula como una franja unitaria con cargas superpuestas que se distribuyen de forma adecuada.

Para el diseño del cimiento corrido se utilizó como referencia la tesis *Diseño de un edificio de dos niveles para uso múltiples en la aldea las cruces y sistema*

de alcantarillado sanitario para el casco urbano del municipio de el tumbador, San Marcos, en la sección 2.1.17.2.²⁰

El cimiento corrido tendrá las siguientes características:

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/m}^3 = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

$$f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$t = 20 \text{ cm}$$

$$F_{cu} = 1,50$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1,43 \text{ Ton/m}^3$$

$$Q_{\text{adm.}} = 26,92 \text{ Ton/m}^2$$

Se determina una carga por unidad lineal que soportará el cimiento corrido:

$$W_u = \frac{W_{\text{edificio}}}{L_{\text{total}}}$$

$$W_u = \frac{398,54 \text{ Ton}}{109,13 \text{ m}} = 3,65 \text{ Ton/m}$$

- Carga de trabajo

$$W_t = \frac{W_u}{F_{cu}}$$

²⁰ ARAGÓN, Sergio. *Diseño de un edificio de dos niveles para uso múltiples en la aldea las cruces y sistema de alcantarillado sanitario para el casco urbano del municipio de el tumbador, San Marcos.* p. 55.

$$W_t = \frac{3,65 \text{ Ton/m}}{1,50 \text{ m}} = 2,43 \text{ Ton/m}$$

- Presión actuante

Es la presión que ocasionan los componentes verticales que afectan la estructura; en este caso, el peso del cimiento, de la estructura, de suelo y la sobrecarga. Estas cargas actúan por debajo de la cimentación y se calcula de la siguiente manera:

$$P_{\text{total}} = W_t + W_{\text{suelo}} + W_{\text{cimiento}}$$

$$P_{\text{total}} = \left(\frac{W_u}{F_{\text{cu}}} \right) + (\gamma_{\text{suelo húmedo}} * b * h * l) + (\gamma_{\text{concreto}} * b * t * l)$$

$$P_{\text{total}} = (2,43 \text{ Ton/m} * 1 \text{ m}) + (1,43 \text{ Ton/m}^3 * 0,5 \text{ m} * 0,6 \text{ m} * 1 \text{ m}) + (2,4 \text{ Ton/m}^3 * 0,5 \text{ m} * 0,2 \text{ m} * 1 \text{ m})$$

$$P_{\text{total}} = 3,39 \text{ Ton}$$

- Carga actuante

$$Q_{\text{actuante}} = \frac{P_{\text{total}}}{\text{área}}$$

$$Q_{\text{actuante}} = \frac{3,39 \text{ Ton}}{0,5 \text{ m} * 1 \text{ m}}$$

$$Q_{\text{actuante}} = 6,78 \text{ Ton/m}^2$$

$$Q_{\text{actuante}} < Q_{\text{adm.}}$$

$$6,78 \text{ Ton/m}^2 < 26,92 \text{ Ton/m}^2$$

El valor cumple con la condición; por lo tanto, se puede continuar con el diseño.

- Espesor de cimiento

La presión actuante estará incrementada por un factor de seguridad llamado factor de carga última, el cual se encuentra en el rango de 1 a 1,5.

$$Q_{dis. U} = Q_{actuante} * F_{cu}$$

$$Q_{dis. U} = 6,78 \text{ Ton/m}^2 * 1,5 = 10,17 \text{ Ton/m}^2$$

- Peralte del cimiento

$$d = t - rec. - \frac{\emptyset \text{ var.}}{2} = 20 - 7,50 - \frac{0,9525}{2}$$

$$d = 12,02 \text{ cm}$$

- Cortante actuante

$$x = \frac{0,50}{2} - \frac{0,20}{2} - 0,12 = 0,03 \text{ m}$$

$$V_{act.} = Q_{dis. U} * x = 10,17 \text{ Ton/m}^2 * 0,03 \text{ m} * 1 \text{ m} = 0,30 \text{ Ton}$$

- Cortante resistente

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

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{281} * 100 * 12$$

$$V_c = 9,08 \text{ Ton}$$

Verificar que el corte resistente sea mayor que el corte actuante.

$$V_{\text{resistente}} > V_{\text{actuante}}$$

$$9,08 \text{ Ton} > 0,30 \text{ Ton}$$

- Diseño por flexión

$$L = \frac{b - t}{2}$$

$$L = \frac{0,50 - 0,2}{2} = 0,15 \text{ m}$$

- Momento actuante

$$M = \frac{W * L^2}{2}$$

$$M = \frac{10,17 \text{ Ton/m}^2 * 0,15^2 \text{ m}^2}{2} * 1000$$

$$M = 114,43 \text{ kg-m}$$

La expresión de acero requerido se referencia del libro de *Diseño de concreto reforzado* de Jack C. McCormac.

- Acero requerido

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

$$A_{s \text{ requ}} = \left[100 * 12,02 - \sqrt{(100 * 12,02)^2 - \frac{129,47 * 100}{0,003825 * 281} * 0,85 * \frac{281}{2810}} \right]$$

$$A_{s \text{ requ}} = 0,38 \text{ cm}^2$$

- Separación

$$S = \frac{A_{s \text{ varilla}} * b}{A_s}$$

$$S = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{6,03 \text{ cm}^2} = 11,77 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

El área de acero la cubren 4 varillas No 4 corridas.

2.1.15. Diseño de escaleras

El diseño de las gradas o escaleras se compone en el dimensionamiento de la huella y contrahuella, para garantizar la comodidad de las escaleras. Un buen diseño de estas incluye la ubicación, dimensionamiento, iluminación y ventilación.

Con referencia a la *Norma de planificación y construcción* de FHA, página 51, se tomaron los siguientes parámetros para el diseño.

Contrahuella (C) ≤ 20 cm

Huella (C) > C

2C ≤ 65 cm

C + H = 45 a 48 cm

C * H = 480 a 500 cm²

Datos:

$$Y_{\text{concreto}} = 2\,400 \text{ kg/m}^2$$

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

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

$$\text{Carga viva} = 500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga de acabados} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Ancho} = 2,96 \text{ m}$$

- Relación de comodidad

$$C = 15 \text{ cm} \leq 20 \text{ cm}$$

$$H = 30 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$$

$$2C + H = 2(16 \text{ cm}) + 30 \text{ cm} = 62 \text{ cm} \leq 65 \text{ cm}$$

$$C + H = 16 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = 46 \text{ cm}$$

$$C * H = 16 \text{ cm} * 30 \text{ cm} = 480 \text{ cm}^2$$

- Número de contrahuellas

$$\text{Altura de piso a cielo} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de losa} = 11 \text{ cm}$$

$$\underline{\text{Piso más mezclón}} = 0,09 \text{ m}$$

$$\text{Total} \qquad \qquad \qquad 3,19 \text{ m}$$

$$\text{Número de contrahuellas} = \frac{\text{altura total}}{\text{altura contrahuella}}$$

$$\text{Número de contrahuellas} = 3,00/0,16 = 19$$

- Número de huellas

$$\text{Número de contrahuellas} - 1 = 20 - 1 = 19 \text{ huellas}$$

La escalera del edificio escolar estará conformada por 20 contrahuellas y 19 huellas.

- Integración de cargas

- Carga muerta

$$\text{P.P. escalera} = \gamma_{\text{concreto}} * (t + C/2)$$

$$\text{P.P. escalera} = 2400 * (0,11 + 0,16/2) = 456 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM escalera} = \text{P.P. escalera} + \text{acabados}$$

$$\text{CM escalera} = 456 \text{ kg/m}^2 + 50 \text{ kg/m}^2 = 506 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva

Según AGIS NSE 2-tabla 3.7.1-1 para Centros educativos, pasillos y escaleras es = 500 kg/m².

- Carga última

$$\text{CU} = \text{C.M.} + \text{C.V.}$$

$$\text{CU} = (506 \text{ kg/m}^2) + (500 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{CU} = 1006 \text{ kg/m}^2$$

- Cálculo de momentos

$$M(+)= \frac{\text{C.U.} * L^2}{9}$$

$$M(+)=\frac{1\,006\text{ kg/m}^2\cdot(3,89)^2}{9}=1\,691,43\text{ kg/m}^2$$

$$M(-)=\frac{\text{C.U.}\cdot L^2}{14}$$

$$M(-)=\frac{1\,006\text{ kg/m}^2\cdot(3,15)^2}{14}=713,00\text{ kg/m}^2$$

- Acero mínimo

“Toda sección sometida a flexión el refuerzo mínimo no debe ser menor que el obtenido por medio de las siguientes expresiones” (ACI 318, 2014, sección 10.3).

$$d=11-2,5=8,50\text{ cm}$$

$$b=100\text{ cm}$$

$$A_{s\text{ min}}=\frac{0,80\cdot\sqrt{f'c}}{f_y}\cdot b\cdot d$$

$$A_{s\text{ min}}=\frac{0,80\cdot\sqrt{280}}{2\,810}\cdot 100\cdot 8,50$$

$$A_{s\text{ min}}=4,05\text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{ min}}=\frac{14,1\cdot b\cdot d}{f_y}$$

$$A_{s\text{ min}}=\frac{14,1\cdot 100\cdot 8,50}{2\,810}$$

$$A_{s\text{ min}}=4,27\text{ cm}^2$$

Se utilizará como acero mínimo el mayor resultado obtenido, en este caso, 4,27 cm².

- Acero máximo

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

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 280 * 6\ 120}{2\ 810 (6\ 120 + 2\ 810)} = 0,0493$$

$$A_{s\ máx} = 0,5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s\ máx} = 0,5 * 0,0493 * 100 * 8,5 = 20,95\ \text{cm}^2$$

- Acero requerido

$$A_{s\ requ}\ M(+)= \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c} * 0,85 * \frac{f'c}{f_y}} \right]$$

$$A_{s\ requ}\ M(+)= \left[100 * 8,5 - \sqrt{\frac{2\ 365 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \frac{280}{2\ 810} = 12,59\ \text{cm}^2$$

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

$$A_{s\ requ}\ M(-)= \left[100 * 8,5 - \sqrt{\frac{997 * 100}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \frac{280}{2\ 810} = 4,35\ \text{cm}^2$$

El área de acero requerido para ambos momentos es mayor que el acero mínimo $A_{s\ req} > A_{s\ min}$. Por lo tanto, se utilizará el momento positivo de $13,44\ \text{cm}^2$ y varillas No 3 ($A_{s}=0,71\ \text{cm}^2$).

- Espaciamiento de estribos

$$s = \frac{A_s \text{ varilla} * b}{A_s \text{ requerido}}$$

$$s = \frac{0,71 * 100}{12,59} = 5,63$$

Tanto en la cama inferior como en la superior se utilizará varillas núm. 3 a cada 0,05 m en forma de bastones.

- Acero por temperatura

$$A_{s \text{ temp}} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 0,16 = 3,2 \text{ cm}^2$$

Se determina el espaciamiento necesario (S) para varillas No 3.

$$s = \frac{A_s \text{ varilla} * b}{A_s \text{ requerido}}$$

$$s = \frac{0,71 * 100}{3,20} = 22,18$$

Se utilizará varillas núm. 3 a cada 20 cm en el sentido transversal a la escalera. El detalle de las gradas se encuentra en la parte de anexos en planos.

2.1.16. Diseño de zapata

Considerando que nuestro edificio escolar se diseñó con el sistema estructural E2 (tipo cajón), los cimientos adecuados para este tipo de estructuras deben ser lineales bajo la pared, llamados cimientos corridos.

“Algo que no es necesario para las edificaciones de cajón de las cuales estamos hablando es poner zapatas debajo de las mochetas de esquina. No es

necesario hacer ese gasto por que son las paredes las que están cargando. Solamente habrá necesidad poner una zapata cuando haya una columna aislada que no sea mocheta de pared o cuando sea una mocheta de carga que recibe varias vigas".²¹

2.1.17. Instalaciones

A continuación, se presentan los cálculos realizados para las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas necesarias para el funcionamiento de nuestro diseño.

2.1.17.1. Instalaciones eléctricas

Para el diseño de la instalación eléctrica se utilizó el método del índice del local, que se basa en clasificar el ambiente de acuerdo a los factores de reflexión del techo y pared. La ejecución de las actividades diarias de enseñanza-aprendizaje requiere de una buena iluminación en todas las áreas del espacio, el cual se analiza en función de la intensidad, brillo y distribución de la luz.

Para aula de clase No.1

400 luxes

Tipo de iluminación = directa

Tipo de luz = fluorescente

Dimensiones de aula = 7,95 m * 7,75 m

Lúmenes necesarios = luxes * Área / (fm*c.u.)

Lúmenes necesarios = 400 * (61,61) / (0,7*0,59) = 59 674 lúmenes

²¹ AGIES. *Manual de diseño sismo-resistente simplificado mampostería de block de concreto*. p. 115.

El tubo fluorescente que se usará equivale a 3 000 lúmenes.

de lámparas = $59\,674 / 3\,000 = 20$ tubos

2.1.17.2. Instalaciones sanitarias

La evacuación de aguas negras se realiza por medio de un conjunto de tuberías que llena las condiciones de:

- Evacuar rápidamente las aguas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
- Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de los edificios o viviendas.
- Las tuberías deben ser de materiales durables e instalados de manera que no se provoquen alteraciones con los movimientos de los edificios.
- Los materiales de las tuberías deben resistir la acción corrosiva de las aguas que transportan.

Es necesario tomar en cuenta el uso que se va a hacer de dichas instalaciones, el cual depende fundamentalmente del tipo de casa o edificio al que se va a prestar servicio. Para diseñar se clasifican las instalaciones sanitarias en tres tipos o clases.

- Primera clase: es de uso privado y se aplica para instalaciones en viviendas, cuartos de baño, hoteles o instalaciones similares, destinados a una familia o persona.

- Segunda clase: es la llamada de uso semipúblico, corresponde a instalaciones en edificios de oficinas, fábricas o similares, donde los muebles son usados por un número limitado de personas que ocupan la edificación.
- Tercera clase: a esta clase corresponden las instalaciones de uso público, donde no existe límite en el número de personas, ni en el uso. Tal es el caso de los baños públicos, sitios de espectáculos y similares.

La pendiente mínima para los ramales de descarga debe ser del 2 % para diámetros menores o iguales a 3 pulgadas y para diámetros mayores del 1 %.

Tabla XXIX. **Unidades de descarga y diámetro mínimo en derivaciones simples y sifones de descarga**

Tipo de mueble o aparato	Unidades de descarga			Diámetro mínimo del sifón y derivación		
	Clase			Clase		
	1ra	2da	3ra	1ra	2da	3ra
Lavabo	1	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Inodoro	4	5	6	3	3	3
Tina	3	4	4	1 ¼	2	2
Bidet	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Cuarto de baño completo	7	-	-	3	3	3
Regadera	2	3	3	1 ¼	2	2
Urinario suspendido	2	2	2	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Urinario vertical	-	4	4	-	2	2
Fregadero de viviendas	3	-	-	1 ¼	-	-
Fregadero de restaurante	-	8	8	-	3	3
Lavadero (ropa)	3	3	-	1 ¼	1 ¼	-
Vertedero	-	8	8	4	4	-
Bebedero	1	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos de casa	2	-	-	1 ½	-	-
Lavaplatos comercial	-	4	-	-	-	2

Nota: el diámetro mínimo es el nominal en pulgadas.

Fuente: RODRIGUEZ, Luis. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 71.

Para el sistema sanitario se suman las unidades de descarga que se conectan al colector principal. En este caso, se tiene que el total es de 41 unidades de hunter.

- Dimensionamiento de las tuberías en el colector

Las derivaciones o ramales se calculan a partir del conocimiento del número de descarga a las que dará servicio dicha tubería. Esto se logra con la suma de las unidades de descarga de todos los muebles sanitarios que va a desalojar la derivación.

Tabla XXX. **Diámetro de la derivación en colector 1**

Derivación en colector		Número máximo de unidades de descarga			
mm	plg	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	1 150	1 680
250	10	1 392	1 740	2 500	3 600
300	12	2 400	3 000	4 200	6 500
350	14	4 800	6 000	8 500	13 500

Fuente: RODRIGUEZ, Luis. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 72.

El total es de 41 unidades. Se usará tubo de 4" con una pendiente de 2 %, porque la norma establece que para ramales horizontales puede transportar hasta 96 unidades; por lo tanto, la tubería de 4" es funcional para nuestro caso.

- Colección y evacuación de agua de lluvia

El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de aguas proveniente de la escorrentía. Esta es producida por la precipitación y es diseñada en cuanto a los requisitos siguientes:

- Las bajadas deben ubicarse, si es posible, en paredes que den al exterior de la edificación, protegidas con mortero, concreto u otro material.
- Aun cuando la ciudad o lugar no cuente con red separada, pero se produzcan lluvias de alta precipitación y frecuencia, será necesario incluir el sistema y evacuar el agua de lluvia a las cunetas.

Se calcula el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

C = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área a drenar (Ha) = 0,004 Ha

El valor C puede estimarse de la siguiente manera:

Superficies impermeables de techos: 0,75 a 1,00

Pavimentos asfálticos: 0,85 a 0,90

Jardines, parques o prados: 0,05 a 0,25

Para determinar la intensidad de diseño, se necesita la frecuencia con que esta se presentará; puede asumirse una frecuencia de 10 o 20 años, ya que las

tormentas demasiado intensas raramente se presentan, pero lluvias fuertes no usuales, se precipitan usualmente con este intervalo de tiempo en promedio.

Con una frecuencia de 10 años:

$$i = \frac{5\,915,70}{t + 35,8}$$

Donde:

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

t = tiempo de concentración (minutos)

$$I = \frac{5\,915,70}{5 + 35,8} = 144,99 \text{ mm/hora}$$

$$Q = \frac{1 * 144,99 * 0,01}{360} = 0,0040 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obtenemos el diámetro con la ecuación de Manning:

$$D = \left(\frac{691\,000 * Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} \right)^{3/8}$$

Donde:

D = diámetro interior del tubo (cm)

Q = caudal requerido (m^3/s)

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente

Tabla XXXI. **Diámetro de la derivación en colector 2**

Material	n
PVC y polietileno de alta densidad	0,009
Asbesto cemento	0,010
Hierro fundido nuevo	0,013
Hierro fundido usado	0,017
Concreto liso	0,012
Concreto rugoso	0,016
Mampostería con mortero de cemento	0,020
Acero soldado con revestimiento interior a base de ep	0,011
Acero sin revestimiento	0,014
Acero galvanizado nuevo o usado	0,014

Fuente: RODRIGUEZ, Luis. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 79.

$$D = \left(\frac{691\,000 * 0,0040 * 0,009}{0,012^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}} = 7,91 \text{ cm}$$

$$D = 7,91 \text{ cm} = 3,11 \text{ plg} = 4 \text{ pulg.}$$

Por lo tanto, para las bajadas de agua pluvial se utilizará tubería PVC de 4" de diámetro.

2.1.17.3. Instalaciones hidráulicas

Las instalaciones hidráulicas comprenden las instalaciones de agua potable. Son un conjunto de tuberías y conexiones necesarias para abastecer agua a todo el edificio. Para las instalaciones del edificio escolar se utilizará tubería de PVC, por ser un material de alta calidad, durabilidad y facilidad de instalación.

El método Hunter es un método probabilístico, que en un sistema trabajará eficientemente si, contando con “n” artefactos, se diseña para “m” de ellos al funcionar el 1 % del tiempo. Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y se toma en cuenta que mientras mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. La demanda máxima se determina al calcular el total de unidades de descarga o unidades Hunter en función del número y tipo de artefactos a servir y multiplicándolos por su correspondiente factor de carga o unidad Hunter. Estos valores se muestran en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. **Unidades de gasto para el cálculo de tuberías de distribución de agua en los edificios**

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 válvular 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 válvular semiautomática	5	5	--

Fuente: RODRIGUEZ, Luis. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 49.

Estimación de la demanda:

Se tienen los siguientes artefactos sanitarios:

4 lavamanos * 2 unidades Hunter = 8 U.H.

7 inodoros * 5 unidades Hunter = 35 U.H.

Total = 43 U.H.

A continuación, se muestran los gastos probables para la aplicación del método de Hunter. Los datos están dados en litros por segundo.

Tabla XXXIII. **Gastos probables para el método Hunter**

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	0,57	1,45	100	1,67	2,55
28	0,71	1,51	110	1,75	2,60
30	0,75	1,55	120	1,83	2,72
32	0,79	1,59	130	1,91	2,80
34	0,82	1,63	140	1,98	2,85
36	0,85	1,67	150	2,03	2,95
38	0,88	1,70	160	2,14	3,04

Fuente: RODRIGUEZ, Luis. Guía para las instalaciones sanitarias en edificios. p. 50.

Dada la tabla XXXIII tenemos una demanda máxima probable de 1,00 lts/seg.

Aplicando factor de corrección = $0,60 * 1,00 = 0,60$ lts/seg. = $6,0 \times 10^{-4}$ m³/seg.

Según la Dirección Municipal de Planificación, pruebas realizadas en el área dieron como resultado que la velocidad en este sector de la red municipal es de 2 metros por segundo.

- Diámetro de tubería

$$Q = V * A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{6,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{2 \text{ m/s}} = 0,0003 \text{ m}^2 = 0,47 \text{ plg}^2$$

Se utilizará la tubería de 1" que tiene un área de 0,78 plg².

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental (EIA)

La evaluación de impacto ambiental se realizó a través de una boleta de identificación y evaluación de riesgo, obtenida del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Se describe a continuación.

Tabla XXXIV. Estudio ambiental

REPORTE DEL ANALISIS DE GESTION DE RIESGO EN LA INVERSION PUBLICA		
Sistema nacional de Inversion Publica, SNP		Buena SNP #1
Direccion de Gestion de Riesgo		
Boleta de Identificacion y Evaluacion de Riesgo en Proyectos de Inversion Publica		
Departamento:	GUAYAMA	Municipio:
ZONA/INFLUENCIA (comunidad, oficina, municipal, regional):	Barrio La Cumbre, a un kilómetro del Palacio Municipal	
Nombre del Proyecto:	Obra de construcción de un aula de informática para niños de 25 de junio	Nombre de Ejecutor/autor:
Fecha:	26/09/2019	Fecha de actualización:
VALORACION VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACION
EXPOSICION	1.48	Sitio Medianamente Expuesto
FRAGILIDAD	2.30	Proyecto con Alta Fragilidad
RESILIENCIA	1.94	Proyecto con mediana Resiliencia
Atenas	NIVEL DE AMENAZA ENVIRONMENTAL	DESCRIBIR LA MEDIDA DE MITIGACION/ PREVENION DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DEL ANALISIS Y LOS CRITERIOS DE CALIFICACION (si no es suficiente el espacio, agragar hoja anexo)
Inventos (person)	-	De acuerdo a los resultados del estudio de impacto previo del suelo realizado para el diseño del presente proyecto se pudo determinar que la construcción impacta sobre las características que se encuentran en el soporte físico de la infraestructura construida (grado y capacidad de los suelos, pendientes, riesgos de deslizamiento, corrientes y afluentes, así como el estado de la zona, para la presente obra se muestra en el proyecto solo en los rubros la cantidad de 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.6, 2.8, 3.0, 3.2, 3.4, 3.6, 3.8, 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8, 5.0, 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 6.0, 6.2, 6.4, 6.6, 6.8, 7.0, 7.2, 7.4, 7.6, 7.8, 8.0, 8.2, 8.4, 8.6, 8.8, 9.0, 9.2, 9.4, 9.6, 9.8, 10.0, 10.2, 10.4, 10.6, 10.8, 11.0, 11.2, 11.4, 11.6, 11.8, 12.0, 12.2, 12.4, 12.6, 12.8, 13.0, 13.2, 13.4, 13.6, 13.8, 14.0, 14.2, 14.4, 14.6, 14.8, 15.0, 15.2, 15.4, 15.6, 15.8, 16.0, 16.2, 16.4, 16.6, 16.8, 17.0, 17.2, 17.4, 17.6, 17.8, 18.0, 18.2, 18.4, 18.6, 18.8, 19.0, 19.2, 19.4, 19.6, 19.8, 20.0, 20.2, 20.4, 20.6, 20.8, 21.0, 21.2, 21.4, 21.6, 21.8, 22.0, 22.2, 22.4, 22.6, 22.8, 23.0, 23.2, 23.4, 23.6, 23.8, 24.0, 24.2, 24.4, 24.6, 24.8, 25.0, 25.2, 25.4, 25.6, 25.8, 26.0, 26.2, 26.4, 26.6, 26.8, 27.0, 27.2, 27.4, 27.6, 27.8, 28.0, 28.2, 28.4, 28.6, 28.8, 29.0, 29.2, 29.4, 29.6, 29.8, 30.0, 30.2, 30.4, 30.6, 30.8, 31.0, 31.2, 31.4, 31.6, 31.8, 32.0, 32.2, 32.4, 32.6, 32.8, 33.0, 33.2, 33.4, 33.6, 33.8, 34.0, 34.2, 34.4, 34.6, 34.8, 35.0, 35.2, 35.4, 35.6, 35.8, 36.0, 36.2, 36.4, 36.6, 36.8, 37.0, 37.2, 37.4, 37.6, 37.8, 38.0, 38.2, 38.4, 38.6, 38.8, 39.0, 39.2, 39.4, 39.6, 39.8, 40.0, 40.2, 40.4, 40.6, 40.8, 41.0, 41.2, 41.4, 41.6, 41.8, 42.0, 42.2, 42.4, 42.6, 42.8, 43.0, 43.2, 43.4, 43.6, 43.8, 44.0, 44.2, 44.4, 44.6, 44.8, 45.0, 45.2, 45.4, 45.6, 45.8, 46.0, 46.2, 46.4, 46.6, 46.8, 47.0, 47.2, 47.4, 47.6, 47.8, 48.0, 48.2, 48.4, 48.6, 48.8, 49.0, 49.2, 49.4, 49.6, 49.8, 50.0, 50.2, 50.4, 50.6, 50.8, 51.0, 51.2, 51.4, 51.6, 51.8, 52.0, 52.2, 52.4, 52.6, 52.8, 53.0, 53.2, 53.4, 53.6, 53.8, 54.0, 54.2, 54.4, 54.6, 54.8, 55.0, 55.2, 55.4, 55.6, 55.8, 56.0, 56.2, 56.4, 56.6, 56.8, 57.0, 57.2, 57.4, 57.6, 57.8, 58.0, 58.2, 58.4, 58.6, 58.8, 59.0, 59.2, 59.4, 59.6, 59.8, 60.0, 60.2, 60.4, 60.6, 60.8, 61.0, 61.2, 61.4, 61.6, 61.8, 62.0, 62.2, 62.4, 62.6, 62.8, 63.0, 63.2, 63.4, 63.6, 63.8, 64.0, 64.2, 64.4, 64.6, 64.8, 65.0, 65.2, 65.4, 65.6, 65.8, 66.0, 66.2, 66.4, 66.6, 66.8, 67.0, 67.2, 67.4, 67.6, 67.8, 68.0, 68.2, 68.4, 68.6, 68.8, 69.0, 69.2, 69.4, 69.6, 69.8, 70.0, 70.2, 70.4, 70.6, 70.8, 71.0, 71.2, 71.4, 71.6, 71.8, 72.0, 72.2, 72.4, 72.6, 72.8, 73.0, 73.2, 73.4, 73.6, 73.8, 74.0, 74.2, 74.4, 74.6, 74.8, 75.0, 75.2, 75.4, 75.6, 75.8, 76.0, 76.2, 76.4, 76.6, 76.8, 77.0, 77.2, 77.4, 77.6, 77.8, 78.0, 78.2, 78.4, 78.6, 78.8, 79.0, 79.2, 79.4, 79.6, 79.8, 80.0, 80.2, 80.4, 80.6, 80.8, 81.0, 81.2, 81.4, 81.6, 81.8, 82.0, 82.2, 82.4, 82.6, 82.8, 83.0, 83.2, 83.4, 83.6, 83.8, 84.0, 84.2, 84.4, 84.6, 84.8, 85.0, 85.2, 85.4, 85.6, 85.8, 86.0, 86.2, 86.4, 86.6, 86.8, 87.0, 87.2, 87.4, 87.6, 87.8, 88.0, 88.2, 88.4, 88.6, 88.8, 89.0, 89.2, 89.4, 89.6, 89.8, 90.0, 90.2, 90.4, 90.6, 90.8, 91.0, 91.2, 91.4, 91.6, 91.8, 92.0, 92.2, 92.4, 92.6, 92.8, 93.0, 93.2, 93.4, 93.6, 93.8, 94.0, 94.2, 94.4, 94.6, 94.8, 95.0, 95.2, 95.4, 95.6, 95.8, 96.0, 96.2, 96.4, 96.6, 96.8, 97.0, 97.2, 97.4, 97.6, 97.8, 98.0, 98.2, 98.4, 98.6, 98.8, 99.0, 99.2, 99.4, 99.6, 99.8, 100.0, 100.2, 100.4, 100.6, 100.8, 101.0, 101.2, 101.4, 101.6, 101.8, 102.0, 102.2, 102.4, 102.6, 102.8, 103.0, 103.2, 103.4, 103.6, 103.8, 104.0, 104.2, 104.4, 104.6, 104.8, 105.0, 105.2, 105.4, 105.6, 105.8, 106.0, 106.2, 106.4, 106.6, 106.8, 107.0, 107.2, 107.4, 107.6, 107.8, 108.0, 108.2, 108.4, 108.6, 108.8, 109.0, 109.2, 109.4, 109.6, 109.8, 110.0, 110.2, 110.4, 110.6, 110.8, 111.0, 111.2, 111.4, 111.6, 111.8, 112.0, 112.2, 112.4, 112.6, 112.8, 113.0, 113.2, 113.4, 113.6, 113.8, 114.0, 114.2, 114.4, 114.6, 114.8, 115.0, 115.2, 115.4, 115.6, 115.8, 116.0, 116.2, 116.4, 116.6, 116.8, 117.0, 117.2, 117.4, 117.6, 117.8, 118.0, 118.2, 118.4, 118.6, 118.8, 119.0, 119.2, 119.4, 119.6, 119.8, 120.0, 120.2, 120.4, 120.6, 120.8, 121.0, 121.2, 121.4, 121.6, 121.8, 122.0, 122.2, 122.4, 122.6, 122.8, 123.0, 123.2, 123.4, 123.6, 123.8, 124.0, 124.2, 124.4, 124.6, 124.8, 125.0, 125.2, 125.4, 125.6, 125.8, 126.0, 126.2, 126.4, 126.6, 126.8, 127.0, 127.2, 127.4, 127.6, 127.8, 128.0, 128.2, 128.4, 128.6, 128.8, 129.0, 129.2, 129.4, 129.6, 129.8, 130.0, 130.2, 130.4, 130.6, 130.8, 131.0, 131.2, 131.4, 131.6, 131.8, 132.0, 132.2, 132.4, 132.6, 132.8, 133.0, 133.2, 133.4, 133.6, 133.8, 134.0, 134.2, 134.4, 134.6, 134.8, 135.0, 135.2, 135.4, 135.6, 135.8, 136.0, 136.2, 136.4, 136.6, 136.8, 137.0, 137.2, 137.4, 137.6, 137.8, 138.0, 138.2, 138.4, 138.6, 138.8, 139.0, 139.2, 139.4, 139.6, 139.8, 140.0, 140.2, 140.4, 140.6, 140.8, 141.0, 141.2, 141.4, 141.6, 141.8, 142.0, 142.2, 142.4, 142.6, 142.8, 143.0, 143.2, 143.4, 143.6, 143.8, 144.0, 144.2, 144.4, 144.6, 144.8, 145.0, 145.2, 145.4, 145.6, 145.8, 146.0, 146.2, 146.4, 146.6, 146.8, 147.0, 147.2, 147.4, 147.6, 147.8, 148.0, 148.2, 148.4, 148.6, 148.8, 149.0, 149.2, 149.4, 149.6, 149.8, 150.0, 150.2, 150.4, 150.6, 150.8, 151.0, 151.2, 151.4, 151.6, 151.8, 152.0, 152.2, 152.4, 152.6, 152.8, 153.0, 153.2, 153.4, 153.6, 153.8, 154.0, 154.2, 154.4, 154.6, 154.8, 155.0, 155.2, 155.4, 155.6, 155.8, 156.0, 156.2, 156.4, 156.6, 156.8, 157.0, 157.2, 157.4, 157.6, 157.8, 158.0, 158.2, 158.4, 158.6, 158.8, 159.0, 159.2, 159.4, 159.6, 159.8, 160.0, 160.2, 160.4, 160.6, 160.8, 161.0, 161.2, 161.4, 161.6, 161.8, 162.0, 162.2, 162.4, 162.6, 162.8, 163.0, 163.2, 163.4, 163.6, 163.8, 164.0, 164.2, 164.4, 164.6, 164.8, 165.0, 165.2, 165.4, 165.6, 165.8, 166.0, 166.2, 166.4, 166.6, 166.8, 167.0, 167.2, 167.4, 167.6, 167.8, 168.0, 168.2, 168.4, 168.6, 168.8, 169.0, 169.2, 169.4, 169.6, 169.8, 170.0, 170.2, 170.4, 170.6, 170.8, 171.0, 171.2, 171.4, 171.6, 171.8, 172.0, 172.2, 172.4, 172.6, 172.8, 173.0, 173.2, 173.4, 173.6, 173.8, 174.0, 174.2, 174.4, 174.6, 174.8, 175.0, 175.2, 175.4, 175.6, 175.8, 176.0, 176.2, 176.4, 176.6, 176.8, 177.0, 177.2, 177.4, 177.6, 177.8, 178.0, 178.2, 178.4, 178.6, 178.8, 179.0, 179.2, 179.4, 179.6, 179.8, 180.0, 180.2, 180.4, 180.6, 180.8, 181.0, 181.2, 181.4, 181.6, 181.8, 182.0, 182.2, 182.4, 182.6, 182.8, 183.0, 183.2, 183.4, 183.6, 183.8, 184.0, 184.2, 184.4, 184.6, 184.8, 185.0, 185.2, 185.4, 185.6, 185.8, 186.0, 186.2, 186.4, 186.6, 186.8, 187.0, 187.2, 187.4, 187.6, 187.8, 188.0, 188.2, 188.4, 188.6, 188.8, 189.0, 189.2, 189.4, 189.6, 189.8, 190.0, 190.2, 190.4, 190.6, 190.8, 191.0, 191.2, 191.4, 191.6, 191.8, 192.0, 192.2, 192.4, 192.6, 192.8, 193.0, 193.2, 193.4, 193.6, 193.8, 194.0, 194.2, 194.4, 194.6, 194.8, 195.0, 195.2, 195.4, 195.6, 195.8, 196.0, 196.2, 196.4, 196.6, 196.8, 197.0, 197.2, 197.4, 197.6, 197.8, 198.0, 198.2, 198.4, 198.6, 198.8, 199.0, 199.2, 199.4, 199.6, 199.8, 200.0, 200.2, 200.4, 200.6, 200.8, 201.0, 201.2, 201.4, 201.6, 201.8, 202.0, 202.2, 202.4, 202.6, 202.8, 203.0, 203.2, 203.4, 203.6, 203.8, 204.0, 204.2, 204.4, 204.6, 204.8, 205.0, 205.2, 205.4, 205.6, 205.8, 206.0, 206.2, 206.4, 206.6, 206.8, 207.0, 207.2, 207.4, 207.6, 207.8, 208.0, 208.2, 208.4, 208.6, 208.8, 209.0, 209.2, 209.4, 209.6, 209.8, 210.0, 210.2, 210.4, 210.6, 210.8, 211.0, 211.2, 211.4, 211.6, 211.8, 212.0, 212.2, 212.4, 212.6, 212.8, 213.0, 213.2, 213.4, 213.6, 213.8, 214.0, 214.2, 214.4, 214.6, 214.8, 215.0, 215.2, 215.4, 215.6, 215.8, 216.0, 216.2, 216.4, 216.6, 216.8, 217.0, 217.2, 217.4, 217.6, 217.8, 218.0, 218.2, 218.4, 218.6, 218.8, 219.0, 219.2, 219.4, 219.6, 219.8, 220.0, 220.2, 220.4, 220.6, 220.8, 221.0, 221.2, 221.4, 221.6, 221.8, 222.0, 222.2, 222.4, 222.6, 222.8, 223.0, 223.2, 223.4, 223.6, 223.8, 224.0, 224.2, 224.4, 224.6, 224.8, 225.0, 225.2, 225.4, 225.6, 225.8, 226.0, 226.2, 226.4, 226.6, 226.8, 227.0, 227.2, 227.4, 227.6, 227.8, 228.0, 228.2, 228.4, 228.6, 228.8, 229.0, 229.2, 229.4, 229.6, 229.8, 230.0, 230.2, 230.4, 230.6, 230.8, 231.0, 231.2, 231.4, 231.6, 231.8, 232.0, 232.2, 232.4, 232.6, 232.8, 233.0, 233.2, 233.4, 233.6, 233.8, 234.0, 234.2, 234.4, 234.6, 234.8, 235.0, 235.2, 235.4, 235.6, 235.8, 236.0, 236.2, 236.4, 236.6, 236.8, 237.0, 237.2, 237.4, 237.6, 237.8, 238.0, 238.2, 238.4, 238.6, 238.8, 239.0, 239.2, 239.4, 239.6, 239.8, 240.0, 240.2, 240.4, 240.6, 240.8, 241.0, 241.2, 241.4, 241.6, 241.8, 242.0, 242.2, 242.4, 242.6, 242.8, 243.0, 243.2, 243.4, 243.6, 243.8, 244.0, 244.2, 244.4, 244.6, 244.8, 245.0, 245.2, 245.4, 245.6, 245.8, 246.0, 246.2, 246.4, 246.6, 246.8, 247.0, 247.2, 247.4, 247.6, 247.8, 248.0, 248.2, 248.4, 248.6, 248.8, 249.0, 249.2, 249.4, 249.6, 249.8, 250.0, 250.2, 250.4, 250.6, 250.8, 251.0, 251.2, 251.4, 251.6, 251.8, 252.0, 252.2, 252.4, 252.6, 252.8, 253.0, 253.2, 253.4, 253.6, 253.8, 254.0, 254.2, 254.4, 254.6, 254.8, 255.0, 255.2, 255.4, 255.6, 255.8, 256.0, 256.2, 256.4, 256.6, 256.8, 257.0, 257.2, 257.4, 257.6, 257.8, 258.0, 258.2, 258.4, 258.6, 258.8, 259.0, 259.2, 259.4, 259.6, 259.8, 260.0, 260.2, 260.4, 260.6, 260.8, 261.0, 261.2, 261.4, 261.6, 261.8, 262.0, 262.2, 262.4, 262.6, 262.8, 263.0, 263.2, 263.4, 263.6, 263.8, 264.0, 264.2, 264.4, 264.6, 264.8, 265.0, 265.2, 265.4, 265.6, 265.8, 266.0, 266.2, 266.4, 266.6, 266.8, 267.0, 267.2, 267.4, 267.6, 267.8, 268.0, 268.2, 268.4, 268.6, 268.8, 269.0, 269.2, 269.4, 269.6, 269.8, 270.0, 270.2, 270.4, 270.6, 270.8, 271.0, 271.2, 271.4, 271.6, 271.8, 272.0, 272.2, 272.4, 272.6, 272.8, 273.0, 273.2, 273.4, 273.6, 273.8, 274.0, 274.2, 274.4, 274.6, 274.8, 275.0, 275.2, 275.4, 275.6, 275.8, 276.0, 276.2, 276.4, 276.6, 276.8, 277.0, 277.2, 277.4, 277.6, 277.8, 278.0, 278.2, 278.4, 278.6, 278.8, 279.0, 279.2, 279.4, 279.6, 279.8, 280.0, 280.2, 280.4, 280.6, 280.8, 281.0, 281.2, 281.4, 281.6, 281.8, 282.0, 282.2, 282.4, 282.6, 282.8, 283.0, 283.2, 283.4, 283.6, 283.8, 284.0, 284.2, 284.4, 284.6, 284.8, 285.0, 285.2, 285.4, 285.6, 285.8, 286.0, 286.2, 286.4, 286.6, 286.8, 287.0, 287.2, 287.4, 287.6, 287.8, 288.0, 288.2, 288.4, 288.6, 288.8, 289.0, 289.2, 289.4, 289.6, 289.8, 290.0, 290.2, 290.4, 290.6, 290.8, 291.0, 291.2, 291.4, 291.6, 291.8, 292.0, 292.2, 292.4, 292.6, 292.8, 293.0, 293.2, 293.4, 293.6, 293.8, 294.0, 294.2, 294.4, 294.6, 294.8, 295.0, 295.2, 295.4, 295.6, 295.8, 296.0, 296.2, 296.4, 296.6, 296.8, 297.0, 297.2, 297.4, 297.6, 297.8, 298.0, 298.2, 298.4, 298.6, 298.8, 299.0, 299.2, 299.4, 299.6, 299.8, 300.0, 300.2, 300.4, 300.6, 300.8, 301.0, 301.2, 301.4, 301.6, 301.8, 302.0, 302.2, 302.4, 302.6, 302.8, 303.0, 303.2, 303.4, 303.6, 303.8, 304.0, 304.2, 304.4, 304.6, 304.8, 305.0, 305.2, 305.4, 305.6, 305.8, 306.0, 306.2, 306.4, 306.6, 306.8, 307.0, 307.2, 307.4, 307.6, 307.8, 308.0, 308.2, 308.4, 308.6, 308.8, 309.0, 309.2, 309.4, 309.6, 309.8, 310.0, 310.2, 310.4, 310.6, 310.8, 311.0, 311.2, 311.4, 311.6, 311.8, 312.0, 312.2, 312.4, 312.6, 312.8, 313.0, 313.2, 313.4, 313.6, 313.8, 314.0, 314.2, 314.4, 314.6, 314.8, 315.0, 315.2, 315.4, 315.6, 315.8, 316.0, 316.2, 316.4, 316.6, 316.8, 317.0, 317.2, 317.4, 317.6, 317.8, 318.0, 318.2, 318.4, 318.6, 318.8, 319.0, 319.2, 319.4, 319.6, 319.8, 320.0, 320.2, 320.4, 320.6, 320.8, 321.0, 321.2, 321.4, 321.6, 321.8, 322.0, 322.2, 322.4, 322.6, 322.8, 323.0, 323.2, 323.4, 323.6, 323.8, 324.0, 324.2, 324.4, 324.6, 324.8, 325.0, 325.2, 325.4, 325.6, 325.8, 326.0, 326.2, 326.4, 326.6, 326.8, 327.0, 327.2, 327.4, 327.6, 327.8, 328.0, 328.2, 328.4, 328.6, 328.8, 329.0, 329.2, 329.4, 329.6, 329.8, 330.0, 330.2, 330.4, 330.6, 330.8, 331.0, 331.2, 331.4, 331.6, 331.8, 332.0, 332.2, 332.4, 332.6, 332.8, 333.0, 333.2, 333.4, 333.6, 333.8, 334.0, 334.2, 334.4, 334.6, 334.8, 335.0, 335.2, 335.4, 335.6, 335.8, 336.0, 336.2, 336.4, 336.6, 336.8, 337.0, 337.2, 337.4, 337.6, 337.8, 338.0, 338.2, 338.4, 338.6, 338.8, 339.0, 339.2, 339.4, 339.6, 339.8, 340.0, 340.2, 340.4, 340.6, 340.8, 341.0, 341.2, 341.4, 341.6, 341.8, 342.0, 342.2, 342.4, 342.6, 342.8, 343.0, 343.2, 343.4, 343.6, 343.8, 344.0, 344.2, 344.4, 344.6, 344.8, 345.0, 345.2, 345.4, 345.6, 345.8, 346.0, 346.2, 346.4, 346.6, 346.8, 347.0, 347.2, 347.4, 347.6, 34

Tabla XXXV. Matriz de exposición

ANEXO: matriz de exposicion			
Departamento:	IZABAL		
Municipio:	MORALES		
Zona:	Barrio Los Gestos, a un costado de Palacio Municipal		
Nombre del Proyecto:	Diseño edificio escolar para Escuela Oficial Urbana para niñas 25 de junio		
Nombre del formulador:	Zuleimy Guadalupe Rivera Villa		
Fecha:	24/09/2019		
	RAZON DE CONSISTENCIA	0.030258	
	Tema/ componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.1	Exposición del sitio	1.46	0.33
2.1.1	Componente bioclimático	1	0.22
1	Confort higrotérmico	1	
2	Orientación	1	
3	Viento	2	
4	Precipitación	2	
5	Ruido	1	
6	Calidad del aire	1	
2.1.2	Componente de geología	2	0.22
7	Sismicidad	3	
8	Erosión	2	
9	Deslizamientos	2	
10	Vulcanismo	0	
11	Rangos de pendiente	3	
12	Calidad del suelo	1	
13	Uso del suelo	2	
14	Formación geológica	2	
2.1.3	Componente de ecosistema	2	0.18
15	Suelos agrícolas	3	
16	Hidrología superficial	2	
17	Hidrología subterráneas	1	
18	Lagos	0	
19	Áreas frágiles	2	
20	Sedimentación	2	
2.1.4	Componente de medio construido	1	0.21
21	Radio de acción	1	
22	Accesibilidad	2	
23	Acceso a servicios	1	
24	Consideraciones urbanísticas	1	
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	1	
26	Normas urbanas	1	
27	Áreas comunales	2	
28	Facilidades de tratamiento de desechos	1	
29	dimensionalidad del proyecto	1	
2.1.5	Componente de contaminación	2	0.05
30	Desechos sólidos y líquidos	2	
31	Industrias contaminantes	0	
32	Lineas de alta tensión	0	
33	Peligro de explosiones e incendios	0	
34	Lugares de vicio	0	
35	Servicios de recolección de desechos	0	
2.1.6	Componente institucional y social	1	0.11
36	Conflictos territoriales	1	
37	Seguridad ciudadana	2	
38	Marco legal	1	
39	Participación ciudadana	1	
40	Importancia socioeconómica	2	
41	Calidad de vida	1	
42	conducta local.	1	

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Tabla XXXVI. Matriz de vulnerabilidad

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por fragilidad			
Departamento:	ZARAJA		
Municipio:	MORALEZ		
Barrio:	Barrio Los Cañeros, a un costado de Palacio Municipal		
Nombre del Proyecto:	Diseño y edificación para Escuela Oficial Urbana para niñas 25 de junio		
Nombre del Formador:	Zuleimy Guadalupe Rivera Véliz		
Fecha:	26/09/2019		
	RAZON DE CONSISTENCIA	0.022720249	
Cuadro 7	ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD		
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	2.30	0.33
2.2.1	Componente de sistema estructural	2	0.21
43	Uso de normas estructurales adecuadas	2	
44	seguridad de los cimientos	2	
45	Distribución en planta	2	
46	Anclamiento adecuado	2	
47	Redundancia estructural	2	
48	Forma en planta de la edificación	2	
49	Relación longitud/ancho	2	
50	Forma en elevación	1	
51	Traectoria de fuerzas verticales	2	
52	Pisos superiores salientes	2	
53	Concentraciones de masa en el piso superior	2	
54	Interacción elementos no estructurales	2	
55	Columnas cortas	2	
56	Viga fuerte/columna débil	2	
57	Pisos suaves	1	
58	Proximidad entre edificios	2	
2.2.2	Componente de materiales construcción	2	0.25
59	Disponibilidad de materiales	2	
60	Renovabilidad de las fuentes	2	
61	Agresividad del proceso	2	
62	Cantidad y durabilidad del material	3	
63	Protección/prevenición	3	
64	Facilidad de sustitución o reparación	2	
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	2	0.25
65	Adaptación del proyecto al medio	3	
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	2	
67	Funcionalidad del proyecto	3	
68	Confort ambiental del proyecto	3	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	2	
70	Equipo para la ejecución del proyecto	2	
71	Generación desechos durante ejecución	2	
72	Eliminación de desechos del proyecto	2	
73	Control de la ejecución del proyecto	3	
74	Externalidades del proyecto	2	
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	3	0.30
75	Seguridad instalaciones eléctricas	3	
76	Sistema iluminación interna y externa	3	
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	2	
78	Abastecimiento y ancho adecuado de las puertas	3	
79	Condiciones de seguridad de ventanales	3	
80	Condiciones de seguridad muros cerramiento	3	
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	3	
82	Condiciones de seguridad pisos	3	
83	Condiciones elementos ornamentales	2	
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	2	
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	2	
86	Condiciones de seguridad sistema incendios	3	
87	Otros elementos arquitectónicos	1	
88	Condiciones seguridad circulación horizontal	3	
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	3	
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	3	
91	Ancho de corredores	3	
92	Ancho y dimensiones de las gradas	3	
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	3	

Fuente: elaboración propia, con dado del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Tabla XXXVII. **Matriz de vulnerabilidad por resiliencia**

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por resiliencia			
Departamento:	GUATEMALA		
Municipio:	MORALEJOS		
Zona:	Barrio Los Castros, a un costado de Palacio Municipal		
Nombre del Proyecto:	Diseño edificio escolar para Casa de la Ciudad Urbana para niñas 25 de junio		
Nombre del formulador:	Zuleimy Guadalupe Rivera Valle		
Fecha:	26/09/2019		
RAZON DE CONSISTENCIA		0.000000	
Cuadro 9	ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA		
	Tema/componente/variable	Calificación	
2.3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	1.94	0.33
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	2	0.75
94	Planes de mantenimiento continuo	2	
95	Planes de mantenimiento preventivo	2	
96	Planes de mantenimiento correctivo	2	
97	Seguros ante catástrofes	3	
98	Tiempo para reparar la infraestructura	3	
2.3.2	Comité formalmente establecido	0	0.13
99	Componente de organización para la emergencia	2	
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	2	
101	Procedimientos activación del plan	2	
102	Procedimientos para evacuación del edificio	2	
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	2	
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	1.5	0.13
104	Programas de capacitación	2	
105	Programas de difusión	1	
106	Instrumentos para medición	2	
107	Trabajos de investigación sobre desastres	1	

Fuente: elaboración propia, con dato del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

2.1.19. Presupuesto

A continuación, se detalla el presupuesto para el edificio escolar de dos niveles.

Tabla XXXVIII. Presupuesto edificio escolar de dos niveles

PROYECTO					
MEJORAMIENTO ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS "25 DE JUNIO", BARRIO LA CANCHA, MORALES, IZABAL					
MUNICIPALIDAD DE MORALES					
CUADRO DE CANTIDADES (REGLONES) DE TRABAJO					
No.	REGLÓN DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
PRELIMINARES					
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	DEMOLICION DE CONSTRUCCION EXISTENTE	250.00	M ²	Q 220.25	Q 55,062.50
1.02	EXTRACCION DE TUBERIA	100.00	M	Q 46.86	Q 4,686.00
1.03	CORTE Y SANEAMIENTO e. 0.30 MTS.	161.87	M ³	Q 220.30	Q 35,659.96
1.04	INSTALACIONES PROVISIONALES	1.00	UNIDAD	Q 20,918.30	Q 20,918.30
1.05	ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO	1.00	UNIDAD	Q 3,446.64	Q 3,446.64
1.06	REPLANTEO TOPOGRAFICO	1.00	UNIDAD	Q 713.70	Q 713.70
1.07	RELLENO COMPACTADO	25.00	M ³	Q 8,782.23	Q 219,555.75
				SUB-TOTAL	Q 340,042.85
					Q 340,042.85
PRELIMINARES					
MODULO 1					
2	CIMIENTO				
2.01	ZAPATA TIPO Z-1	24.00	UNIDAD	Q 1,176.62	Q 28,238.88
2.02	ZAPATA TIPO Z-2	10.00	UNIDAD	Q 1,876.83	Q 18,768.30
2.03	CIMIENTO CORRIDO CC-1	135.00	M	Q 435.63	Q 58,810.05
2.04	SOLERA DE HUMEDAD	135.00	M	Q 408.22	Q 55,109.70
2.05	LEVANTADO BLOCK 0.20 M AGUJEROS FUNDIDOS Y ENSABIETADO DOS CARAS	160.00	M ²	Q 3,732.01	Q 597,121.60
				SUB-TOTAL	Q 758,048.53
3	LEVANTADO DE MUROS				
3.01	COLUMNA TIPO C-1	27.00	UNIDAD	Q 1,210.90	Q 32,694.30
3.02	COLUMNA TIPO C-2	14.00	UNIDAD	Q 982.99	Q 13,761.88
3.03	COLUMNA TIPO C-3	9.00	UNIDAD	Q 1,016.60	Q 9,149.40
3.04	COLUMNA TIPO PIN 1	20.00	UNIDAD	Q 624.59	Q 12,491.80
3.05	COLUMNA TIPO PIN 2	5.00	UNIDAD	Q 566.14	Q 2,830.70
3.06	COLUMNA TIPO PIN 3	27.00	UNIDAD	Q 736.70	Q 19,890.90
3.07	COLUMNA TIPO PIN 4	14.00	UNIDAD	Q 559.35	Q 7,830.90
3.08	SOLERA INTERMEDIA 0.15 m	8.00	M	Q 123.51	Q 988.08
3.09	SOLERA INTERMEDIA 0.20 m	58.66	M	Q 244.15	Q 14,321.84
3.10	SOLERA DE ENTREPISO 0.20 m	58.66	M	Q 89.42	Q 5,245.38
3.11	SOLERA SILLAR	5.00	M	Q 1,049.03	Q 5,245.15
3.12	SOLERA CORONA 0.15 M	21.55	M	Q 133.55	Q 2,878.00
3.13	SOLERA CORONA 0.20 M	42.32	M	Q 146.09	Q 6,182.53
3.14	LEVANTADO DE MUROS BLOCK 0.15 M	3.00	M ²	Q 477.26	Q 1,431.78
3.15	LEVANTADO DE MUROS BLOCK 0.20 M	3.00	M ²	Q 3,167.29	Q 9,501.87
3.16	RAMPA PARA DISCAPACITADOS	1.00	UNIDAD	Q 3,923.40	Q 3,923.40
3.17	MODULO DE GRADAS	1.00	UNIDAD	Q 9,392.50	Q 9,392.50
				SUB-TOTAL	Q 157,760.39

Continuación tabla XXXVIII.

4 LOSAS Y TECHOS						
4.01	VIGA V-1	54.57	M	Q	350.45	Q 19,124.06
4.02	VIGA V-2	31.99	M	Q	411.05	Q 13,149.49
4.03	VIGA V-3	43.15	M	Q	327.02	Q 14,110.91
4.04	VIGA V-4	59.20	M	Q	361.11	Q 21,377.71
4.05	VIGA V-5	2.00	M	Q	25.64	Q 51.28
4.06	VIGA V-6	69.50	M	Q	411.25	Q 28,581.88
4.07	VIGA MOJINETE	5	M	Q	2,075.53	Q 10,377.65
4.08	LOSA PREFABRICADA ± 0.20 m	311.81	M ²	Q	29.87	Q 9,313.76
4.09	CUBIERTA DE ESTRUCTURA METALICA + LAMINA	4.00	M ²	Q	71.50	Q 286.00
4.10	CANAL METALICO	5.00	M	Q	629.20	Q 3,146.00
					SUB-TOTAL	Q 119,518.74
5 INSTALACIONES HIDRAULICAS						
5.01	INSTALACION DE DRENAJES PARA AGUAS NEGRAS Y GRISES	36.00	M	Q	95.33	Q 3,431.88
5.02	INSTALACION DE AGUA POTABLE	126.00	M	Q	22.85	Q 2,879.10
					SUB-TOTAL	Q 6,310.98
6 INSTALACIONES ELECTRICAS						
6.01	INSTALACION DE ILUMINACION ELECTRICA	28.00	UNIDAD	Q	574.09	Q 16,074.52
6.02	INSTALACION DE FUERZA ELECTRICA	18.00	UNIDAD	Q	687.91	Q 12,382.38
					SUB-TOTAL	Q 28,456.90
7 PUERTAS						
7.01	PUERTA P-1 (1.00m. ANCHO * 2.10 m. ALTO)	11.00	UNIDAD	Q	2,198.30	Q 24,181.30
7.02	PUERTA P-2 (0.70 m. ANCHO * 1.80 m. ALTO)	5.00	UNIDAD	Q	1,266.85	Q 6,334.25
7.03	PUERTA P-3 (1.00 m. ANCHO * 1.80 m. ALTO)	2.00	UNIDAD	Q	1,950.50	Q 3,901.00
7.04	PUERTA P-4 (0.80 m. ANCHO * 2.10 m. ALTO)	3.00	UNIDAD	Q	1,366.85	Q 4,100.55
					SUB-TOTAL	Q 38,517.10
8 VENTANAS						
8.01	VENTANA V-1	2.00	UNIDAD	Q	2,662.30	Q 5,324.60
8.02	VENTANA V-2	2.00	UNIDAD	Q	2,662.30	Q 5,324.60
8.03	VENTANA V-3	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
8.04	VENTANA V-4	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
8.05	VENTANA V-5	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
8.06	VENTANA V-6	2.00	UNIDAD	Q	2,662.30	Q 5,324.60
8.07	VENTANA V-7	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
8.08	VENTANA V-8	2.00	UNIDAD	Q	2,662.30	Q 5,324.60
8.09	VENTANA V-9	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
8.10	VENTANA V-10	1.00	UNIDAD	Q	5,324.59	Q 5,324.59
					SUB-TOTAL	Q 53,245.94

Continuación tabla XXXVIII.

9		ACABADOS				
9.01	CONTRAPISO CONCRETO 2000psi e= 0.05 M.	309.00	M ²	Q 30.68	Q 9,480.12	
9.02	ENSABETADO	915.00	M ²	Q 9.82	Q 8,985.30	
9.03	REPELLO	915.00	M ²	Q 22.92	Q 20,971.80	
9.04	CERNIDO VERTICAL Y CERNIDO REMOLINEADO VIGAS	887.00	M ²	Q 14.95	Q 12,981.65	
9.05	GRANCEADO	800.00	M ²	Q 14.95	Q 11,980.00	
9.06	AZULEJO EN MURO	55.00	M ²	Q 48.95	Q 2,692.25	
9.07	PINTURA	915.00	M ²	Q 20.97	Q 19,187.55	
				SUBTOTAL	Q 86,238.67	
10		MOBILIARIO Y EQUIPO				
10.01	MOBILIARIO	1.00	UNIDAD	Q 37,245.00	Q 37,245.00	
				SUBTOTAL	Q 37,245.00	
TOTAL (PRIMER Y SEGUNDO PISO)					Q 1,285,342.25	
11		CANCHA				
11.01	FUNDICIÓN CONCRETO 0.10 M Concreto 3000psi	448.00	M ²	Q 225.78	Q 101,149.44	
11.02	PINTURA DE CANCHA	1.00	UNIDAD	Q 15,017.61	Q 15,017.61	
11.03	MARCOS POLIDEPORTIVOS (PAPIFUTBOL, BASQUETBOL, VOLIBOL)	1.00	UNIDAD	Q 25,012.00	Q 25,012.00	
				SUBTOTAL	Q 141,179.05	
CANCHA					Q 141,179.05	
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1,766,564.15	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

2.1.19.1. Cronograma

A continuación, se detalla el cronograma de ejecución para el edificio escolar de dos niveles.

2.2. Diseño de sistema de abastecimiento en aldea Vista Hermosa, Morales, Izabal.

A continuación, se detallan los parámetros utilizados para el diseño del sistema de abastecimiento en aldea Vista Hermosa, Morales, Izabal.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en aldea Vista Hermosa en Morales, Izabal, que beneficiará un total de 29 familias (138 habitantes).

El sistema funcionará por gravedad. La línea de conducción tendrá un recorrido de 1 903,65 metros y la de distribución, un total de 1 719,35 metros, en su totalidad se usará tubería de PVC. La captación del agua se hará de un solo nacimiento, para luego ser conducida al tanque de almacenamiento. El tipo de conexión será domiciliar, abastecerá a 29 viviendas. Con lo anterior se cumplen los requisitos de un buen sistema de abastecimiento, que protege adecuadamente la fuente.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Se efectuó el levantamiento topográfico de primer orden con ayuda de una estación total marca Trimble modelo M3, propiedad de la municipalidad de Morales, Izabal. Se logró definir la línea de conducción, distribución, la captación y el tanque de almacenamiento. Se debe identificar la línea, localizar detalles importantes como estructuras existentes, anchos de ríos, quebradas, zanjones, cercos y lo que sea necesario para el proyecto. Asimismo, se identifican las

viviendas, edificios públicos, ancho de calles existentes dentro de la aldea en cuestión.

2.2.3. Descripción del sistema a utilizar

El tipo de sistema a utilizar, dada la topografía del lugar, es por gravedad. La captación será de un nacimiento ubicado en la aldea y se guardará en un tanque de almacenamiento para la distribución por medio de un circuito cerrado.

2.2.4. Aforo

Consiste en determinar el tiempo que toma en llenarse un recipiente de volumen determinado. Este método se utiliza para aforar pequeños manantiales o brotes de agua. El aforo del nacimiento de donde se obtendrá el agua se realizó con una cubeta de 5 galones (18,925 litros). Fue llenada en cuatro ocasiones para tomar un tiempo promedio, el cual fue de 20,90 segundos. Lo anterior se resume en la siguiente tabla.

Tabla XL. **Tiempos de llenado de cubeta**

No.	Tiempos de llenado de	cubeta
1	19.36	seg.
2	22,72	seg.
3	22	seg.
4	19,5	seg.

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Se determina un tiempo promedio del aforo:

$$t_{promedio} = \frac{19,36 + 22,72 + 22 + 19,5}{4} seg = 20,90 seg$$

El caudal de aforo se obtiene:

$$Q_{aforo} = \frac{18,925 lts}{20,90 seg} = 0,97 lts/seg$$

El aforo se consideró en época de estiaje.

2.2.5. Calidad de agua

Es necesario garantizar a la comunidad la calidad del agua, siempre respetando los límites mínimos de potabilidad segura para el consumo humano. Con base en los análisis realizados del nacimiento, se determina qué tratamiento es el mejor para el proyecto. Los límites son los establecidos en la Norma COGUANOR NGO 2 9001. Los resultados bacteriológicos y fisicoquímicos son adjuntados en la parte de anexos del documento.

2.2.5.1. Análisis fisicoquímico

Este tipo de análisis nos determina los límites aceptables sobre las características del agua que son el aspecto, color, sabor, olor y temperatura. Además, el PH, la turbiedad, la cantidad de materia orgánica y minerales presente.

Tabla XLI. **Características fisicoquímicas del agua**

Características	LMA	LMP
Color	5 unidades	35 unidades
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5 unidades	15 unidades
Cloro residual libre	0,5 mg/L	1,0 mg/L
Cloruro	100,000 mg/L	250,000 mg/L
Dureza total	100,000 mg/L	500,000 mg/L
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1 000,0 mg/L
Sulfatos	100,000 mg/L	250,000 mg/L
Temperatura	15,0°C – 25,0°C	34,0°C
Aluminio	0,050 mg/L	0,100 mg/L
Calcio	75,000 mg/L	150,000 mg/L
Cinc (Zn)	3,000 mg/L	70,000 mg/L
Cobre (Cu)	0,050 mg/L	1,50 mg/L
Magnesio (Mg)	50,000 mg/L	100,000 mg/L
Fluoruro (F)	-----	1,70 mg/L
Hierro total (Fe)	0,10 mg/L	1,000 mg/L
Manganeso (Mn)	0,050 mg/L	0,50 mg/L
Nitrato (NO ₃)	-----	10
Nitrito (NO ₂)	-----	1

Fuente: elaboración propia, empleando de Norma COGUANOR NGO 2 9001.

2.2.5.2. Análisis bacteriológico

Este análisis se realiza con el fin de identificar los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal. Son sumamente dañinos para el ser humano y se determinan bajo concentración. Los parámetros bacteriológicos para la evacuación de muestras son la presencia de grupo coliforme y *escherichia coli*. Estas no deben ser detectables en 100 ml de agua.

2.2.6. Diseño hidráulico

Para el diseño hidráulico de nuestro sistema de agua potable se tomaron factores que identificarán la magnitud y los componentes necesarios para llevar a cabo satisfactoriamente el diseño.

2.2.6.1. Población actual

Con base en los datos recolectados por el COCODE, se sabe que la población de la aldea de Vista Hermosa es de 138 habitantes para el año 2 019.

2.2.6.2. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo mediante el cual el proyecto de agua potable dará un servicio satisfactorio y en óptimas condiciones a la población. Para determinar el período de diseño se consultó con las normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, recomienda que obras civiles sean de 20 años y equipo mecánicos de 5 a 10 años.

La Unidad Ejecutora UNEPAR recomendó considerar 2 años más para la gestión aproximada. Se tomará en cuenta un período de diseño de 22 años.

2.2.6.3. Población futura

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable es importante realizar estimaciones de población, para conocer el incremento de la población con respecto a la tasa de crecimiento. Para determinar la población futura se utilizará el método geométrico, ya que se adapta a las poblaciones en vías de desarrollo, como Guatemala.

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Con datos de años anteriores se determinó la tasa de crecimiento poblacional de la aldea Vista hermosa.

Tabla XLII. **Datos de población**

POBLACIÓN	TOTAL	TOTAL CASAS	DE	TOTAL FAMILIAS	DE
2008	112	22		22	
2013	124	25		25	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

$$124 = 112 * (1 + r)^5$$

$$r = 0,0206 = 2,06 \%$$

Para obtener la población futura se realiza el siguiente cálculo:

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

$$P_f = 159 * (1 + 0,0206)^{22}$$

$$P_f = 250 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto, la aldea Vista Hermosa para el año 2 041 tendrá una población de 250 habitantes.

2.2.6.4. Dotación

La dotación es una cantidad de agua que se asigna para cada habitante de la comunidad y se expresa en lts/hab/día. Se toman en cuenta los datos según UNEPAR:

- Llenacántaros 30-60 lts/hab/día
- Conexiones prediales 60-90 lts/hab/día
- Conexiones domiciliarias en área rural 90-150 lts/hab/día
- Conexiones domiciliarias en área urbana 150-250 lts/hab/día

La dotación adoptada para la aldea Vista Hermosa es de 100 lts/hab/día, considerando su estilo de vida, clima, actividad productiva y dado que es una comunidad reciente.

2.2.6.5. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida o utilizada por la población en el período de un día, considerando la dotación asignada.

$$Q_m = \frac{\text{población futura} * \text{dotación}}{86\ 400} \left(\frac{\text{lts}}{\text{seg}} \right)$$

$$Q_m = \frac{250 * 150}{86\ 400} \left(\frac{\text{lts}}{\text{seg}} \right)$$

$$Q_m = 0,43 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

2.2.6.6. Caudal máximo diario

Este es el caudal con el cual se diseña la línea de conducción. Es la cantidad máxima de agua que puede consumirse en 24 horas. Se obtiene multiplicando el consumo medio diario por el factor de día máximo que oscila entre 1,2-1,8. Para nuestro caso utilizaremos un factor de 1,8.

$$Q_{md} = FDM * Qm \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

$$Q_{md} = 1,2 * 0,43 \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

$$Q_{md} = 0,52 \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

2.2.6.7. Caudal máximo horario

Este es el caudal máximo determinado en una hora específica al día. Se determina al multiplicar el caudal medio por el factor de hora máxima. Este factor de hora máxima se encuentra entre 2 y 3.

$$Q_{mh} = FHM * Qm \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

$$Q_{mh} = 2 * 0,43 \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

$$Q_{mh} = 0,87 \left(\frac{lbs}{seg} \right)$$

2.2.6.8. Parámetros de diseño

Se determinó necesario tomar en cuenta los siguientes valores para el diseño hidráulico:

- Población actual: 159 habitantes
- Población futura: 250 habitantes
- Tipo de conexiones: predial o domiciliar
- Conexiones domiciliarias: 29 conexiones
- Línea de conducción: por gravedad
- Periodo de diseño: 22 años
- Dotación de agua: 150 l/h/día
- Velocidad mínima de agua: 0,30 m/s
- Velocidad máxima de agua: 3,00 m/s
- Caudal de aforo: 0.97 l/s
- Consumo medio diario: 0.43 l/s
- Consumo máximo diario: 0.52 l/s
- Caudal por vivienda 0,023 l/s
- Caudal máximo horario: 0.87 l/s
- Factor día máximo: 1.20
- Factor hora máximo: 2.00
- Coeficiente C para tubería PVC: 150

2.2.6.9. Presión estática

La presión estática corresponde a la que soporta la tubería cuando el líquido está sin movimiento. La tubería debe estar capacitada para soportar la presión del líquido cuando se encuentra en reposo. Se considera una presión estática

máxima igual a 90 m.c.a. para la línea de conducción y un valor máximo de 40 m.c.a. para la red de distribución.

2.2.6.10. Presión dinámica

La presión dinámica corresponde a la presión que la tubería soporta cuando existe el movimiento de líquido. La presión estática modifica su valor y su energía a medida que avanza, y produce así la presión dinámica. Esta tiene un valor mínimo de 10 m.c.a., el cual garantiza que el agua alcanzará esa altura en las viviendas.

2.2.6.11. Captación

Es una estructura que se realiza con el fin de recolectar el agua de la fuente y reducir el riesgo de contaminación de la misma. El sitio en donde se dispondrá de esta captación debe presentar las siguientes condiciones:

- Ubicarse en tramos rectos o en la orilla exterior de curvas del cuerpo de agua.
- La estructura se deberá aislar para evitar el ingreso de personas no autorizadas, animales u otros agentes.
- Debe ubicarse en un lugar donde no amenace la estructura de la misma.

2.2.7. Diseño línea de conducción

La línea de conducción se hará a través de tubería PVC con diferentes resistencias, dependiendo de los cambios de nivel. En tramos donde se

encuentre roca o material difícil de excavar se colocará tubería de hierro galvanizado.

Los cálculos para presentar la memoria de cálculo del diseño de la línea de conducción fueron determinados con la fórmula de Hazen-Williams y la ley de continuidad:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga en metros

L = longitud de diseño en metros

Q = Caudal de diseño

C = coeficiente de rugosidad

ϕ = diámetro de tubería

El diámetro ideal se logra obtener mediante el despeje del diámetro en la fórmula de Hazen-Williams:

$$\phi = \left(\frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H} \right)^{1/4,87}$$

- Ejemplo de captación a primera caja rompe presión.

Datos:

L = 807 m

Q = 0,52 lts/seg

C = 150 (PVC)

$$H = 316 - 266 = 50 \text{ m}$$

$$\phi = \left(\frac{1743,811 * 807 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 50} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,95''$$

Este diámetro se aproxima al diámetro comercial superior e inferior. Luego se procede verificar las pérdidas para determinar el diámetro económico que se utilizara en el tramo y velocidades.

$$Hf = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

$$v = \frac{1,974 * Qmd}{\phi^2}$$

$$Hf1 = \frac{1743,811 * 791 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}} = 18,80 \text{ m}$$

$$Hf2 = \frac{1743,811 * 791 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 0,926^{4,87}} = 56,55 \text{ m}$$

$$L1 = \frac{L(H-H1)}{(H2-H1)}$$

$$L2 = L - L1$$

$$L1 = \frac{791(50-18,80)}{(56,55-18,80)} = 695,7 \text{ m} \approx 695$$

$$L2 = 791 \text{ m} - 695 \text{ m} = 96 \text{ m}$$

$$v(\phi = 1'') = 0,72 \text{ m/s}$$

$$v(\phi = 3/4'') = 1,20 \text{ m/s}$$

- Presión estática = N.E. – cota del terreno = 317 m – 306,00 m = 11,00 m

- Cota piezométrica = Cota de inicio – hf = 316 m – 1,25 m = 315,75 m
- Presión dinámica = Cota piezométrica – cota del terreno = 315,75 m – 306,00 m = 9,75 m

Tabla XLIII. Datos diseño de línea de conducción

NODO		COTA DE TERRENO INICIAL	COTA DE TERRENO FINAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	CAUDAL	LONGITUD (m)	TUB (ø)	Hf	PRESION ESTÁTICA	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESION DINÁMICA	TRAMO
DE	A											
E0	E1	316,34	306,99	150	0,52	60,53	1,195	1,25	10,01	315,75	8,76	L. CONDUCCION
E1	E2	306,99	294,49	150	0,52	78	1,195	1,61	22,51	314,14	19,65	L. CONDUCCION
E2	E3	294,49	296,04	150	0,52	36,02	1,195	0,74	20,96	313,40	17,36	L. CONDUCCION
E3	E4	296,04	284,57	150	0,52	72,01	1,195	1,49	32,43	311,91	27,34	L. CONDUCCION
E4	E5	284,57	281,90	150	0,52	53,66	1,195	1,11	35,09	310,80	28,90	L. CONDUCCION
E5	E6	281,90	277,48	150	0,52	51,34	1,195	1,06	39,52	309,74	32,26	L. CONDUCCION
E6	E7	277,48	280,96	150	0,52	90,65	1,195	1,87	36,04	307,87	26,91	L. CONDUCCION
E7	E8	280,96	278,69	150	0,52	41,94	1,195	0,87	38,31	307,00	28,31	L. CONDUCCION
E8	E9	278,69	279,13	150	0,52	34,55	1,195	0,71	37,87	306,29	27,16	L. CONDUCCION
E9	E10	279,13	284,99	150	0,52	55,49	1,195	1,15	32,01	305,15	20,16	L. CONDUCCION
E10	E11	284,99	284,81	150	0,52	49,79	1,195	1,03	32,19	304,12	19,31	L. CONDUCCION
E11	E12	284,81	284,23	150	0,52	54,24	0,926	3,88	32,77	301,49	17,26	L. CONDUCCION
E12	E13	284,23	272,65	150	0,52	76,69	0,926	5,48	44,35	296,86	24,21	L. CONDUCCION
E13	E14	272,65	263,73	150	0,52	35,57	0,926	2,54	53,27	292,21	28,48	CAJA ROMP.
E14	E15	263,73	235,58	150	0,52	70,83	0,926	5,06	28,15	258,67	23,09	L. CONDUCCION
E15	E16	235,58	221,8	150	0,52	129,61	0,926	9,27	41,93	249,40	27,60	CAJA ROMP.
E16	E17	221,8	194,29	150	0,52	71,83	0,926	5,13	27,51	216,67	22,38	L. CONDUCCION
E17	E18	194,29	153,36	150	0,52	139,42	1,195	2,88	40,93	213,79	60,43	L. CONDUCCION
E18	E19	153,36	149,91	150	0,52	54,21	1,195	1,12	44,38	212,67	62,76	L. CONDUCCION
E19	E20	149,91	140,18	150	0,52	83,22	1,195	1,72	54,11	210,95	70,77	L. CONDUCCION
E20	E21	140,18	131,47	150	0,52	73,11	1,195	1,51	62,82	208,31	76,84	L. CONDUCCION
E21	E22	131,47	140,99	150	0,52	84,01	1,195	1,73	53,3	207,71	66,72	L. CONDUCCION
E22	E23	140,99	148,18	150	0,52	57,68	1,195	1,19	46,11	206,51	58,33	L. CONDUCCION
E23	E24	148,18	163,51	150	0,52	92,32	1,195	1,91	30,78	204,61	41,10	L. CONDUCCION
E24	E25	163,51	168	150	0,52	184,82	1,195	3,82	26,29	200,79	32,79	L. CONDUCCION
E25	E26	168	164,67	150	0,52	43,18	1,195	0,89	29,62	199,90	35,23	L. CONDUCCION
E26	E27	164,67	161,96	150	0,52	40,84	1,195	0,84	32,33	199,06	37,10	TANQUE

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

2.2.8. Diseño red de distribución

El diseño de la red de distribución se hará por medio de circuito cerrado y se usará el método de Hardy Cross. La importancia en esta determinación radica en asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

Para el cálculo de los caudales en las tuberías de la red se toman los siguientes principios del método de Hardy Cross:

- Se asume la dirección de los flujos.
- Se asume el caudal en cada tramo de la red.
- Se hacen iteraciones de compensación por medio de la fórmula hasta que el dato converja.

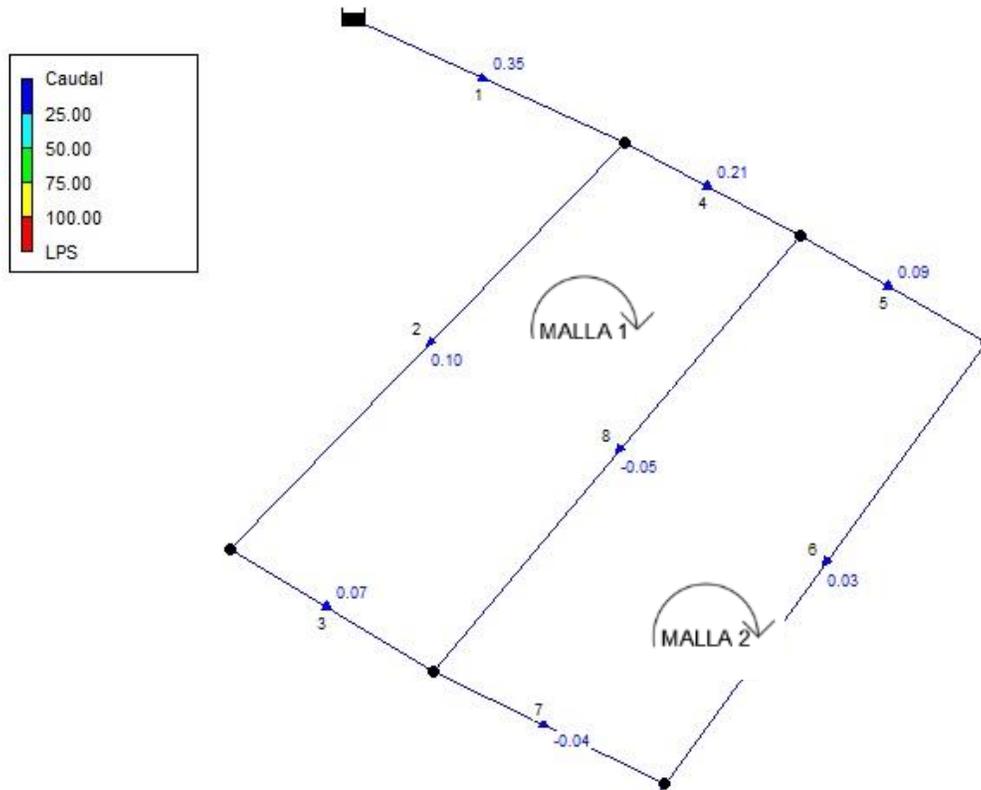
Luego de calcular las pérdidas H_f , se determina la relación H/Q y posteriormente se obtiene el ΔQ , de la siguiente manera:

$$\Delta Q = \frac{-\sum H_f}{1,85 * \sum \frac{H_f}{Q}}$$

Todas las tuberías comunes a dos circuitos deben ser modificadas por los ΔQ correspondientes a dicho tramo, con el fin de unificar el caudal y su sentido:

$$Q_{\text{modificado}} = Q_o + \Delta Q + \Delta Q_{co}$$

Figura 16. Hardy Cross utilizado



Fuente: elaboración propia, empleando Epanet.

El valor del caudal debe ser ingresado con el signo correspondiente al sentido asumido: positivo a favor de las agujas del reloj; negativo en caso contrario. Se hacen tres iteraciones para balancear los caudales. Los resultados son los siguientes:

Tabla XLIV. Iteraciones método Cross

ITERACIÓN 1										
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	Hf	hf/Q	Δ	Q corregido
I	A	B	404,00	1,53	150	-0,10	-0,11	1,175	-0,003	-0,103
	B	C	95,40	1,53	150	-0,07	-0,01	0,205	-0,003	-0,073
	C	D (II)	410,00	1,53	150	-0,05	0,03	-0,661	-0,002	-0,052
	A	D	91,00	1,53	150	0,21	0,10	0,497	-0,003	0,207
SUMA							0,006	1,215		
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Δ	Q corregido
II	D	E	102,00	1,53	150	0,09	0,024	0,271	-0,001	0,089
	E	F	404,00	1,53	150	-0,03	0,013	-0,42	-0,001	-0,031
	F	C	102,28	1,53	150	0,04	-0,005	-0,14	-0,001	0,039
	C	D (I)	410,00	1,53	150	0,05	-0,033	-0,66	0,002	0,052
SUMA							-0,001	-0,95		
ITERACIÓN 2										
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	Hf	hf/Q	Δ	Q corregido
I	A	B	404,00	1,53	150	-0,10	-0,123	1,20	0,001	-0,102
	B	C	95,40	1,53	150	-0,07	-0,015	0,21	0,001	-0,072
	C	D (II)	410,00	1,53	150	-0,05	0,035	-0,68	0,003	-0,049
	A	D	91,00	1,53	150	0,21	0,102	0,49	0,001	0,208
SUMA							-0,001	1,22		
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Δ	Q corregido
II	D	E	102,00	1,53	150	0,09	0,024	0,269	-0,002	0,087
	E	F	404,00	1,53	150	-0,03	0,013	-0,432	-0,002	-0,033
	F	C	102,28	1,53	150	0,04	-0,005	-0,134	-0,002	0,037
	C	D (I)	410,00	1,53	150	0,05	-0,033	-0,686	0,003	0,049
SUMA							-0,004	-0,983		

Continuación tabla XLIV.

ITERACIÓN 3										
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	Hf	hf/Q	Δ	Q corregido
I	A	B	404,00	1,53	150	-0,10	-0,122	1,194	0,001	-0,101
	B	C	95,40	1,53	150	-0,07	-0,015	0,210	0,001	-0,071
	C	D (II)	410,00	1,53	150	-0,05	0,032	-0,650	0,000	-0,049
	A	D	91,00	1,53	150	0,21	0,103	0,493	0,001	0,209
	SUMA						-0,002	1,247		
CIRCUITO	DE	A	Long. (m)	Φ int. (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Δ	Q corregido
II	D	E	102,00	1,53	150	0,09	0,023	0,269	0,001	0,088
	E	F	404,00	1,53	150	-0,03	0,015	-0,432	0,001	-0,032
	F	C	102,28	1,53	150	0,04	-0,005	-0,134	0,001	0,038
	C	D (I)	410,00	1,53	150	0,05	-0,032	-0,686	0,000	0,049
	SUMA						0,001	-0,972		

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Determinado ya el caudal de diseño en todo el sistema se puede calcular el diámetro óptimo de la tubería para cada tramo con la fórmula de Hazen & Williams.

$$\varnothing = \left(\frac{1743,811 * 400 * 0,10^{1,85}}{150^{1,85} * 23} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,55 \text{ "}$$

2.2.9. Tanque de distribución

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.
- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- Regular presión en la red de distribución.
- Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

El volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecida mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población con iguales características a la localidad estudiada. Si se carece de esta, pueden adoptarse los criterios de la UNEPAR, los cuales establecen que el volumen del tanque debe ser del 25 % al 45 % del caudal medio diario, y se aplica de acuerdo con las restricciones siguientes.

- En poblaciones menores de 1 000 habitantes, del 25 % al 35 % del consumo medio diario de la población.
- Si la población está entre 1 000 y 5 000 habitantes, 35 % del consumo medio diario.
- Para poblaciones mayores de 5 000 habitantes el 40 % del consumo medio diario, más un 10 % de eventualidades.

- Para sistemas de bombeo deberá ser de 40 % a 60 % del caudal medio diario, esto en función del clima y se debe de considerar un porcentaje por eventualidades.
- Cálculo del volumen del tanque

$$Volumen = \frac{\% * Q_{md} * 86\,400}{1\,000}$$

$$Volumen = \frac{35\% * 0,43 * 86\,400}{1\,000}$$

$$Volumen = 13,00 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque serán de 4,50 m de largo, 2,50 m de ancho y 1,7 m de profundidad, con el cual se tendrá un volumen de 17,00 m³.

- Diseño estructural de la losa: con base en el método 3 de la American Concrete Institute (ACI), se diseñará la losa.
 - Coeficiente de momentos

Cálculo del coeficiente de momentos (m) a usar en el código ACI, que es la relación entre el lado menor y lado mayor.

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,50}{4,50} = 0,55$$

- Espesor de losa

$$t = \frac{(2 * 2,50) + (2 * 4,50)}{180} = 0,08 \text{ m}$$

- Integración de cargas
 - Carga muerta: es el peso propio de toda la estructura.

$$CM = PpLosa + \text{sobre peso}$$

$$PpLosa = 2400 \text{ Kg/m}^3 * t * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 2400 \text{ Kg/m}^3 * 0,08 \text{ m} * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 192 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Sobre peso} = 60 \text{ Kg/m (acabados)}$$

$$CM = 192 \text{ Kg/m} + 60 \text{ Kg/m} = 252 \text{ Kg/m}$$

$$\underline{CM = 252 \text{ Kg/m}}$$

- Carga viva

$$\underline{CV = 100 \text{ Kg/m}}$$

- Carga última

$$CMu = 1,4 * 252 \text{ Kg/m} = 352,80 \text{ Kg/m}$$

$$CVu = 1,7 * 100 \text{ Kg/m} = 170 \text{ Kg/m}$$

$$CU = 522,80 \text{ Kg/m}$$

- Momentos que actúan en la losa

Los momentos pueden ser positivos o negativos, conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo a la posición de giro. En este caso, los momentos analizados tanto del lado A como del lado B serán los mismos, debido a que las dimensiones de ambos lados son iguales.

$$M(+)_A = A^2 * (CaCm * CMu + CaCv * CVu)$$

$$M(+)A = (2,50)^2 * ((0,036 * 252,00) + (0,036 * 170))$$

$$M(+)A = 94,95 \text{ Kg} - m$$

$$M(-)A = 94,95/3$$

$$M(-)A = 31,65 \text{ Kg} - m$$

$$M(+)B = B^2 * (CbCm * CMu + CbCv * CVu)$$

$$M(+)B = (4,50)^2 * ((0,036 * 252,00) + (0,036 * 170))$$

$$M(+)B = 307,64 \text{ Kg} - m$$

$$M(-)B = 307,64/3$$

$$M(-)B = 102,55 \text{ Kg} - m$$

- Acero mínimo y espaciamiento

Cálculo de acero mínimo (As min):

$$As \text{ min} = 40 \% \left(\frac{14,1}{fy} \right) * b * d$$

$$As \text{ min} = 40 \% \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 7,5$$

$$As \text{ min} = 1,504 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de espaciamiento

Proponemos varilla No 3 grado 40

$$s = 0,71 * 100 \text{ cm} / 1,5041 \text{ cm}^2$$

$$s = 47,20 \text{ cm}$$

$$s \text{ máx.} = 3 * 12 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$$

Calculo nuevamente:

$$As \text{ min} \left(\frac{100 * 0,71}{30} \right) = 2,36 \text{ cm}^2$$

Cálculo momento resistente al acero mínimo:

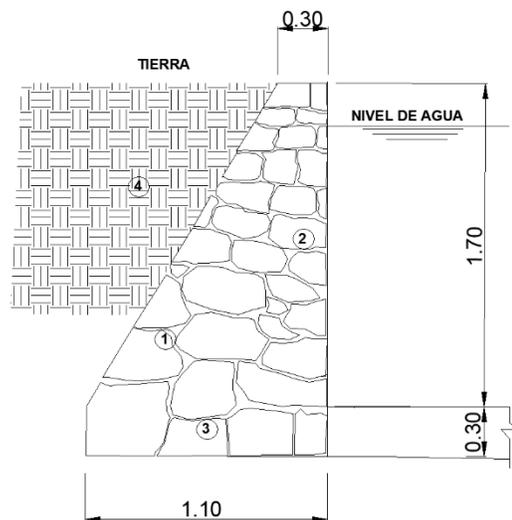
$$M_{As \text{ min}} = (0,90 * 2,36 * 2\,810) \left(7,5 - \frac{(2,36 * 2\,810)}{1,7 * 210 * 100} \right) = 36\,593,75 \text{ kg} - \text{cm}$$

Se puede observar que el momento que resiste el área de acero mínimo es mayor que los momentos que actúan sobre la losa, por lo tanto, se propone el siguiente armado: usar varillas No 3 Grado 40 a cada 0,30 m.

2.2.9.1. Diseño del muro

En este caso, el tipo de tanque es enterrado. La condición crítica se da cuando el mismo está vacío y actúa sobre los muros el empuje del suelo.

Figura 17. Muro de contención



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Utilizamos los siguientes datos:

Peso específico del suelo = 1 700 kg/m³

Peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

Peso específico del concreto ciclópeo = 2 500 kg/m³

Ángulo de fricción = 30 °

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma_s * H^2 * Ka = \frac{1}{2} (17)(2)^2(0,33) = 11,33 \text{ kN/m}$$

$$Pv = Ea * \text{sen } \phi = 11,33 * \text{sen}(30) = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$Ph = Ea * \text{cos } \phi = 11,33 * \text{cos}(30) = 9,81 \text{ kN/m}$$

$$M_{actuante} = Ph * \frac{H}{3} = 9,81 * \frac{2,47}{3} = 8,37 \text{ kN} * \frac{m}{m}$$

Tabla XLV. **Cálculo momento muro de contención**

FIGURA	Área (m ²)		γ (kN/m ³)	Peso (kN/m)	Brazo (m)		Moment o
1	1/2*0,8*1,7=	0,68	25	17	2/3 (0,8)	0,53	9,01
2	0,30 *1,7=	0,51	25	12,75	(0.3/2) +0,8	0,95	12,11
3	1,1 * 0,3=	0,33	25	8,25	1,1/2	0,55	4,54
4	1/2*1*0,35=	0,17	17	2,975	2/3 (0,35)	0,23	0,69

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

Carga uniformemente distribuida (W)

$$W \text{ losa} = 522,80 \text{ kg-m} * 7,02 \text{ m}^2 / 5,3 \text{ m}$$

$$W \text{ losa} = 692,46 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ solera} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,2 \text{ m} * 0,2 \text{ m}$$

$$W \text{ solera} = 96 \text{ kg/m}$$

Suma de cargas uniformemente distribuidas:

$$W \text{ ls} = 692,46 + 96$$

$$W \text{ ls} = 788,46 \text{ kg/m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria (Pc):

$$Pc = 788,46 * 1 = 788,46/ \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual Pc (Mc)

$$Mc = 788,46 \text{ kg} * ((1/2 * 0,3 \text{ m}) + 0,3 \text{ m})$$

$$Mc = 354,81 \text{ kg}$$

Carga total (Wt)

$$Wt = 42\,725 \text{ kg} + 434,92 \text{ kg}$$

$$Wt = 43\,159,92 \text{ kg}$$

$$Ka = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}(30)}{1 + \text{sen}(30)} = 0,33$$

$$Kp = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} = \frac{1 + \text{sen}(30)}{1 - \text{sen}(30)} = 3$$

$$Ea = \frac{1}{2} \gamma s * H^2 * Ka = \frac{1}{2} (17)(2)^2 (0,33) = 11,33 \text{ kN/m}$$

$$Pv = Ea * \text{sen} \phi = 11,33 * \text{sen}(30) = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$Ph = Ea * \text{cos} \phi = 11,33 * \text{cos}(30) = 9,81 \text{ kN/m}$$

$$M_{actuate} = Ph * \frac{H}{3} = 9,81 * \frac{2,47}{3} = 8,37 \text{ kN} * \frac{m}{m}$$

- Chequeo del muro contra volteo

$$FS_{volcamiento} = \frac{\sum Mr}{M_{actuate}} = \frac{43,159}{8,37} = 5,15$$

$$FS_{volcamiento} = 5,158 > 2$$

- Chequeo contra deslizamiento

$$FS_{deslizamiento} = \frac{(\text{peso total}) \tan(k_1 \phi_2) + k_2 C_2 B + Pp}{Ph}$$

$$Pp = \frac{1}{2} K_p \gamma^2 D^2 + 2 C_2 \sqrt{K_p} D$$

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi_2}{2} \right) = \tan^2 \left(45 + \frac{20}{2} \right) = 2,04$$

$$Pp = \frac{1}{2} (2,04)(18)(0,6)^2 + 2 (30) \sqrt{2,04} (0,6) = 58,03$$

$$FS_{deslizamiento} = \frac{(36,1) \tan \left(\frac{2}{3} * 20^\circ \right) + \frac{2}{3} * 1 * 30 + 58,03}{9,81} = 8,82 > 1,5$$

- Factor de seguridad contra capacidad de carga

$$e = \frac{B}{2} - \frac{Mr - Mactuante}{\sum \text{peso total}} = \frac{1}{2} - \frac{24,1 - 8,37}{36,1} = 0,94$$

$$0,064 < \frac{B}{6} = 0,17$$

$$q_{\text{máx y min}} = \frac{\sum \text{peso total}}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{\text{min}} = \frac{36,1}{1} \left(1 - \frac{6(0,064)}{1} \right) = 22,18 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{36,1}{1} \left(1 + \frac{6(0,064)}{1} \right) = 50,02 \text{ kN/m}^2$$

La capacidad de carga última del suelo se puede determinar con la ecuación siguiente:

$$q_u = C_2 N_c F_{cd} F_{ci} + \gamma D N_q F_{dq} F_{qi} + 0,5 \gamma B N_\gamma F_{yd} F_{yi}$$

$$N_c = 14,83, N_q = 6,4 \text{ y } N_\gamma = 5,39$$

$$B' = B - 2e = 1 - 2(0,064) = 0,87$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi \left(1 - \sin \phi \right)^2 \left(\frac{D}{B'} \right) = 1 + 2 \tan (20) \left(1 - \sin(20) \right)^2 \left(\frac{0,6}{0,87} \right)$$

$$= 1,22$$

$$F_{cd} = F_{qd} - \frac{1 - F_{qd}}{N_c * \tan \phi} = 1,22 - \frac{1 - 1,22}{14,83 * \tan(20)} = 1,26$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

$$\beta = \tan^{-1} \left(\frac{Ph}{\text{peso total}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{9,81}{36,1} \right) = 15,20$$

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2 = \left(1 - \frac{15,20}{90} \right)^2 = 0,69$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right) = \left(1 - \frac{15,2}{20} \right) = 0,24$$

$$q_u = 30 * 14,83 * 1,26 * 0,69 + (18)(0,6) * 6,4 * 1,26 * 0,69 + 0,5(18) * 1 * 5,39$$

$$* 1 * 0,24$$

$$q_u = 458,53$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = \frac{q_u}{q_{\text{máx}}} = \frac{458,53}{50,02} = 9,17$$

$$FS_{(\text{capacidad de carga})} = 9,17 > 3$$

2.2.10. Sistema de desinfección

Cuando el agua no llena los requisitos de potabilidad, según las especificaciones COGUANOR NGO 29,001, deberá ser tratada mediante procesos adecuados. Algunos de ellos son el desarenamiento, sedimentación, filtración y desinfección. Este último proceso debe adoptarse en todos los

sistemas públicos. Aún si el agua tuviese una calidad fisicoquímica aceptable, es necesario adicionarle una determinada cantidad de desinfectante que garantice la potabilidad durante su almacenamiento y distribución.

Un método muy utilizado es la cloración tradicional, que consiste en verter los sacos de cloro por los ductos de visita. Este procedimiento no permite que exista cloración homogénea y provoca grandes sedimentaciones por falta de mezclado, por lo que no es muy recomendable.

El hipoclorador hidráulico es un sistema efectivo y de fácil manejo para pequeñas y medianas comunidades. Funciona por gravedad, con base en el principio de carga hidráulica constante.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro; pesan 200 gramos, tienen 3" de diámetro por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 % y 10 % de estabilizador. La determinación de la cantidad de tabletas en 15 días para clorar el caudal de conducción es mediante la fórmula para hipocloritos, que es:

$$G = \frac{C * M * D}{\% CL}$$

Donde:

G = Gramos de tricloro

C = Miligramos por litro deseado

M = Litros de agua a tratarse por día

D = Número de días

% CL = Concentración de cloro

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de la línea de conducción durante las 24 horas. La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 % y 0,15 %, dependiendo del caudal de conducción a tratar. Para este proyecto se utilizará un valor de 0,10 %, por lo que se tiene:

$$M = 0,46 \text{ lts/seg (caudal máximo horario)} = 39\,744 \text{ lts/día}$$

$$G = \frac{0,001 * 39\,744 \frac{\text{lts}}{\text{día}} * 15 \text{ dias}}{0,90}$$

$$G = 662,4 \text{ gramos}$$

Lo cual significa que se necesitan 4 tabletas cada 15 días.

2.2.11. Obras hidráulicas

Para las obras hidráulicas se realizará una descripción de la caja rompe presión, válvulas de aire, limpieza y conexión predial.

2.2.11.1. Caja rompe presión

Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, al romper o aliviar la presión en la línea de conducción o distribución. Evita así la falla de tubería y accesorios cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos. La caja disipa la presión en el instante en que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al tener un cambio drástico de sección hidráulica.

La caja rompe presión se coloca antes que la presión estática sobrepase los 90 m.c.a en la línea de conducción y los 60 m.c.a. en la red de distribución.

2.2.11.2. Válvulas de aire

Estarán ubicadas en los puntos altos, donde haya cambio de pendientes. Su función será expulsar el aire disuelto en el agua, que tiende a depositarse en esas partes de la tubería de conducción. La acumulación de aire reduce la sección de trabajo de la tubería y, por ende, la capacidad de conducción. La válvula será de bronce adaptada para tubería PVC.

2.2.11.3. Válvula de limpieza

Estas obras se ubicarán en los puntos bajos donde haya cambios de pendientes. Servirán para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería en la línea de conducción y en los ramales muertos de la red de distribución. La válvula será de bronce, de diámetro igual a la tubería.

2.2.11.4. Conexión predial

La instalación domiciliar consistirá en un chorro que se ubica en el límite de cada predio. Se conecta a la red de distribución por medio de una tee reductora del diámetro de 1/2" para todas las viviendas. También llevará una válvula de paso con su respectiva caja de seguridad.

2.2.12. Evaluación de impacto ambiental inicial (EIA)

A continuación, se detalla la evaluación de impacto ambiental inicial (EIA) para el edificio escolar de dos niveles.

Tabla XLVI. Estudio ambiental

CUADRO No. 9 (según Guía AGRIP)				
REPORTE DEL ANÁLISIS DE GESTIÓN DE RIESGO EN LA INVERSIÓN PÚBLICA				
Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP			Boleta SNIP R-1	
Dirección de Gestión de Riesgo				
Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública				
DEPARTAMENTO	IZABAL		MUNICIPIO	MORALES
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA VISTA HERMOSA		Coordenadas X _i	296567.2029
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL		Coordenadas Y _i	1713487.2410
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE MORALES			
Nombre del Formador	DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	Fecha:	10/02/2020	
VALORACIÓN DE VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACIÓN		
EXPOSICIÓN	1.00	Sitio con Baja Exposición		
FRAGILIDAD	0.55	Proyecto con Baja Fragilidad		
RESILIENCIA	0.87	Proyecto con Alta Resiliencia		
Amenazas		NIVEL DE AMENAZA EN MEDIANA	DESCRIBA LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN / PREVENCIÓN DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y LAS RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR	
Naturales	Terremotos (sismos)	--		
	Tsunamis (maremotos)	--		
	Erupciones Volcánicas (ceniza, piroclásticos, lahares, lava, gases, etc.)	--		
	Deslizamientos	--		
	Derrumbes	--		
	Hundimientos	--		
	Inundaciones	--		
	Huracanes y/o depresiones tropicales	--		
	Olas ciclónicas (mareas altas)	--		
	Sequías	--		
	Desertificación	--		
	Heladas (congelación)	--		
	Onda de frío (masas de aire frío)	--		
	Onda de calor (temperaturas altas fuera del promedio normal)	--		
	Radiación solar intensa	--		
Vientos Fuertes	--			
Sedimentación	--			
Otra (especifique)	--			
Socio-Naturales	Incendios forestales	--		
	Erosión (hídrica o eólica)	--		
	Deforestación	--		
	Agotamiento acuíferos	--		
	Desecamientos de ríos	--		
Otra (especifique)	--			
Antrópicas	Incendios estructurales	--	FIRMA Y SELLO FORMULADOR: _____	
	Derrames hidrocarburos	--		
	Contaminación por uso agroquímicos	--		
	Contaminación del aire	--		
	Contaminación por ruido	--		
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)	--		
	Contaminación por desechos sólidos	--		
	Contaminación por desechos líquidos	--		
	Epidemias	--		
	Pirgas que afectan a humanos y/o procesos productivos	--		
	Aglomeraciones	--		
	Explosiones	--		
	Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre.	--		
	Manifestaciones Violentas	--		
	Grupos delincuenciales	--		
Linchamientos	--			
Conflictos sociales	--			
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)	--			
Otras (especifique)	--			
ANEXOS OBLIGADOS:		FIRMA Y SELLO FORMULADOR: _____		
1. Mapa de identificación de las amenazas de la Zona y sitio del proyecto.		REVISIÓN / EVALUACIÓN		
2. Fotografías del sitio.		NOMBRE DEL EVALUADOR: _____		
3. Matrices de: Exposición, Fragilidad, Resiliencia.		CARGO: _____		
4. Dictamen del análisis del Evaluador institucional (Delegado Adjunto de SEGEPLAN, UTD, DMP, SECTORIALES, y/o quien designe la institución).		INSTITUCIÓN: _____		
		SE CONSIDERARON LAS MEDIDAS ADECUADAS Y RECOMENDADAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO EN EL PRESENTE PROYECTO		
		SI _____ NO _____		
		RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR: : (si no es suficiente el espacio, agregar hoja anexa)		
		FIRMA: _____		
		SELLO: _____		
		LUGAR Y FECHA: _____		
		FECHA: _____		

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Tabla XLVII. Matriz de exposición

CUADRO No. 10 (según Guía AGRIP)				
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN				
DEPARTAMENTO	IZABAL	MUNICIPIO	MORALES	
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA VISTA HERMOSA		X _z	296567.2029
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL		Y _z	1713487.2410
Nombre de la institución responsable del proyecto:		MUNICIPALIDAD DE MORALES		
Nombre del Formulator	DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		Fecha:	10/02/2020
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0.032873		
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo	
2.1	Vulnerabilidad por exposición del sitio	1.00		
2.1.1	Componente bioclimático	1	0.05	
1	Confort higrotérmico	1		
2	Orientación	N/A		
3	Viento	N/A		
4	Precipitación	N/A		
5	Ruido	N/A		
6	Calidad del aire	N/A	0.33	
2.1.2	Componente de geología	1		
7	Sismicidad	1		
8	Erosión	N/A		
9	Deslizamientos	N/A		
10	Vulcanismo	N/A		
11	Rangos de pendiente	3		
12	Calidad del suelo	1		
13	Uso del suelo	1		
14	Formación geológica	1		
2.1.3	Componente de ecosistema	1	0.06	
15	Suelos agrícolas	N/A		
16	Hidrología superficial	1		
17	Hidrología subterránea	1		
18	Lagos	N/A		
19	Áreas frágiles	1		
20	Sedimentación	N/A	0.33	
2.1.4	Componente de medio construido	1		
21	Radio de acción	N/A		
22	Accesibilidad	1		
23	Acceso a servicios	3		
24	Consideraciones urbanísticas	1		
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	N/A		
26	Normas urbanas	N/A		
27	Áreas comunales	1		
28	Facilidades de tratamiento de desechos	1		
29	Dimensión del proyecto	1	0.06	
2.1.5	Componente de contaminación	1		
30	Desechos sólidos y líquidos	1		
31	Industrias contaminantes	N/A		
32	Líneas de alta tensión	N/A		
33	Peligro de explosiones e incendios	N/A		
34	Lugares de vicio	N/A		
35	Servicios de recolección de desechos	1	0.15	
2.1.6	Componente institucional y social	1		
36	Conflictos territoriales	1		
37	Seguridad ciudadana	N/A		
38	Marco legal	N/A		
39	Participación ciudadana	N/A		
40	Importancia socioeconómica	N/A		
41	Calidad de vida	1		
42	conducta local.	1		

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Tabla XLVIII. Matriz de vulnerabilidad por fragilidad

CUADRO No. 11 (según Guía AGRIP)			
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD			
DEPARTAMENTO	IZABAL	MUNICIPIO	MORALES
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA VISTA HERMOSA	Coordenadas GTM	X _i 296567.2029
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL		Y _i 1713487.2410
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE MORALES		
Nombre del Formador	DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	Fecha:	00/01/1900
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0.854240601	
Tema/componente/variable		Calificación	Peso relativo
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	0.5471	
2.2.1	Componente de sistema estructural	#!NUM!	0.27
43	Uso de normas estructurales adecuadas	N/A	
44	seguridad de los cimientos	N/A	
45	Distribución en planta	N/A	
46	Arriostramiento adecuado	N/A	
47	Redundancia estructural	N/A	
48	Forma en planta de la edificación	N/A	
49	Relación longitud/ancho	N/A	
50	Forma en elevación	N/A	
51	Trayectoria de fuerzas verticales	N/A	
52	Pisos superiores salientes	N/A	
53	Concentraciones de masa en el piso superior	N/A	
54	Interacción entre elementos no estructurales	N/A	
55	Columnas cortas	N/A	
56	Viga fuerte/columna débil	N/A	
57	Pisos suaves	N/A	
58	Proximidad entre edificios	N/A	
2.2.2	Componente de materiales de construcción	1	0.20
59	Disponibilidad de materiales	1	
60	Renovabilidad de las fuentes	1	
61	Agresividad del proceso	1	
62	Calidad y durabilidad del material	1	
63	Protección/prevenición	1	
64	Facilidad de sustitución o reparación	1	
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	1		0.34
65	Adaptación del proyecto al medio	1	
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	1	
67	Funcionalidad del proyecto	1	
68	Confort ambiental del proyecto	1	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	1	
70	Equipo para la ejecución del proyecto	1	
71	Generación de desechos durante la ejecución	1	
72	Eliminación de desechos del proyecto	1	
73	Control de la ejecución del proyecto	1	
74	Externalidades del proyecto	N/A	
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	#!NUM!	0.18
75	Seguridad en las instalaciones eléctricas	N/A	
76	Sistema de iluminación interna y externa	N/A	
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	N/A	
78	Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	N/A	
79	Condiciones de seguridad de ventanas	N/A	
80	Condiciones de seguridad muros de cerramiento	N/A	
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	N/A	
82	Condiciones de seguridad de pisos	N/A	
83	Condiciones elementos ornamentales	N/A	
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	N/A	
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	N/A	
86	Condiciones de seguridad sistema de incendios	N/A	
87	Otros elementos arquitectónicos	N/A	
88	Condiciones de seguridad circulación horizontal	N/A	
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	N/A	
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	N/A	
91	Ancho de corredores	N/A	
92	Ancho y dimensiones de las gradas	N/A	
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	N/A	

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Tabla XLIX. **Matriz de vulnerabilidad por resiliencia**

CUADRO No. 12 (según Guía AGRIP)			
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA			
DEPARTAMENTO	IZABAL	MUNICIPIO	MORALES
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA VISTA HERMOSA	Coordenadas GTM	X _i : 296567.2029
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL		Y _i : 1713487.2410
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE MORALES		
Nombre del Formador	DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	Fecha:	00/01/1900
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0.070333281	
	<i>Tema/componente/variable</i>	<i>Calificación</i>	<i>Peso relativo</i>
2.3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	0.87	
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	1	0.69
94	Planes de mantenimiento continuo	1	
95	Planes de mantenimiento preventivo	N/A	
96	Planes de mantenimiento correctivo	1	
97	Seguros ante catástrofes	1	
98	Tiempo para reparar la infraestructura	1	
2.3.2	Componente de organización para la emergencia	#¡NUM!	0.13
99	Comité formalmente establecido	N/A	
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	N/A	
101	Procedimientos de activación del plan	N/A	
102	Procedimientos para evacuación del edificio	N/A	
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	N/A	
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	1	0.17
104	Programas de capacitación	N/A	
105	Programas de difusión	N/A	
106	Instrumentos para medición	1	
107	Trabajos de investigación sobre desastres	1	

Fuente: elaboración propia, con datos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

2.2.13. Presupuesto

El presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable se detalla a continuación con un resumen de renglones.

Tabla L. **Presupuesto abastecimiento de agua potable**

Catálogo de Renglones					
No.	Resumen de renglones	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
1	Trabajos preliminares				Q 100 866,19
1.1	Rótulo	1	Unidad	Q 3 528,07	Q 3 528,07
1.2	Chapeo	1 903,65	Metros	Q 7.40	Q 14 087,01
1.3	Trazo y replanteo topográfico	3 750,05	Metros	Q 22.05	Q 14 087,01
2	Línea de conducción	1 903,65	Metros	Q 44.15	Q 84 141,33
3	Línea de distribución	1 846,40	Metros	Q 40.13	Q 74 132,96
4	Conexión domiciliar	25,00	Unidad	Q 1 318,38	Q 32 959,50
5	Caja de válvulas de aire	2,00	Unidad	Q 52 626,44	Q 105 252,88
6	Caja de válvulas de limpieza	5,00	Unidad	Q 49 510,18	Q 247 550,90
7	Captación de agua				Q 25 588,32
7.01	Caja de captación	1,00	Unidad	Q 11 215,23	Q 11 215,23
7.02	Captación	1,00	Unidad	Q 14 373.09	Q 14 373.09
8	Caja rompe presión	3,00	Unidad	Q 10 505,12	Q 31 515,36
9	Clorador de pastilla	1,00	Unidad	Q 15 830,43	Q 15 830,43
10	Tanque de distribución				Q 172 961,64
10.1	Tanque	13,00	M3	Q 7 738,53	Q 100 600,89
10.2	Losa de tanque	11,25	M2	Q 3 425,42	Q 38 535,75
10.3	Cajas para válvulas de entrada y salida	0,55	M3	Q 61 499,10	Q 33 825,00
	TOTAL				Q 890 799,50

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2013.

CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo al diseño del edificio escolar de dos niveles se utilizaron códigos de construcción como ACI 318-2 014, con el fin de cumplir con la calidad en la construcción de obras civiles. Para el diseño del sistema de agua potable para aldea Vista Hermosa se utilizó la norma COGUANOR NGO 2 9001, para los análisis de agua potable.
2. El proyecto de sistema de agua potable para aldea Vista Hermosa representa un desarrollo para la comunidad brindando mejores condiciones de vida y reducir riesgos en la salud de los habitantes.
3. El edificio escolar para la Escuela Oficial Urbana para Niñas 25 de junio tiene deteriorada la estructura, por lo que el edificio escolar nuevo reduciría el riesgo para las alumnas de primaria y sería una vía para el desarrollo de la educación en la comunidad.
4. El estudio de impacto ambiental indica que la realización de ambos proyectos traerá consecuencias en la fase de construcción y ruido a las niñas en las horas de estudio, pero será momentáneas y superficiales.
5. La escuela de dos niveles, con un aproximado de 642 m², tendrá un costo total de Q 1 766 564,15 o Q 2 751,66 por m², lo cual está en el rango de Q 2 500 a Q 4 500.00 de la Municipalidad. Para la red de agua potable el costo es de Q 890 799,50, con un total de 3 750 km de línea de conducción y distribución. Son Q 237,55 por metro lineal, en un rango de Q 200,00 a Q 375,00, aproximadamente.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Morales, Izabal, contar con el asesoramiento y supervisión adecuada por parte de un ingeniero civil al momento de la ejecución de ambos proyectos.
2. Ya que el estudio técnico está planificado en el año 2019, revisar los presupuestos previo a la ejecución.
3. Dar mantenimiento a ambos proyectos por parte de la comunidad encargada.
4. Seguir las especificaciones anotadas en los planos de ambos proyectos, como espesor, recubrimientos mínimos, diámetro de tubería, entre otros.
5. Tomar en cuenta las medidas de mitigación tanto como reforestar el área de captación, la limpieza y regar cuando se ensucie.

BIBLIOGRAFÍA

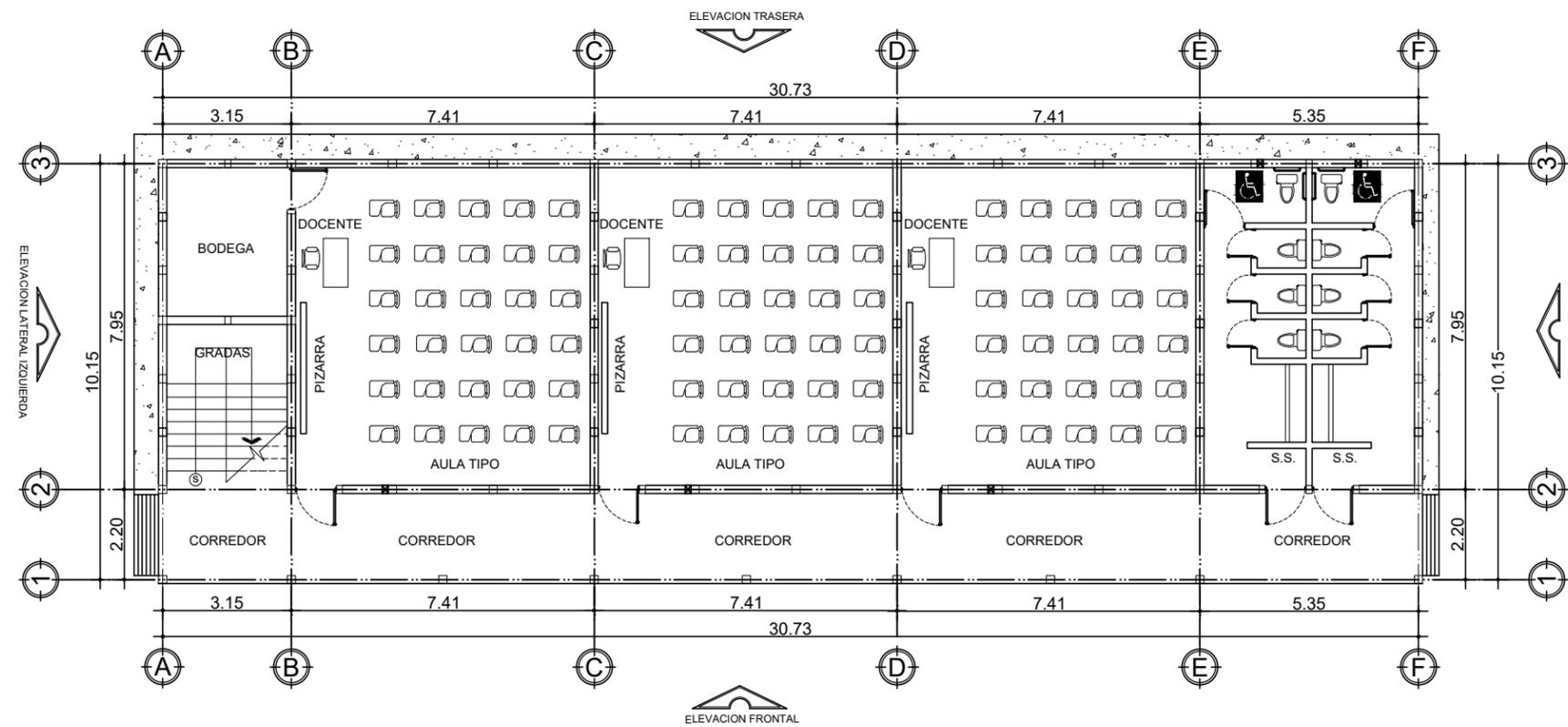
1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 196 p
2. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-14) Y Comentario ACI 318SR-14*. USA: ACI. 2014. 495 p.
3. ARGUETA, Oscar. *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1980. 126 p.
4. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño y construcción recomendadas para la república de Guatemala*. AGIES MR-2 Guatemala: 2002. 120 p.
5. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Mampostería Reforzada AGIES NSE-7.4*. Guatemala: 2010. 85 p.

6. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 155 p.
7. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México: Cengage Learning. 2008. 743 p.
8. Instituto Nacional de Fomento Municipal. Normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala. 2011. 63 p.
9. Unidad de Información Pública. *Diagnóstico Municipal de Morales, Izabal*. Guatemala. 2009. 30 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos de edificio escolar**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2017.

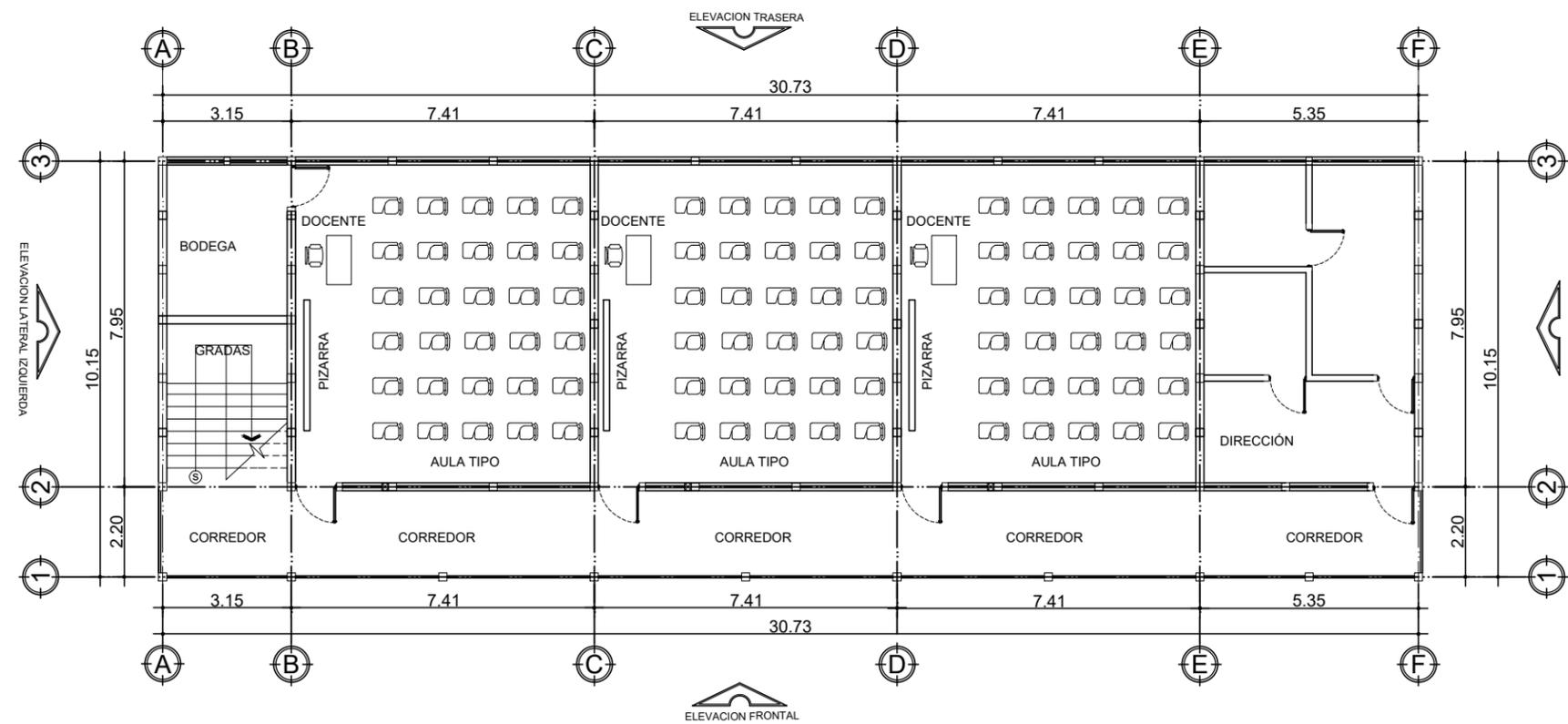


PLANTA AMUEBLADA

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

PRIMER NIVEL



PLANTA AMUEBLADA

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

PLANTA AMUEBLADA

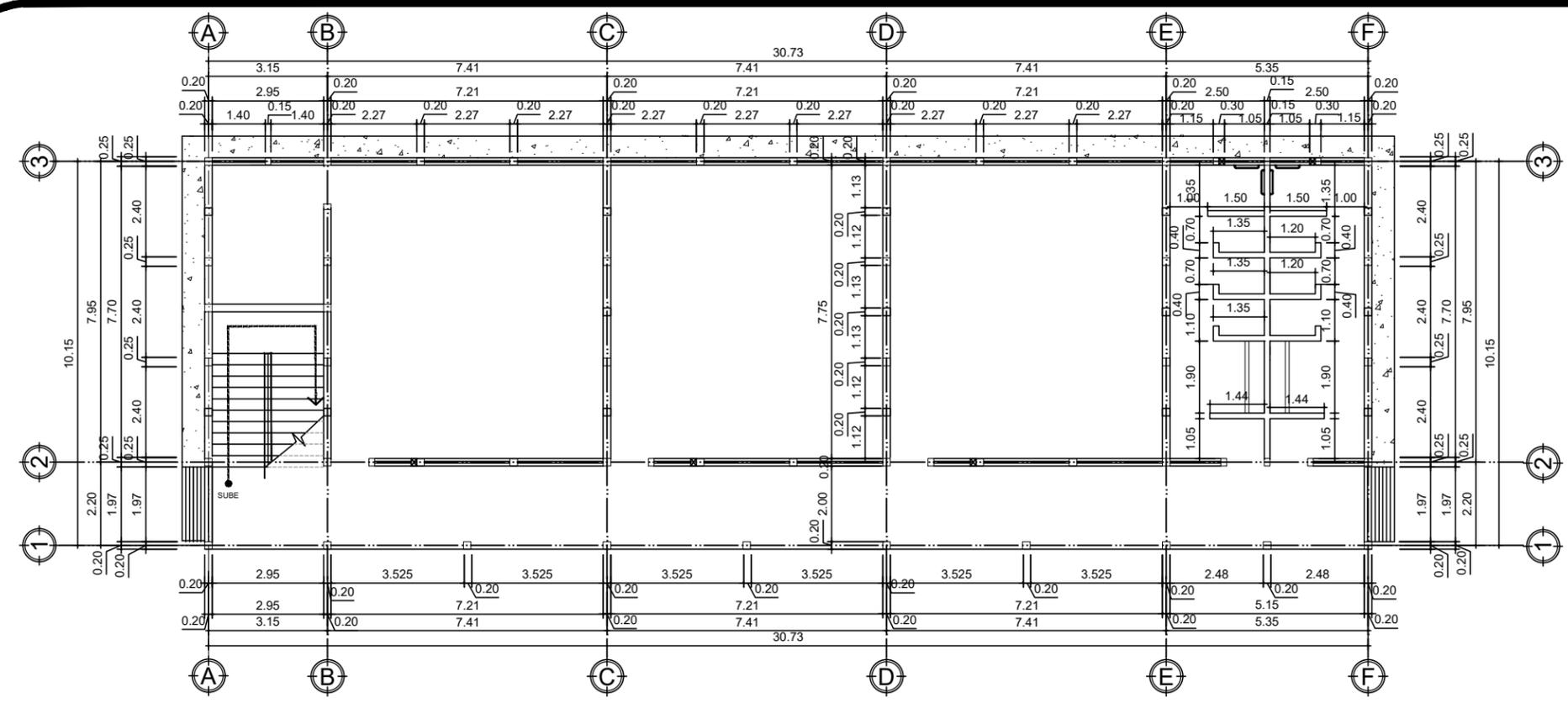
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

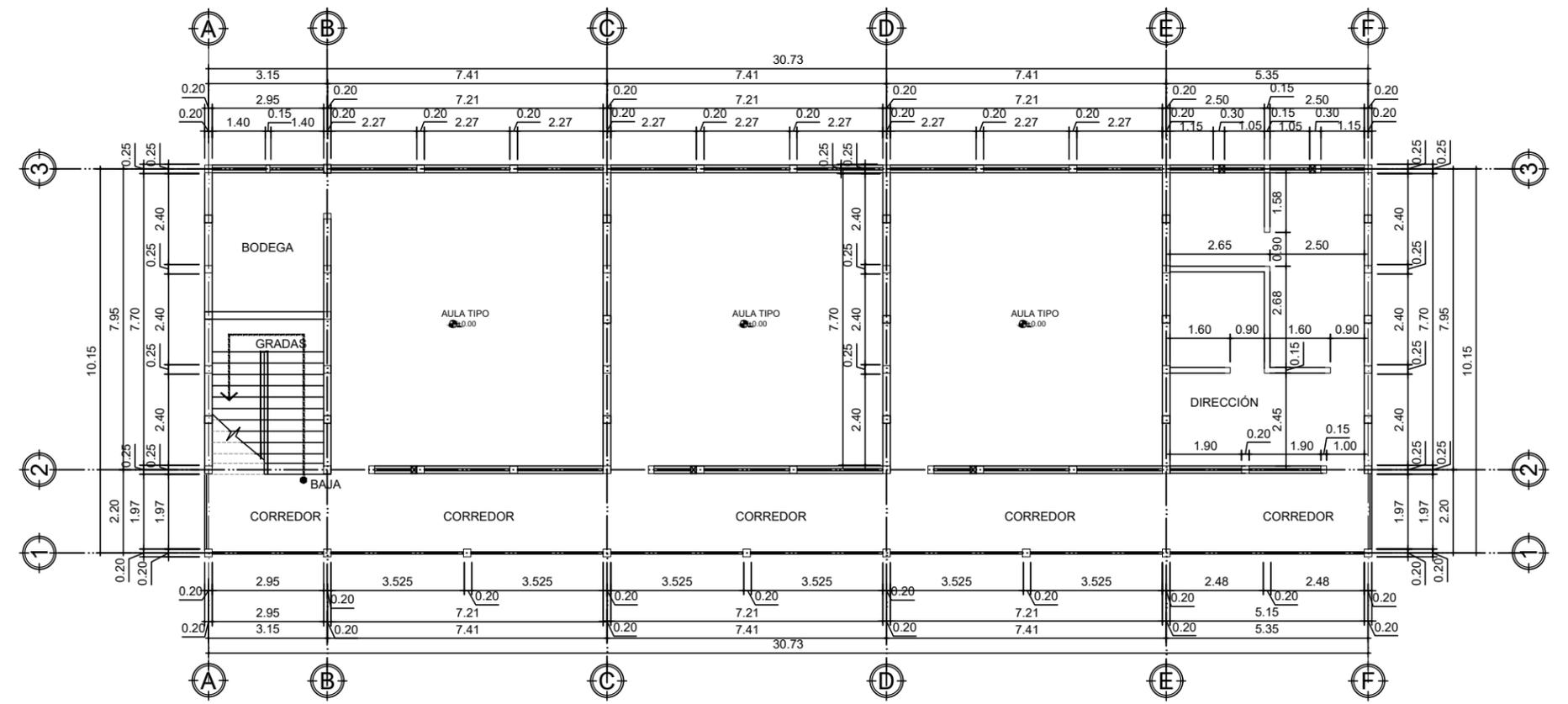
ESCALA
INDICADA

1/19



PLANTA ACOTADA

AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:75
PRIMER NIVEL



PLANTA ACOTADA

AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:75
SEGUNDO NIVEL

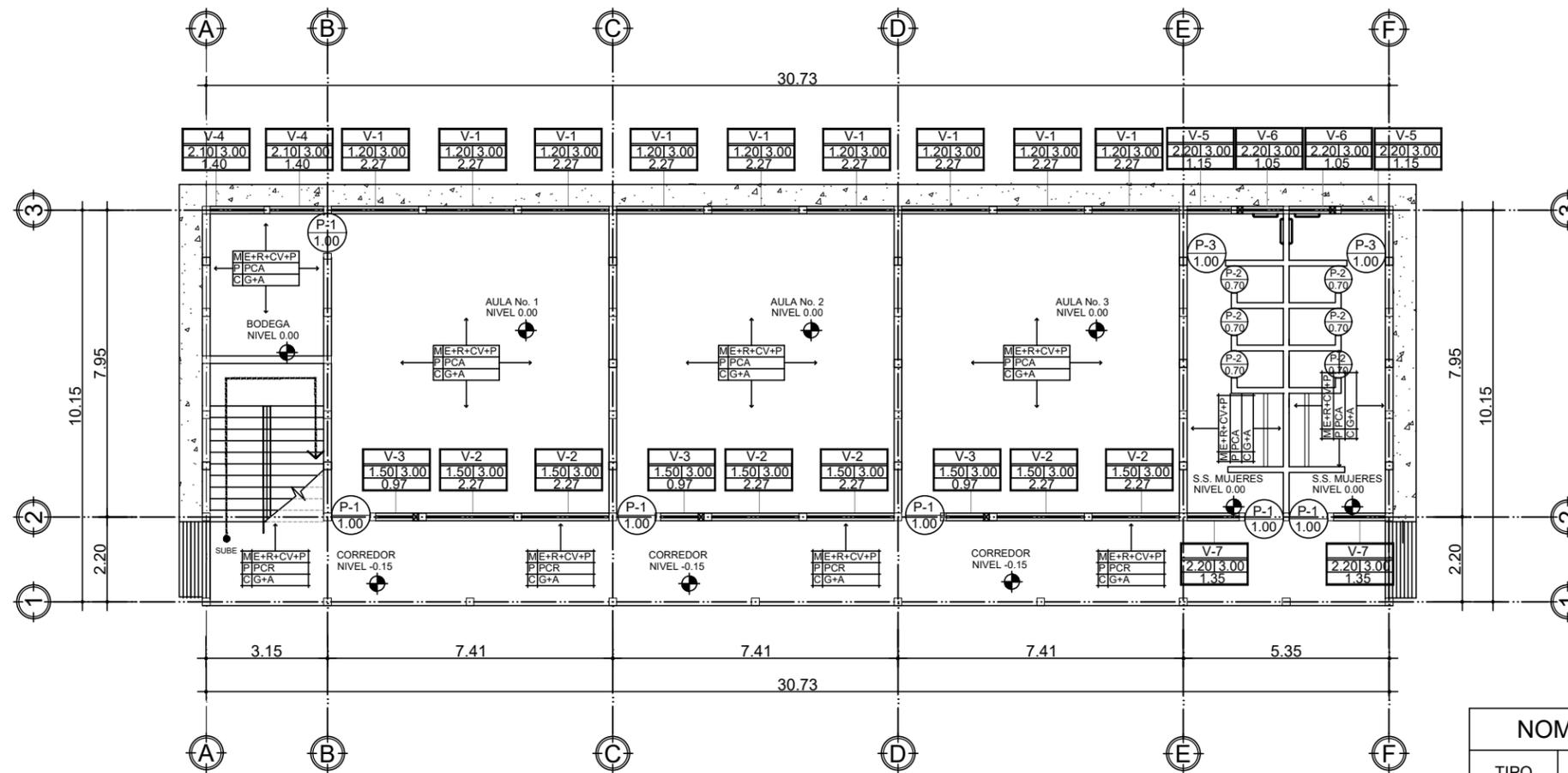


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO
**DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO**

CONTENIDO		CORRELATIVO
PLANTA ACOTADA		2/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	
ESCALA INDICADA		



PLANTA ACABADOS

AULAS DE PRIMARIA
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75

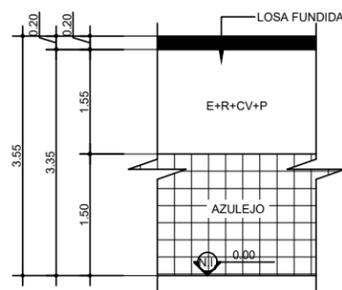
NOMENCLATURA DE PUERTAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL
PUERTA - 1	6 UNIDADES	1.00 MTS.	2.10 MTS.	HIERRO
PUERTA - 2	6 UNIDADES	0.70 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO
PUERTA - 3	2 UNIDADES	1.00 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO

NOMENCLATURA DE VENTANAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL
VENTANA - 1	9 UNIDAD	2.27 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 2	6 UNIDAD	2.27 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 3	3 UNIDAD	0.97 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 4	2 UNIDAD	1.40 MTS.	0.90 MTS.	HIERRO
VENTANA - 5	2 UNIDAD	1.15 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 6	2 UNIDAD	1.05 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 7	2 UNIDAD	1.35 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
V-1	TIPO DE VENTANA
1.30 | 3.00 2.28	SILLAR - DINTEL DE VENTANA
	ANCHO VENTANA
P-1	TIPO DE PUERTA
1.00	ANCHO DE PUERTA
ME+R+CV+P P/PCA C/G+A	ACABADO EN PARED
	ACABADO EN PISO
	ACABADO EN CIELO
E+R+CV+P	ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO + PINTURA (A ELEGIR)
PCA	PISO DE CONCRETO ALISADO
PCR	PISO DE CONCRETO RUSTICO
G+A	GRANCEADO + ALISADO
	BARANDAL

NOTA:

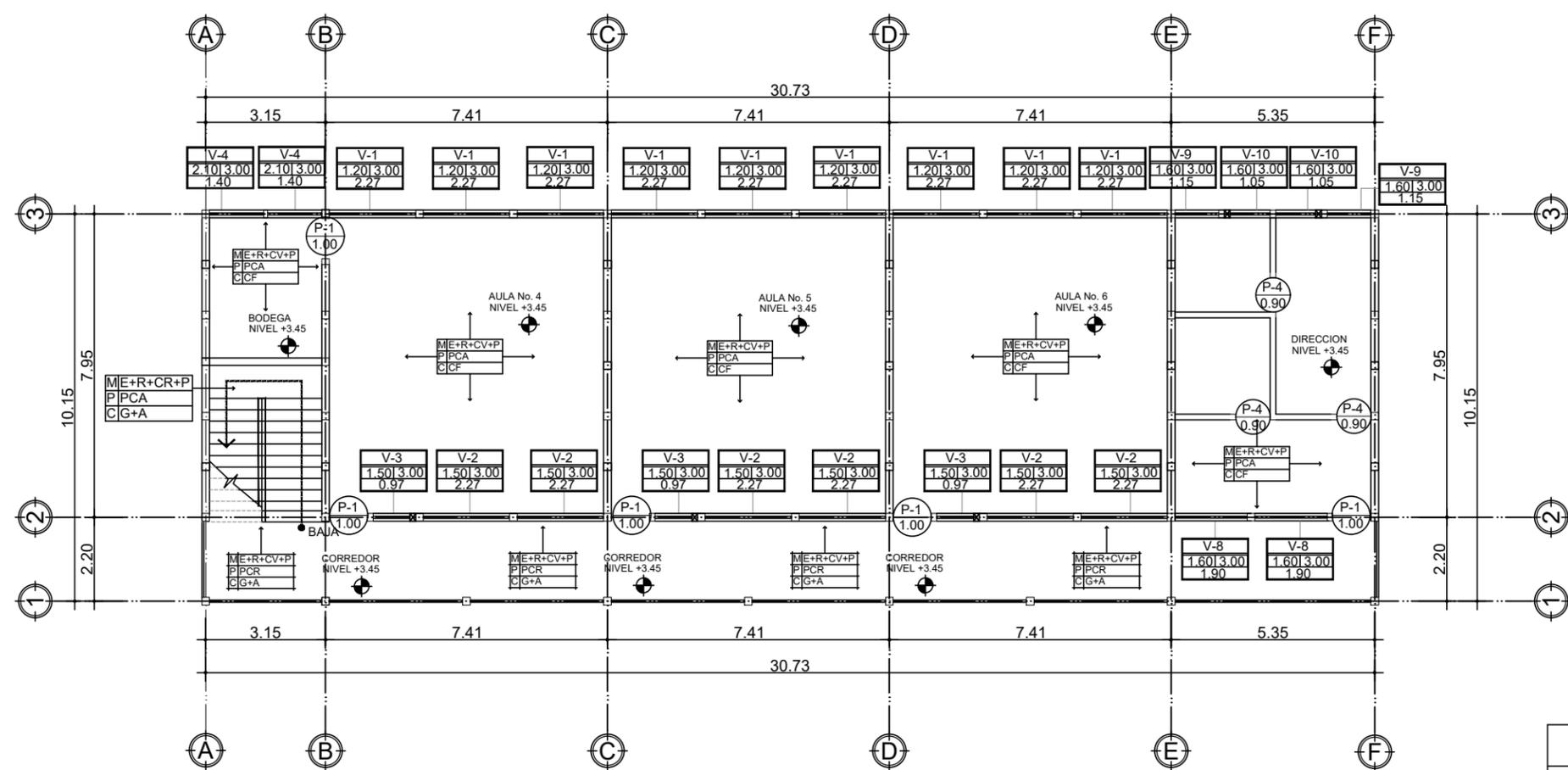
- EL ACABADO EXTERIOR E INTERIOR EN MUROS SERA ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL + PINTURA A DOS MANOS (COLOR A ELEGIR)
- EL ACABADO EN MUROS EN SERVICIOS SANITARIOS SERA AZULEJO ANTIDESLIZANTE COLOR BLANCO A UNA ALTURA DE 1.80 M.
- EL ACABADO EN CIELO SERA GRANCEADO CON UN ALISADO DE 0.05 M. A LOS EXTREMOS.
- EL ACABADO EN PISO EN LAS AULAS SERA DE CONCRETO ALISADO.
- EL ACABADO EN PISO EN LAS AREAS BANQUETAS SERA DE CONCRETO RUSTICO.
- EL ACABADO EN PISO DE LOS SERVICIOS SANITARIOS SERA CERAMICO TIPO "A" DE 0.25 M. * 0.25 M. (COLOR A ELEGIR).



DETALLE AZULEJO

MODULO No. 1 SERVICIOS SANITARIOS
ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO		
CONTENIDO PLANTA DE ACABADOS (PRIMER NIVEL)		CORRELATIVO 3/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	ESCALA INDICADA



PLANTA ACABADOS

AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:75
SEGUNDO NIVEL

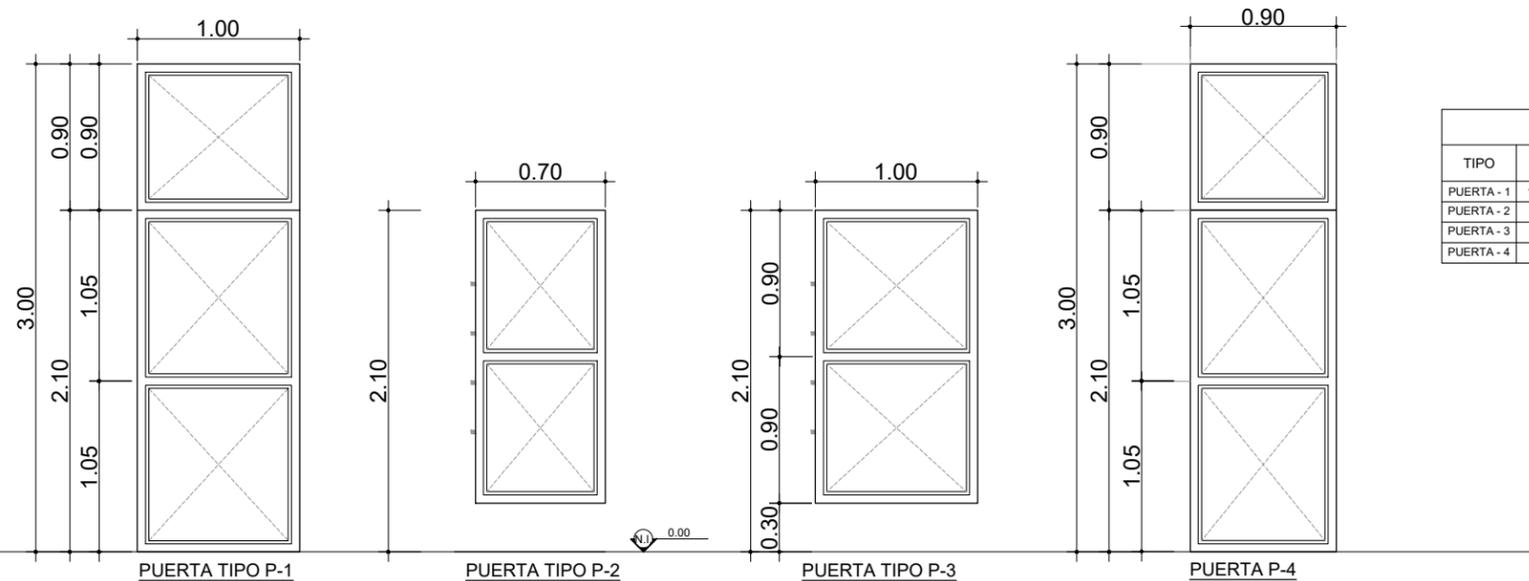
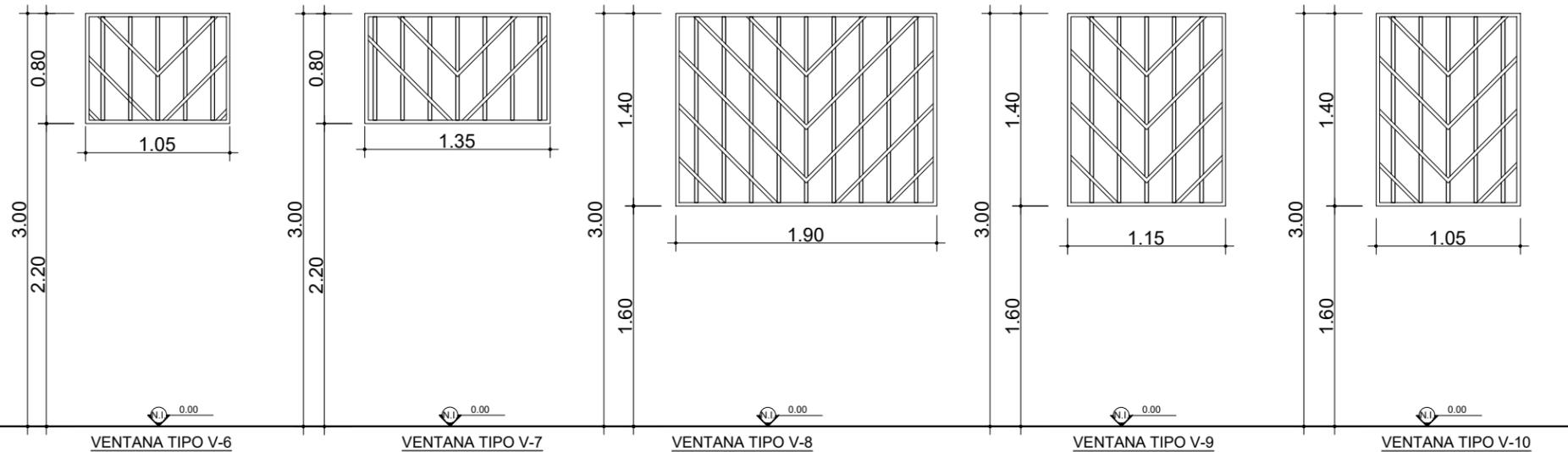
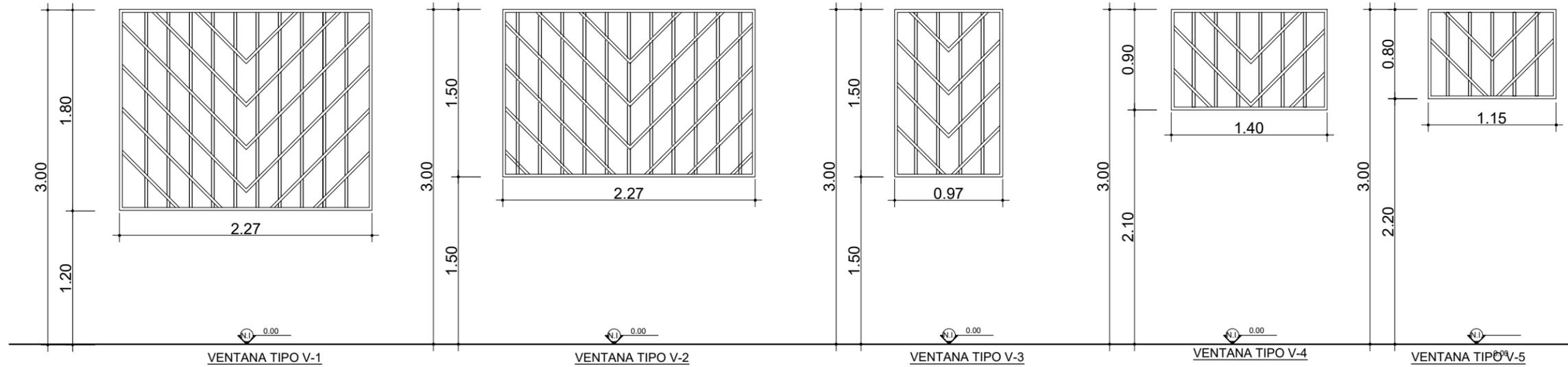
NOMENCLATURA DE PUERTAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL
PUERTA - 1	5 UNIDADES	1.00 MTS.	2.10 MTS.	HIERRO
PUERTA - 4	3 UNIDADES	0.90 MTS.	2.10 MTS.	HIERRO

NOMENCLATURA DE VENTANAS				
TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL
VENTANA - 1	9 UNIDAD	2.27 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 2	6 UNIDAD	2.27 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 3	3 UNIDAD	0.97 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 4	2 UNIDAD	1.40 MTS.	0.90 MTS.	HIERRO
VENTANA - 8	2 UNIDAD	1.90 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO
VENTANA - 9	2 UNIDAD	1.15 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO
VENTANA - 10	2 UNIDAD	1.05 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	TIPO DE VENTANA SILLAR - DINTEL DE VENTANA ANCHO VENTANA
	TIPO DE PUERTA ANCHO DE PUERTA
	ACABADO EN PARED
	ACABADO EN PISO
	ACABADO EN CIELO
	ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO + PINTURA (A ELEGIR)
	PISO DE CONCRETO ALISADO
	PISO DE CONCRETO RUSTICO
	GRANCEADO + ALISADO
	BARANDAL

- NOTA:
- EL ACABADO EXTERIOR E INTERIOR EN MUROS SERA ENSABETADO + REPELLO + CERNIDO VERTICAL+ PINTURA A DOS MANOS (COLOR A ELEGIR)
 - EL ACABADO EN MUROS EN SERVICIOS SANITARIOS SERA AZULEJO ANTIDESLIZANTE COLOR BLANCO A UNA ALTURA DE 1.80 M.
 - EL ACABADO EN CIELO SERA GRANCEADO CON UN ALISADO DE 0.05 M. A LOS EXTREMOS.
 - EL ACABADO EN PISO EN LAS AULAS SERA DE CONCRETO ALISADO.
 - EL ACABADO EN PISO EN LAS AREAS BANQUETAS SERA DE CONCRETO RUSTICO.
 - EL ACABADO EN PISO DE LOS SERVICIOS SANITARIOS SERA CERAMICO TIPO "A" DE 0.25 M. * 0.25 M. (COLOR A ELEGIR).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO		
CONTENIDO PLANTA DE ACABDOS (SEGUNDO NIVEL)		CORRELATIVO 4/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	ESCALA INDICADA



ESPECIFICACIONES:

PUERTAS:

EL MARCO DE LAS PUERTAS SERA DE TUBO CUADRADO DE 1 1/2" x 1 1/2" CON ANGULARES DE 3/8" x 1 1/2" Y 1/2" x 3/4", CON LAMINA LISA DE 3/64".

LOS PUNTOS DE SOLDADURA SE REALIZARAN CON ELECTRODO 60 PUNTO AZUL.

EL ACABADO FINAL SERA A DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA (COLOR A ELEGIR).

LAS PUERTAS DE LOS DIFERENTES AMBIENTES LLEVARAN CHAPA CON LLAVE.

LAS PUERTAS EN LOS CUBICULOS DE LOS SERVICIOS SANITARIOS LLEVARAN SEGURO DE JALADOR.

VENTANAS:

EL MARCO DE LAS VENTANAS SERA DE ANGULAR DE 1" x 1/2". LAS VENTANAS SERAN FIJADAS POR MEDIO DE TORNILLOS HILTIE.

LOS PUNTOS DE SOLDADURA SE REALIZARAN CON ELECTRODO 60 PUNTO AZUL.

EL ACABADO FINAL SERA A DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA (COLOR A ELEGIR).

NOMENCLATURA DE VENTANAS

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL
VENTANA - 1	18 UNIDAD	2.27 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 2	12 UNIDAD	2.27 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 3	6 UNIDAD	0.97 MTS.	1.50 MTS.	HIERRO
VENTANA - 4	4 UNIDAD	1.40 MTS.	0.90 MTS.	HIERRO
VENTANA - 5	2 UNIDAD	1.15 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 6	2 UNIDAD	1.05 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 7	2 UNIDAD	1.35 MTS.	0.80 MTS.	HIERRO
VENTANA - 8	2 UNIDAD	1.90 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO
VENTANA - 9	2 UNIDAD	1.15 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO
VENTANA - 10	2 UNIDAD	1.05 MTS.	1.40 MTS.	HIERRO

NOMENCLATURA DE PUERTAS

TIPO	CANTIDAD	ANCHO	ALTO	MATERIAL	ANCHO DE SOBRELUZ	ALTO DE SOBRELUZ	MATERIAL
PUERTA - 1	11 UNIDADES	1.00 MTS.	2.10 MTS.	HIERRO	1.00 MTS.	1.10 MTS.	HIERRO
PUERTA - 2	6 UNIDADES	0.70 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO	1.00 MTS.	1.10 MTS.	HIERRO
PUERTA - 3	2 UNIDADES	1.00 MTS.	1.80 MTS.	HIERRO	0.00 MTS.	0.00 MTS.	HIERRO
PUERTA - 4	3 UNIDADES	0.90 MTS.	2.10 MTS.	HIERRO	0.00 MTS.	0.00 MTS.	HIERRO

PLANTA DE DETALLE DE PUERTAS Y VENTANAS

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

VENTANAS Y PUERTAS

CORRELATIVO

ASESOR

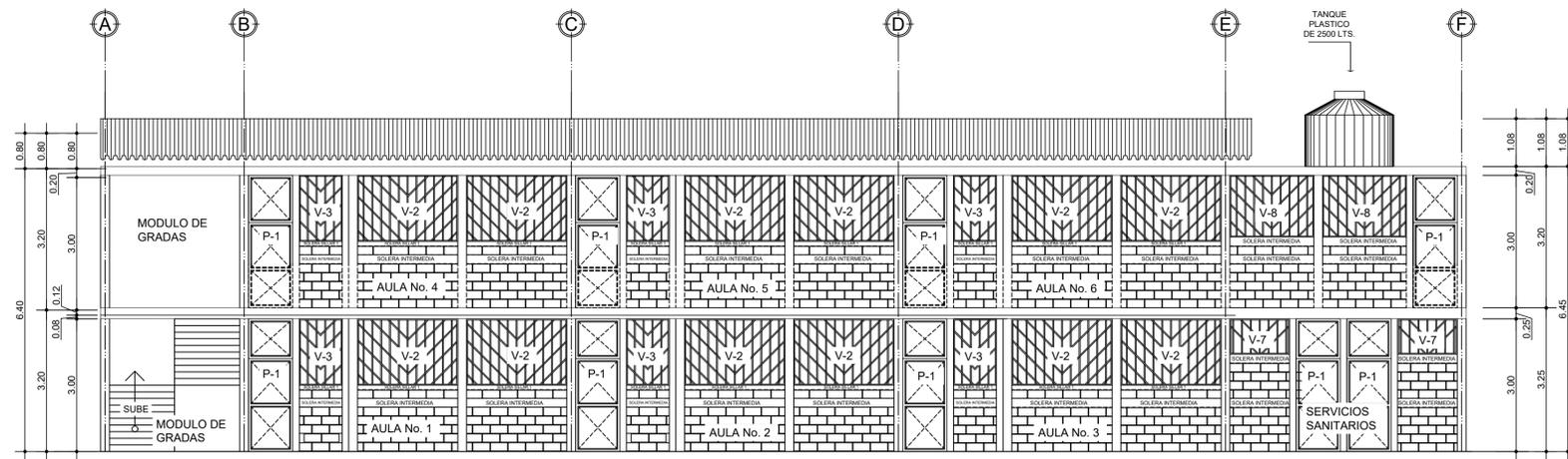
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO

ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA

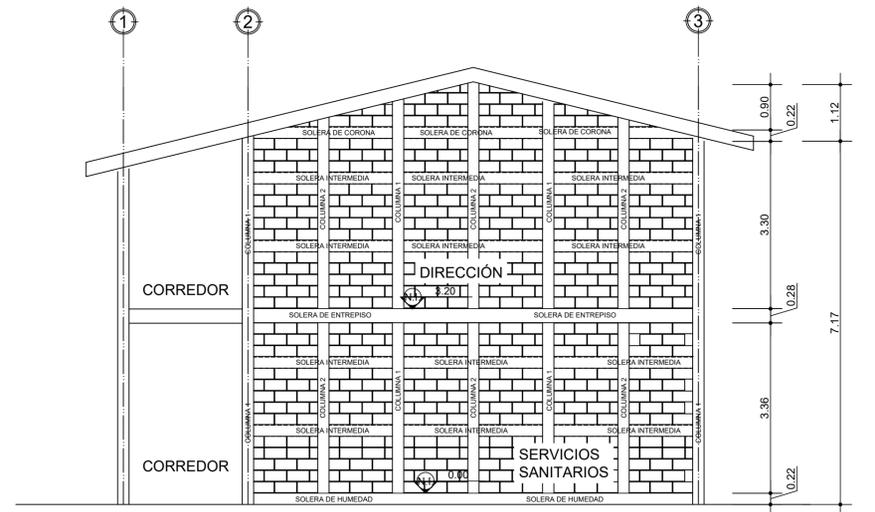
5/20



ELEVACIÓN FRONTAL

AULAS DE PRIMARIA

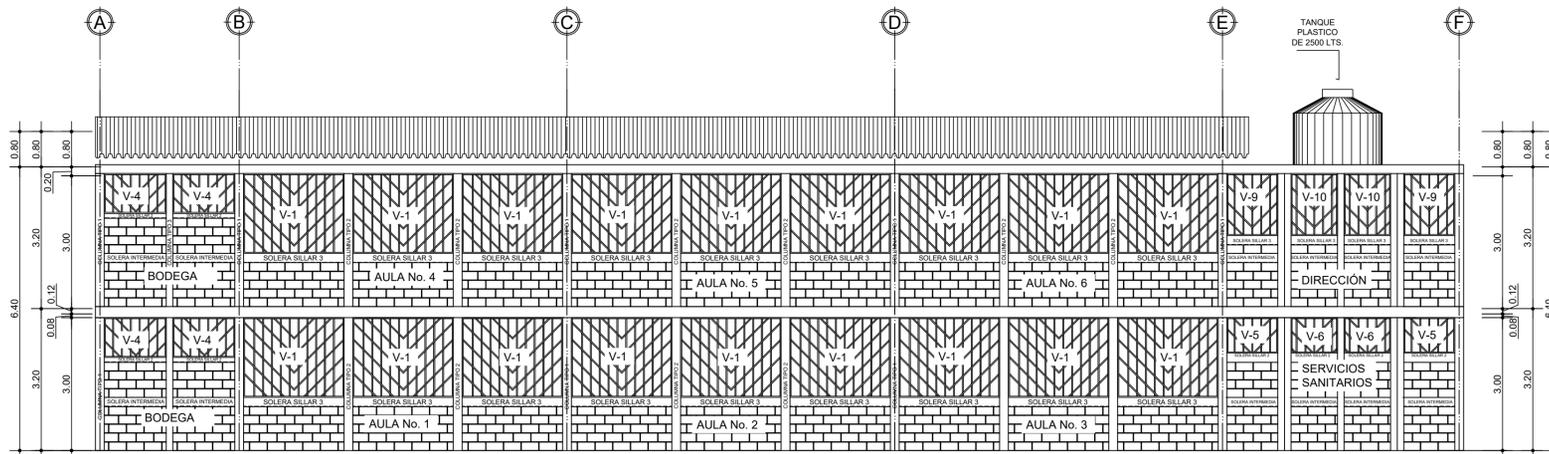
ESCALA 1:75



ELEVACIÓN DERECHA

AULAS DE PRIMARIA

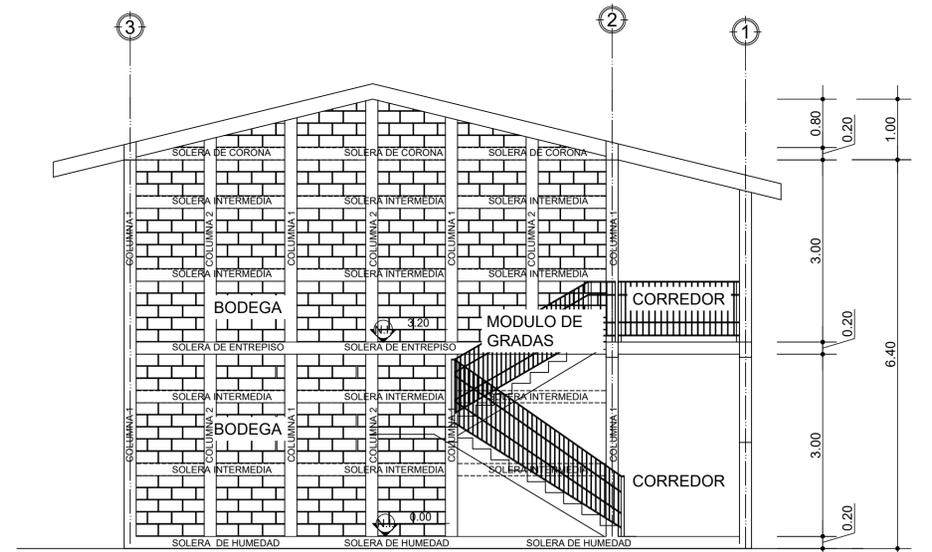
ESCALA 1:75



ELEVACIÓN POSTERIOR

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

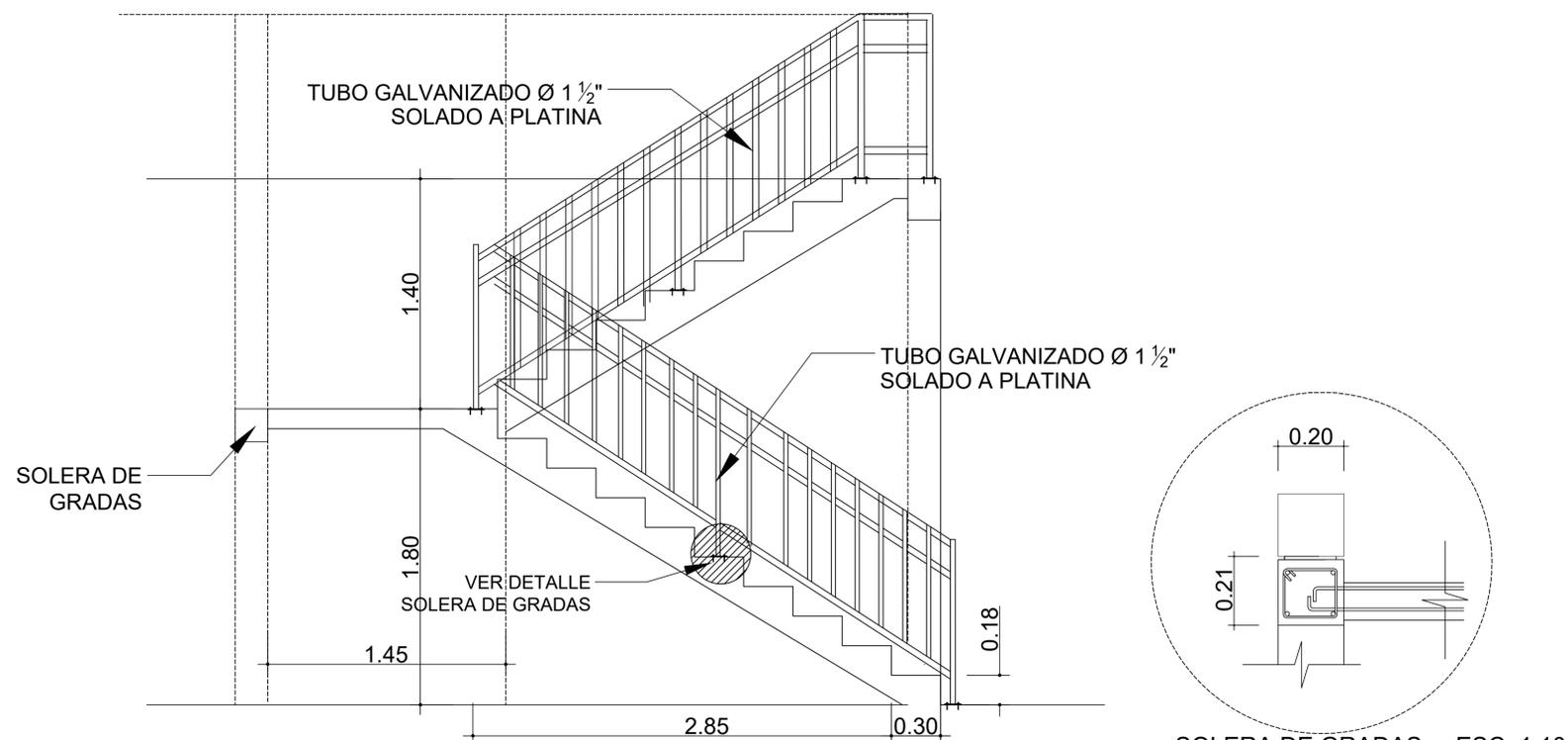


ELEVACIÓN IZQUIERDA

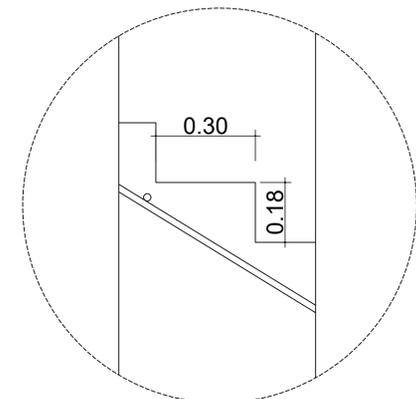
AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

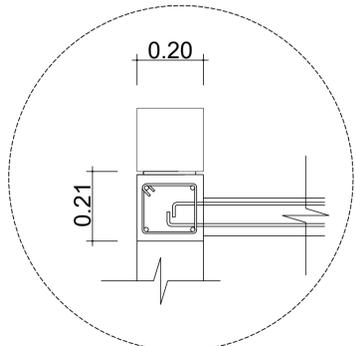
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL			
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO			
CONTENIDO ELEVACIONES		CORRELATIVO 6/20	
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA		DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	
		ESCALA 6/20	



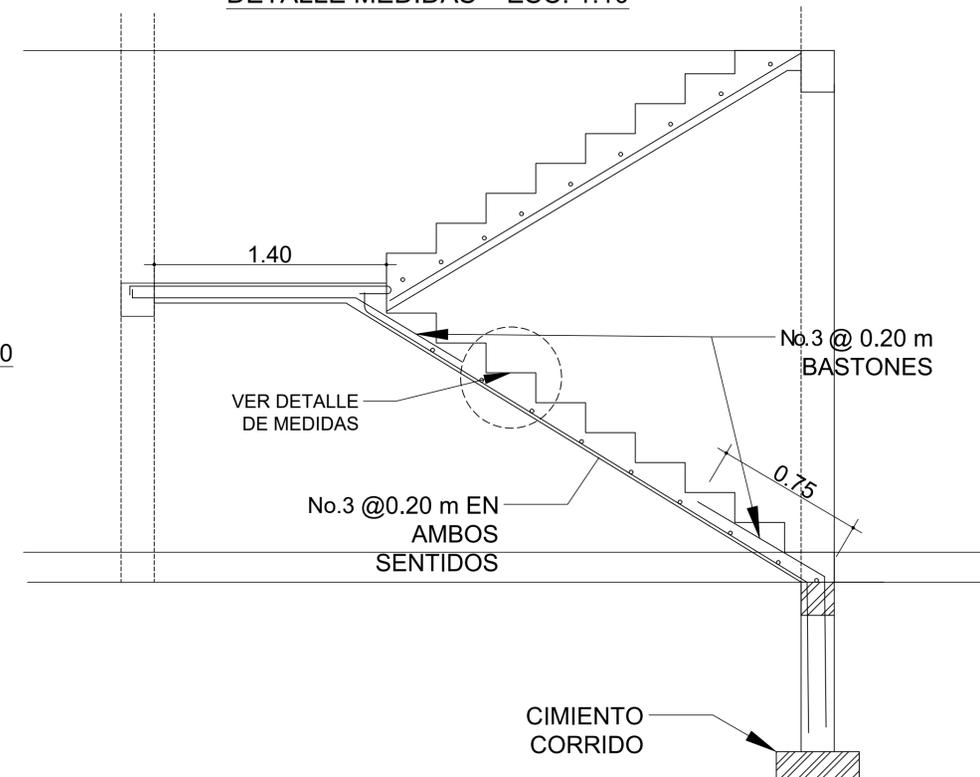
DETALLE DE BARANDA
AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:20



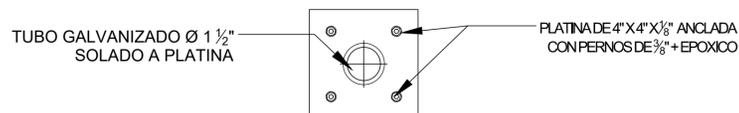
DETALLE MEDIDAS ESC. 1:10



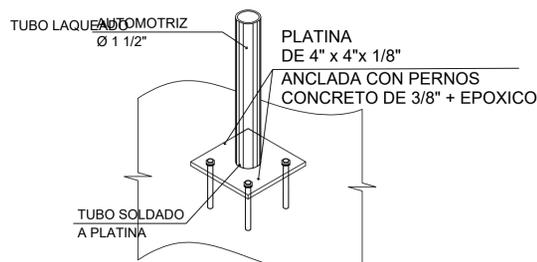
SOLERA DE GRADAS ESC. 1:10



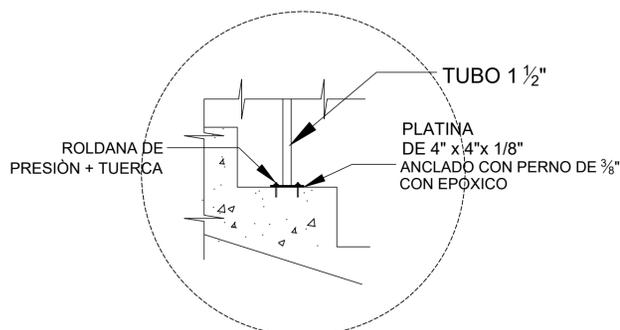
DETALLE DE GRADAS
AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:20



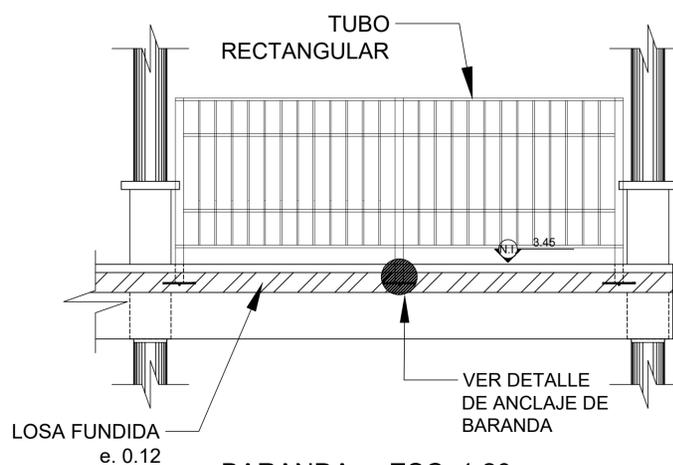
DETALLE ANCLAJE ESC. SIN ESCALA



ISOMÉTRICO ESC. 1:20

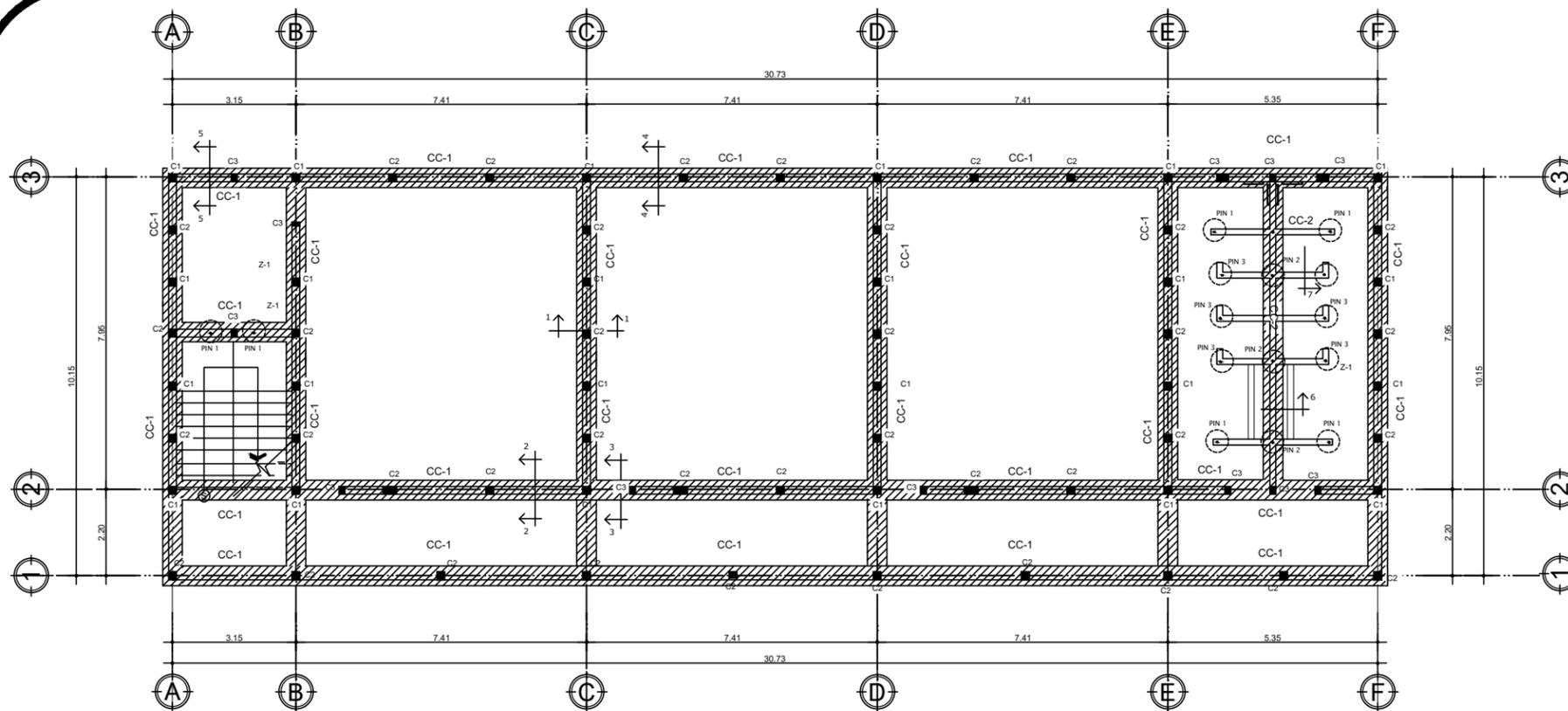


DETALLE DE ANCLAJE ESC. 1:20



BARANDA ESC. 1:20

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO		
CONTENIDO DETALLE DE GRADAS	CORRELATIVO	ESCALA 7/20
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	

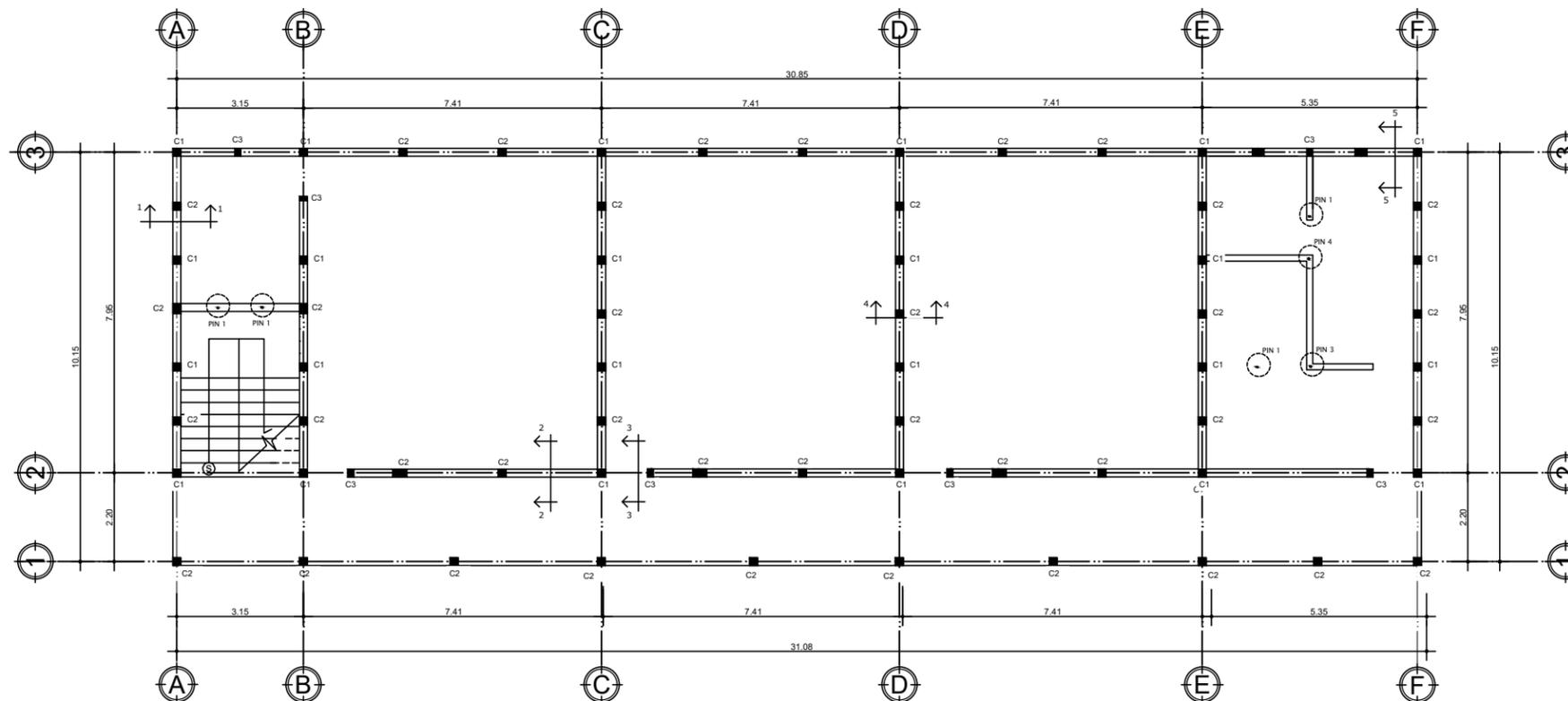


PLANTA CIMENTACIÓN + COLUMNAS

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:50

PRIMER NIVEL



PLANTA DE COLUMNAS

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:50

SEGUNDO NIVEL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

PLANTA DE CIMENTACIÓN + COLUMNAS

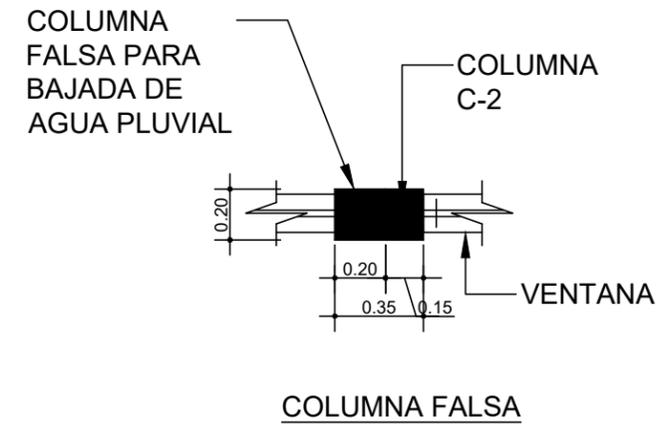
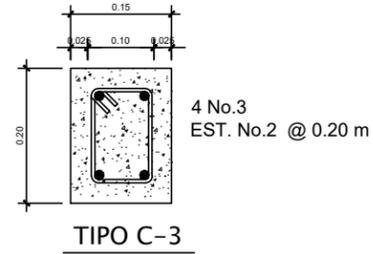
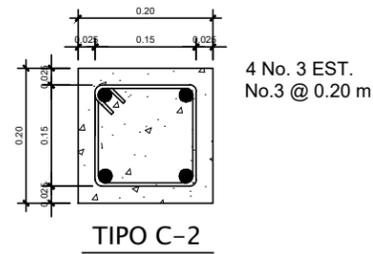
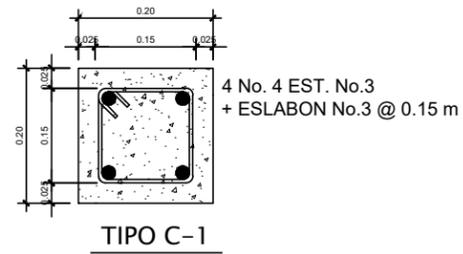
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

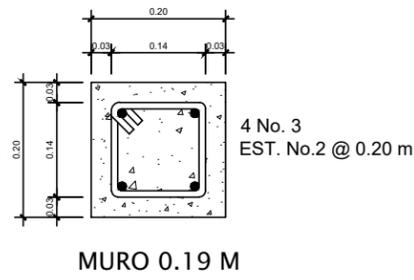
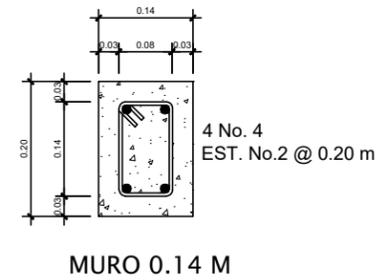
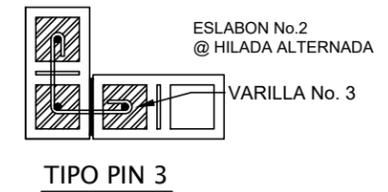
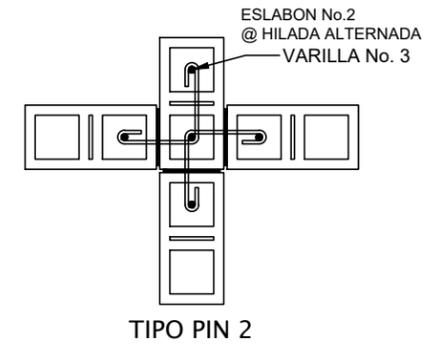
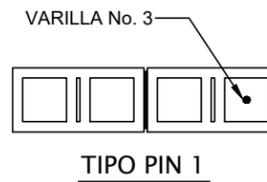
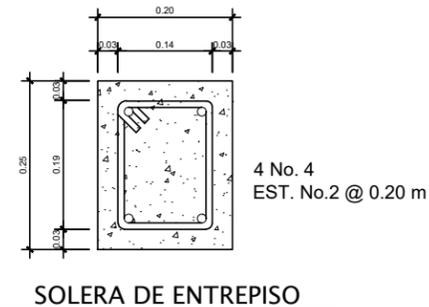
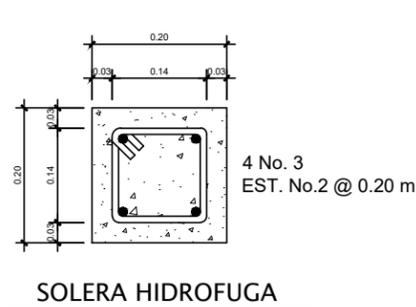
ESCALA
INDICADA

8/19



DETALLE DE COLUMNAS

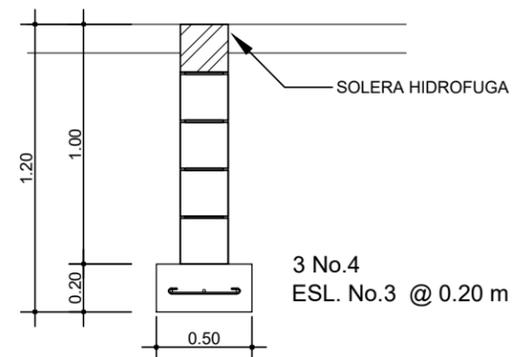
AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:5
PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL



SOLERA INTERMEDIA Y CORONA

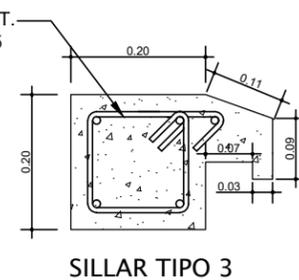
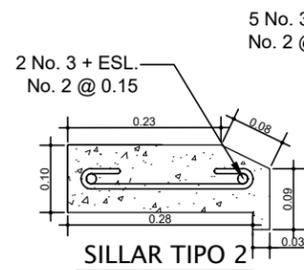
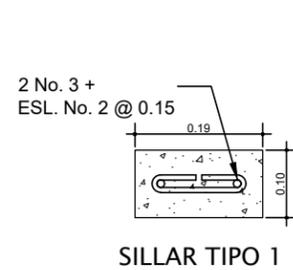
DETALLE DE COLUMNAS TIPO PIN

AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:10
PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL



DETALLE DE SOLERAS

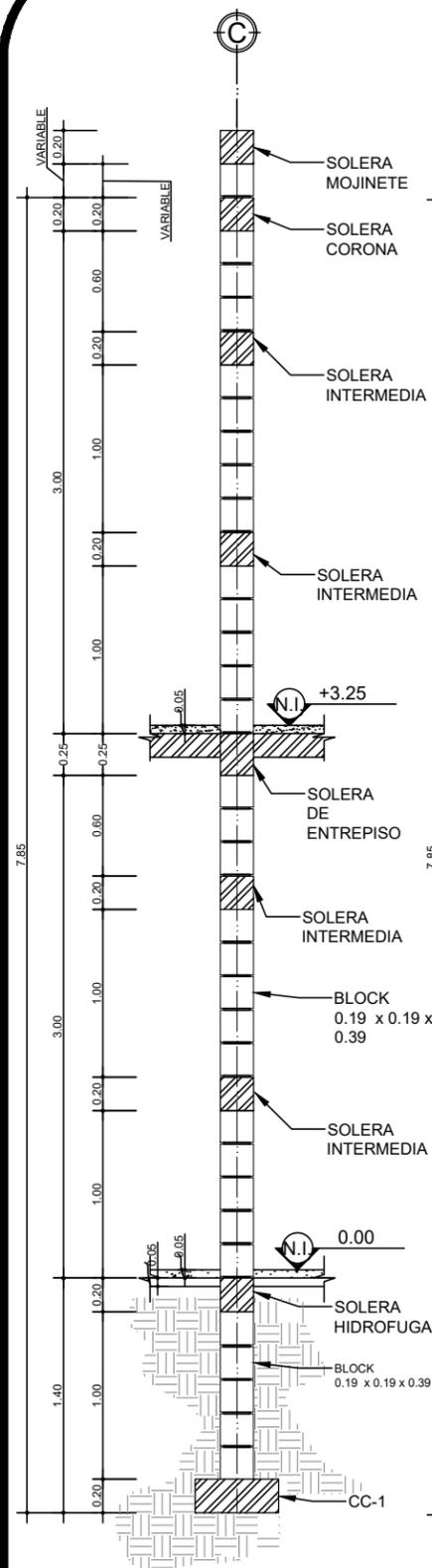
AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:5



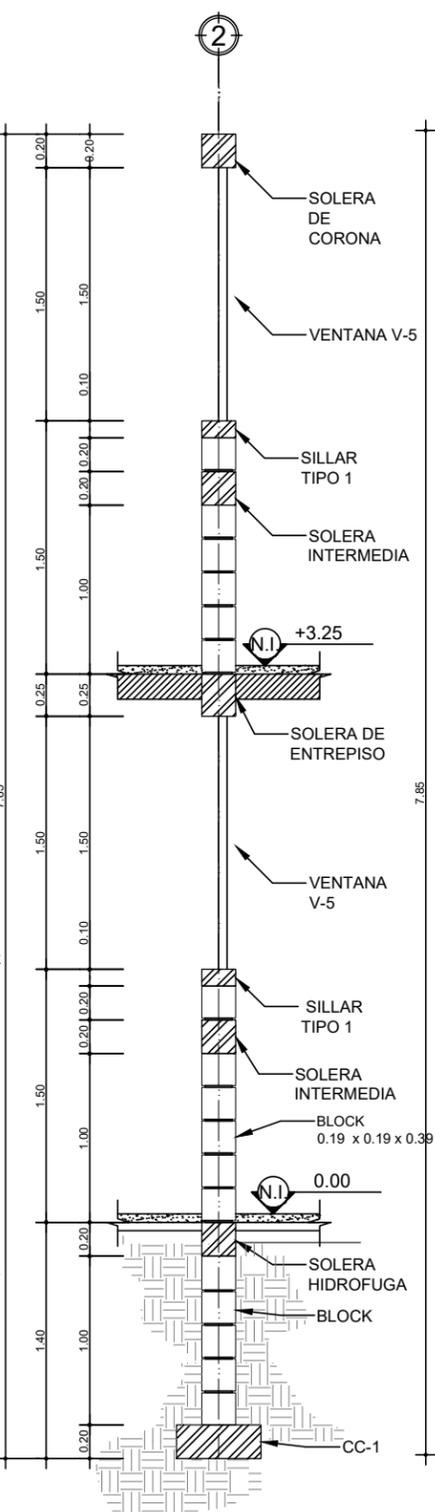
DETALLE CIMIENTO

MODULO No. 1 AULAS DE PRIMARIA ESCALA 1:20

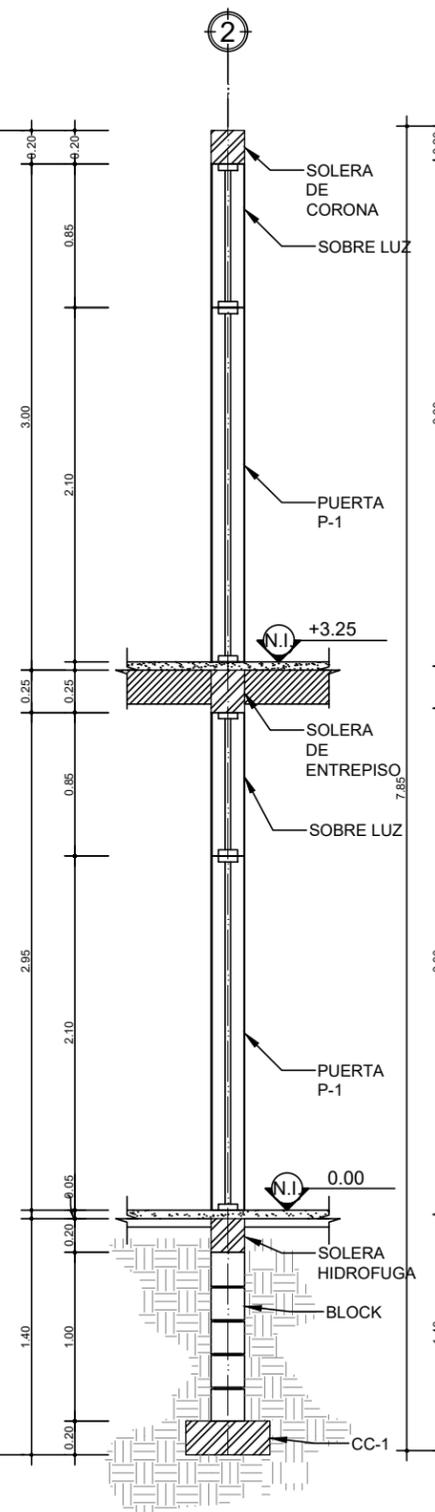
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO		
CONTENIDO DETALLE DE COLUMNAS + CIMENTACIÓN	ESCALA INDICADA	CORRELATIVO 9/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	



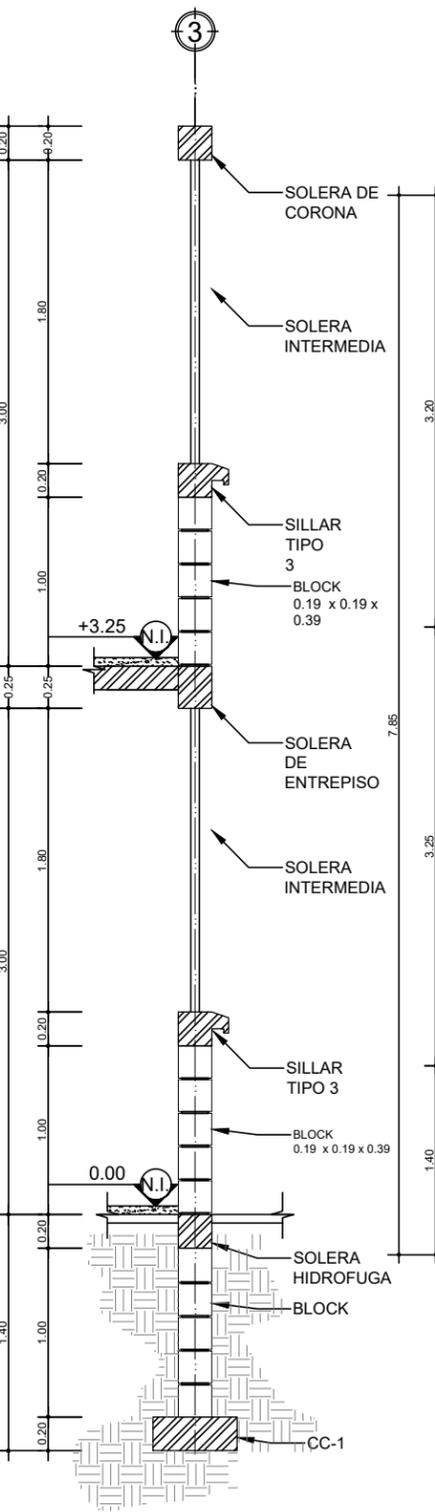
CORTE No. 1
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20



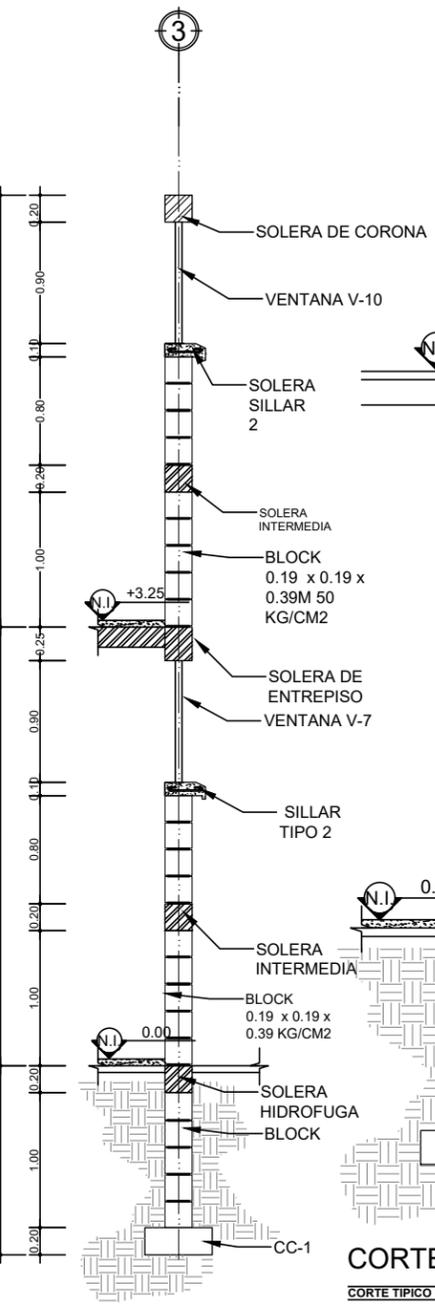
CORTE No. 2
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20



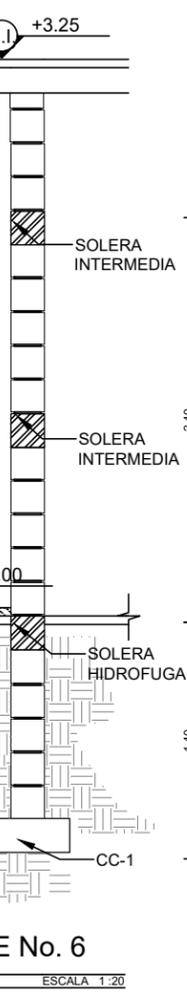
CORTE No. 3
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20



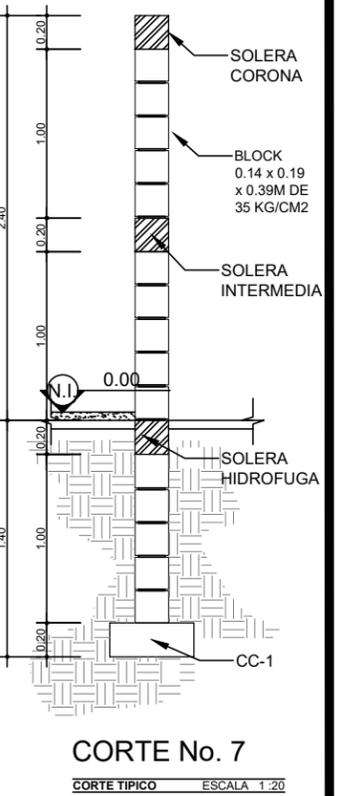
CORTE No. 4
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20



CORTE No. 5
CORTE TÍPICO ESCALA 1:25



CORTE No. 6
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20

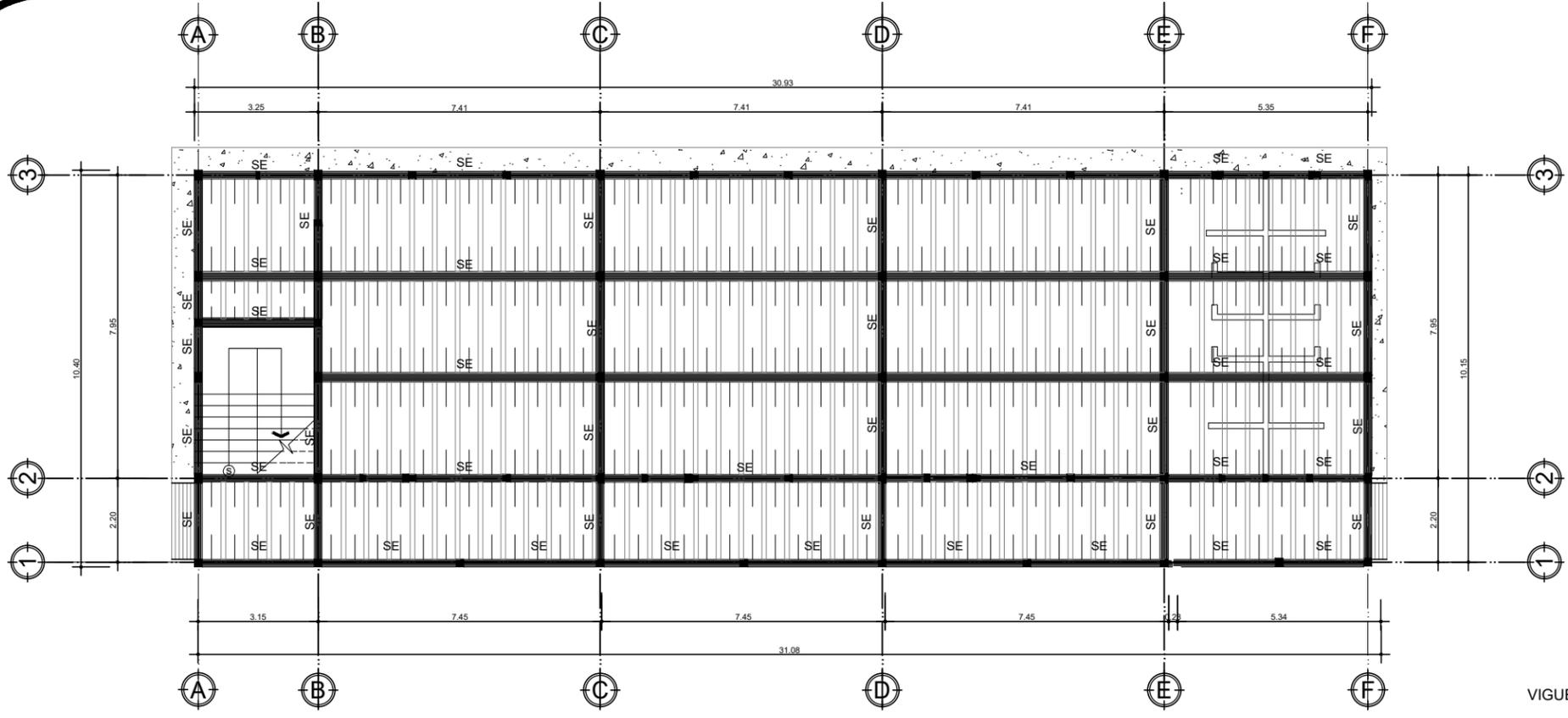


CORTE No. 7
CORTE TÍPICO ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
 MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL

PROYECTO
**DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
 OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO**

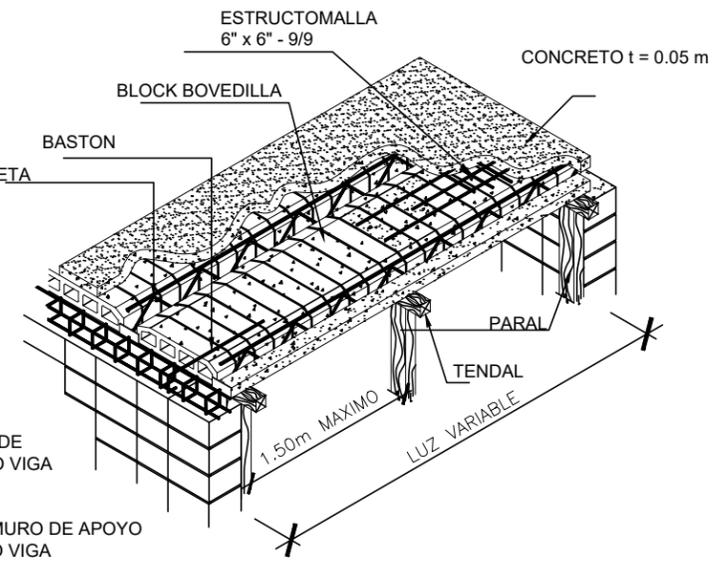
CONTENIDO		CORTE DE MURO	CORRELATIVO
ASESOR	DISEÑO	ESCALA	10/19
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	INDICADA	



PLANTA DE VIGAS Y LOSA

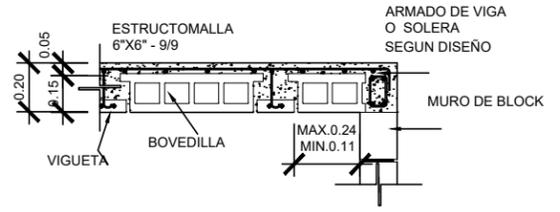
AULAS DE PRIMARIA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:75

SIMBOLOGIA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INDICA SOLERA DE ENTREPISO



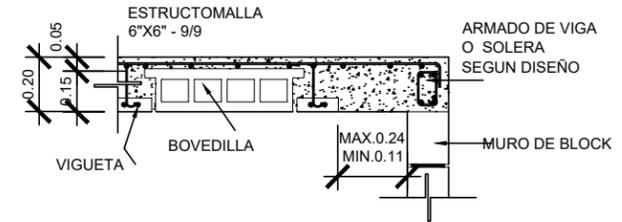
ISOMETRICO

SIN ESCALA



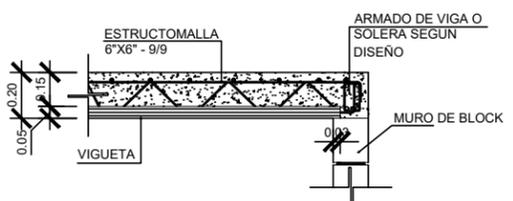
BLOCK CORTADO EN APOYO

ESCALA 1:20



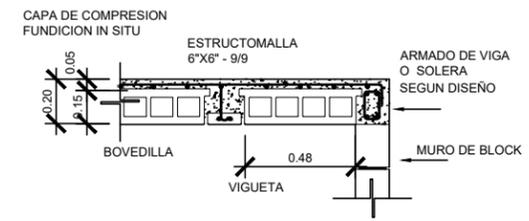
REMATE CON VIGUETA Y FUNDICION

ESCALA 1:20



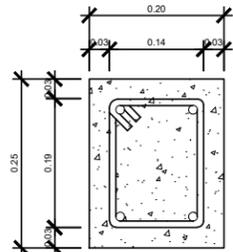
APOYO DE VIGUETAS

ESCALA 1:20



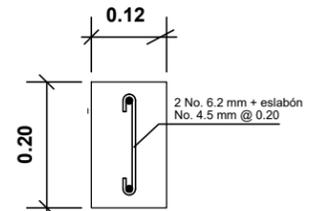
INICIO DE MODULACION SIMPLE

ESCALA 1:20



SOLERA DE ENTREPISO

4 No. 4
EST. No.2 @ 0.20 m



DETALLE DE RIGIDIZANTE

ESC 1/10

DETALLES DE ANCLAJES PARA VIGUETA Y BOVEDILLA

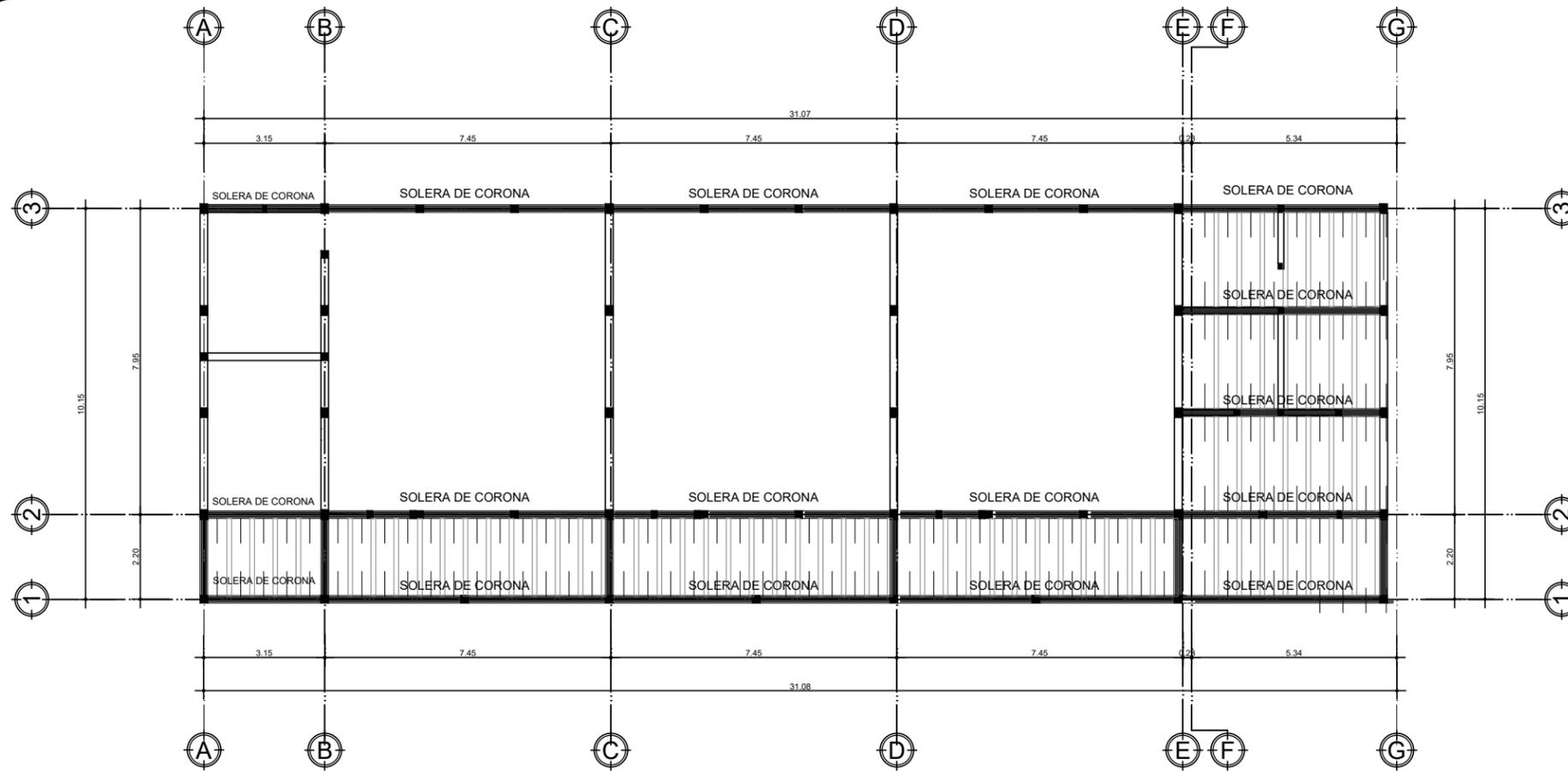
ESCALA INDICADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL

PROYECTO
DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO	PLANTA LOSA (PRIMER NIVEL)	CORRELATIVO
ASESOR	DISEÑO	ESCALA
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	INDICADA

11/19

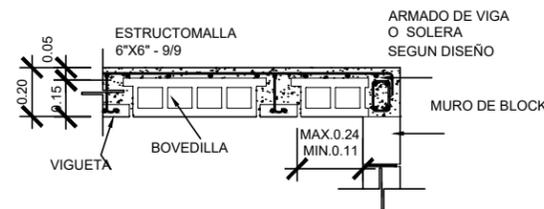


SIMBOLOGIA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INDICA SOLERA DE CORONA

PLANTA DE VIGAS Y LOSA

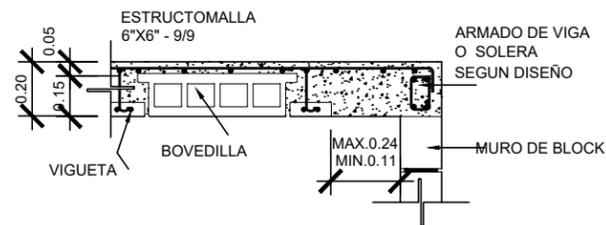
AULAS DE PRIMARIA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:75



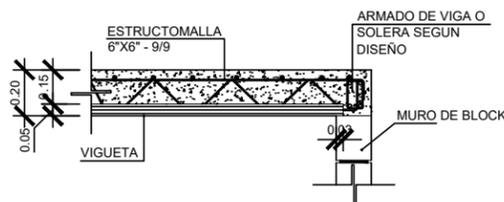
BLOCK CORTADO EN APOYO

ESCALA 1:20



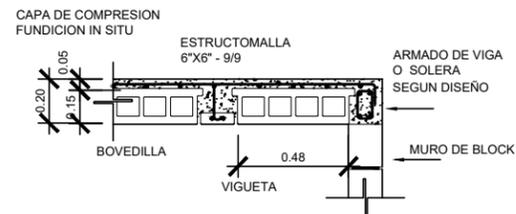
REMATE CON VIGUETA Y FUNDICION

ESCALA 1:20



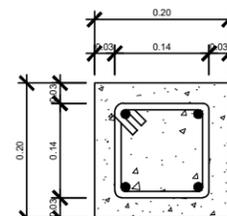
APOYO DE VIGUETAS

ESCALA 1:20

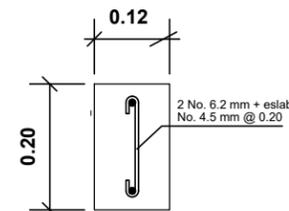


INICIO DE MODULACION SIMPLE

ESCALA 1:20



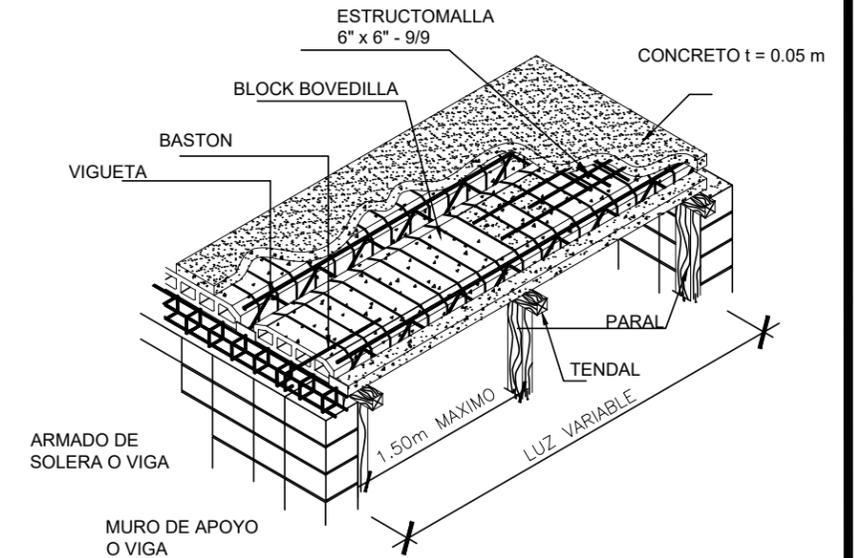
SOLERA DE CORONA



DETALLE DE RIGIDIZANTE

ESC 1/10

ISOMETRICO



MURO DE APOYO
O VIGA

SIN ESCALA

DETALLES DE ANCLAJES PARA VIGUETA Y
BOVEDILLA

ESCALA INDICADA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

PLANTA LOSA (SEGUNDO NIVEL)

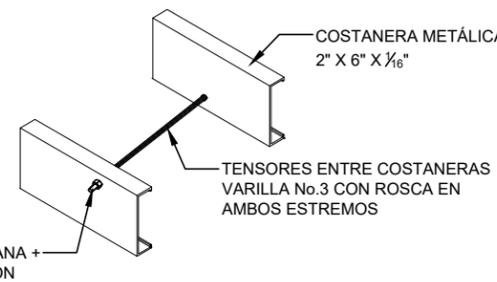
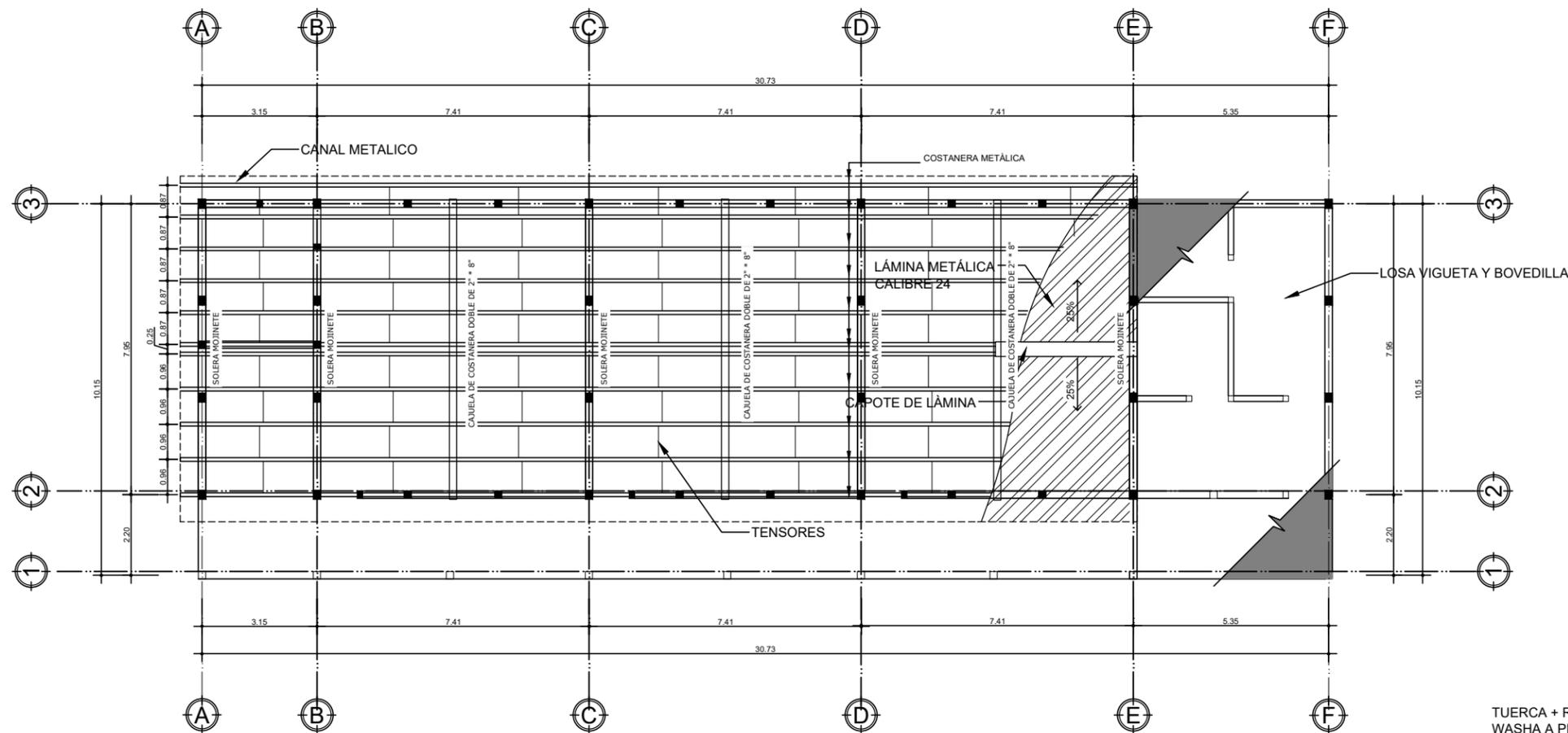
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA
INDICADA

12/19



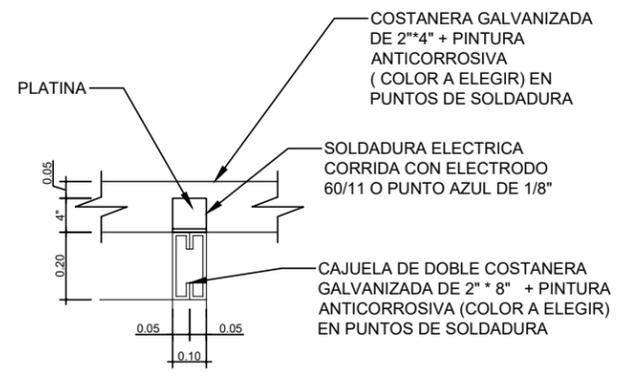
TENSORES COSTANERA

ESCALA: 1:20

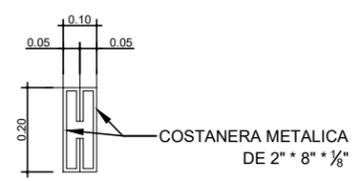
PLANTA DE TECHO

MODULO No. 1 AULAS DE PRIMARIA
SEGUNDO NIVEL

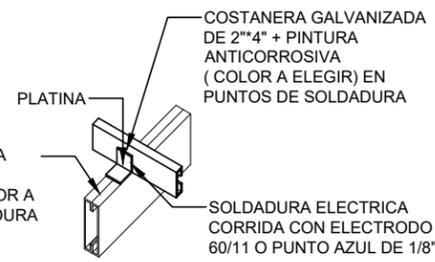
ESCALA 1:75



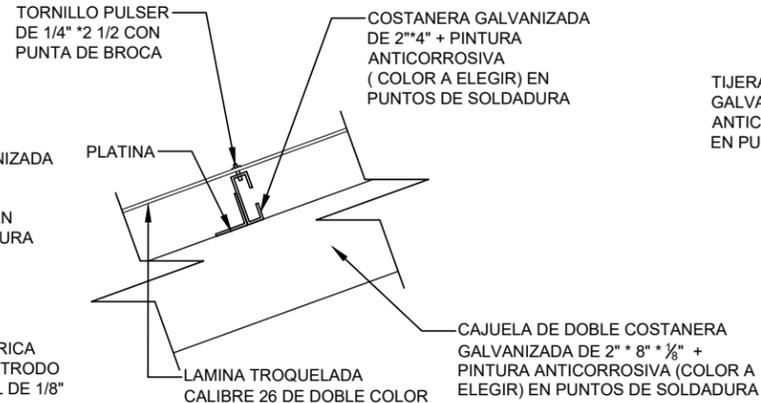
SECCION ESC. 1:10



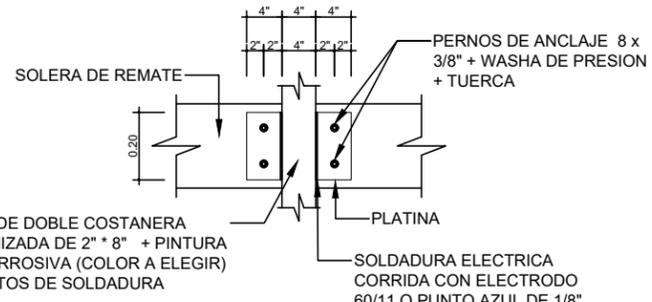
DETALLE COSTANERA ESC. 1:10



ISOMETRICO ESC. 1:10



ISOMETRICO ESC. 1:10



ANCLAJE ESC. 1:10

DETALLES ANCLAJE CAJUELA COSTANERA

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75



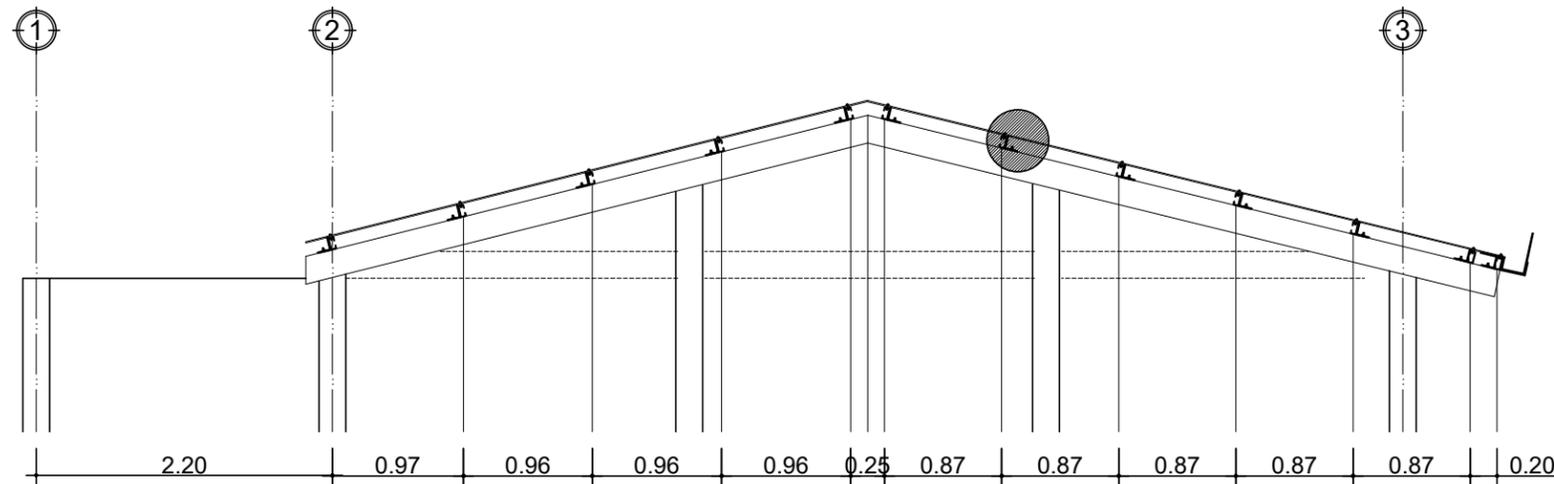
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO
DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO		CORRELATIVO
ARMADO DE TECHO		
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ	ESCALA INDICADA

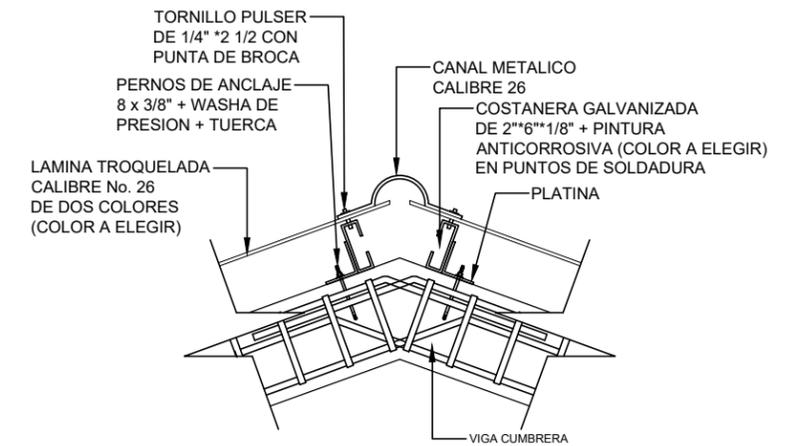
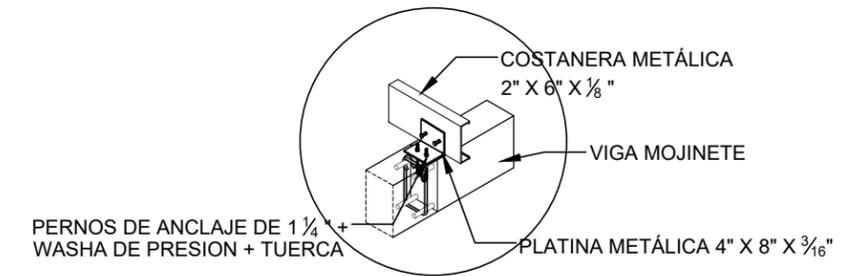
13/19



DETALLE COSTANERA

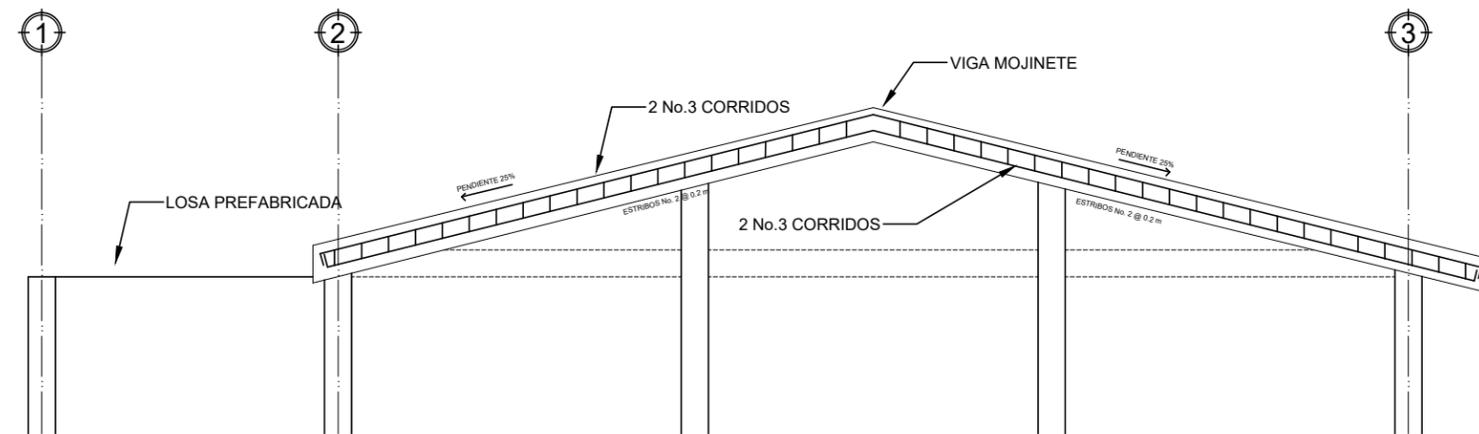
AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:25



DETALLE DE CABLETE

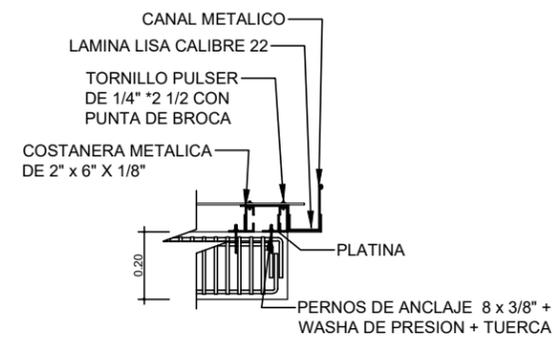
ESCALA: 1:10



DETALLE VIGA MOJINETE

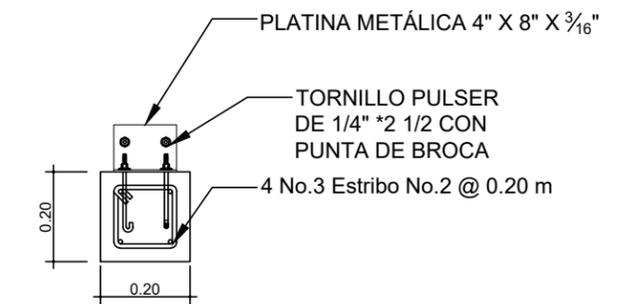
AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:25



ANCLAJE DE CANAL

ESCALA: 1:10



ISOMETRICO

ESCALA: 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA
OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

DETALLE DE TECHO

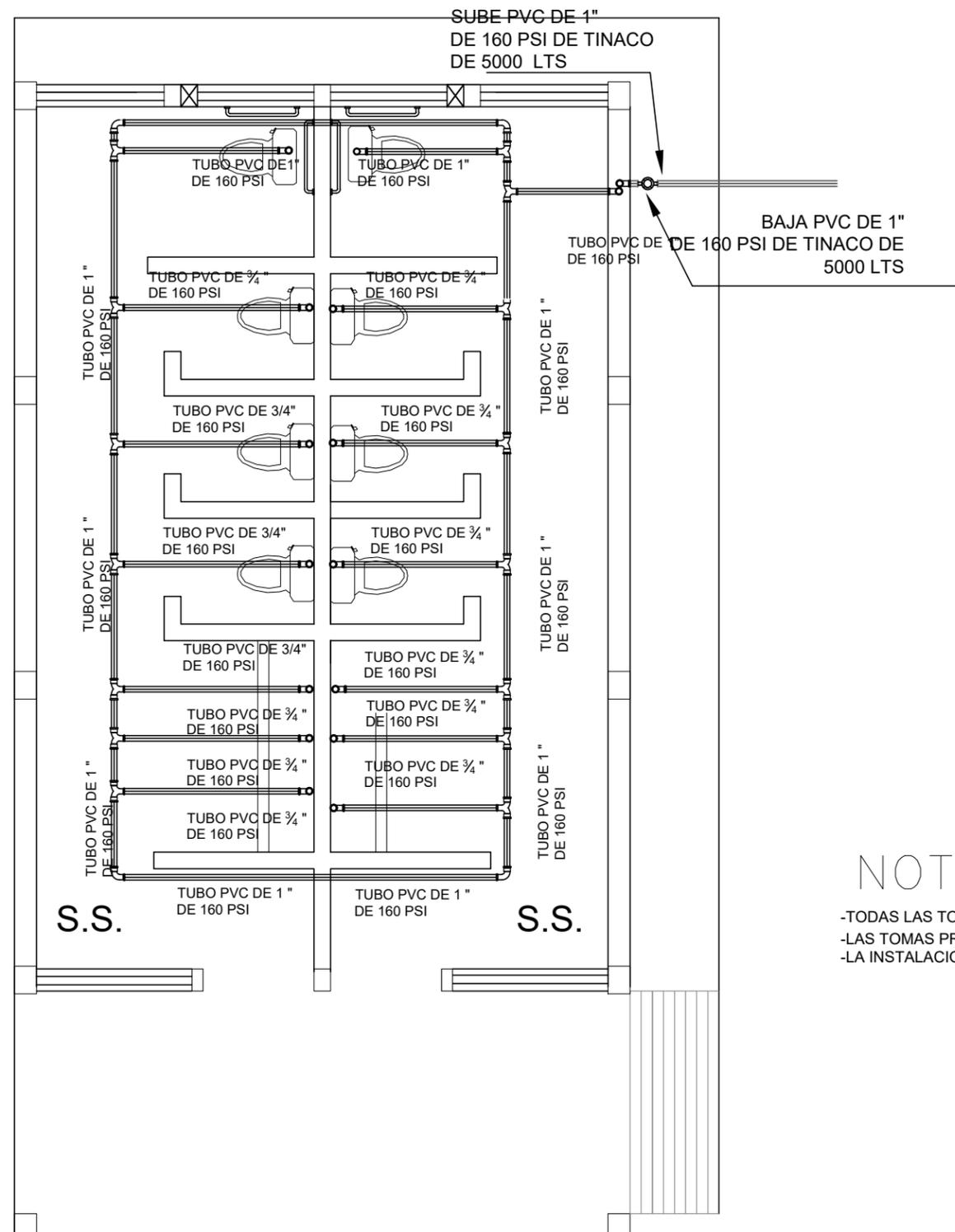
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA
INDICADA

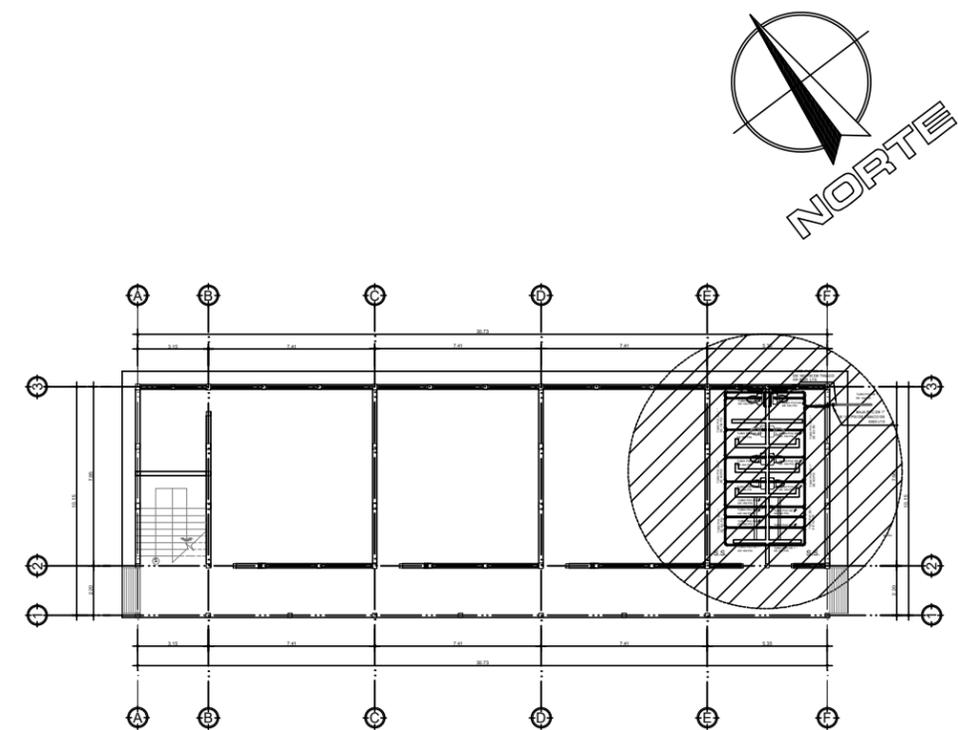
14/19



DETALLE DE AGUA POTABLE

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:25



PLANO DE AGUA POTABLE

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

NOTA:

- TODAS LAS TOMAS PARA ARTEFACTOS SERAN DE TUBERIA PVC 1/2" .
- LAS TOMAS PRINCIPALES SERAN DE PVC DE 3/4" DE 160 PSI.
- LA INSTALACION SERA A NIVEL DE MODULO.

NOMENCLATURA DE AGUA POTABLE

	CODO A 90°
	TEE A 90°
	GRIFO
	TUBERIA DE PVC DIAMETRO INDICADO
	VALVULA DE CHEQUE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL
URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO

INSTALACIÓN HIDRÁULICA

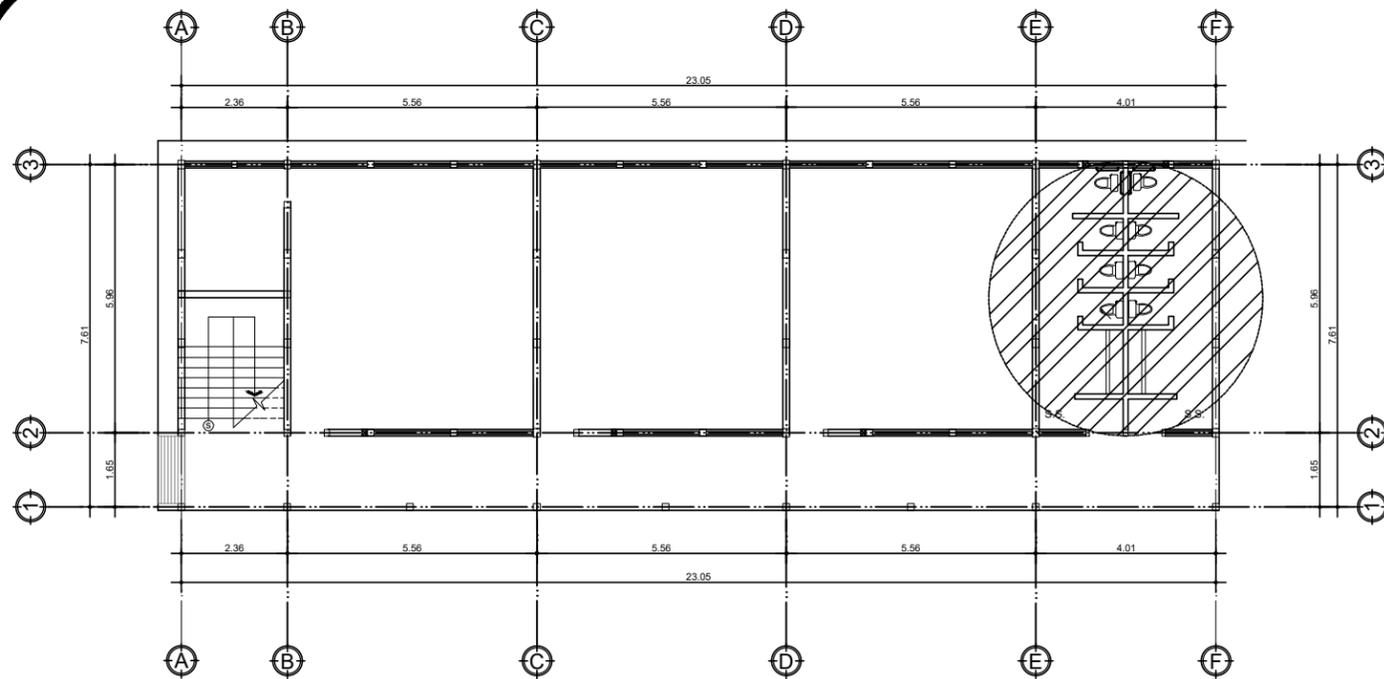
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ
CARNET: 201503453

ESCALA
INDICADA

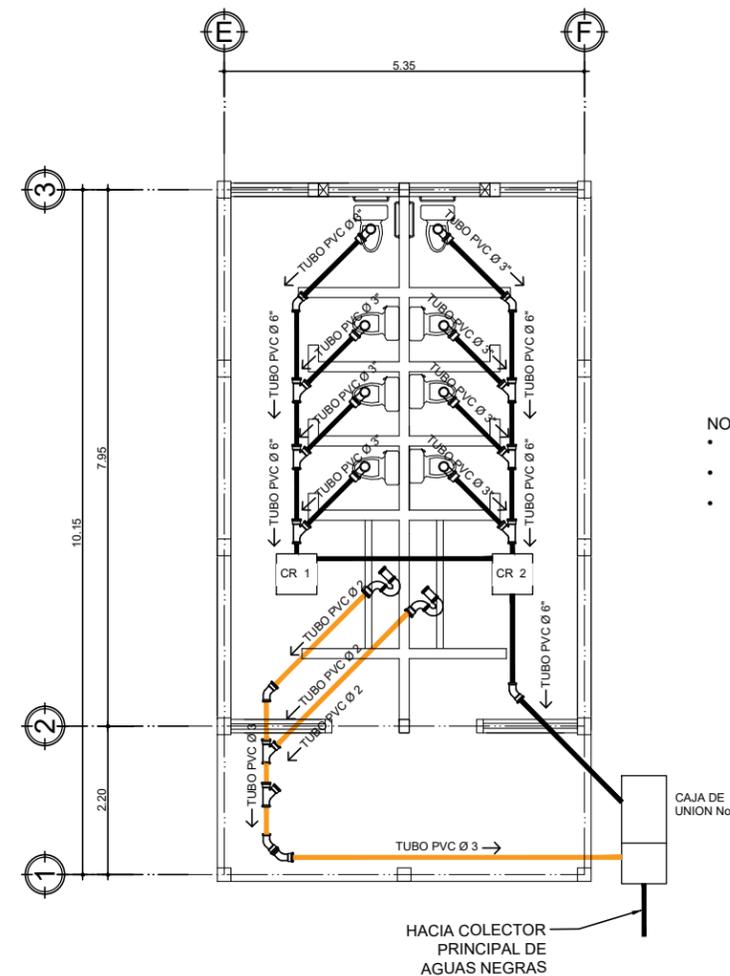
15/19



PLANTA DE DRENAJE

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75

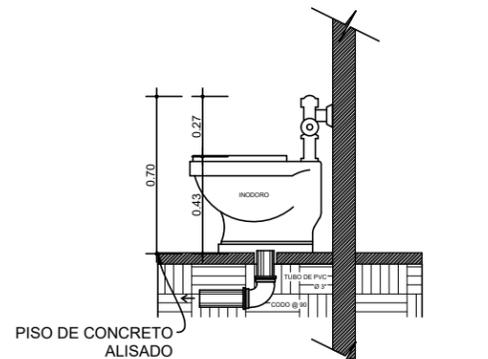


- NOTA:**
- TODA LA TUBERIA PRINCIPAL SERA DE TUBERIA PVC DE Ø 6" DE 80 PSI.
 - LA TUBERIA DE LOS INODOROS SERA DE TUBO PVC DE Ø 3" DE 80 PSI.
 - LA TUBERIA PARA LOS LAVAMANOS SERA DE TUBO PVC DE Ø 2" DE 80 PSI.

DETALLE DE DRENAJE

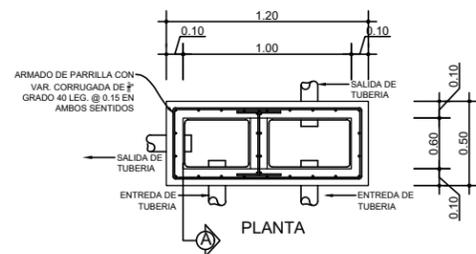
AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75



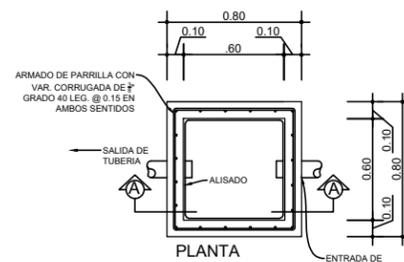
DETALLE DE INODOROS

ESCALA 1:15



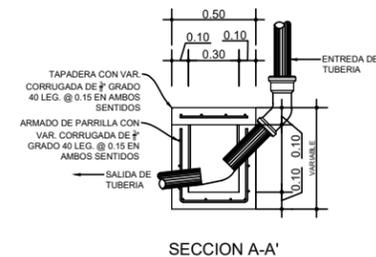
CAJA DE UNION No. 1

ESCALA 1:20

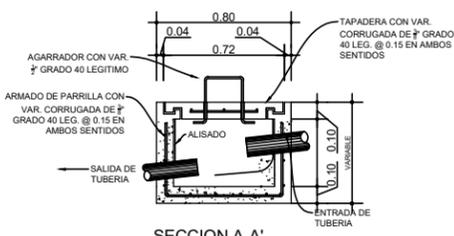


CAJA DE REGISTRO

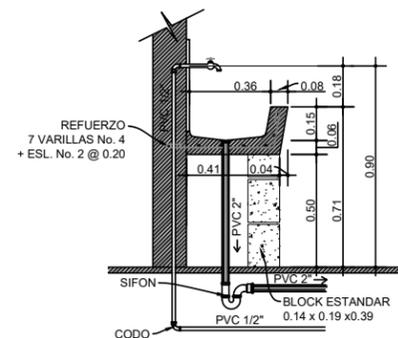
ESCALA 1:20



SECCION A-A'



SECCION A-A'



DETALLE DE LAVAMANOS

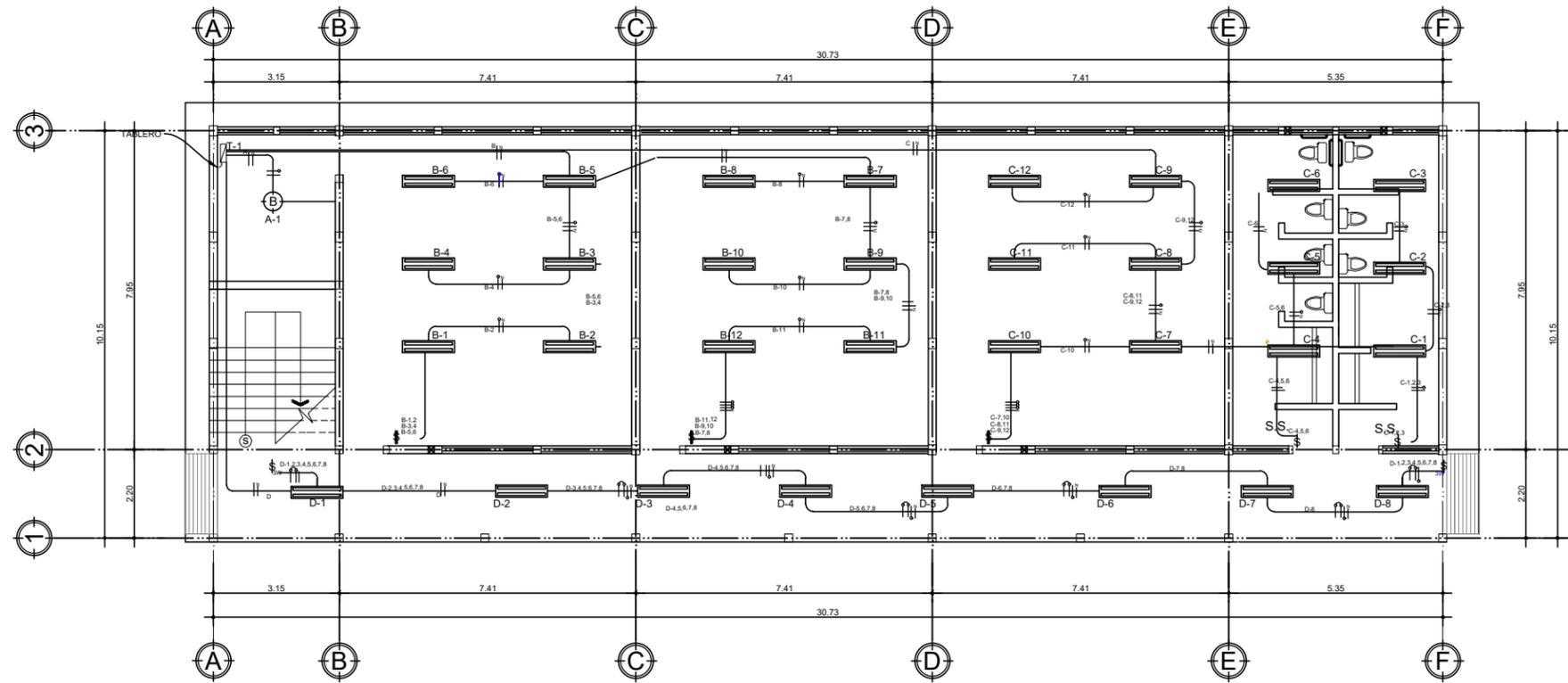
ESCALA 1:15

NOMENCLATURA DE DRENAJES			
	YEE 45°		CODO A 45°
	CODO 90°		CAJA DE UNION
	TUBERIA PVC PARA DRENAJE DIAMETRO INDICADO (AGUAS NEGRAS)		CAJA DE REGISTRO
	TUBERIA PVC PARA DRENAJE DIAMETRO INDICADO (AGUAS GRISES)		INDICA DIRECCION
	REDUCIDOR		INDICA PORCENTAJE
			SIFON PARA REPOSADERA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL

PROYECTO
DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO INSTALACIÓN DE DRENAJE	CORRELATIVO 16/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA	DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ <small>CARNET: 201503453</small>
ESCALA INDICADA	

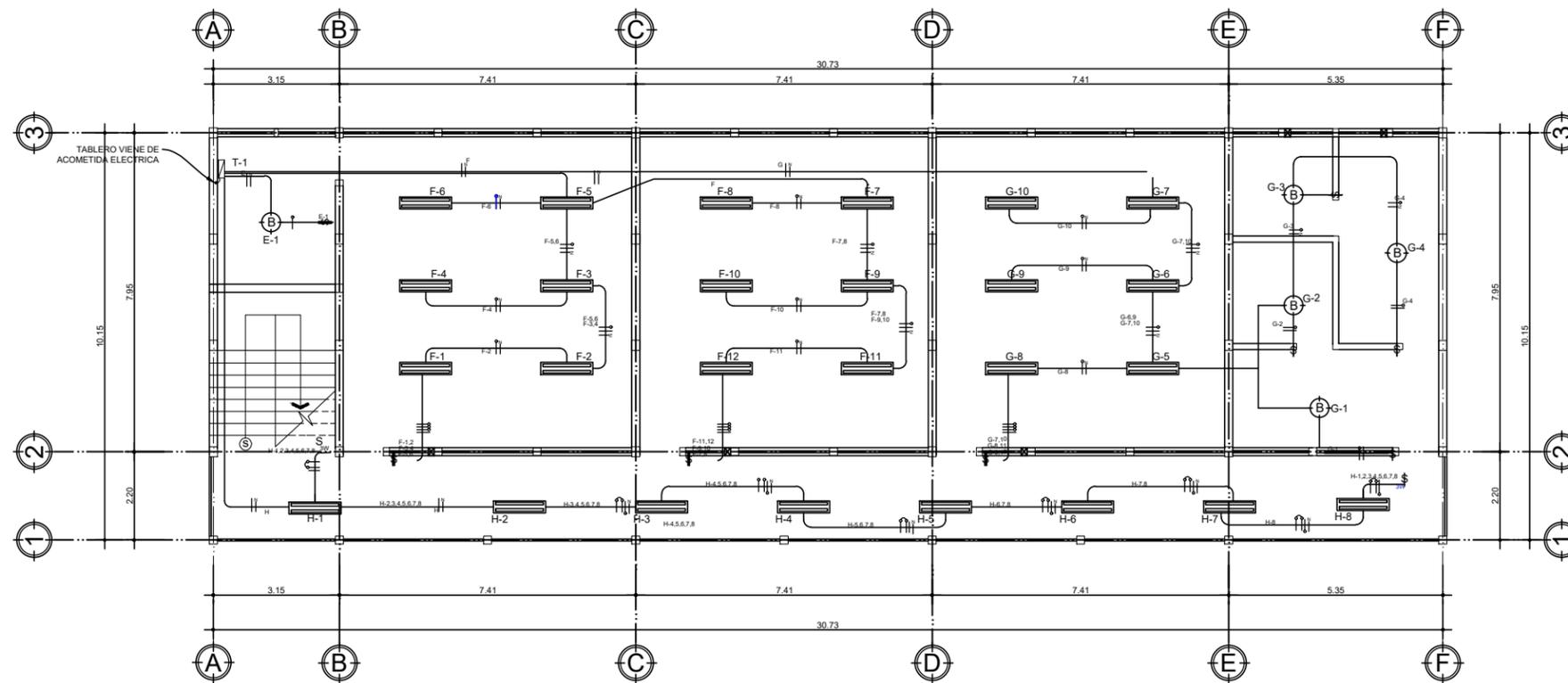


PLANO DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA

AULAS DE PRIMARIA
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75

SIMBOLOGIA DE ILUMINACION ELECTRICA			
	CONTADOR ELECTRICO		LINEA POSITIVA
	CAJA RH		LINEA NEGATIVA
	TABLERO DE DISTRIBUCION		RETORNO
	CAJA DE REGISTRO		DUCTO ELECTRICO DENTRO DE ESTRUCTURA DE LOSA
	LAMPARA EN CIELO		DUCTO ELECTRICO DENTRO DE MURO O PISO
	LAMPARA ECO TIPO LISTON DE 2 x 32		INTERRUPTOR TRIPLE
	INTERRUPTOR DOBLE		INTERRUPTOR THREE WAY
	INTERRUPTOR SIMPLE		CAJA OCTOGONAL

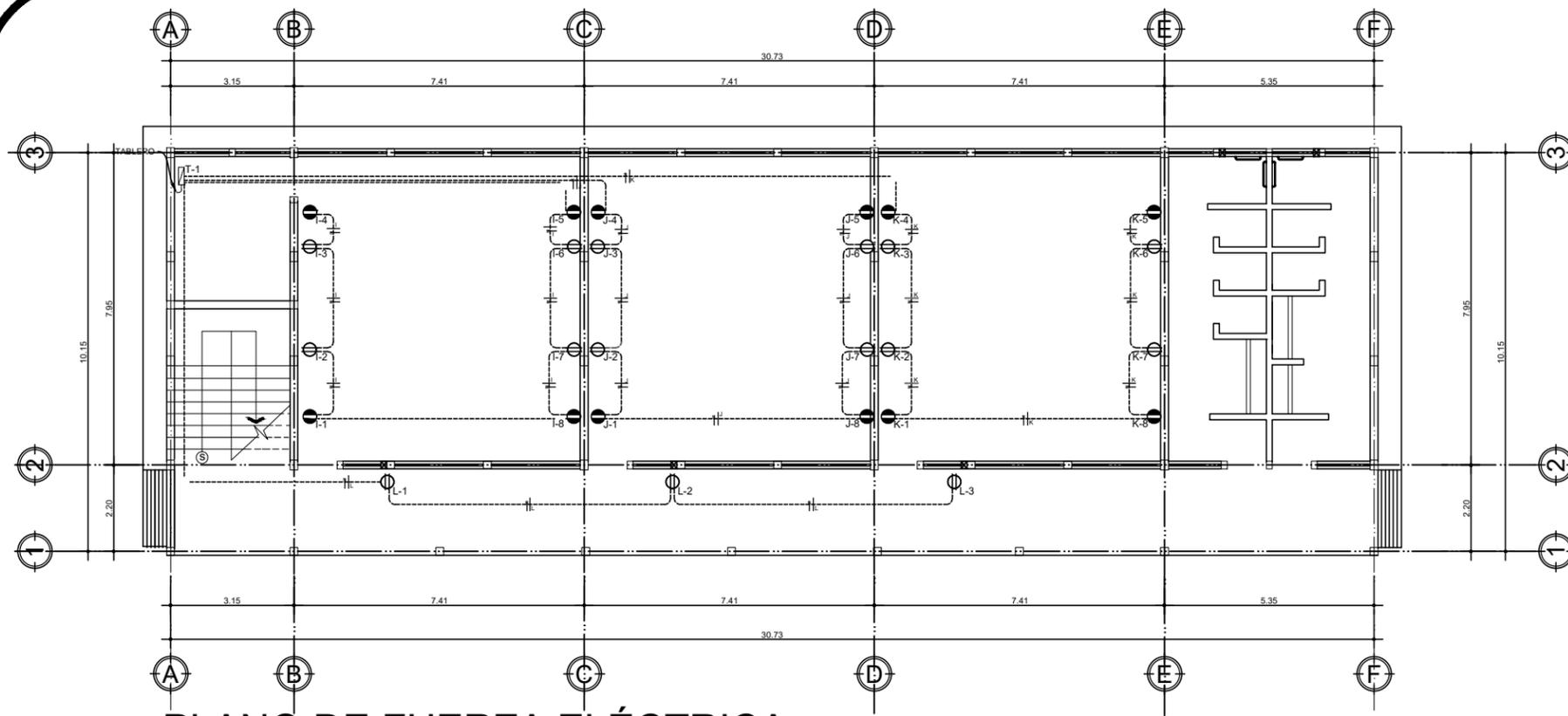


PLANO DE ILUMINACIÓN ELÉCTRICA

AULAS DE PRIMARIA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:75

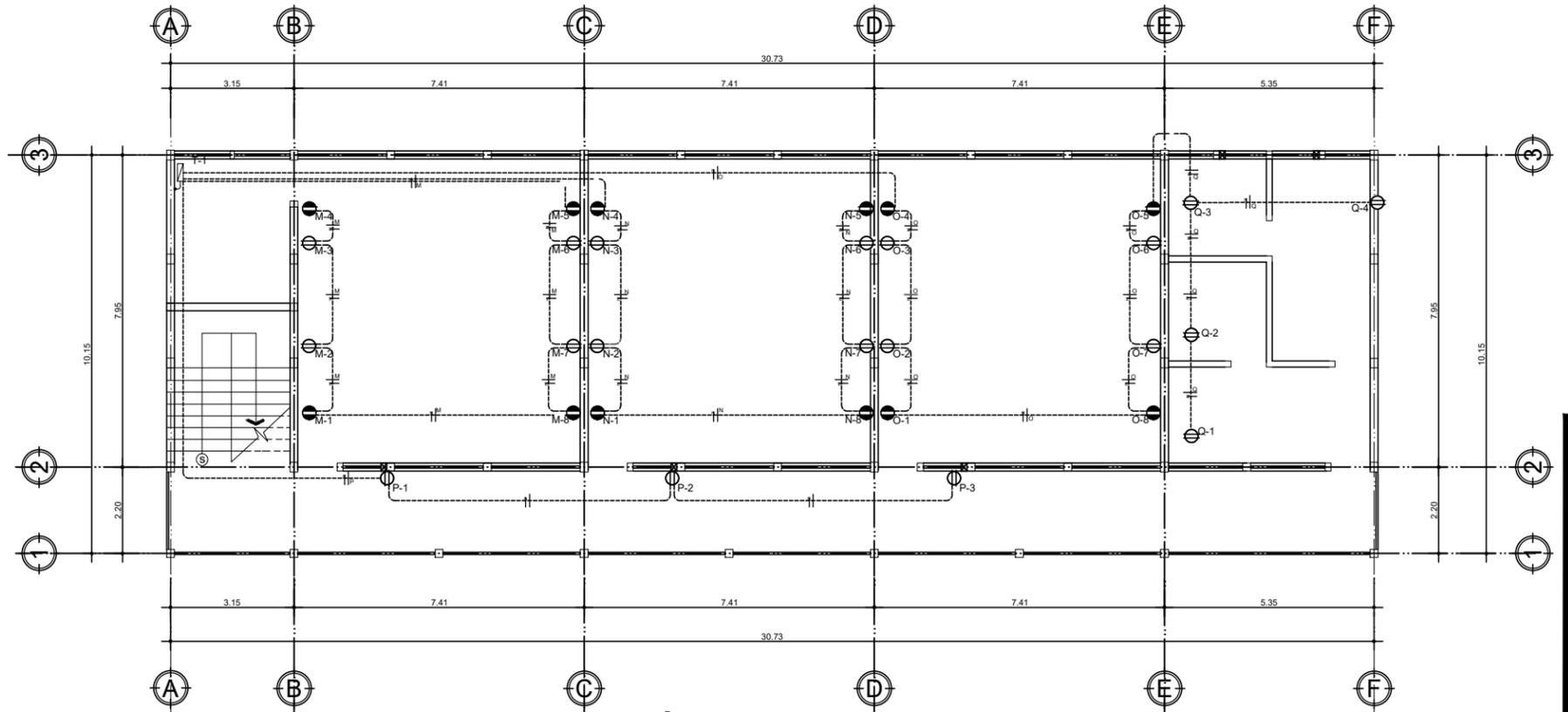
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO				
CONTENIDO INSTALACIÓN ELÉCTRICA (PRIMER NIVEL)				CORRELATIVO 17/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA		DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ CARNET: 201503453		ESCALA INDICADA



PLANO DE FUERZA ELÉCTRICA

AULAS DE PRIMARIA
PRIMER NIVEL

ESCALA 1:75



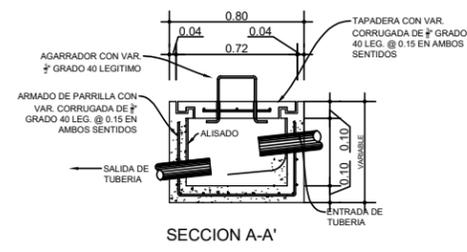
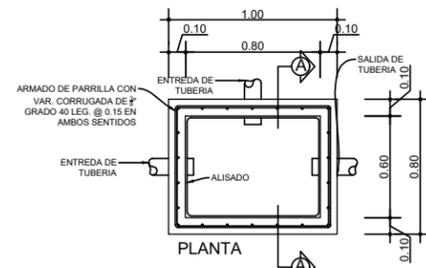
PLANO DE IFUERZA ELÉCTRICA

AULAS DE PRIMARIA
SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:75

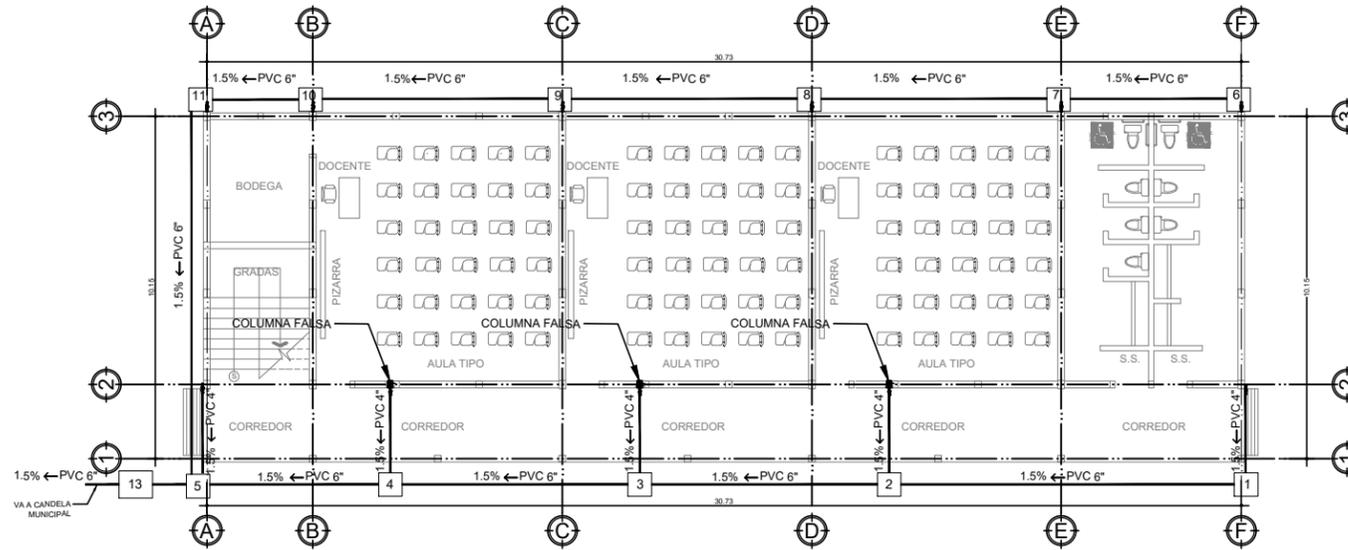
	CONTADOR ELECTRICO		LINEA POSITIVA
	CAJA RH		LINEA NEGATIVA
	TABLERO DE DISTRIBUCION		TOMACORRIENTE DOBLE DE 110V. A 0.30 SNP
	CAJA DE REGISTRO		DUCTO ELECTRICO DENTRO DE MURO O PISO
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V. EN PISO		TOMACORRIENTE SIMPLE DE 110V. A 2.00 SNP
	TOMACORRIENTE 220 V A 0.30 SNP.		TOMACORRIENTE DOBLE DE 110V. A 1.20 SNP

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL		
PROYECTO DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO				
CONTENIDO INSTALACIÓN ELÉCTRICA (SEGUNDO NIVEL)				CORRELATIVO 18/19
ASESOR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA		DISEÑO ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ CARNET: 201503453		ESCALA INDICADA



CAJA DE REGISTRO

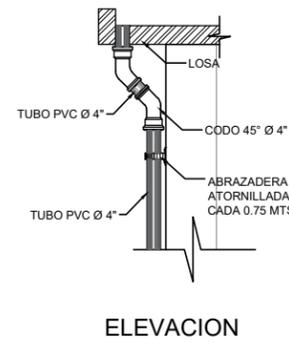
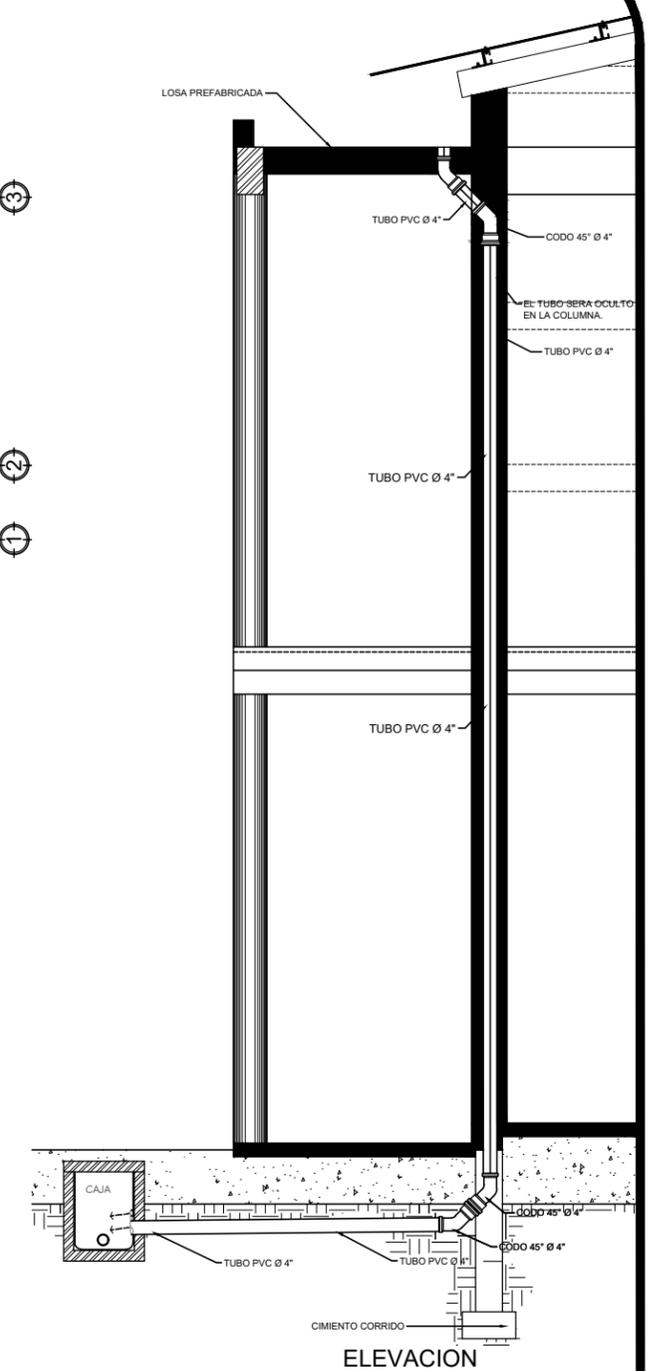
ESCALA 1:20



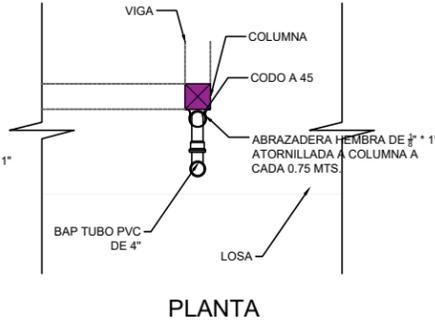
PLANTA DE AGUA PLUVIAL

CONJUNTO

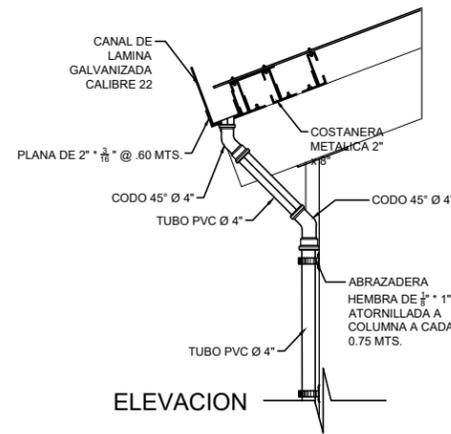
ESCALA 1:100



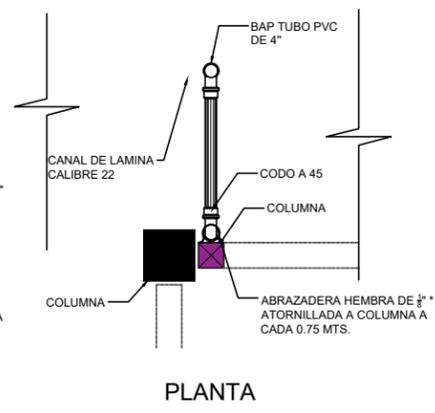
ELEVACION



PLANTA



ELEVACION



PLANTA

DETALLE BAJADA PLUVIAL

AULAS DE PRIMARIA

ESCALA 1:75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
 MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO
 DISEÑO EDIFICIO ESCOLAR PARA ESCUELA OFICIAL
 URBANA PARA NIÑAS 25 DE JUNIO

CONTENIDO
 DETALLE DE INSTALACIONES

CORRELATIVO

ASESOR
 ING. MANUEL ALFREDO
 ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
 ZULEINY GUADALUPE
 RIVERA VÉLIZ
 CARNET: 201503453

ESCALA
 INDICADA

19/19

Apéndice 2. **Planos de sistema de abastecimiento de agua potable**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2017.



EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA(m)
0	1	262°23'46"	60.531
1	2	217°34'32"	78.011
2	3	172°34'48"	36.012
3	4	217°29'59.21"	72.010
4	5	159°10'18"	53.657
5	6	186°35'22"	51.341
6	7	132°45'4.33"	90.644
7	8	158°1'10"	41.940
8	9	198°45'3.32"	34.533
9	10	192°33'9"	55.418
10	11	196°14'00"	49.870
11	12	168°29'40"	54.259
12	13	188°11'20"	76.699
13	14	225°50'39"	35.556
14	15	189°24'26"	70.834
15	16	143°8'42"	129.605
16	17	180°41'0"	71.83
17	18	189°21'03"	139.391
18	19	155°34'34"	54.250
19	20	140°5'25.28"	83.225
20	21	147°38'35.10"	73.104
21	22	128°8'13.55"	84.011
22	23	108°23'14.39"	57.587
23	24	83°44'22.20"	92.308
24	25	87°0'27.07"	184.927
25	26	125°10'22.67"	43.173
26	27	181°41'1.13"	40.846

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	TUBERIA DE AGUA POTABLE PVC
	INDICA NÚMERO DE VIVIENDA
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	INDICA ACOMETIDA
	VALVULA DE PASO
	CHEQUE HORIZONTAL
	CONTADOR
	INDICA TANQUE

NOTA:
 1.-TODA LA TUBERIA SERA DE PVC DE 160 PSI
 2.-PROFUNDIDAD MAXIMA DE TUBERIA: 0.80 m

LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:3,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
 MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
 VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

LINEA DE CONDUCCIÓN GENERAL

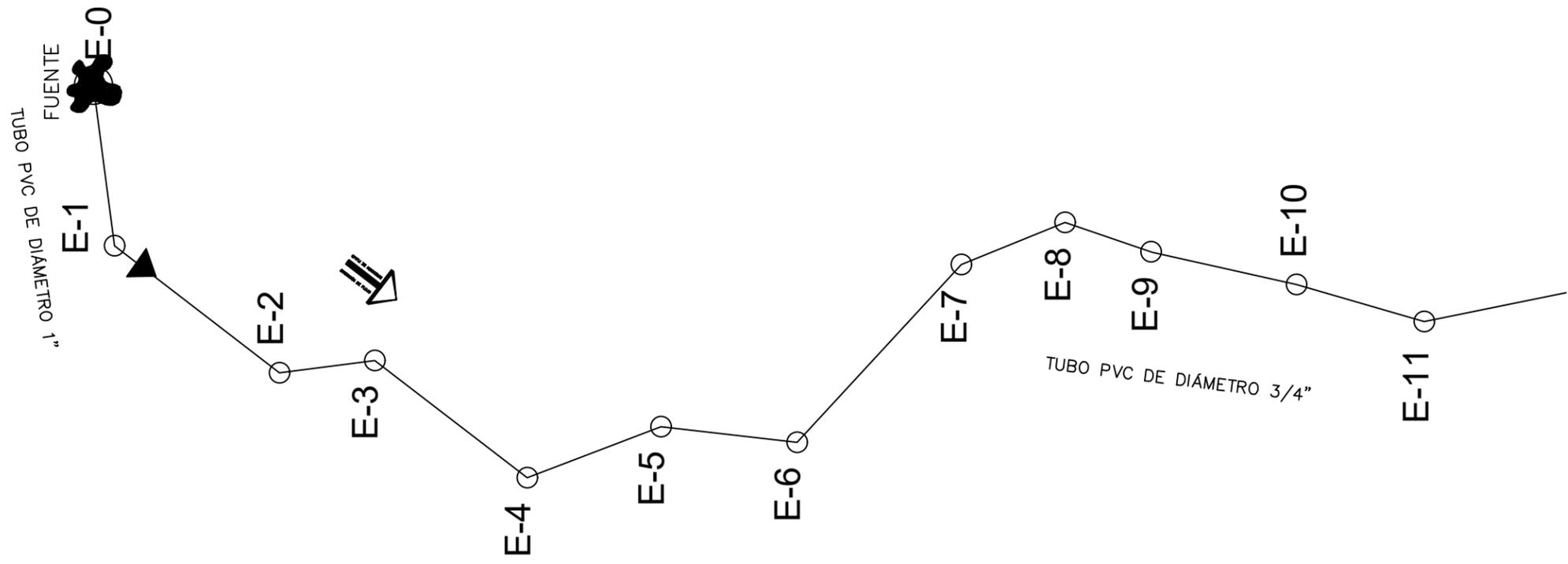
CORRELATIVO

1/8

ASESOR
 ING. MANUEL ALFREDO
 ARRIVILLAGA OCHAETA

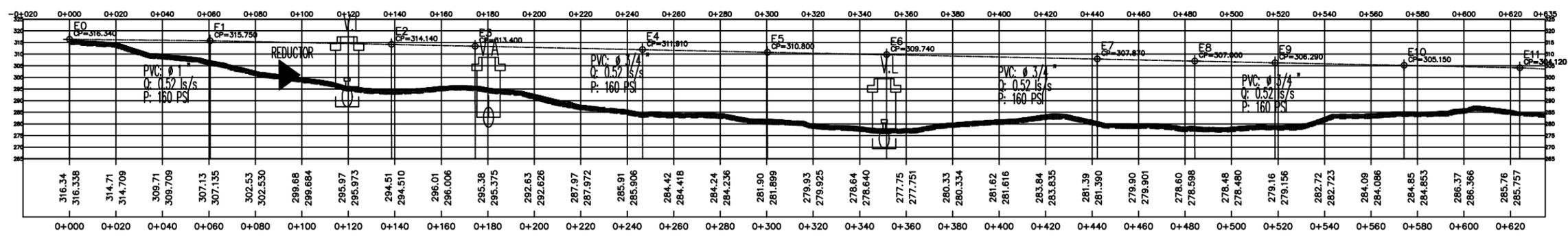
DISEÑO
 ZULEINY GUADALUPE
 RIVERA VÉLIZ

ESCALA
 INDICADA



LINEA DE CONDUCCION DE FUENTE A E11

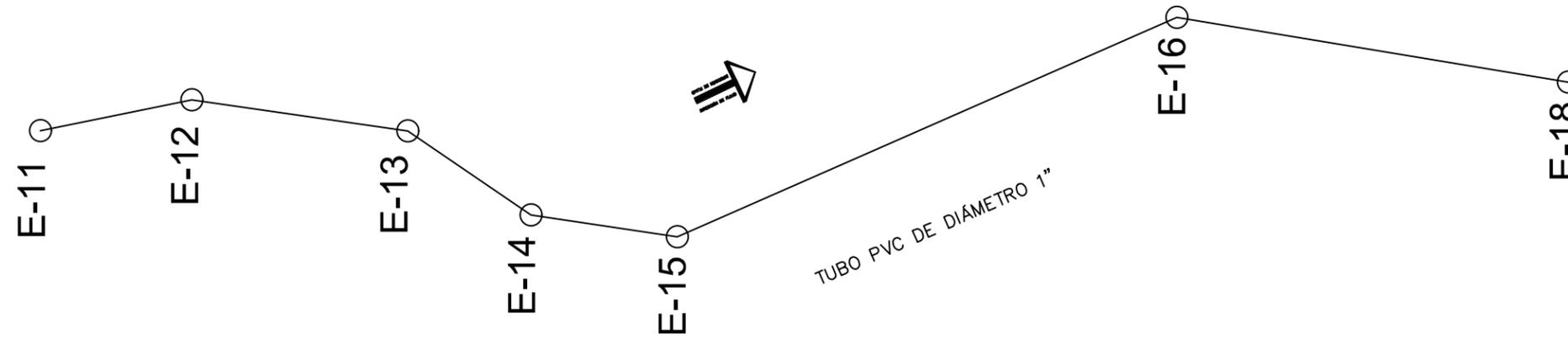
ESCALA 1 :1,000



LINEA DE CONDUCCION DE FUENTE A E11

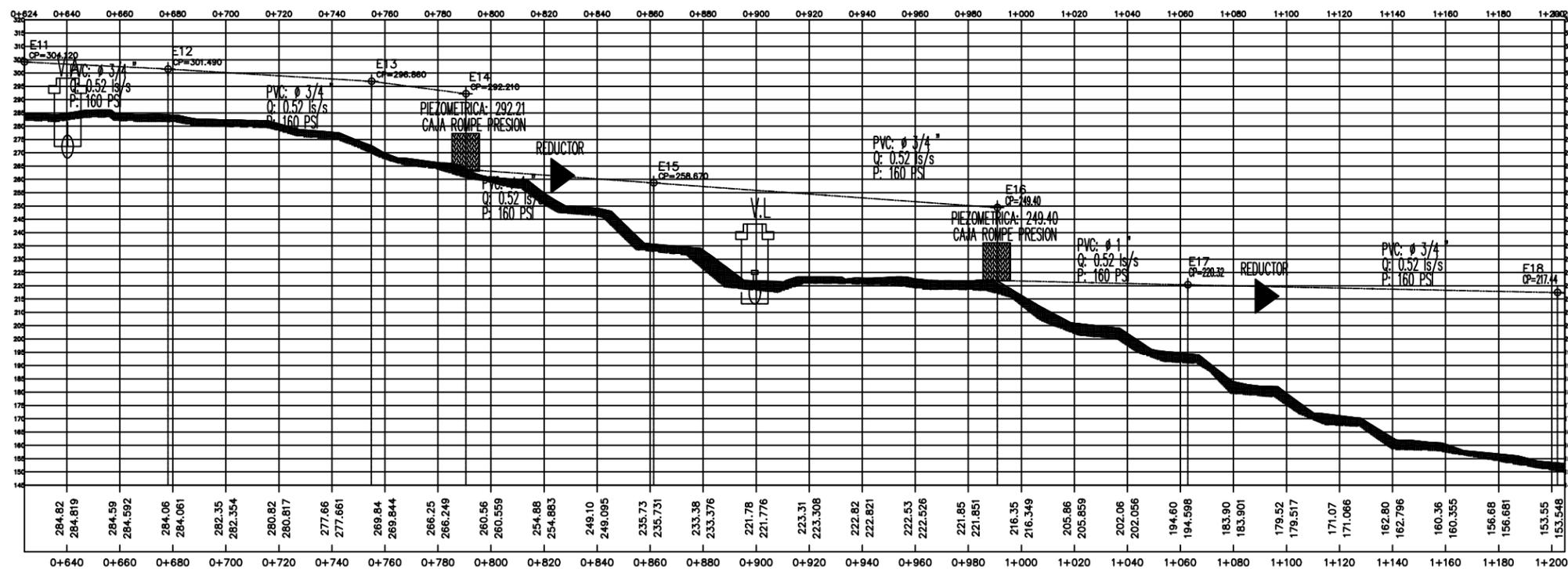
ESCALA H 1 :1,000
ESCALA V 1:500

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL</p>	
<p>CONTENIDO</p> <p>LINEA DE CONDUCCIÓN DE FUENTE A E11</p>	
<p>ASESOR</p> <p>ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA</p>	<p>DISEÑO</p> <p>ZULEINY GUADALUPE RIVERA VÉLIZ</p>
<p>ESCALA</p> <p>INDICADA</p>	
<p>CORRELATIVO</p> <p>2/8</p>	



LINEA DE CONDUCCION DE E11 A E18

ESCALA 1:1,000



LINEA DE CONDUCCION DE E11 A E18

ESCALA H 1:1,000

ESCALA V 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

LINEA DE CONDUCCIÓN DE E11 A E18

CORRELATIVO

3/8

ASESOR

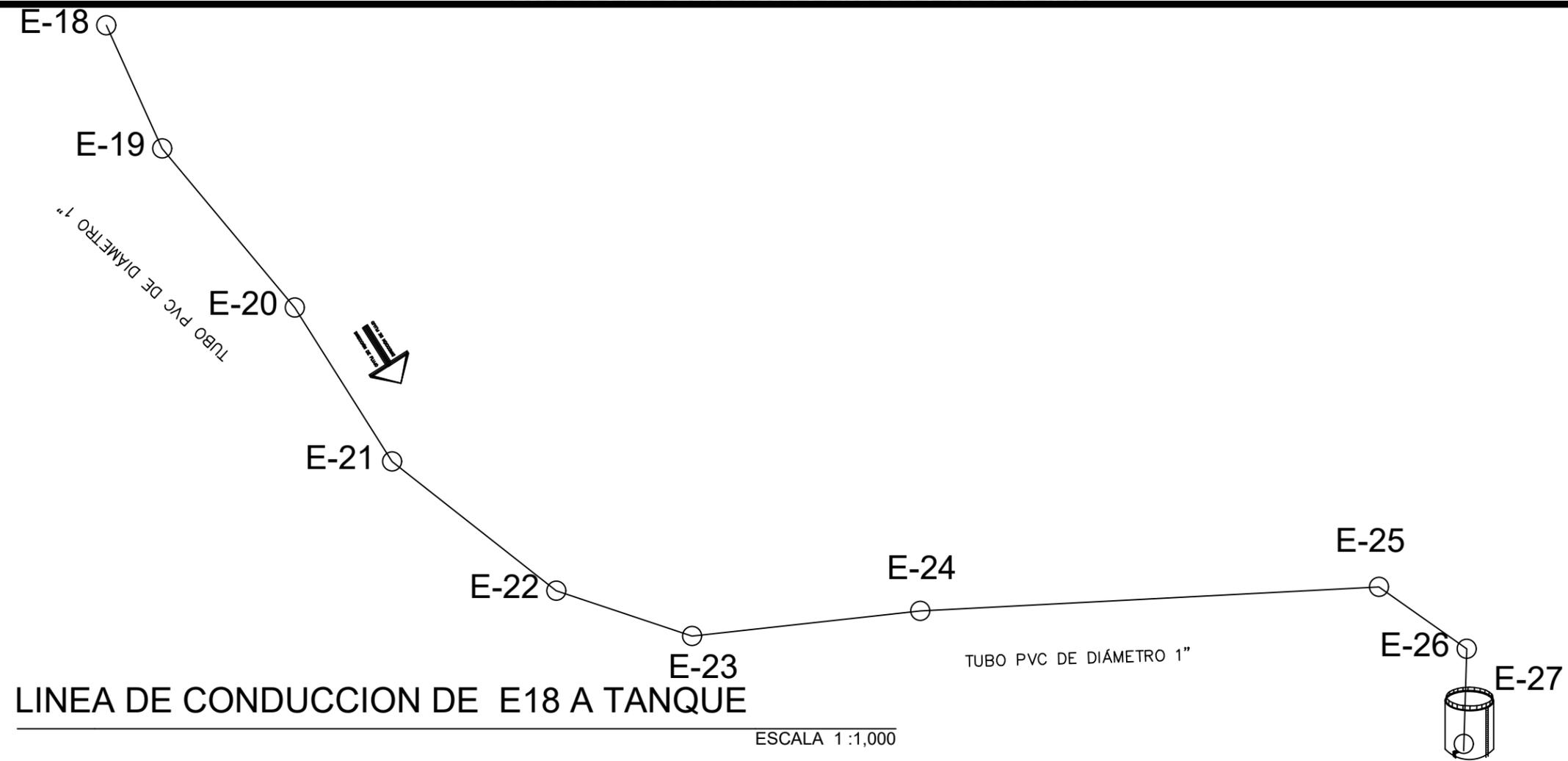
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO

ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

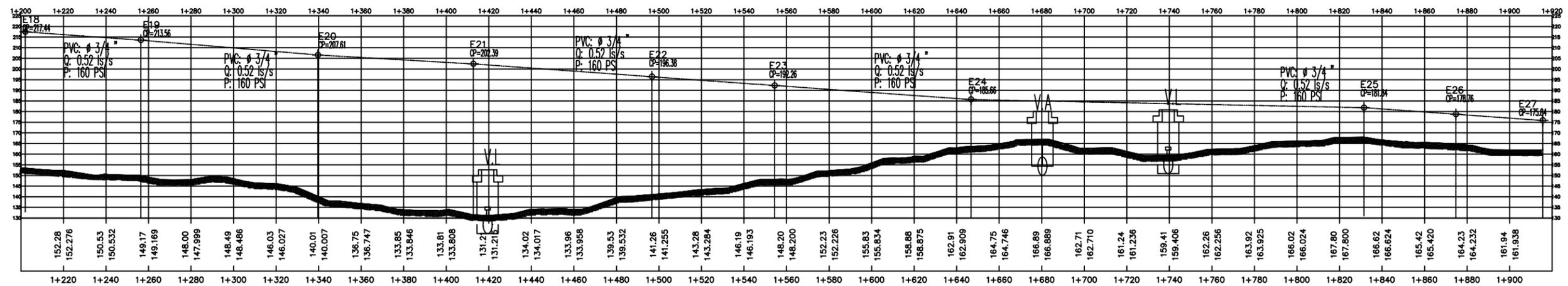
ESCALA

INDICADA



LINEA DE CONDUCCION DE E18 A TANQUE

ESCALA 1 :1,000



LINEA DE CONDUCCION DE E18 A TANQUE

ESCALA H 1 :1,000

ESCALA V 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

LINEA DE CONDUCCIÓN E18 HASTA TANQUE DE DISTRIBUCION

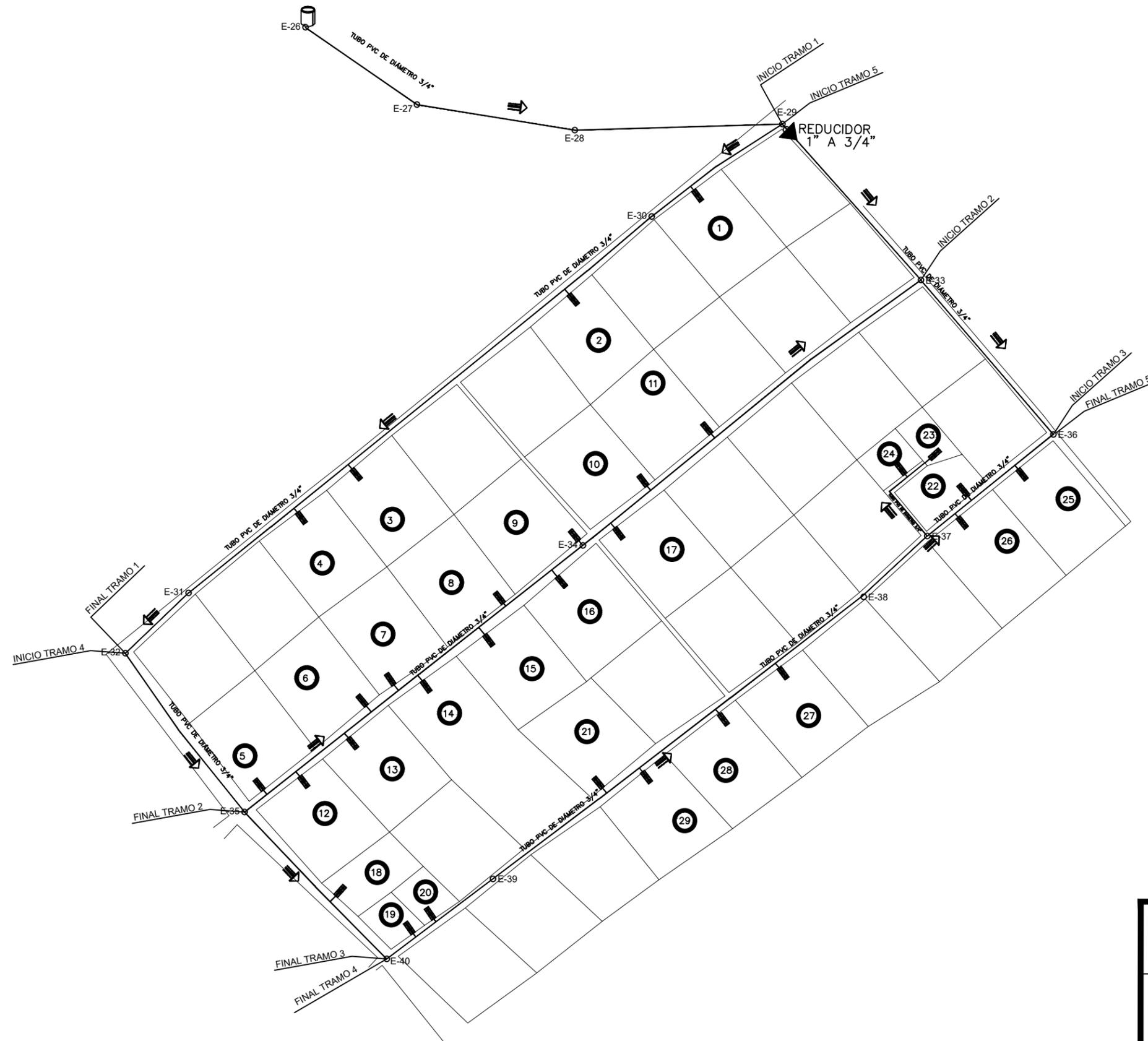
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA
INDICADA

4/8



25 TOTAL VIVIENDAS

SIMBOLOGIA AGUA POTABLE	
	TUBERIA DE AGUA POTABLE PVC
	INDICA NÚMERO DE VIVIENDA
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	INDICA ACOMETIDA
	VALVULA DE PASO
	CHEQUE HORIZONTAL
	CONTADOR
	INDICA TANQUE
NOTA:	
1.-TODA LA TUBERIA SERA DE PVC DE 160 PSI	
2.-PROFUNDIDAD MAXIMA DE TUBERIA: 0.80 m	

LINEA DE CONDUCCION Y DENSIDAD POBLACIONAL

ESCALA 1:1,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

LINEA DE CONDUCCIÓN Y DENSIDAD POBLACIONAL

CORRELATIVO

5/8

ASESOR

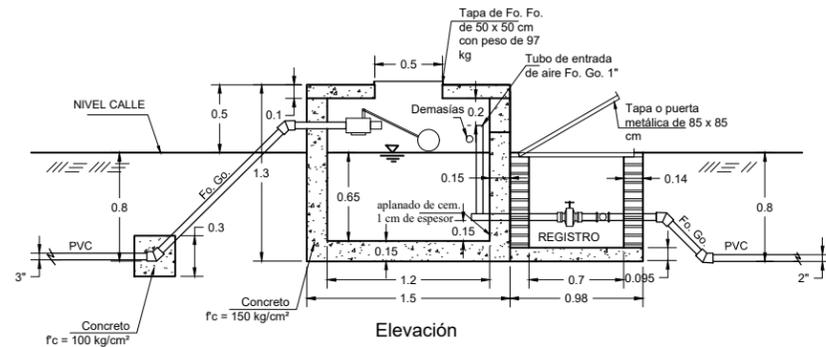
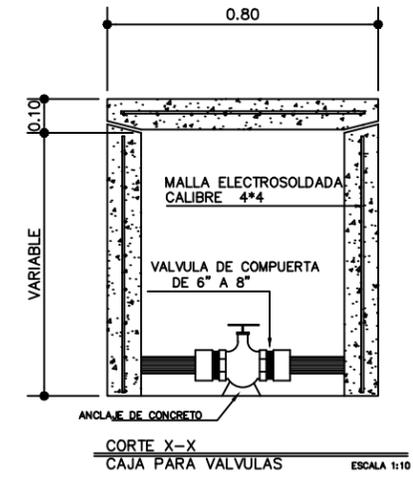
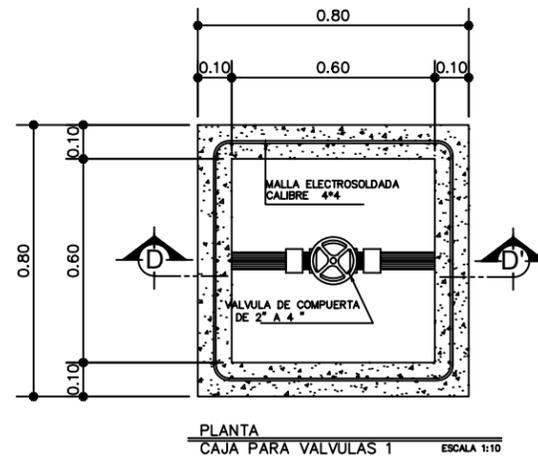
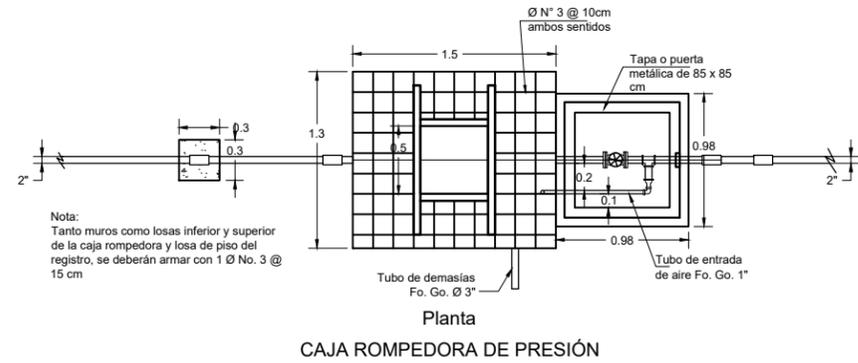
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO

ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA

INDICADA

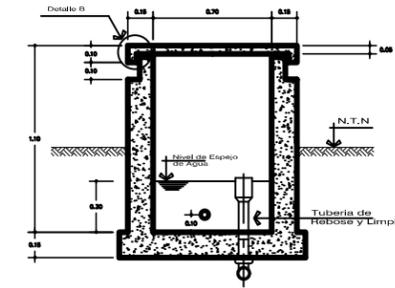


DETALLE CAJA DE VALVULAS

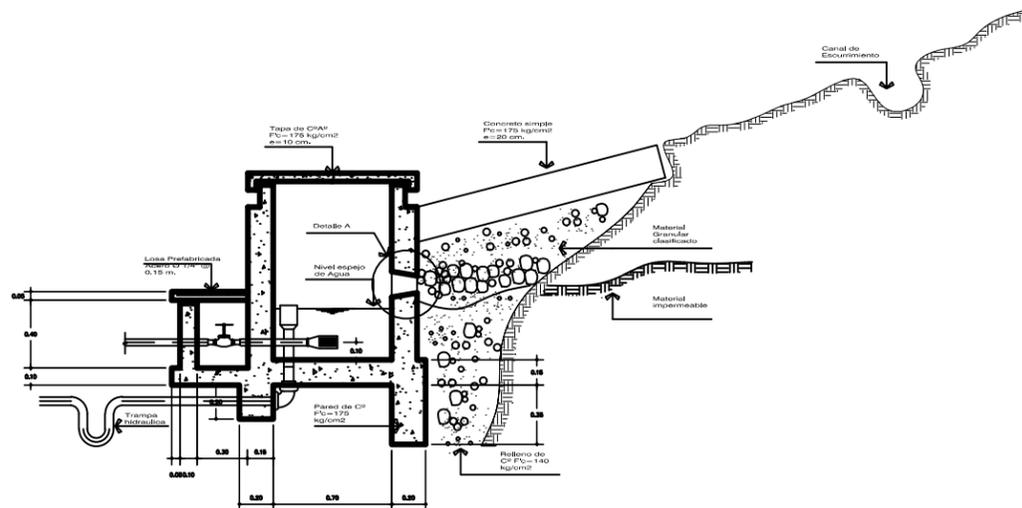
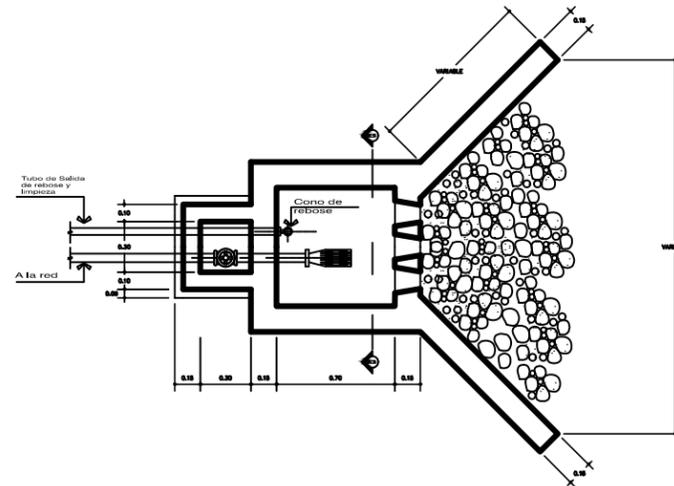
ESCALA 1:10

DETALLE CAJA ROMPE PRESION

ESCALA 1:25



DETALLE ANCLAJE ESC. 1:20



DETALLE CAPTACION

ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

DETALLES ESTRUCTURALES

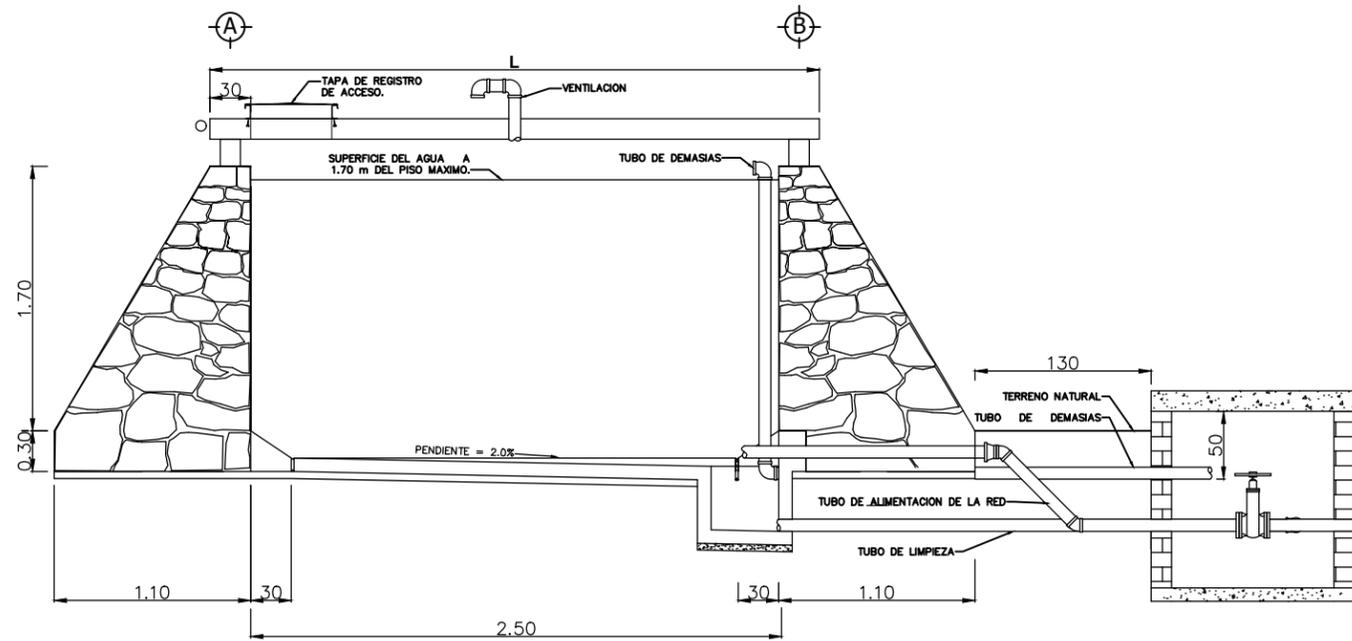
CORRELATIVO

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

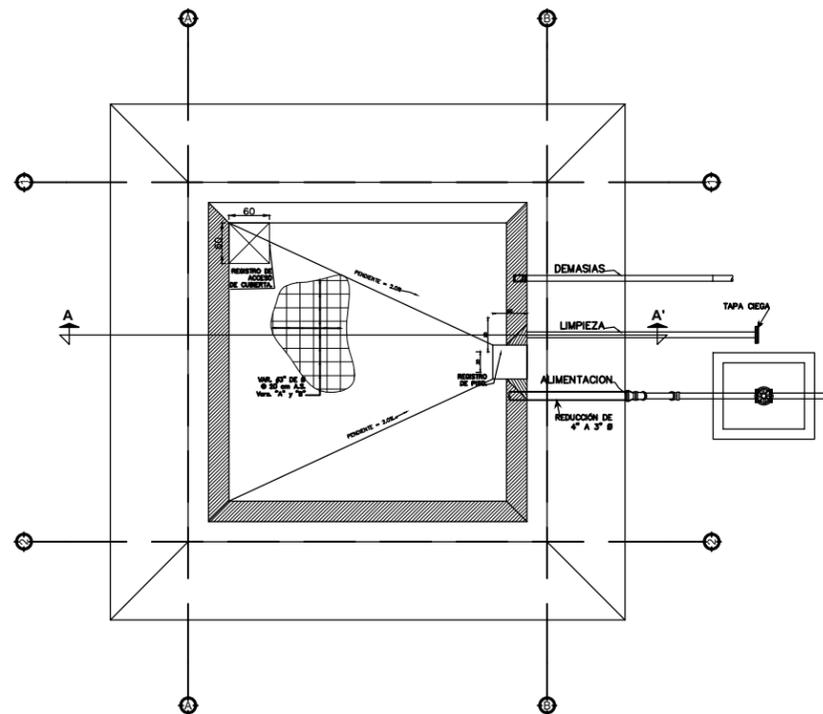
DISEÑO
ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA
INDICADA

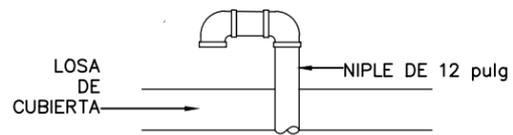
7/8



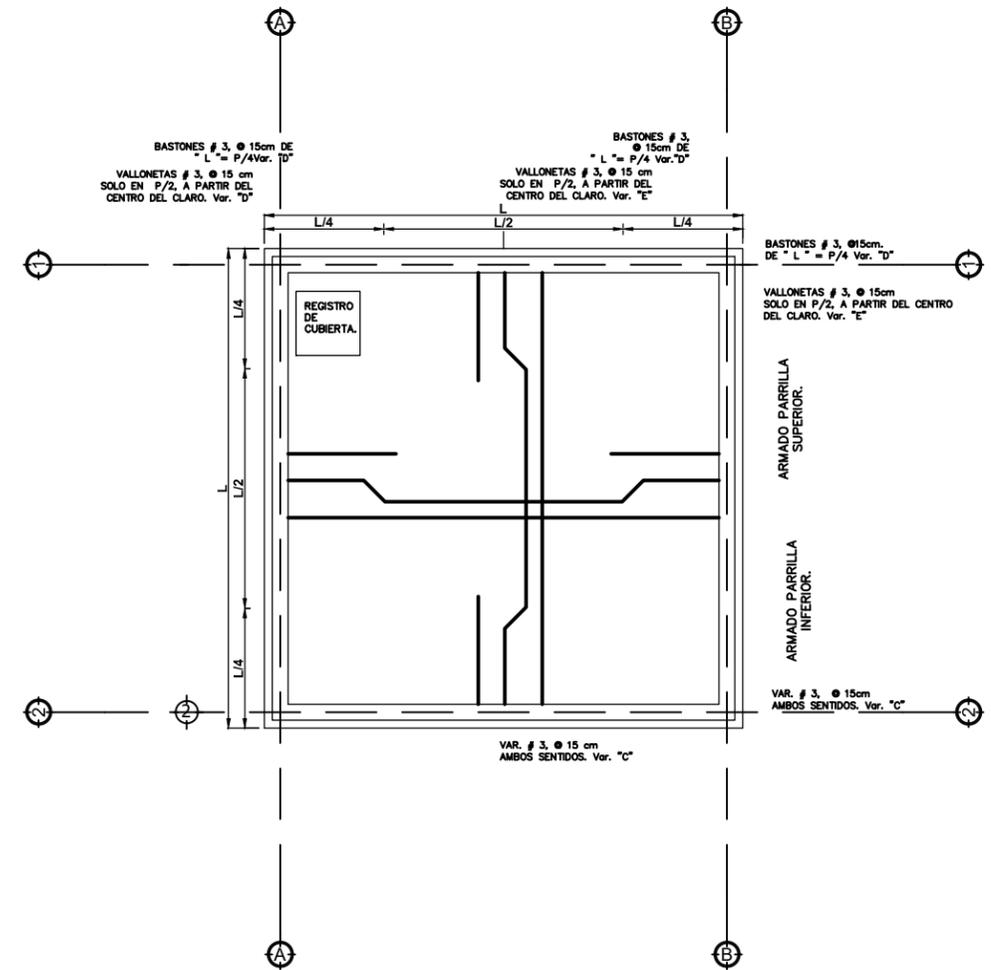
CORTE A-A' ESC. 1:25



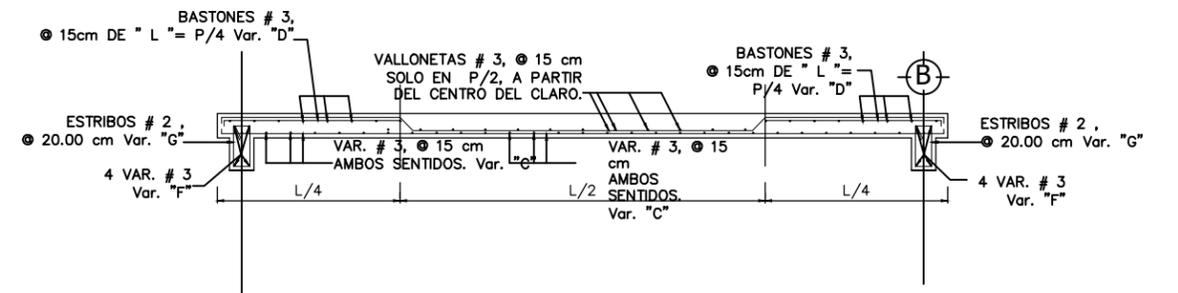
PLANTA TANQUE ALMACENAMIENTO ESC. 1:50



DETALLE VENTILACION ESC. 1:25



DETALLE LOSA TANQUE ESC. 1:25



DETALLE TAPADERA SIN ESCALA

DETALLE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
MUNICIPALIDAD DE MORALES, IZABAL



PROYECTO

DISEÑO AGUA POTABLE PARA ALDEA
VISTA HERMOSA, MORALES, IZABAL

CONTENIDO

DETALLE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

CORRELATIVO

ASESOR

ING. MANUEL ALFREDO
ARRIVILLAGA OCHAETA

DISEÑO

ZULEINY GUADALUPE
RIVERA VÉLIZ

ESCALA

INDICADA

8/8

ANEXOS

Anexo 1. Ensayo de compresión triaxial, para edificio escolar



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



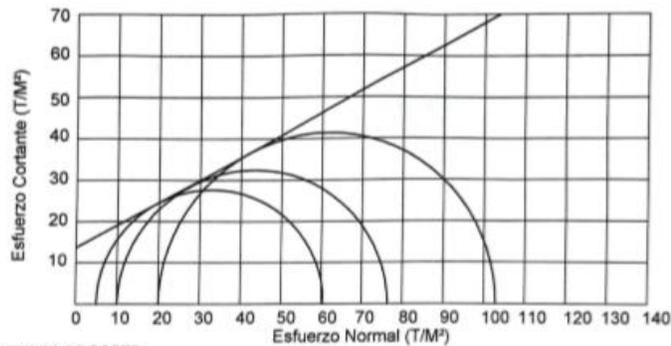
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 226 S.S.A.

O.T.: 39,736

INTERESADO: Zuleiny Guadalupe Rivera Véliz
PROYECTO: EPS "Diseño de edificio de dos niveles para la escuela oficial urbana para niñas 25 de junio en barrio La Cancha, Morales, Izabal"
UBICACIÓN: Municipio de Morales, Izabal
FECHA: martes, 21 de mayo de 2019
MUESTRA: 1 PROFUNDIDAD: 1.50 m



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 28.50^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 13.79 \text{ Ton/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arena con presencia de limo color beige de cementación fuerte
DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

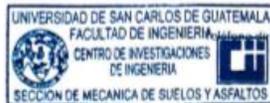
PROBETA No.	1	2	3
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m ²)	55.47	66.44	82.87
PRESIÓN INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA E_r (%)	1.5	1.5	1.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.08	1.08	1.08
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.43	1.43	1.43
HUMEDAD (%H)	32.34	32.34	32.34

Atentamente,

Omar Enrique Mediano Méndez
Ing. Omar Enrique Mediano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos y Asfaltos

Visa.

Edwin Jpsue Ixpatá Reyes
Ing. Edwin Jpsue Ixpatá Reyes
DIRECTOR CII/USAC



FACULTAD DE INGENIERÍA – USAC
edificio Emilio Beltránena, Ciudad Universitaria zona 12
teléfono 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 2. Análisis físicoquímico, para sistema de agua potable



BIOLAB, S.A.
 30. Calle 17-50, Colonia Santa Rosa II
 PBX: (502) 2506-3131
 Email: resultados.referencia@biolab.com.gt

Muestra: **AGUA / NACIMIENTO**
 Empresa: **MUNICIPALIDAD DE MORALES**
 Recepción de muestra: **31/05/2019 09:07**
 Nota :

Número de protocolo : **28637** (Protocolo firmado)

Informe de Resultado

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Fecha y hora de muestreo:	30/05/2019 09:30 horas
Responsable del muestreo:	Guadalupe Rivera (cliente)
Tipo de muestra:	AGUA
Fecha y hora de procesamiento:	31/05/2019 10:00 horas

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

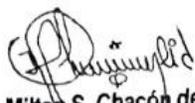
Protocolo: 28637	Agua de nacimiento		
Análisis	Resultados	Especificaciones ¹	Metodología
Coliformes Totales*	18 NMP/ 100 ml	No detectable / 100mL	SM 9221 B
<i>Escherichia coli</i> *	No detectable / 100 ml	No detectable / 100 mL	SM 9221 F

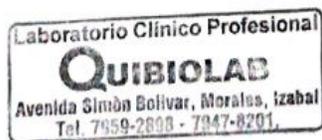
NMP Número más probable en 100 mililitros

ESPECIFICACIÓN según COGUANOR 29001 Agua Potable Especificaciones. 2010.

Método de análisis: COGUANOR y Standard Methods (SM) for the Examination of Water and Wastewater. 23th Ed. APHA USA. 2017.

*Análisis Acreditados ISO/IEC 17025:2005 OGA-LE-044-11.


Lic. Milton S. Chacón del Cid
 Químico Biólogo
 Colegiado 1.965



Fuente: Laboratorio Clínico Profesional QUIBIOLAB.

Anexo 3. Análisis bacteriológico, para sistema de agua potable

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

Agua de nacimiento				
Protocolo: 28637				
Análisis ¹	Resultados	Límite Máximo Aceptable ¹	Límite Máximo Permisible ¹	Metodología
ANÁLISIS FÍSICO DE AGUA				
Color	0.0 U	5 U	35 U	Aquaquant 1.14421
Olor	No Rechazable	No Rechazable	No rechazable	Sensorial
Turbiedad	2.18 NTU	5.0 NTU	15.0 NTU	EPA 180.1
ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUA				
Calcio	43.0 mg/L	75.0 mg/L	150.0 mg/L	Spectroquant 1.14815
Cloro residual libre	0.04 mg/L	0.5 mg/L	1.0 mg/L	HACH 8021
Cloruro	13.1 mg/L	100.0 mg/L	250.0 mg/L	Spectroquant 1.00509
Conductividad eléctrica	125.6 µS/cm	750.0 µS/cm	1500.0 µS/cm	hoLabLevel 3
Dureza total (CaCO ₃)	88.4 mg/L	100.0 mg/L	500.0 mg/L	HACH 2471100
Hierro	0.04 mg/L	0.3 mg/L	---	Spectroquant 1.14761
Magnesio	16.2 mg/L	50.0 mg/L	100.0 mg/L	Spectroquant 1.00815
Manganeso	0.045 mg/L	0.1 mg/L	0.4 mg/L	Spectroquant 1.14770
Nitratos	3.3 mg/L	---	50.0 mg/L	HACH 8039
Nitritos	Menor de 0.01 mg/L	---	3.0 mg/L	Spectroquant 1.14776
Potencial de Hidrógeno (pH)	6.81	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	hoLabLevel 3
Sólidos totales disueltos	126.0 mg/L	500.0 mg/L	1000.0 mg/L	hoLabLevel 3
Sulfatos	Menor de 5.0 mg/L	100.0 mg/L	250.0 mg/L	Spectroquant 1.14781

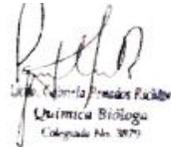
¹Especificaciones según COGUANOR 29001 AGUA POTABLE Especificaciones 2010.

METODO DE ANALISIS: COGUANOR y Standard Methods (SM) for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association. 23 ed. USA 2017.

LÍMITE MÁXIMO ACEPTABLE: valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas características son permisibles por los consumidores desde el punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE: valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para consumo humano.


Licda. Carmen Barahona de Peralta
Química Bióloga
Colegiada No. 5822


Lic. Milton S. Chacón del Cid
Químico Biólogo
Colegiado No. 3870

Este Resultado se refiere únicamente a la muestra analizada.
El informe de ensayo no debe ser reproducido total o parcialmente, sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Laboratorio Clínico Profesional
QUIBIOLAB
Avenida Simón Bolívar, Morales, Izabal
Tel. 7959-2898 - 7947-8201


Lic. Milton S. Chacón del Cid
Químico Biólogo
Colegiado 1.965

Fuente: Laboratorio Clínico Profesional QUIBIOLAB.

Anexo 4. **Cargas de servicio de losa prefabricada según fabricante
Monolit, S.A.**

TABLA DE CARGAS DE SERVICIO									
Carga viva admisible (kg/m ²)									
Con bovedilla de pómez					Con bovedilla Monoport				
Luz libre (metros)	MP-15-45	MP-20-45	MP-25-45	MP-27-45	Luz libre (metros)	MP-15-45	MP-20-45	MP-25-45	MP-27-45
1.00					1.00				
1.20					1.20				
1.40					1.40				
1.60					1.60				
1.80					1.80				
2.00	1851				2.00	1918			
2.20	1653				2.20	1720			
2.40	1488				2.40	1555			
2.60	1348				2.60	1415			
2.80	1229	1859			2.80	1296	1926		
3.00	1108	1692			3.00	1175	1759		
3.20	935	1445			3.20	1002	1509		
3.40	790	1235	1695		3.40	857	1302	1762	
3.60	670	1062	1468	1604	3.60	737	1129	1535	1671
3.80	567	915	1277	1395	3.80	635	982	1344	1462
4.00	480	790	1113	1215	4.00	547	857	1180	1282
4.20	405	682	972	1061	4.20	472	749	1039	1128
4.40	340	589	850	928	4.40	407	656	917	995
4.60	284	507	744	811	4.60	351	574	811	878
4.80	234	435	650	710	4.80	301	502	717	777
5.00	190	372	568	620	5.00	257	439	635	687
5.20	151	316	495	540	5.20	218	383	562	607
5.40		266	430	468	5.40		333	497	535
5.60		221	371	404	5.60		288	438	471
5.80		182	319	347	5.80		248	386	414
6.00		145	272	295	6.00		212	339	362
6.20			229	248	6.20			296	315
6.40				206	6.40				273
6.60				168	6.60				235
6.80				132	6.80				199
7.00				100	7.00				167

Fuente: Monolit, S.A.

Anexo 5. Cargas de techo metálico

Propiedades de la Sección						
Calibre	Peso Lineal	Peso/área instalada	Ix (Sup)	Se (Sup)	Ix (Inf)	Se (Inf)
	kg/ml	kg/m ²	cm ⁴ /m	cm ⁴ /m	cm ³ /m	cm ³ /m
28	3.96	3.96	7.03	2.83	4.92	2.73
26	4.69	4.69	9.54	3.95	6.44	3.56
24	5.42	5.42	11.98	5.05	7.91	4.39

MEDIDAS DE COSTANERA											
PERALTE (A) plg	BASE (B) plg	COSTANERA NEGRA						COSTANERA GALVANIZADA			
		1.00 mm	1.20 mm	1.30 mm	1.40 mm	1.50 mm	1.80 mm	0.90 mm	1.20 mm	1.40 mm	1.50 mm
2	1 1/2	-	C	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1 1/2	C	C	-	C	C	-	-	C	-	C
4	1 1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	2	C	C	C	C	C	-	C	C	C	C
4	2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
5	2	-	C	-	C	C	-	-	-	-	C
6	2	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
7	2	-	C	-	C	C	-	-	-	-	C
8	2	-	C	-	C	C	C	-	-	-	C

Fuente: GRUPO FERROMAX.

