

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES CASERÍO EL
CUNTIC Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA,
CHIMALTENANGO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELISA CRISTINA CASTILLO SIPAQUE

ASESORADA POR ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2004

DL
08
T(5741)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES CASERÍO EL
CUNTIC Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA,
CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 29 de enero de 2004



Elisa Cristina Castillo Sipaque



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.227.2,004

Guatemala, 14 de mayo del 2,004

Señor
Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

De la manera más atenta y por este medio, informo a usted que, como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S.) del estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **ELISA CRISTINA CASTILLO SIPAQUE**; procedí a revisar el Informe Final de la Práctica de EPS, cuyo título es: **DISEÑO DE EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES, CASERIO EL CUNTIC Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

Cabe mencionar que, las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los muchos problemas de la situación que actualmente padece nuestro País; beneficiando así, a los pobladores del **Caserío El Cuntic y Aldea Las Lomas.**

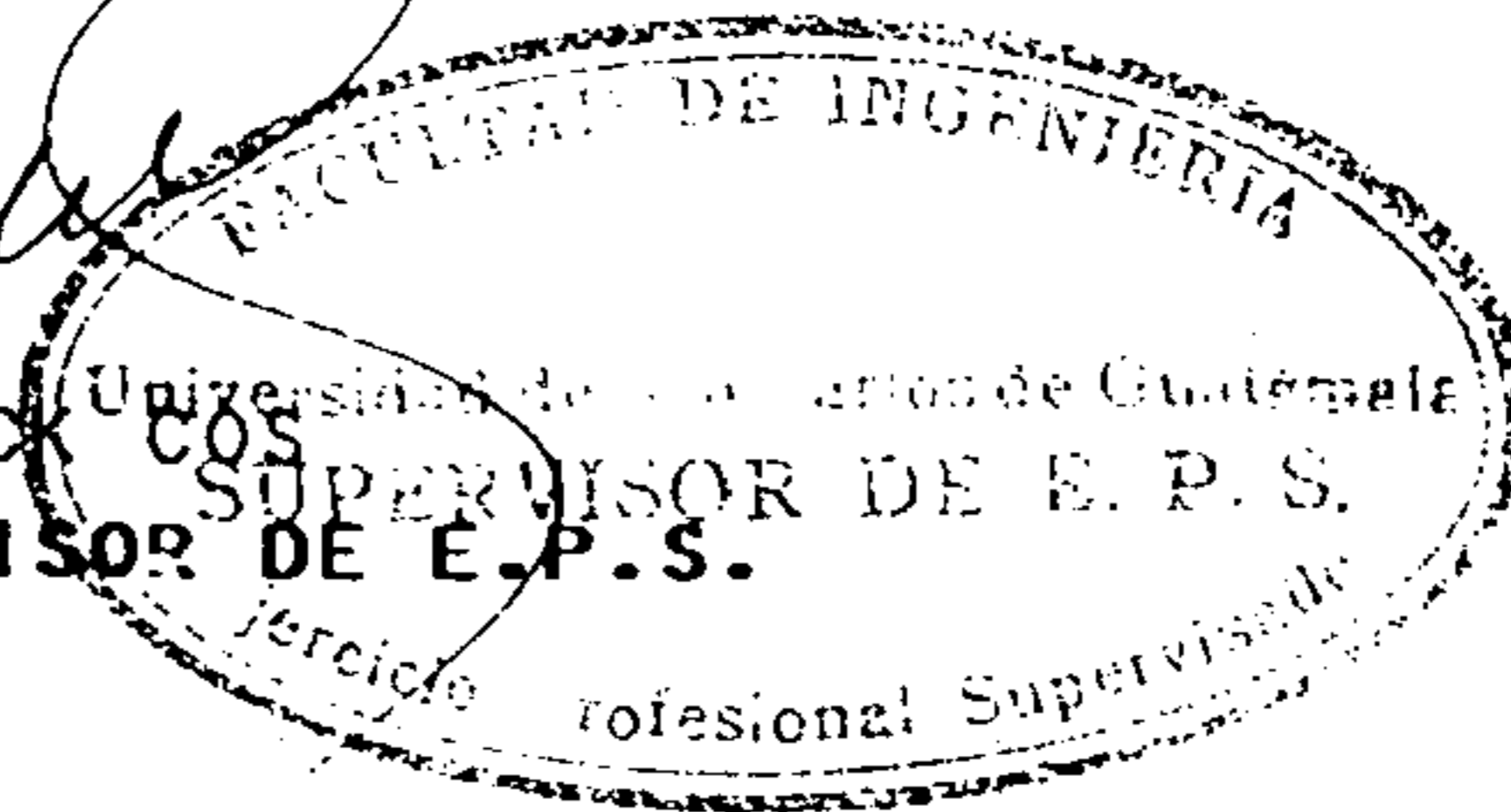
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCOS
ASESOR-SUPERVISOR DE E.P.S.
CIVIL



LGG/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C. 287.2,004

Guatemala, 17 de mayo del 2,004

Señor
Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Atentamente y por este medio, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **DISEÑO DE EDIFICACION ESCOLAR DE DOS NIVELES, CASERIO EL CUNTIC Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

Este trabajo, lo desarrolló la señorita estudiante **ELISA CRISTINA CASTILLO SIPAQUE**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ingeniero **Juan Merck Cos.**

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo; y existiendo **la APROBACION DEL MISMO**, por parte del Asesor y Supervisor, **ESTA COORDINACION TAMBIEN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Muy Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA
COORDINADOR DE E.P.S.
Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR DE E.P.S.

LGG/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: INFORME FINAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

GUATEMALA 21 DE MAYO 2004

INGENIERO
CARLOS SALVADOR GORDILLO
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ING. GORDILLO:

LE INFORMO QUE HE REVISADO EL TRABAJO DE GRADUACIÓN **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES, CASERÍO EL CUNTIC Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO,** DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE DE INGENIERÍA CIVIL, **ELISA CRISTINA CASTILLO SIPAQUE**, QUIEN CONTÓ CON LA ASESORÍA DEL ING. JUAN MERCK COS.

CONSIDERO ESTE TRABAJO BIEN DESARROLLADO. REPRESENTA UN APORTE DE LA ESTUDIANTE PARA LAS COMUNIDADES DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO Y PONE AL ALCANCE DEL LECTOR, LA DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS.

HABIENDO CUMPLIDO CON LOS OBJETIVOS DEL REFERIDO TRABAJO, DOY MI APROBACIÓN AL MISMO, SOLICITÁNDOLE DARLE EL TRÁMITE RESPECTIVO.

ATENTAMENTE,

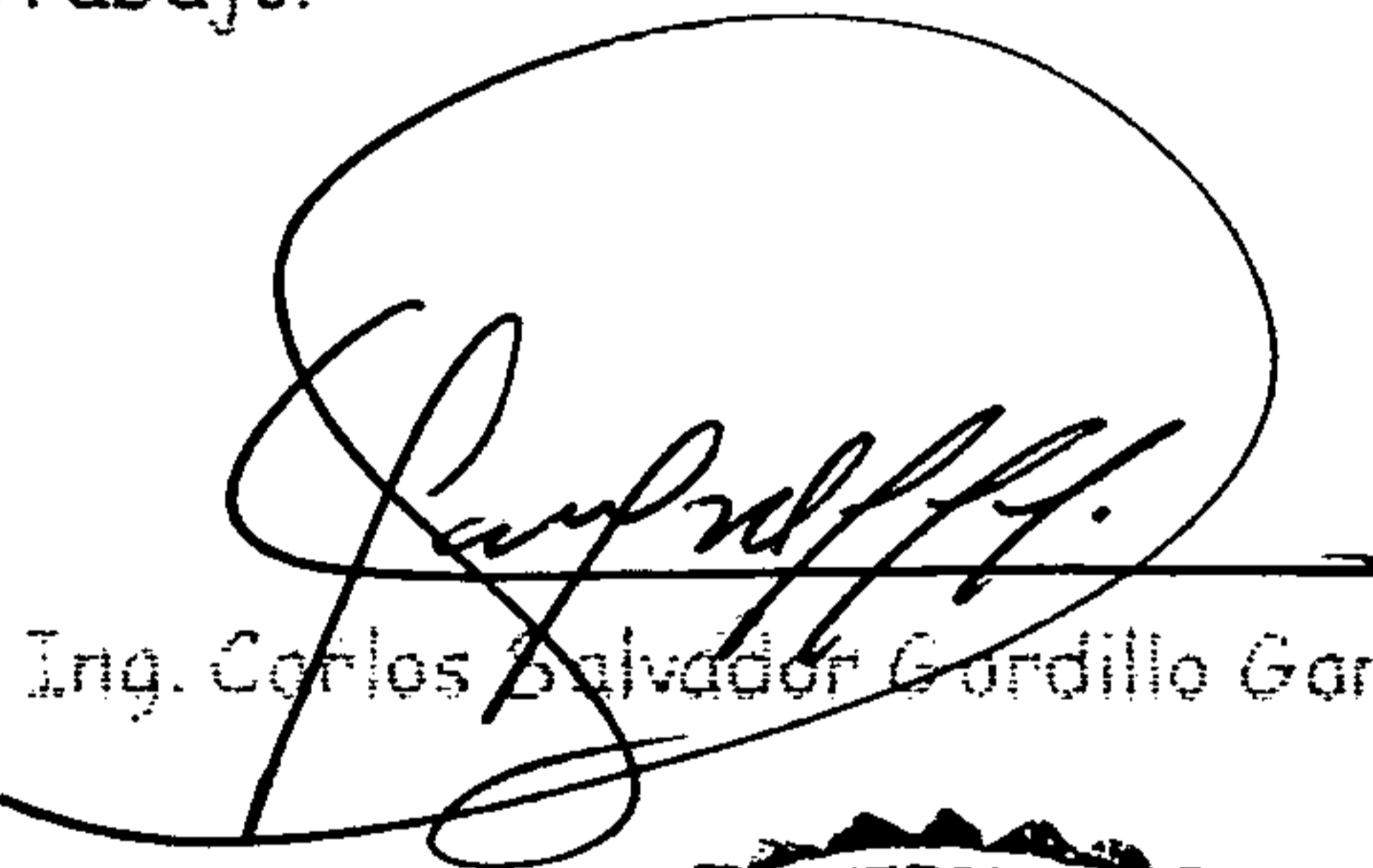


ING. FRANCISCO RUIZ CRUZ
REVISOR



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante Elisa Cristina Castillo Sipaque, titulado DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES CASERÍO EL CUNTIC Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, junio de 2004.

/bbdeb.

Ref. DTG.204-004

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE EDIFICACIÓN ESCOLAR DE DOS NIVELES CASERÍO EL CUNTIC Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA LAS LOMAS, MUNICIPIO DE ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, presentado por la estudiante universitaria **Elisa Cristina Castillo Sipaque**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano en Funciones

Guatemala, junio de 2,004



/cdes

AGRADECIMIENTOS A

**DIOS Y
MARÍA AUXILIADORA**

Por todo

MI MADRE

Por tanto

MI PADRE

Por creer en mí.

MIS MAESTROS

Por compartir sus conocimientos y enseñanzas

**LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Por abrir mi mente a nuevos horizontes.

**LA MUNICIPALIDAD DE
ZARAGOZA**

Por la colaboración y apoyo brindado durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado.

A ING. JUAN MERCK

Por la asesoría en la elaboración del presente trabajo de graduación.

Todas las personas que de alguna manera colaboraron en mi formación profesional y personal.

ACTO QUE DEDICO

A mi madre

María Luisa Esperanza viuda de Castillo

A la memoria de mi padre

Eduardo Castillo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos del caserío El Cuntic y de la aldea Las Lomas	1
1.1.1. Descripción del lugar	1
1.1.2. Ubicación	1
1.1.3. Localización	1
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Población e idioma	2
1.1.6. Actividad económica	2
1.1.7. Suelo y topografía	3
1.1.8. Ecología	3
1.1.9. Vías de acceso	3
1.1.10. Servicios públicos	4
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares en estudio.	4
1.2.1. Descripción de las necesidades	4
1.2.2. Priorización de las necesidades	5

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1.	Diseño de la edificación escolar de dos niveles	7
2.1.1.	Investigación preliminar	7
2.1.1.1.	Antecedentes	7
2.1.1.2.	Reconocimiento del terreno	8
2.1.1.3.	Capacidad de alumnos	8
2.1.1.3.1.	Aula teórica	8
2.1.1.4.	Sistema estructural	9
2.1.2.	Distribución arquitectónica	9
2.1.2.1.	Prediseño del edificio	10
2.1.2.2.	Predimensionamiento de los elementos	10
2.1.2.2.1.	Columnas	10
2.1.2.2.2.	Vigas	11
2.1.3.	Cargas aplicadas a los marcos rígidos	11
2.1.3.1.	Cálculo del peso por nivel	11
2.1.3.2.	Cálculo del corte basal	13
2.1.3.2.1.	Fuerzas por nivel	14
2.1.3.2.2.	Fuerzas por marco	16
2.1.3.2.3.	Fuerza del marco por torsión	18
2.1.3.3.	Integración de cargas	21
2.1.4.	Análisis de los marcos rígidos por el método de Kani	23
2.1.4.1.	Resumen general del método de Kani	24
2.1.4.2.	Análisis de la carga muerta en el sentido y	26
2.1.4.3.	Resultados de los análisis de Kani	
	marco rígido típico sentido y	28
2.1.5.	Envolvente de momentos	29
2.1.5.1.	Balance de momentos	29
2.1.5.2.	Cálculo del momento positivo de las vigas	30

2.1.5.3.	Cálculo de cortes	31
2.1.6.	Diseño estructural	34
2.1.6.1.	Losa del primer nivel	34
2.1.6.2.	Diseño de la losa del segundo nivel	39
2.1.6.3.	Diseño de las vigas	39
2.1.6.4.	Diseño de las columnas	43
2.1.6.5.	Diseño de zapata	50
2.1.6.6.	Diseño de la escalera	54
2.1.7.	Fosa séptica	57
2.1.8.	Elaboración de los planos	58
2.1.9.	Presupuesto por renglones del edificio educativo	59
2.2.	Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lomas.	62
2.2.1.	Descripción del proyecto	62
2.2.1.1.	Descripción del sistema a utilizar	62
2.2.1.2.	Fuentes de abastecimiento	63
2.2.1.3.	Tipo de servicio	63
2.2.2.	Topografía	64
2.2.3.	Período de diseño	64
2.2.4.	Dotación	65
2.2.5.	Estimación de la población	65
2.2.6.	Factores de variación	66
2.2.6.1.	Factor de Día Máximo (FDM)	67
2.2.6.2.	Factor de Hora Máxima (FHM)	67
2.2.7.	Determinación de caudales	67
2.2.7.1.	Caudal medio diario	67
2.2.7.2.	Caudal máximo diario	68
2.2.7.3.	Caudal máximo horario	68
2.2.7.4.	Caudal por vivienda	69

2.2.8.	Red de distribución	69
2.2.8.1.	Presiones y velocidades	70
2.2.8.2.	Tipo de tuberías	70
2.2.8.3.	Cálculo de la red de distribución	71
2.2.9.	Obras hidráulicas	76
2.2.9.1.	Captación	76
2.2.9.2.	Caja rompe presión	76
2.2.9.3.	Tanque de almacenamiento	77
	2.2.9.3.1. Diseño estructural de la cubierta	80
	2.2.9.3.2. Diseño estructural del muro	82
2.2.9.4.	Hipoclorador	84
2.2.10.	Descripción del mantenimiento del sistema de agua	85
2.2.10.1.	Captación y cajas rompe presión	85
2.2.10.2.	Tanques de almacenamiento	86
2.2.10.3.	Línea de conducción y red de distribución	86
2.2.10.4.	Mantenimiento correctivo	87
2.2.11.	Planos	89
2.2.12.	Presupuesto	89
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFIA	95
	ANEXO	97
	APÉNDICE	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1.	Planta del edificio escolar	10
2.	Simetría del edificio escolar	17
3.	Cargas actuantes en el marco y	26
4.	Cálculo de momentos fijos	26
5.	Momentos producidos por la carga muerta	28
6.	Momentos producidos por la carga viva	28
7.	Momentos producidos por la carga sísmica	29
8.	Envoltentes de momentos en el eje y	30
9.	Cortes en el eje y	32
10.	Envoltente de momentos en el eje x	32
11.	Cortes en el eje x	33
12.	Losas del edificio educativo	34
13.	Momentos y cortes de la viga tipo 1	40
14.	Momentos y cortes de una viga tipo 2	42
15.	Dimensiones de las gradas	55
16.	Modelo matemático y diagrama de momentos de las gradas	56
17.	Momentos de la losa del tanque	81
18.	Modelo del muro	82
19.	Gráfica de interacción para columna rectangular.	97
20.	Examen bacteriológico	98
21.	Examen físico químico sanitario	99
22.	Distribución arquitectónica – edificio escolar	103
23.	Detalles de cimentaciones y columnas – edificio escolar	104
24.	Instalación de agua potable – edificio escolar	105

25.	Drenajes y techos – edificio escolar	106
26.	Vigas y losas – edificio escolar	107
27.	Fuerza – edificio escolar	108
28.	Iluminación – edificio escolar	109
29.	Detalles estructurales – edificio escolar	110
30.	Secciones y elevaciones – edificio escolar	111
31.	Planta general de la red de distribución	112
32.	Planta y perfil del primer tramo	113
33.	Planta y perfil del segundo tramo	114
34.	Detalle de captación	115
35.	Tanque de succión de 10 m ³	116
36.	Tanque de almacenamiento de 30 m ³	117
37.	Caja para hipoclorador	118
38.	Caja rompepresión de 0.5 m ³	119
39.	Conexión domiciliar	120

Tablas

Tabla I.	Capacidad de alumnos por aula	8
Tabla II.	Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel	19
Tabla III.	Fuerza por marco por torsión del segundo nivel	20
Tabla IV.	Cálculo del centro de rigidez del primer nivel	21
Tabla V.	Fuerza por marco por torsión del primer nivel	21
Tabla VI.	Cálculo de las áreas de acero para la losa del primer nivel	38
Tabla VII.	Cálculo del área de acero para una viga tipo 1	40
Tabla VIII.	Cálculo del área de acero para una viga tipo 2	42
Tabla IX.	Esbeltez de las columnas en x	45
Tabla X.	Esbeltez de las columnas en y	46
Tabla XI.	Cálculo del área de acero para las gradas	57
Tabla XII.	Cálculo del caudal para la fosa séptica	58
Tabla XIII.	Presupuesto del edificio educativo	59
Tabla XIV.	Cálculo hidráulico	74
Tabla XV.	Momentos que actúan en el muro	82
Tabla XVI.	Programa de operación y mantenimiento del proyecto	88
Tabla XVII.	Presupuesto por renglones de la ampliación del sistema abastecimiento de agua potable	89
Tabla XVIII.	Topografía del sistema de abastecimiento de agua potable	101

LISTA DE SÍMBOLOS

A.C.I	Instituto Americano del Concreto
Ag	área gruesa de columna
As	área de acero
As_{mín}	área de acero mínima
As_{máx}	área de acero máxima
As (t)	área de acero por temperatura
Az	área de zapata
b	base del elemento
C	constante de la tubería
CM	carga muerta
CV	carga viva
d	peralte efectivo
d	magnificador de momentos
e	excentricidad
f'c	resistencia del concreto a los 28 días
FCU	Factor de Carga Última
FDM	Factor de Día Máximo
FHM	Factor de Hora Máxima
Fi'	fuerza traslacional
Fi''	fuerza rotacional
fy	esfuerzo de fluencia del acero
Hf	pérdida de carga en las tuberías
HG	Hierro Galvanizado
Hi	altura de cada nivel i
kg-m	kilogramo metro
L	longitud

l/h/d	litros habitante día
l/s	litros por segundo
μ	coeficiente de reparto
m.c.a.	metro columna de agua
MF	Momento Fijo
Mn	momento de piso
Ms	momentos de sujeción
m/s	metros por segundo
Q	caudal
Qc	caudal de conducción
Qd	caudal de distribución
Qi	caudal instantánea
Qv	caudal por vivienda
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
\emptyset	diámetro
v	factor de corrimiento
Vs	valor soporte del suelo
W	carga distribuida
Wi	peso de cada nivel i
y	grado de empotramiento

GLOSARIO

Aforo	Es la acción de medir un caudal en una fuente determinada.
Cal	Óxido de calcio. Sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que, al contacto del agua, se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor y mezclada con arena forma un mortero
Cota de terreno	Número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Dotación	Volumen de agua que se asigna en el diseño al consumo de un habitante durante un día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Estribos	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
Formaleta	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

- Fosa séptica** Es un recipiente cerrado, diseñado y construido para recibir la descarga de aguas negras del alcantarillado del edificio, separar los sólidos de los líquidos, digerir la materia orgánica y almacenar los sólidos digeridos durante un período de retención y permitir a los líquidos clarificados ser descargados para su eliminación.
- Mortero** Mezcla plástica obtenida con un aglomerante, arena y agua, que sirve para unir las piedras y/o ladrillos que integran obras de mampostería y/o para revestirlas con los acabados de albañilería.
- Pérdida de carga** Es la caída de presión ocasionada por la fricción entre el agua y las paredes de la tubería.
- Solera** Elemento estructural horizontal de concreto, que tiene como función conectar monolíticamente los elementos estructurales, para dar mayor estabilidad a las estructuras y refuerzo de muros de mampostería.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado se atendieron las necesidades de dos comunidades, siendo éstas caserío El Cuntic y aldea Las Lomas. La primera comunidad necesita la construcción de un nuevo edificio escolar para atender a primaria, secundaria y diversificado, y la segunda requiere la ampliación del sistema de abastecimiento de agua para 50 viviendas que no están conectadas a la red que funciona actualmente.

El sistema estructural propuesto es de marcos dúctiles, que localizará seis aulas, dirección para primaria, dirección para nivel medio, cocina, bodega y una batería de baños, ubicados en un terreno de 838 metros cuadrados perteneciente a la municipalidad de Zaragoza. Las cargas consideradas son: viva, muerta y sísmica; la primera depende del uso de la estructura, la segunda del material y método constructivo; y la tercera de las dos anteriores. El análisis estructural se hizo a través del método de Kanni, de donde se obtuvieron momentos en cada elemento, luego se realizarán combinaciones de carga y tomando la más crítica se diseñaron los elementos estructurales.

En la aldea Las Lomas se diseñó la nueva red y las obras hidráulicas necesarias para su correcto funcionamiento. Debido a lo disperso de las viviendas y quebrado de la topografía se diseñó una red por ramales. Las obras de arte necesarias fueron: un tanque de succión con capacidad de 10 metros cúbicos, un tanque de almacenamiento de 30 metros cúbicos que trabajarán de manera conjunta a los ya existentes, una caja rompepresiones colocada en la red de distribución y una caja para el hipoclorador colocada junto al tanque de distribución.

OBJETIVOS

1. Diseñar una edificación escolar de dos niveles en la aldea El Cuntic y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Las Lomas, municipio de Zaragoza, Chimaltenango.
2. Efectuar una investigación de tipo monográfico y otra diagnóstica de las necesidades prioritarias, en cuanto a servicios básicos e infraestructura en las aldeas Las Lomas y El Cuntic del municipio de Zaragoza, Chimaltenango.
3. Capacitar al personal de la Oficina Municipal de Planificación, en la elaboración del perfil de proyectos.

INTRODUCCIÓN

Guatemala posee un alto índice de crecimiento poblacional respecto a otros países, pero los servicios que requiere esta población no crecen a la misma velocidad, causando que la infraestructura en servicio se vuelva insuficiente, especialmente en el área rural. Este es el caso del centro educativo en el caserío El Cuntic y del servicio de abastecimiento de agua potable en la aldea Las Lomas, ya que actualmente existe infraestructura para que presten el servicio pero con el crecimiento de la población no son suficientes para la población.

El abastecimiento de agua potable y la educación son servicios básicos de toda población para que su nivel de vida sea digno, no debiéndose tratar a la ligera sino como proyectos de interés, puesto que contribuyen de forma determinante al desarrollo social y económico del país.

El presente trabajo de graduación contiene la propuesta de solución a los problemas planteados en el caserío El Cuntic y la aldea Las Lomas como son el diseño del edificio escolar y el sistema de agua potable respectivamente. En la primera parte se expone la monografía y diagnóstico de las comunidades en tanto que la segunda parte contiene el desarrollo de los diseños, con los presupuestos, en la parte final se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos del caserío El Cuntic y de la aldea Las Lomas

1.1.1. Descripción del lugar

El caserío El Cuntic y la aldea Las Lomas ubicados en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, son comunidades de aspectos físicos similares, tanto en vegetación como en el tipo de suelo, pues se encuentran dentro de la misma zona.

1.1.2. Ubicación

El caserío El Cuntic es uno de los siete caseríos que se encuentran en el municipio, se localiza en las orillas la carretera CA-1 sobre el kilómetro 63, desde la capital y a 2 kilómetros de la Villa de Zaragoza. La aldea Las Lomas es una de las ocho aldeas que forman parte del municipio, se encuentra al Oeste de la influencia del río Coloyá en el río Pixcayá, y al Suroeste de la aldea las Colmenas.

1.1.3. Localización

Coordenadas de El Cuntic:	Latitud	14°39'40"
	Longitud	90°51'35"

Coordenadas de Las Lomas:	Latitud	14°41'52"
	Longitud	90°51'21"

1.1.4. Clima

El clima del área de la aldea Las Lomas y el caserío El Cuntic es templado y frío en los meses de diciembre, enero y febrero, marcándose dos estaciones al año, invierno y verano. La temperatura media está entre 15°C y 20°C; la precipitación pluvial es 1,300 mm anuales.

El promedio de exposición solar es de 6.6 horas diarias, el promedio entre los meses de enero a marzo 7.5 horas y en época lluviosa el promedio es de 4 horas diarias.

1.1.5. Población e idioma

Según datos proporcionados por el INE (Instituto Nacional de Estadística) El Cuntic cuenta con 277 pobladores, de los cuales 130 son hombres y 147 mujeres; mientras que Las Lomas tiene 1,064 pobladores, de los cuales 539 son hombres y 525 mujeres.

En ambas comunidades la mayoría de la población habla el idioma Español, pero en la población indígena que es un pequeño grupo se habla la lengua Cakchíquel.

1.1.6. Actividad económica

Una parte de sus habitantes se dedican esencialmente a la agricultura, el eje principal de la economía es la siembra de hortalizas, fresa y mora. Existen además artesanos que se dedican a la elaboración de sombreros de palma, vainas para machetes, cinchos y otros artículos de cuero.

1.1.7. Suelo y topografía

La topografía del terreno generalmente es accidentada, encontrándose cerros, barrancos y planicies, mientras que el caserío El Cuntic se encuentra en una planicie extensa, Las Lomas pertenece al área montañosa, encontrándose en ambas comunidades gran cantidad de arcilla en la superficie con considerable cantidad de materia orgánica.

1.1.8. Ecología

Dentro de la flora se encuentran las siguientes especies: ciprés, pino, encino, ilamo y grabilea. Se encuentran también algunos arbustos como: mano de león y barba de viejo.

1.1.9. Vías de acceso

El acceso a El Cuntic es a través de la carretera interamericana a la altura del kilómetro 63. Para llegar a la aldea Las Lomas se pueden tomar dos rutas, una se ubica a 15 kilómetros del municipio de Zaragoza hacia el municipio de Comalapa de donde se toma un camino de terracería durante un trayecto de 7 kilómetros para llegar a la comunidad. La segunda ruta se inicia en la carretera interamericana sobre el kilómetro 58 de donde se toma un camino de terracería durante un trayecto de 3 kilómetros para llegar a la comunidad. Es importante destacar que no existe servicio de bus regular a esta comunidad.

1.1.10. Servicios públicos

La población de El Cuntic cuenta con servicio de agua potable, energía eléctrica y un instituto de Telesecundaria. La aldea Las Lomas cuenta con servicio de agua potable para casi todos los pobladores, energía eléctrica y teléfono comunitario. Ambas comunidades deben dirigirse hacia el municipio o hacia la cabecera departamental para realizar sus compras o si necesitan servicios de salud.

Además, el municipio cuenta con la representación de las siguientes instituciones: Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Municipalidad de Zaragoza, Ministerio de Gobernación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Comité Nacional de Alfabetización CONALFA, Tribunal Supremo Electoral y el Organismo Judicial.

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de los lugares en estudio.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades que se presentan en el municipio de Zaragoza son distintas dependiendo de cada comunidad, así que para la elección de los proyectos se buscó los que principalmente se orientarán a resolver problemas de servicios básicos.

En el caso del caserío El Cuntic los pobladores han planteado ante la corporación municipal sus necesidades, las cuales se presentan en tres fases: construcción de un nuevo edificio escolar; pavimentación del patio de la escuela y construcción de un aula para preprimaria.

El Cuntic cuenta con un edificio escolar, que con el tiempo se ha venido deteriorando y se hace necesaria la creación de una nueva edificación.

En la aldea Las Lomas, los habitantes a través del comité pro-mejoramiento han solicitado dos proyectos relacionados con infraestructura: el adoquinamiento o asfalto de la carretera que conduce de Chimaltenango a Comalapa y la ampliación del sistema de agua potable.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los vecinos del lugar, como de lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal y de los recursos disponibles, la priorización se hace de la siguiente manera: las necesidades para el caserío El Cuntic serán planteadas dentro un mismo estudio, mientras que en el caso de la aldea Las Lomas, se hará el diseño de la ampliación del sistema de agua potable.

La educación posee un papel predominante en el desarrollo de una comunidad siendo importante contar con un edificio educativo como lugar de reunión y realizar el proceso enseñanza aprendizaje con satisfacción.

La ampliación del sistema de agua potable es un servicio básico porque apoya que el desarrollo del municipio sea uniforme, colabora con la gestión responsable de los recursos naturales, mejora la calidad de vida de sus habitantes y colabora a que sus habitantes no padezcan enfermedades y se deba invertir en servicios médicos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la edificación escolar de dos niveles

2.1.1. Investigación preliminar

El proyecto se encuentra a un costado de la carretera CA-1 sobre el kilómetro 63 y a 2 kilómetros de la Villa de Zaragoza.

2.1.1.1. Antecedentes

El Instituto Nacional de Educación Básica Programa Telesecundaria que funciona actualmente en la aldea El Cuntic fue fundado hace varios años con el objetivo de atender a la población estudiantil que cursa el nivel primario y los grados de primero, segundo y tercero básico provenientes de esta aldea y de otros lugares del municipio de Zaragoza e incluso de la cabecera departamental de Chimaltenango.

Este instituto al pasar de los años ha tenido la visión de formar jóvenes de provecho, a pesar de los inconvenientes que causa no contar con unas instalaciones propias, ni con mobiliario suficiente. Es este afán de mejorar la educación de esta población, aparece la inquietud de proseguir con el trabajo realizado en el nivel básico, hacia algo más grande como el nivel diversificado.

Dicha meta no se lograría con las instalaciones actuales del establecimiento, es por lo mismo que surge la idea de la construcción de un instituto que albergue adecuadamente a los estudiantes de primaria por la mañana y nivel básico y diversificado por la tarde.

2.1.1.2. Reconocimiento del terreno

El terreno pertenece a la municipalidad de Zaragoza, con un área de 838.50 metros cuadrados, ubicado en el kilómetro 63 frente a la carretera Interamericana. El terreno, donde se proyecta construir el edificio, está libre de rellenos, es plano, el tipo de suelo es arcilloso, por esa razón la profundidad de la cimentación deberá ser por lo menos de 0.80 metros.

2.1.1.3. Capacidad de alumnos

El número de alumnos recomendable para desarrollar actividades en este tipo de locales educativos, está dentro de los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla I. Capacidad de alumnos por aula

NIVELES	CAPACIDAD ÓPTIMA	CAPACIDAD MÁXIMA
Primario	30	40
Básicos	30	40
Diversificado	30	40

Fuente: Juan Carlos, Baldelomar Rivera. Normas de diseño de edificios escolares, aplicación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tacurú, Alta Verapaz. p. 44

2.1.1.3.1. Aula teórica

Según las normas de diseño, se sugiere 1.35 m² por alumno, en el área rural y 1.50 m² por alumno, en el área urbana. La zona de la escuela es área rural por lo que se tomará 1.35 m² por alumno.

Se denomina espacio educativo al conjunto de espacios destinados al ejercicio de la acción educativa, la cual se desarrolla en forma gradual e integral por medio de actividades tendientes al desarrollo psicomotor, socio emocional de la actividad creadora y de la sensibilidad estética, atendiendo a la naturaleza de las mencionadas actividades.

Lo anterior incide en la experiencia pedagógica que a demostrado que las aulas de dimensión cuadrada, son las que mejor se adaptan a la forma educativa de los alumnos, tanto por la flexibilidad en su distribución como la colocación de muebles, por lo que presenta cualidades aceptables en cuanto a capacidad visual y auditiva.

Las dimensiones teóricas adecuadas, tomando siempre el criterio de 40 alumnos por aula, con $1.35 \text{ m}^2/\text{alumno}$ son:

$$40 * 1.35 \text{ m}^2 = 54\text{m}^2$$

2.1.1.4. Sistema estructural

Teniendo en cuenta el área del terreno y las necesidades de espacios por aula, se hace necesaria la construcción de un edificio de dos niveles, y para el método constructivo se opta por un edificio de marcos rígidos.

2.1.2. Distribución arquitectónica

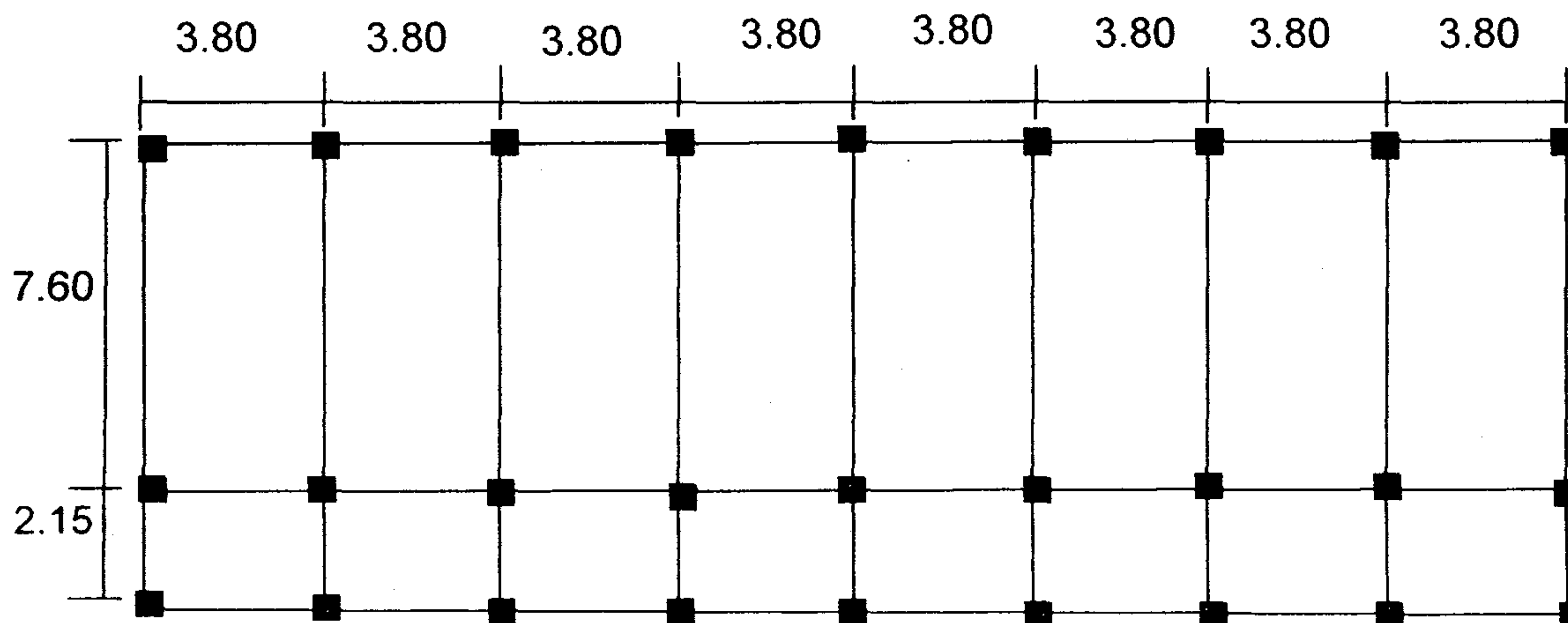
El proyecto consiste en la construcción de seis aulas, las cuales serán utilizadas para primaria en la jornada matutina y por la tarde para básico, y diversificado, además una dirección para primaria y otra para básicos y diversificado, cocina, bodega y una batería de baños.

2.1.2.1. Prediseño del edificio

La longitud del edificio será de 30.65 metros y el ancho de 10 metros, la altura de los niveles será de 2.80 metros de piso a cielo. Las zapatas estarán a 1 metro por debajo del nivel del suelo, las paredes serán de mampostería y servirán como muros de tabique para división y no como muros de carga.

2.1.2.2. Predimensionamiento de los elementos

Figura 1. Planta del edificio escolar



2.1.2.2.1. Columnas

Para esto se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = 0.8 (0.225 f'c A_g + F_y A_s)$$

Donde A_s oscilará entre el 1 y el 8% del área gruesa de la columna y P se calculará según el área tributaria

$$P = (\text{área tributaria}) * (\text{peso del concreto}) = (18.525\text{m}^2) * (2400\text{kg/m}^3) = 44460 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$44460 = 0.8 (0.225 * 210 * A_g + 2810 (0.02) A_g)$$

$A_g = 472.97 \text{ cm}^2$ es decir una sección de $21.75 \text{ cm} * 21.75 \text{ cm}$ por lo cual lo aproximado a una sección de $25 \text{ cm} * 25 \text{ cm}$.

2.1.2.2. Vigas

Para dimensionar vigas se tomará el criterio de ocho centímetros de peralte por cada metro de luz, es decir $0.08 * 7.60 = 0.608$ metros por lo que se proponen 60 centímetros. La base se toma igual a la dimensión de la sección de la columna es decir 0.25 m , por lo que la sección de viga queda de $0.25 * 0.60$ metros.

2.1.3. Cargas aplicadas a los marcos rígidos

2.1.3.1. Cálculo del peso por nivel

a. Segundo nivel

Carga muerta:

$$W_{\text{losa}} = ((30.4 \text{ m} * 7.60 \text{ m}) + (2.15 \text{ m} * 30.4 \text{ m})) (0.13 \text{ m}) (2400 \text{ kg/m}^3) + (296.4 \text{ m}^2) (144 \text{ kg}$$

$$+/\text{m}^2) = 13,5158.4 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 51,537.6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.25 * 0.25 * 1.40 * 2400 * 27) = 5,670 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (296.4) (60 \text{ kg/m}^2) = 17,784$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 21,0150 \text{ kg}$$

Carga viva:

$$CV = (CV \text{ por alumnos}) (\text{área})$$

$$CV = (350\text{kg/m}^2)(296.4\text{ m}^2) = 10,3740\text{ kg}$$

Peso del segundo nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 21,0150\text{ kg} + 0.25(103740\text{kg}) = 23,6085\text{ kg.}$$

b. Primer nivel

Carga muerta:

Peso del piso 144 kg/m^2

Peso de muros 150 kg/m^2

$$W_{\text{losa}} = ((0.13 \cdot 2400\text{ kg/m}^3 + 144\text{ kg/m}^2 + 150\text{kg/m}^2)(296.4)) = 179,618.4\text{kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = 51,537.6\text{ kg}$$

$$W_{\text{columnas}} = (0.25\text{m} \cdot 0.25\text{m} \cdot 1\text{m} + 2.80\text{m} + 1.40\text{m} \cdot 2400\text{ kg/m}^3 \cdot 27) = 21,060\text{kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = (296.4) \cdot (60\text{ kg/m}^2) = 17,784$$

$$\text{Total de la carga muerta} = 270,000\text{ kg}$$

Carga viva:

$$CV = (CV\text{ por alumnos})(\text{área})$$

$$CV = (350\text{kg/m}^2)(296.4\text{ m}^2) = 103,740\text{ kg}$$

Peso del primer nivel

$$W = CM + 0.25CV$$

$$W = 270000\text{kg} + 0.25(103740\text{kg}) = 295,935\text{ kg.}$$

Resumen

$$W\text{ del primer nivel} = 295,935\text{ kg}$$

$$W\text{ del segundo nivel} = 236,085\text{kg}$$

$$\text{Peso total} = 532,020\text{ kg}$$

2.1.3.2. Cálculo del corte basal

El corte basal es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. Para obtener su valor se utiliza la siguiente fórmula :

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

- Z coeficiente que depende de la zona
- I coeficiente de importancia de la obra
- C coeficiente que depende del período natural de vibración
- S coeficiente que depende del tipo de suelo
- K coeficiente dependiente del sistema estructural usado
- W peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio. Por tal razón se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X Y con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

En el sentido de x del caso estudiado:

Z=1 para la zona central de la república

I=1.30 para edificios de instituciones educativas

K=0.67 para marcos dúctiles

$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$ donde c no puede ser mayor de 0.12 y de serlo se utiliza 0.12 y

$$T = 0.0906H\sqrt{B}$$

H = altura del edificio en metros

B = base del edificio en metros

Entonces

$$T = \frac{0.0906 * 6.60}{\sqrt{30.70}} = 0.10s.$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0.10}} = 0.20 \text{ por lo que se utiliza } 0.12$$

S= 1.50 porque no se conoce el valor de S, se utiliza el mayor valor permitido.
El valor del producto de CS debe ser menor a 0.14, si el producto de ambos coeficientes excede este valor, se debe tomar 0.14 el valor conjunto de CS.

$$CS = (0.12 * 1.5) = 0.18 \text{ entonces se toma } 0.14$$

$$V = (1 * 1.30 * 0.67 * 0.14 * 532020) = 64874.51 \text{ kg}$$

En el otro sentido el valor que podría variar es C por lo que se calcula:

$$T = \frac{0.0906 * 6.60}{\sqrt{9.75}} = 0.19s.$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{0.19}} = 0.15 \text{ por lo que se utiliza } 0.12$$

$$CS = (0.12 * 1.5) = 0.18 \text{ entonces se toma } 0.14$$

Debido a que estos valores no varían respecto al sentido de x, el corte basal es el mismo para ambas direcciones.

2.1.3.2.1. Fuerzas por nivel

La fuerza total lateral V puede ser distribuida en toda la altura de la estructura de acuerdo a la fórmula dada en la sección I(E) del código SEAOC:

$$V = F_t + \sum F_i$$

Donde

V= corte basal

Ft= fuerza en la cúspide

Fi= fuerza por nivel

La fuerza concentrada en la cúspide se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las siguientes condiciones dadas en la sección I(E) del código SEAOC:

Si $T < 0.25$ segundos: $F_t=0$

Si $T \geq 0.25$ segundos: $F_t = 0.07 TV$

Donde:

T= período fundamental de la estructura.

Por lo tanto, el valor de la fuerza, es decir, del corte basal V, puede ser distribuida en los niveles de la estructura, según la fórmula:

$$F_i = (V - F_t) W_i H_i / \sum W_i H_i$$

Donde:

Wi= peso de cada nivel i

Hi= altura de cada nivel i

Para el peso de las columnas hay que tomar en cuenta lo siguiente:

- a. El peso de las columnas del primer nivel debe tomarse desde la cimentación hasta la mitad de las columnas del segundo nivel.
- b. El peso de las columnas intermedias se debe tomar de la mitad de la columna del nivel inferior a la mitad de la columna del nivel superior.

Fuerza en la cúspide $F_t=0$

Fuerza por nivel

$$F_2 = \frac{(64874.51-0)(236085)(6.6)}{(295935*3.8)+(236085*6.6)} = 37680.10\text{kg}$$

$$F_1 = \frac{(64874.51-0)(295935)(3.8)}{(295935*3.8)+(236085*6.6)} = 27194.41\text{kg}$$

A manera de comprobación : $V= F_t + F_2 + F_1 = 64874.51 \text{ kg}$

2.1.3.2.2. Fuerzas por marco

En la estructuras se calculará dividiendo la fuerza por piso entre el número de marcos paralelos a esta fuerza, si los marcos espaciados están simétricamente colocados. Si los marcos espaciados son asimétricos, se tendrá que dividir la fuerza de piso F_i proporcional a la rigidez de los marcos.

a. Fuerzas por marcos y-y

El edificio es simétrico en y, por lo que la fuerza por marco será igual al producto de la división de la fuerza de piso entre el número de marcos en el sentido y.

Segundo nivel

La fuerza del segundo nivel debe incluir F_t

$$F_m = F_2 + F_t / \text{número de marcos} = 37680.10 + 0 / 9 = 4186.67 \text{ kg}$$

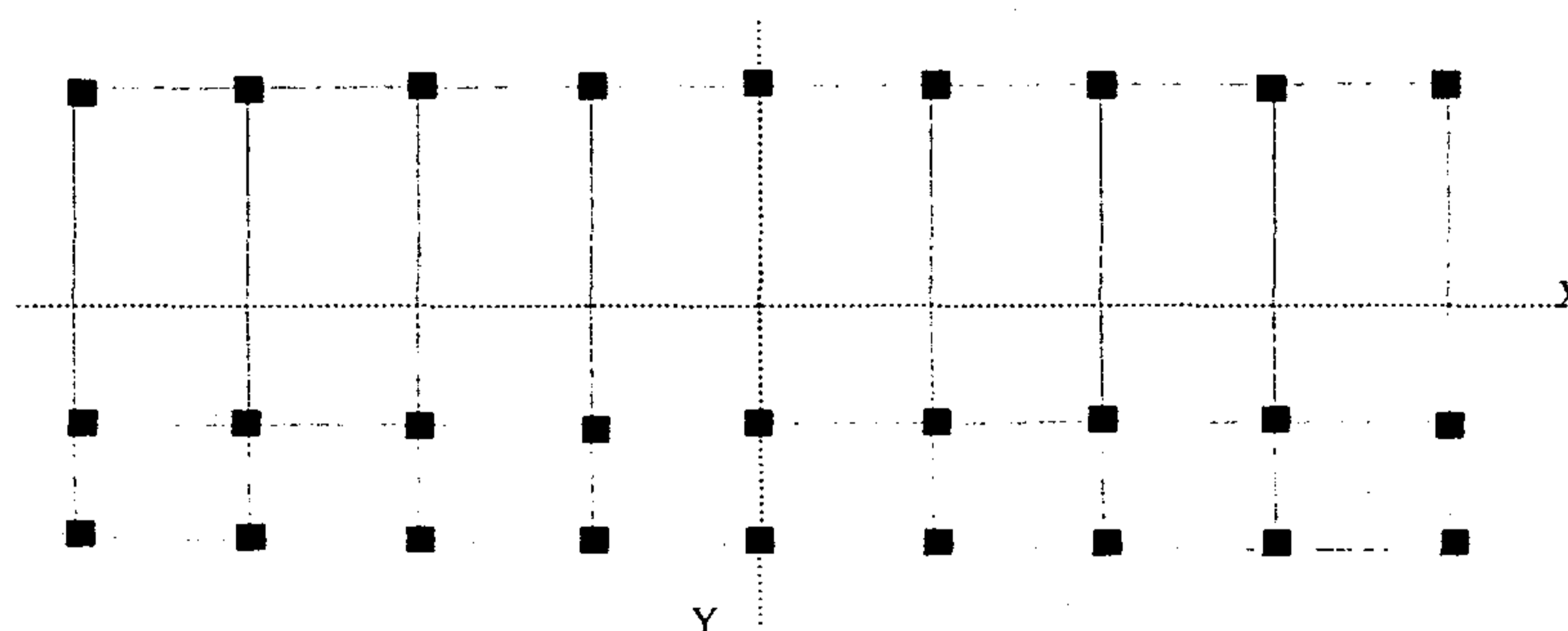
Primer nivel

$$F_m = F_1 / \text{número de marcos} = 27194.41 / 9 = 3021.60 \text{ kg}$$

b. Fuerzas por marcos x-x

No existe simetría en x, porque el centro de masa tiene dos marcos abajo y un marco arriba, por lo que hay torsión, esto se puede observar en la figura 2. Un método simplificado de analizar la torsión en las estructuras consiste en considerar separadamente los desplazamientos relativos del edificio, ocasionados por la traslación y los debidos a rotación en cada piso, tomando en cuenta la rigidez de cada nivel, con éstas determinadas por las fuerzas correspondientes a un desplazamiento unitario, distribuyendo los cortantes por torsión en proporción a su rigidez.

Figura 2. Simetría del edificio escolar



Los momentos de entrepiso se distribuyen en los diversos marcos y muros del sistema resistente a fuerzas laterales, de manera congruente con la distribución de los cortantes de entrepiso.

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y, por lo tanto, la ecuación de rigidez a usar.

Voladizo: se refiere a edificios de un nivel o a los últimos niveles de edificios multiniveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + \frac{1.2 P h}{AG}}$$

Doblemente empotrado: se refiere a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multಿನiveles. La rigidez se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{2.1.4. 12EI} + \frac{1.2 P h}{AG}}$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10000kg

h = altura del muro o columna analizada

E = módulo de elasticidad del concreto (15100√f'c)

I = inercia del elemento

A = sección transversal del muro o columna analizada

G = módulo de rigidez (0.4 E)

Cuando el centro de rigidez CR no coincide con el centro de masa CM, se produce excentricidad en la estructura, esto es debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.

La excentricidad se determina por medio de la diferencia que existe entre el valor del centro de masa y el valor del centro de rigidez.

2.1.4.1.1. Fuerza del marco por torsión

El cálculo de la fuerza que llega a cada marco se realiza por medio de la suma algebraica de la fuerza por torsión F_i'' (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos F_i' (fuerza traslacional).

$$F_m = F_i' \pm F_i''$$

Para esto se utilizan las siguientes fórmulas:

$$F_i' = (K_m \cdot F_n) / \sum K_i$$

$$F_i'' = (e \cdot F_n) / E_i$$

$$E_i = \sum (K_m d_i)^2 / K_m d_i$$

Donde:

K_m = rigidez del marco

$\sum K_i$ = rigidez total del nivel. Es la sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga.

d_i = distancia de CR a marco considerado

F_n = Fuerza por nivel

E_i = relación entre rigideces y brazo de cada marco.

e = excentricidad

Segundo nivel

Rigidez de columna x-x se utiliza la fórmula de voladizo por ser el último nivel.

$$K = \frac{1}{\frac{10,000 \cdot 280^3}{3 \cdot 15100 \sqrt{210} \cdot 1/12 \cdot 25^4} + \frac{1.2 \cdot 10000 \cdot 280}{25 \cdot 25 \cdot 0.4 \cdot 15100 \sqrt{210}}} = 0.10$$

Como la sección de las columnas son iguales en los marcos entonces:

$$K_m = 9 \text{ y } k = 0.87$$

Tabla II. Cálculo del centro de rigidez en el segundo nivel

Marco	K	L	KL
A	0.87	9.75	9.75
B	0.87	2.15	1.8705
C	0.87	0.00	0.00
Sumatoria	2.61		10.353

CR = centro de rigidez

$$CR = KL / K = 10.53 / 2.61 = 3.97$$

$$CM_x = 9.75 / 2 = 4.875$$

$$CM_y = 30.4 / 2 = 15.2$$

$$e = CM - CR = 4.87 - 3.97 = 0.91$$

Tabla III. Fuerza por marco por torsión del segundo nivel

	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	0.87	5.78	5.03	25.30	7.90	12560.03	4340.36	16900.39
B	0.87	-1.82	-1.58	2.50	-25.15	12560.03	-1363.37	11196.65
C	0.87	-3.97	-3.45	11.93	-11.52	12560.03	-2976.46	9583.56
	2.61			39.73				

Si el valor $F_m < F_i'$ se debe tomar F_i' como la fuerza del marco. Si el valor $F_m > F_i''$, F_m será el valor del marco analizado. Es decir que, se toman los valores críticos.

Primer nivel

La rigidez de la columna se trabaja como doblemente empotrada por ser primer nivel de un edificio multiniveles.

$$K_c = \frac{1}{\frac{(10000)(380^3)}{(12 \cdot 15100 \cdot \sqrt{210} \cdot 1/12 \cdot 25^4)} + \frac{(1.2 \cdot 10000 \cdot 380)}{(25^2 \cdot 0.4 \cdot 15100 \cdot \sqrt{210})}} = 0.1537$$

La rigidez del marco es

$$K_m = k_{c1} + k_{c2} + k_{c3} + k_{c4} + k_{c5} + k_{c6} + k_{c7} + k_{c8} + k_{c9} = 9k_c = 1.384$$

Tabla IV. Cálculo del centro de rigidez del primer nivel

Marco	K	L	KL
A	1.384	9.75	13.49
B	1.384	2.15	2.945
C	1.384	0.00	0.00
Sumatoria	4.152		16.46

CR = centro de rigidez

$$CR = KL / K = 10.53 / 2.61 = 3.97$$

$$CM_x = 9.75 / 2 = 4.875 \quad CM_y = 30.4 / 2 = 15.2$$

$$e = CM - CR = 4.87 - 3.97 = 0.91$$

Tabla V. Fuerza por marco por torsión del primer nivel

	Km	Di	Kmdi	(Kmdi) ²	Ei	Fi'	Fi''	Fm
A	1.38	5.78	8.003	64.06	12.57	9069.17	1968.73	11037.90
B	1.38	-1.82	-2.52	6.34	-39.92	9069.17	-619.91	8449.26
C	1.38	-3.97	-5.49	30.19	-18.32	9069.17	-1350.81	7718.36
	4.152			100.59				

2.1.4.2. Integración de cargas

$$\text{Losa} = (2400 \text{ kg/m}^3)(0.13\text{m}) = 312 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muros divisorios y tabiques} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso propio de la viga} = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva} = 350 \text{ kg/m}^2$$

Áreas tributarias

$$A_1 = (7.30 + 3.8) / 2 * 1.75 = 9.71 \text{ m}^2$$

$$A2=(1.75*1.75)=3.0625m^2$$

$$A3=(3.5+1.65)/2(0.925)=2.38m^2$$

$$A4=(.925*.925)=.8556m^2$$

Cálculo de cargas sobre el marco B

Segundo nivel: aquí no se incluye el peso de los muros y tabiques.

$$CM=(372kg/m^2*3.0625m^2)/3.8m + (372kg/m^2*2.38m^2)/3.8m+288kg/m =$$

$$CM= 820.79 kg/m^2$$

$$CV=(350kg/m^2*3.0625m^2)/3.8m+(350kg/m^2*2.38m^2)/3.8m =$$

$$CV = 501.28 kg/m$$

$$CU=CM+CV=1322.07kg/m$$

Primer nivel: tomando en cuenta los muros y tabiques

$$CM = (522kg/m^2*3.0625m^2)/3.8m + (522kg/m^2*2.38m^2)/3.8m+288kg/m =$$

$$CM= 1035.63 kg/m$$

$$CV=(350kg/m^2*3.0625m^2)/3.8m+(350kg/m^2*2.38m^2)/3.8m =$$

$$CV = 501.28 kg/m$$

$$CU = CM + CV =1536.91kg/m$$

Cálculo de cargas sobre el marco típico.

Segundo nivel

Tramo A-B

$$CM=(372kg/m^2*9.71m^2)/7.6m + (372kg/m^2*9.71m^2)/7.6m+288kg/m =$$

$$CM= 1238.56 kg/m$$

$$CV= (350kg/m^2*9.71m^2)/7.6+(350kg/m^2*9.71m^2)/7.6 =$$

$$CV = 894.34kg/m$$

$$CU = CM + CV = 2132.9 kg/m$$

Tramo B-C

$$CM = (372\text{kg/m}^2 \cdot 0.85561\text{m}^2) / 2.15\text{m} + (372\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15 + 288\text{kg/m} =$$

$$CM = 584.08 \text{ kg/m}$$

$$CV = (350\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} + (350\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} =$$

$$CV = 278.57 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 862.64 \text{ kg/m}$$

Primer nivel

Tramo A-B

$$CM = (522\text{kg/m}^2 \cdot 9.71\text{m}^2) / 7.6\text{m} + (522\text{kg/m}^2 \cdot 9.71\text{m}^2) / 7.6\text{m} + 288\text{kg/m} =$$

$$CM = 1621.85 \text{ kg/m}$$

$$CV = (350\text{kg/m}^2 \cdot 9.71\text{m}^2) / 7.6\text{m} + (350\text{kg/m}^2 \cdot 9.71\text{m}^2) / 7.6\text{m} =$$

$$CV = 894.34 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 2516.19 \text{ kg/m}$$

Tramo B-C

$$CM = (522\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} + (522\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} + 288\text{kg/m} =$$

$$CM = 703.46 \text{ kg/m}$$

$$CV = (350\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} + (350\text{kg/m}^2 \cdot 0.8556\text{m}^2) / 2.15\text{m} =$$

$$CV = 278.57 \text{ kg/m}$$

$$CU = CM + CV = 982.03 \text{ kg/m}$$

2.1.5. Análisis de los marcos rígidos por el método de Kani

Es un método de análisis exacto, iterativo, aplicable a vigas y marcos rígidos, simétricos o asimétricos, con cualquier tipo de cargas. A continuación se describe, en forma simple, el procedimiento a seguir en este método.

2.1.5.1. Resumen general del método de Kani

El siguiente resumen se aplica únicamente para miembros de sección constante; además, no incluye los casos cuando existen columnas de diferente altura en un mismo piso, o cuando hay articulaciones en los apoyos de las columnas.

a. Cálculo de momentos fijos (MF_{ik}), éstos se calculan cuando existen cargas verticales.

b. Cálculo de momentos de sujeción (M_s), éstos se calculan cuando hay cargas verticales.

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

c. Determinación de las fuerzas de sujeción (H), éstas se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$H = FM_{NIVELn} \text{ (fuerza por marco del nivel } n, \text{ tomada del análisis sísmico)}$$

d. Cálculo de la fuerza cortante en el piso (Q_n), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

e. Cálculo de momentos de piso (M_n), éstos se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = (Q_n * h) / 3$$

Donde :

$$h_n = \text{altura del piso "n"}$$

f. Cálculo de rigidez de los elementos (K_{ik})

$$K_{ik} = I / L_{ik}$$

Donde:

I = inercia del elemento

L = longitud del elemento

g. Cálculo de factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

$$\mu_{ik} = -1/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$$

h. Cálculo de factores de corrimiento (v_{ik}), éstos se calculan cuando hay ladeo causado por asimetría en la estructura o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$v_{ik} = -3/2 (K_{ik} / \sum K_{in})$$

i. Cálculo de iteraciones, influencias de giro (M'_{ik})

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (M_s + \sum M'_{ni}) \quad \text{sin ladeo}$$

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

j. Cálculo de iteraciones, influencias de desplazamiento (M''_{ik}), esto se calcula cuando existe ladeo.

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

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

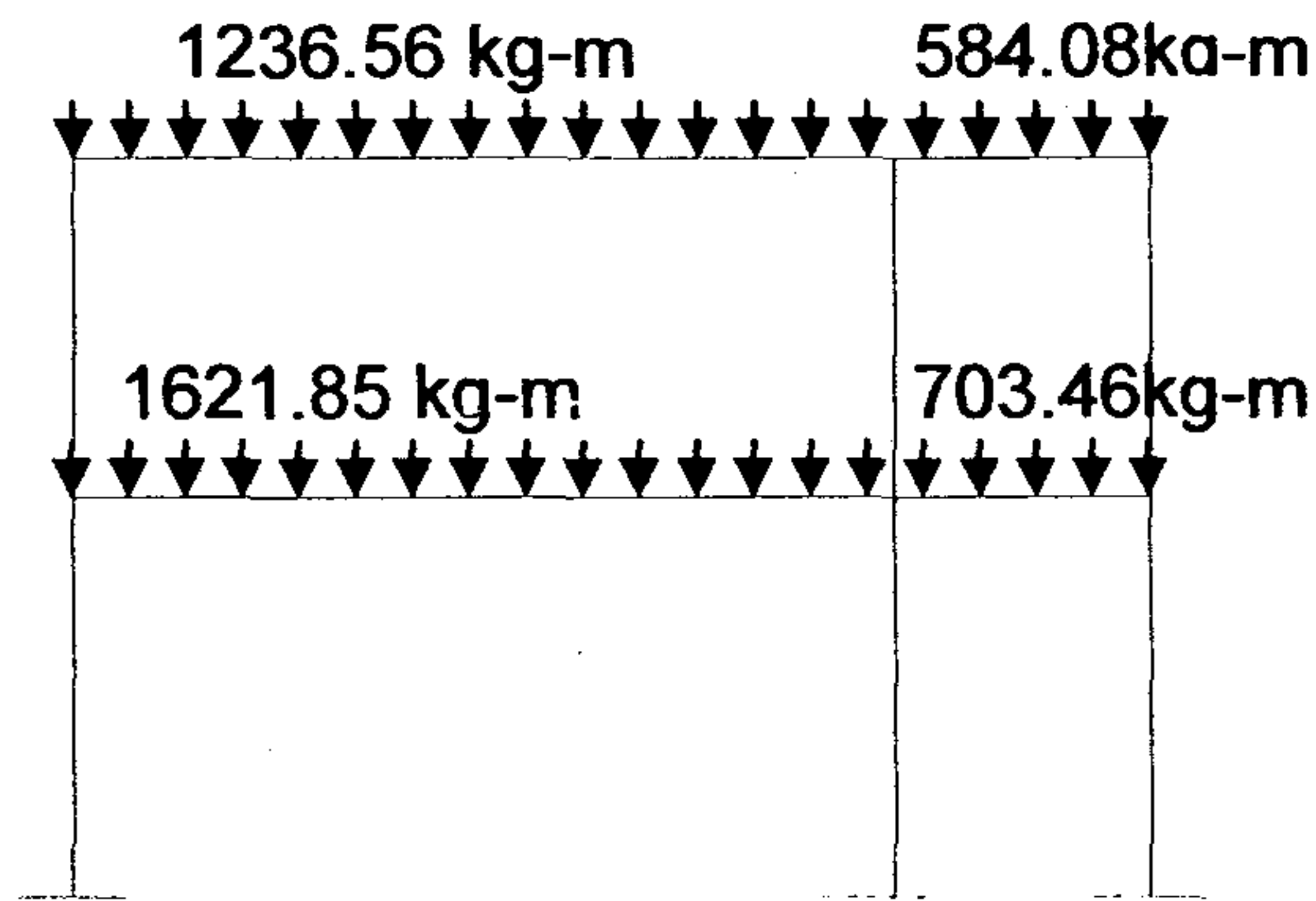
k. Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

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

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

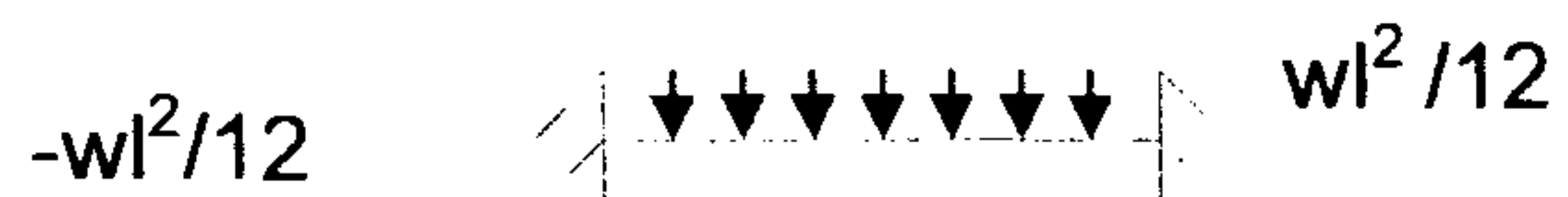
2.1.5.2. Análisis de la carga muerta en el sentido y

Figura 3. Cargas actuantes en el marco y



Momentos fijos

Figura 4. Cálculo de momentos fijos



$$MF_{BF} = -(1621.85)(7.6)^2/12 = -7806.50$$

$$MF_{FB} = 7806.50$$

$$MF_{FG} = -(703.46)(2.15)^2/12 = -270.98...$$

donde no existe carga, los momentos fijos son igual a cero.

Momentos de sujeción

$$\text{nudo B} = -7806.50$$

$$\text{nudo C} = -5961.60$$

$$\text{nudo D} = 5736.6$$

$$\text{nudo E} = 225$$

$$\text{Nudo F} = 7535.52$$

$$\text{Nudo G} = 270.98$$

Inercia

$$I_{\text{viga}} = (1/12)(0.25)(0.60)^3 = 0.0054 \text{m}^4$$

$$I_{\text{col}} = (1/12)(0.25)(0.25)^3 = 0.00032552 \text{m}^4$$

Inercia relativa

$$I_{\text{col}} = I_{\text{col}}/I_{\text{col}} = 1$$

$$I_{\text{viga}} = I_{\text{viga}} / I_{\text{col}} = 0.000016588$$

Rigidez

$$K_{AB} = K_{BA} = K_{FH} = K_{HF} = K_{GI} = K_{IG} = 1/3.8 = 0.26$$

$$K_{BC} = K_{CB} = K_{DF} = K_{FD} = K_{EG} = K_{GE} = 1/2.8 = 0.36$$

$$K_{BF} = K_{FB} = K_{CD} = K_{DC} = 4.92/7.6 = 0.65$$

$$K_{FG} = K_{GF} = K_{DE} = K_{ED} = 4.92/2.15 = 2.29$$

Factores de giro $\alpha = (-1/2)(K/\sum K)$

$$\alpha_{BC} = (-1/2)(0.36/0.36 + 0.65 + 0.26) = -0.14$$

$$\alpha_{BF} = (-1/2)(0.65/0.36 + 0.65 + 0.26) = -0.26$$

$$\alpha_{BA} = (-1/2)(0.26/0.36 + 0.65 + 0.26) = -0.1$$

$$-0.5$$

$$\alpha_{CD} = (-1/2)(0.65/0.65 + 0.36) = -0.32$$

$$\alpha_{CB} = (-1/2)(0.36/0.36 + 0.65) = -0.18 \dots \dots$$

Factores de corrimiento

$$v = (-3/2)(K_{\text{col}}/\sum K_{\text{col}})$$

Primer nivel

$$v_{AB} = (-3/2)(0.26/0.26 + 0.26 + 0.26) = -0.5 \quad v_{HF} = -0.5 \quad v_{GI} = -0.5$$

Segundo nivel

$$v_{CB} = (-3/2)(0.36/0.36 + 0.36 + 0.36) = -0.5 \quad v_{FD} = -0.5 \quad v_{EG} = -0.5$$

Iteraciones

$$M_{CB} = (-5961.6 + 0 + 0 + 0)(-0.18) = 1073.088 \text{ kg-m}$$

$$M_{CD} = (-5961.6 + 0 + 0 + 0)(-0.32) = 1907.712 \text{ kg-m}$$

$$M_{DC} = (5736.6 + 1907.712 + 0 + 0)(-0.098) = 749.14 \text{ kg-m}$$

$$M_{DF} = (5736.6 + 1907.712 + 0 + 0)(-0.05) = -382.21 \text{ kg-m} \dots$$

Cálculo de momentos finales en el extremo de cada barra

$$M_{AB}=(0)+2(0) +(-1306.48)+(2217.3)=910.82 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BA}=(0)+2(-1306.48) +0+(2217.3) =-395.66 \text{ kg-m.....}$$

La rigidez, los factores de giro y los factores de corrimiento que se calcularon en el análisis de carga muerta, son los mismos que se utilizan en los análisis de carga viva y fuerza sísmica.

2.1.5.3. Resultados de los análisis de Kani – marco rígido típico sentido y

Figura 5. Momentos producidos por la carga muerta

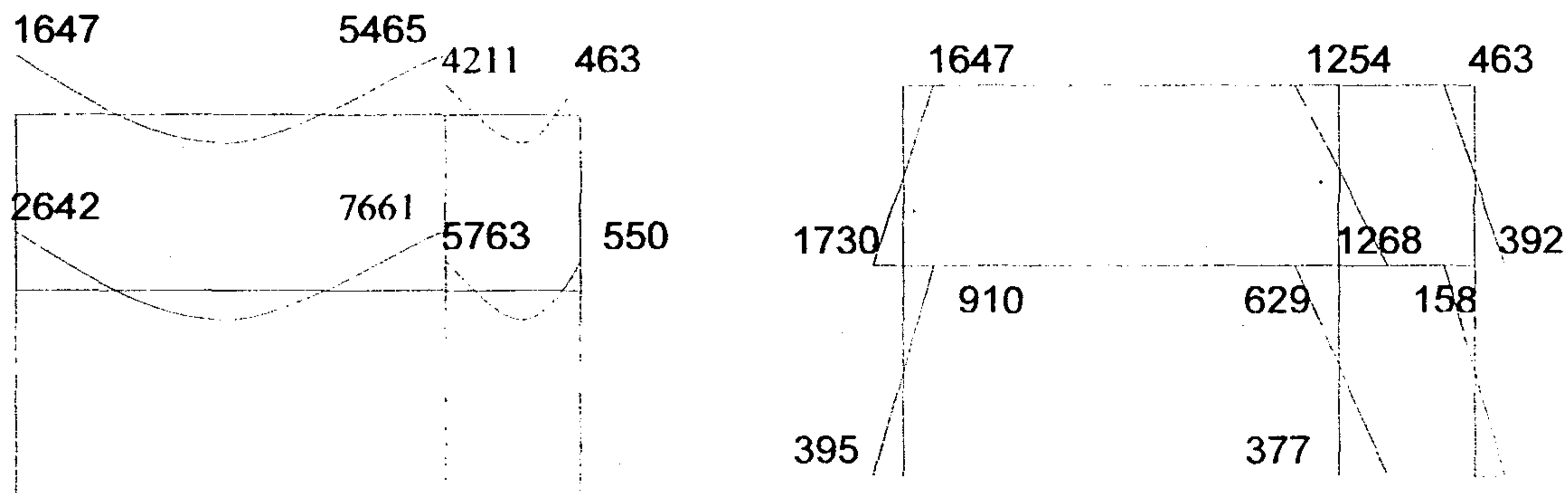


Figura 6. Momentos producidos por la carga viva

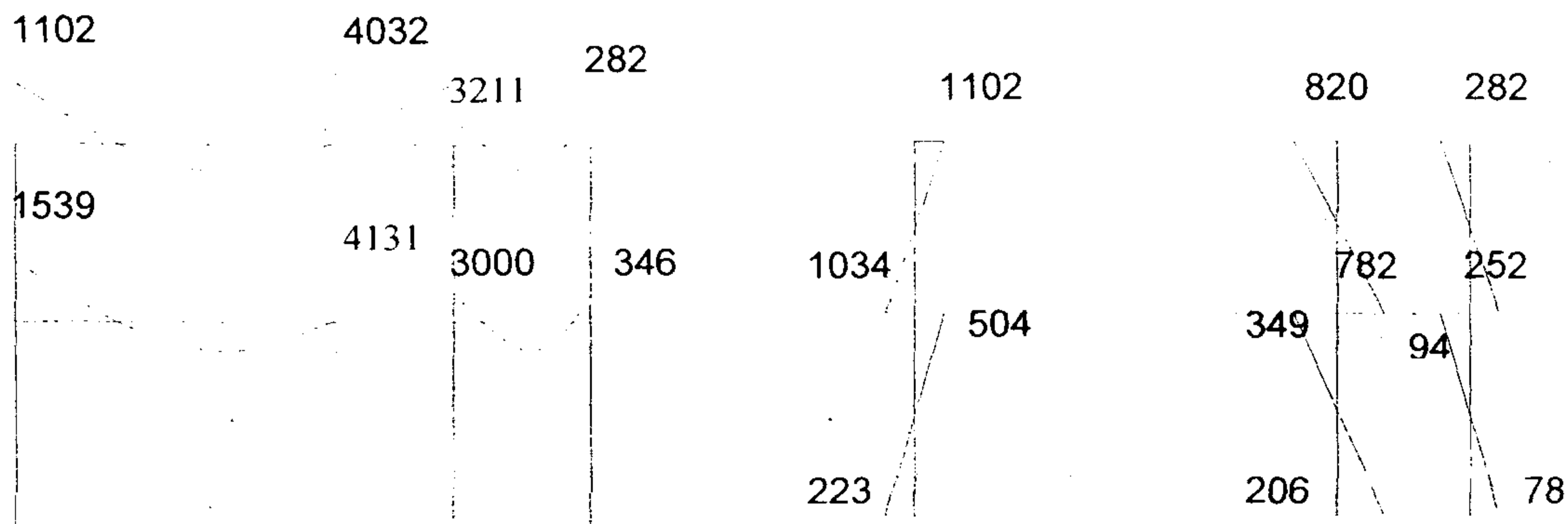
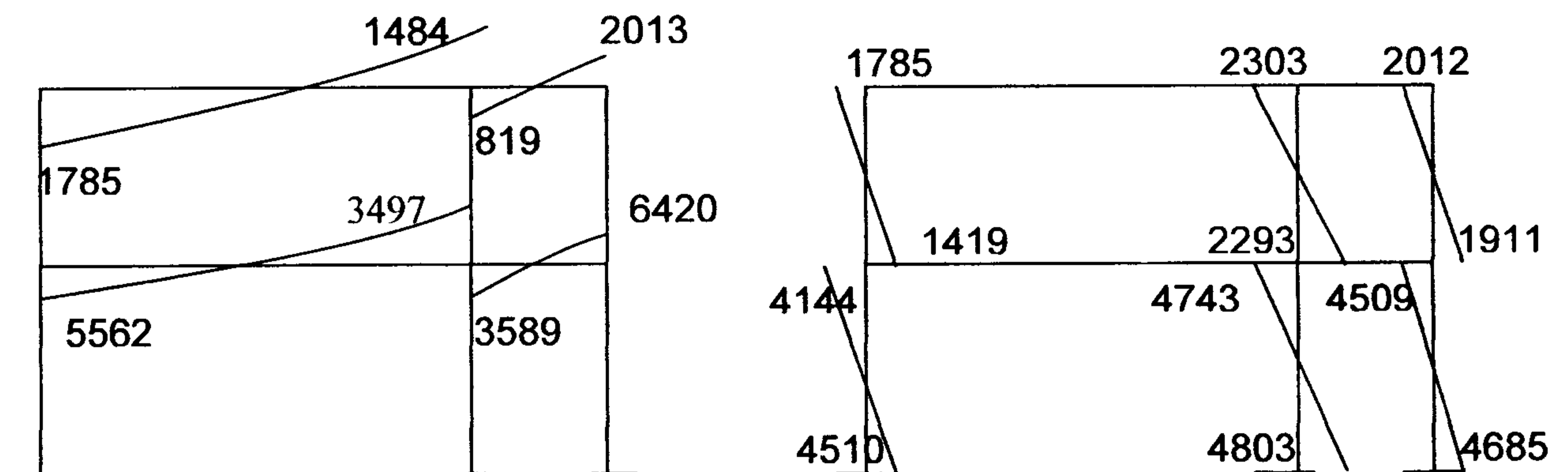


Figura 7. Momentos producidos por la carga sísmica



2.1.6. Envolvente de momentos

La envolvente de momentos es la representación de los esfuerzos máximos, que pueden ocurrir al superponer los efectos de la carga muerta, carga viva y la carga de sismo, tanto en vigas como en columnas.

Para considerar la superposición de efectos, el código A.C.I. propone las siguientes combinaciones:

- $1.4CM+1.7CV$
- $0.75(1.4CM+1.7CV\pm 1.87s) = 1.05CM+1.28CV+1.40s$
- $0.9CM\pm 1.43s$

2.1.6.1. Balance de momentos

Los momentos obtenidos de la envolvente se deben balancear antes de diseñar el refuerzo. Para este caso el método consiste en multiplicar el momento mayor por 0.8; si este valor es menor o igual al momento menor se hace un promedio de los dos momentos; en cambio si es mayor se debe balancear proporcionalmente a su rigidez.

2.1.6.2. Cálculo del momento positivo de las vigas

En la envolvente de momentos se calcula el momento positivo, de las vigas con la siguiente fórmula:

$$M_+ = \frac{wl^2}{8} - \frac{M_1 + M_2}{2}$$

Donde M_1 y M_2 corresponden a los momentos de los extremos de cada viga.

$$C_{U_{V1}} = 1.4 (1238.56) + 1.7 (894.34) = 3254.36$$

$$C_{U_{V2}} = 1.4 (584.08) + 1.7 (278.57) = 1291.28$$

$$C_{U_{V3}} = 1.4 (1621.85) + 1.7 (894.34) = 3790.97$$

$$C_{U_{V4}} = 1.4 (703.46) + 1.7 (278.57) = 1458.413$$

$$M_+ = (wl^2/8) - (M_1 + M_2 / 2)$$

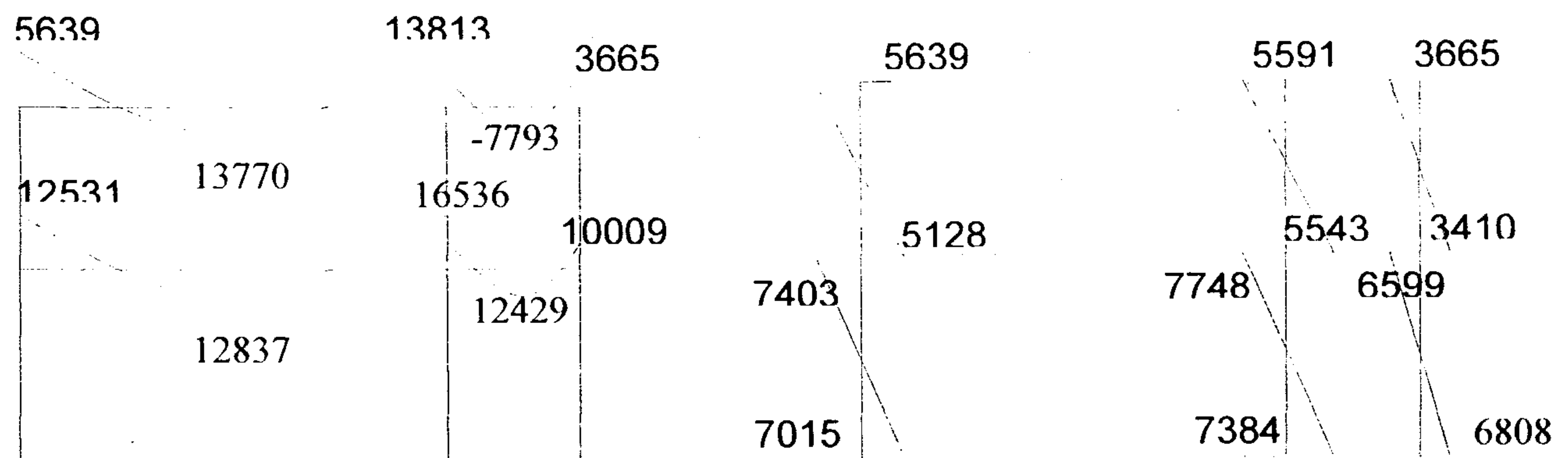
$$M_{+1} = (3254.36(7.6)^2/8) - (5639 + 13813 / 2) = 13770$$

$$M_{+2} = (1291.28)(2.15)^2/8 - (3665 + 13813 / 2) = -7993$$

$$M_{+3} = (3790.97(7.6)^2/8) - (12531 + 16536 / 2) = 12837$$

$$M_{+4} = (1458.413(2.15)^2/8) - (16536 + 10009 / 2) = 12429$$

Figura 8. Envolventes de momentos en el eje y



2.1.6.3. Cálculo de cortes

Para el cálculo de los cortes de vigas se debe descomponer la estructura y realizar sumatoria de momentos respecto a un extremo y así obtener una reacción, después se puede realizar sumatoria de momentos en el otro extremo o bien sumatoria de fuerzas verticales y así encontrar el otro corte. Para el cálculo de los cortes en columnas se efectúa una sumatoria de los momentos de las columnas y se divide entre la altura de la misma.

Viga 1

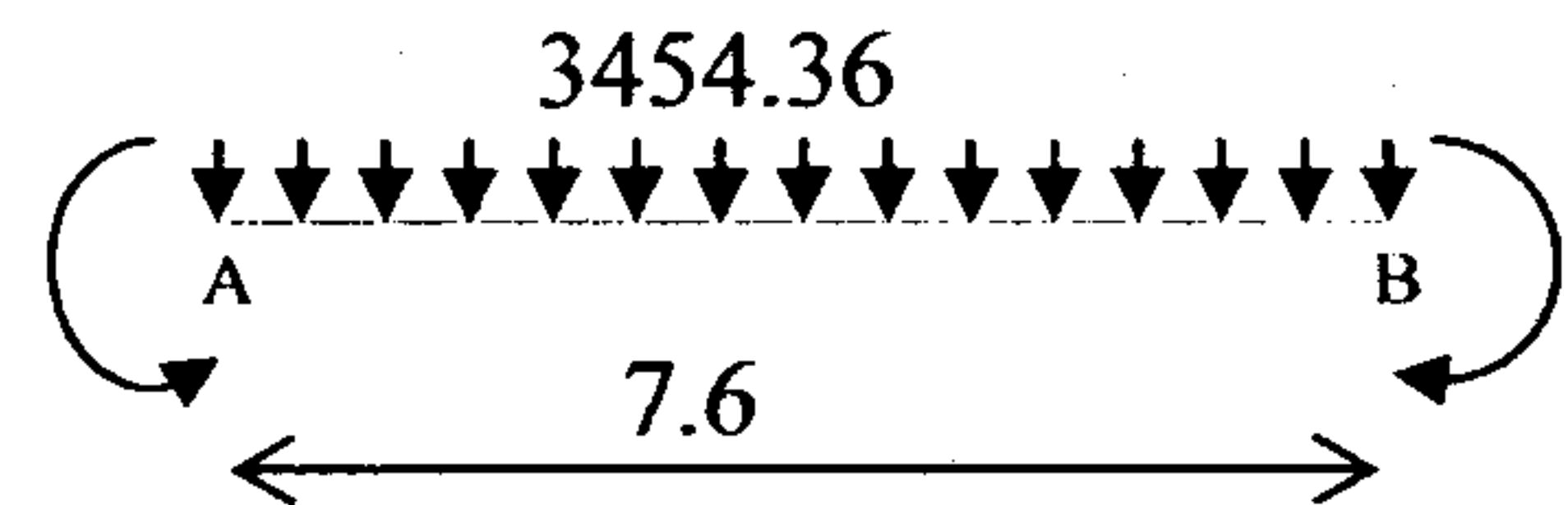
$$\sum M_A = 0$$

$$13813 - 5639 + 3454.36(7.6)(3.8) - R_B(7.6) = 0$$

$$R_B = 14202.09$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_A = 12051.041$$



Viga 2

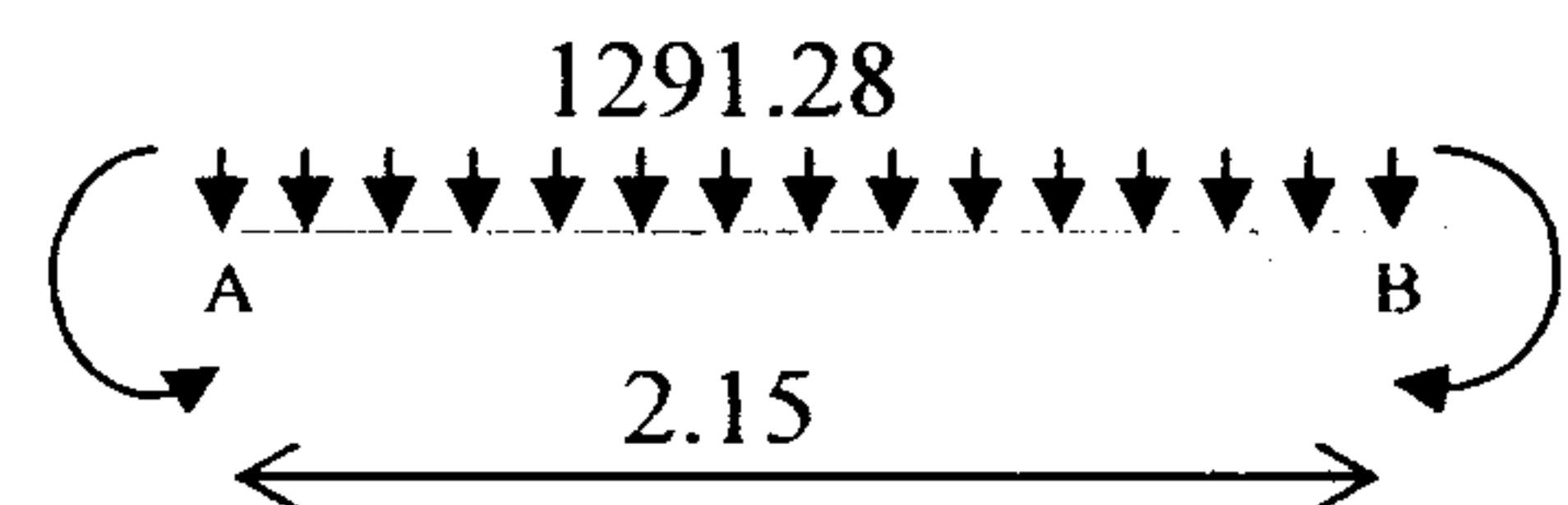
$$\sum M_B = 0$$

$$-13813 + 3665 - 1291.28(2.15)(2.15/2) + R_A(2.15) = 0$$

$$R_A = 6108.126$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_B = 3331.874$$



Viga 3

$$\sum M_B = 0$$

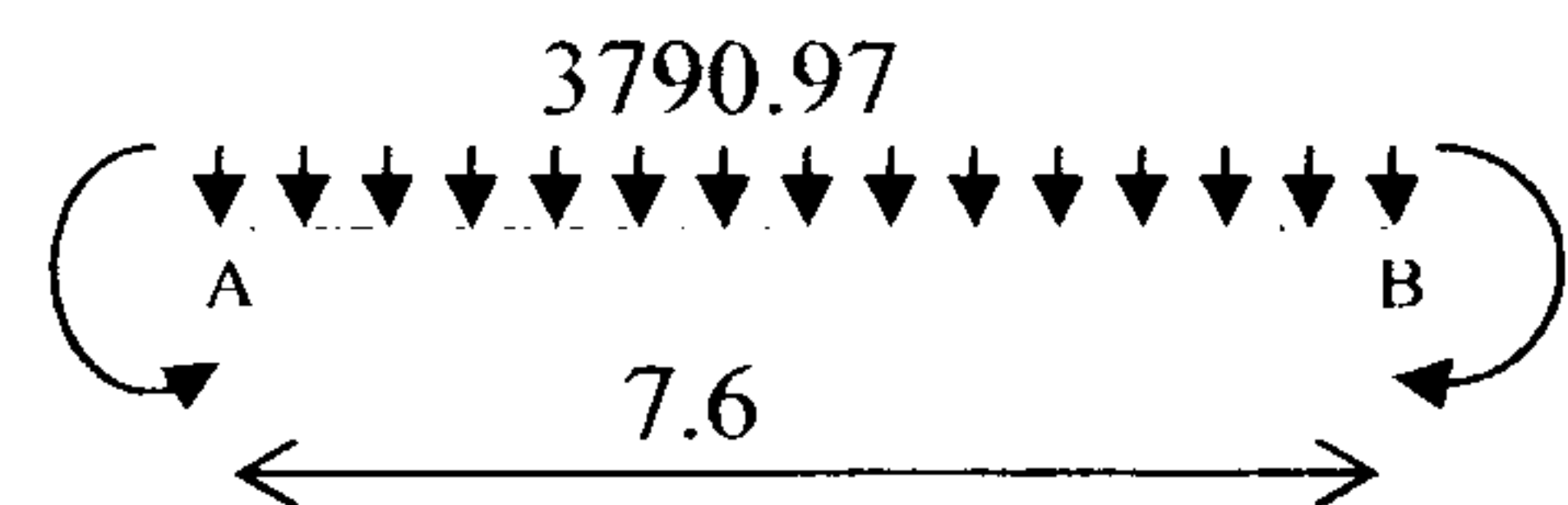
$$-12531 + 16536 - 3790.97(7.6)(3.8) +$$

$$R_A(7.6) = 0$$

$$R_A = 13878.71$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_B = 14932.66$$



Viga 4

$$\sum M_B = 0$$

$$-16536 + 10009 - 1458.41(2.15)(2.15/2) + R_A$$

$$(2.15) = 0$$

$$R_A = 4603.61$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_B = 1468.02$$

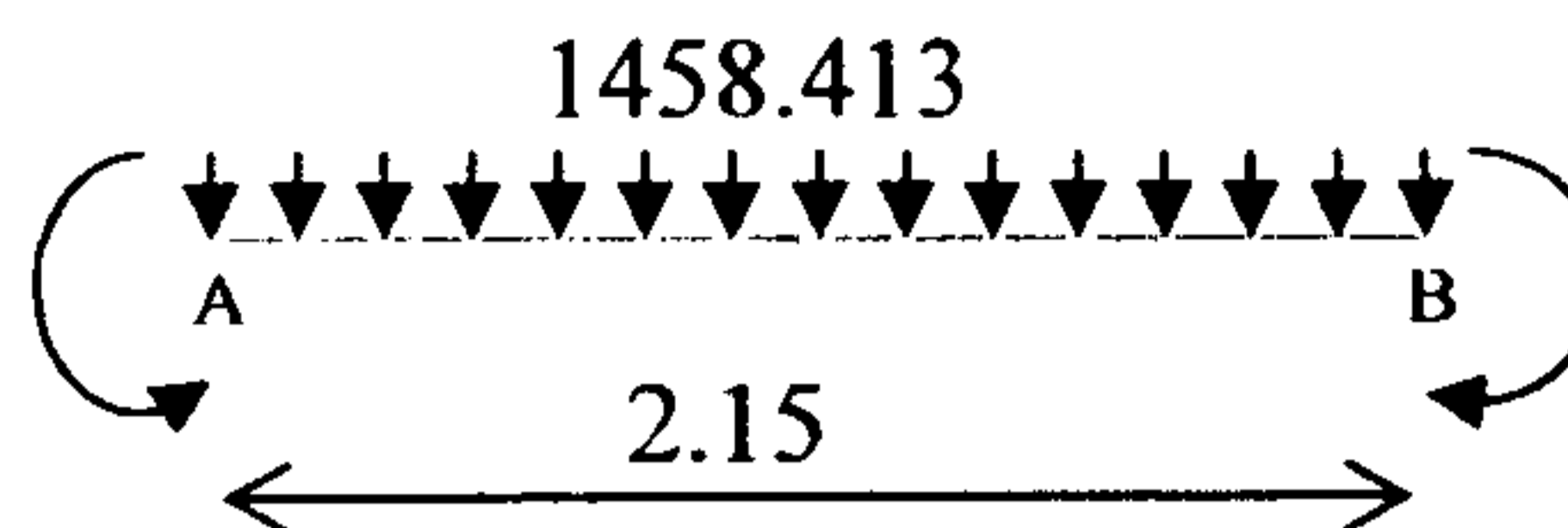


Figura 9. Diagrama de cortes en el eje y

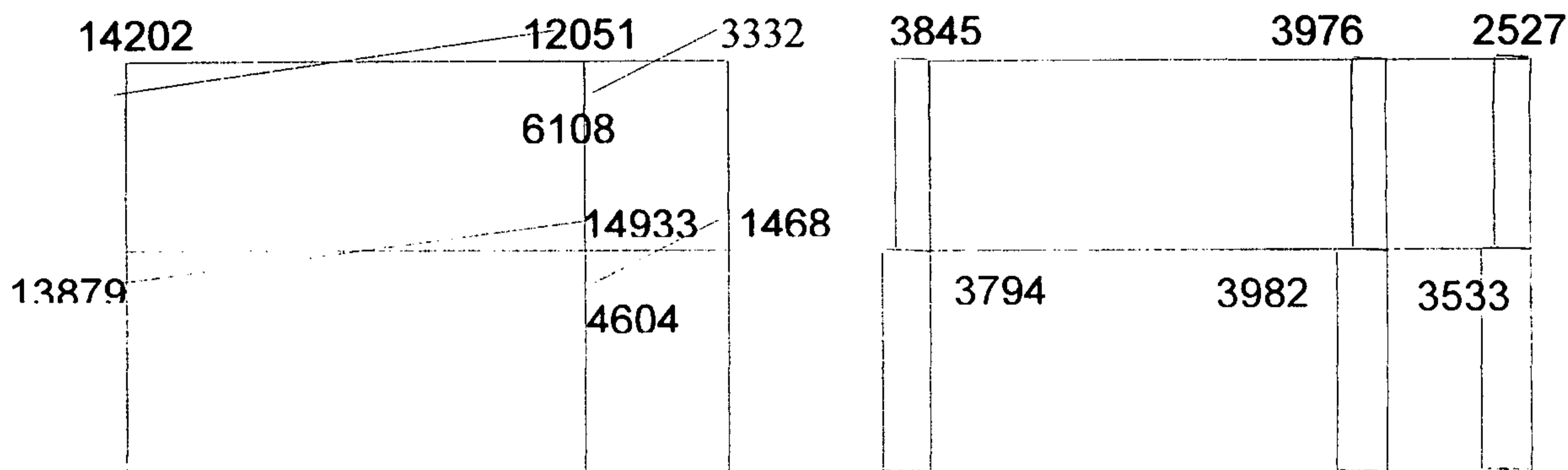
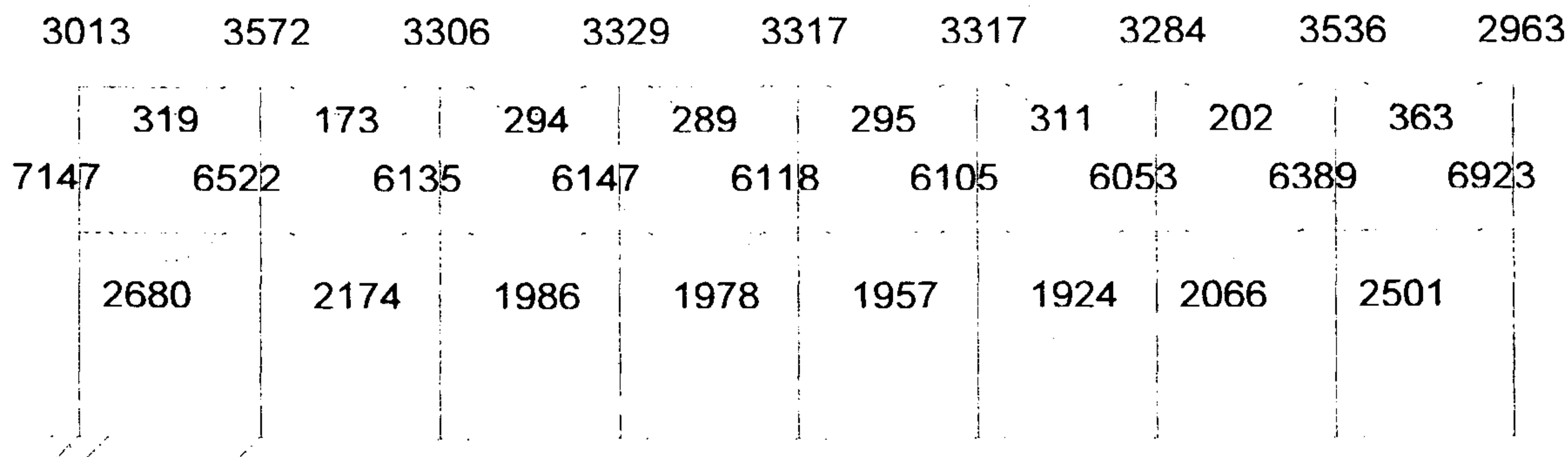


Figura 10. Envolvente de momentos en el eje x



Continuación...

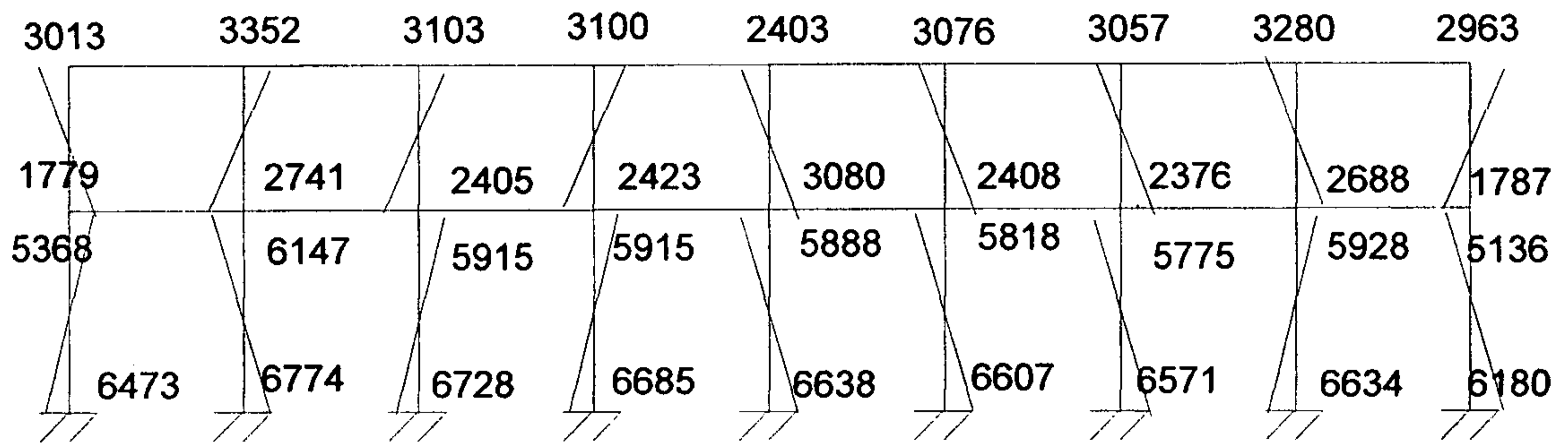
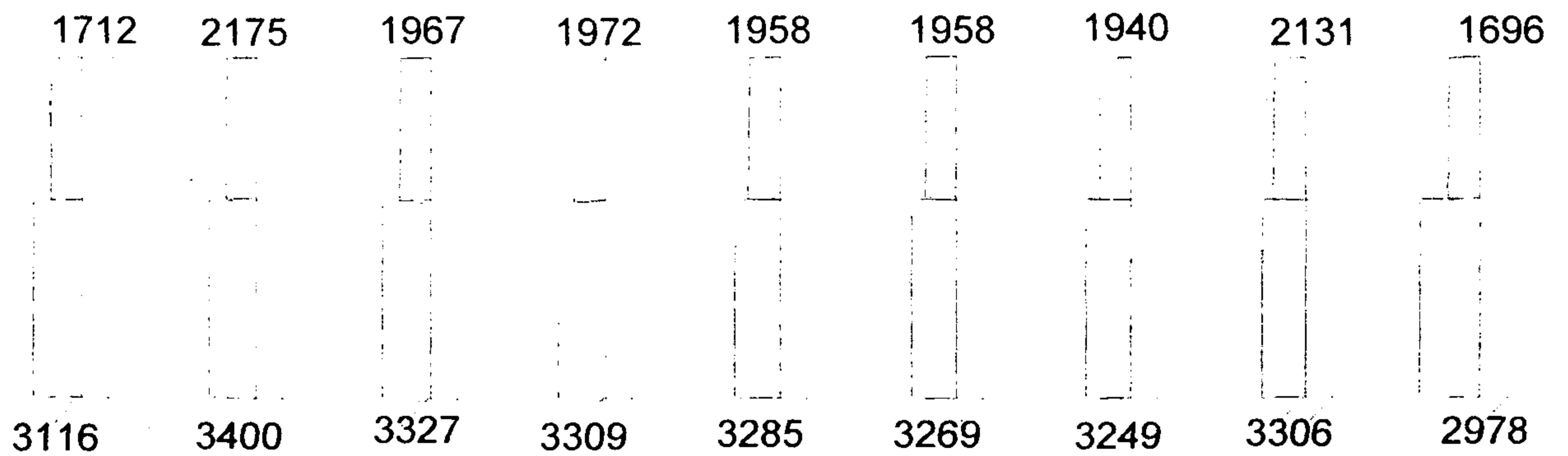
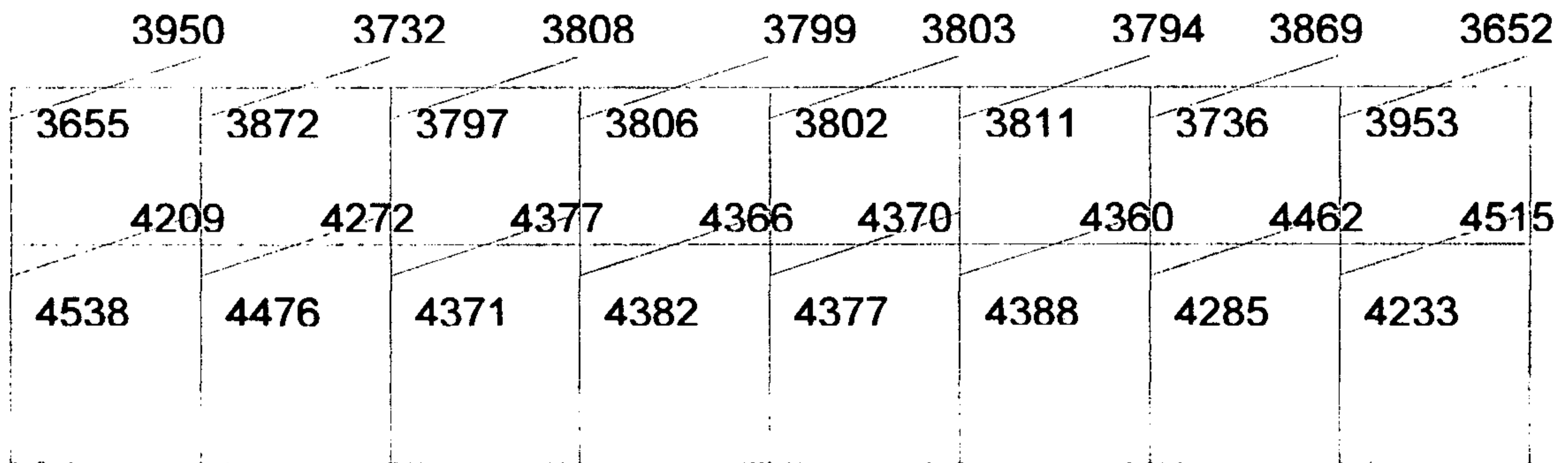


Figura 11. Cortes en el eje x

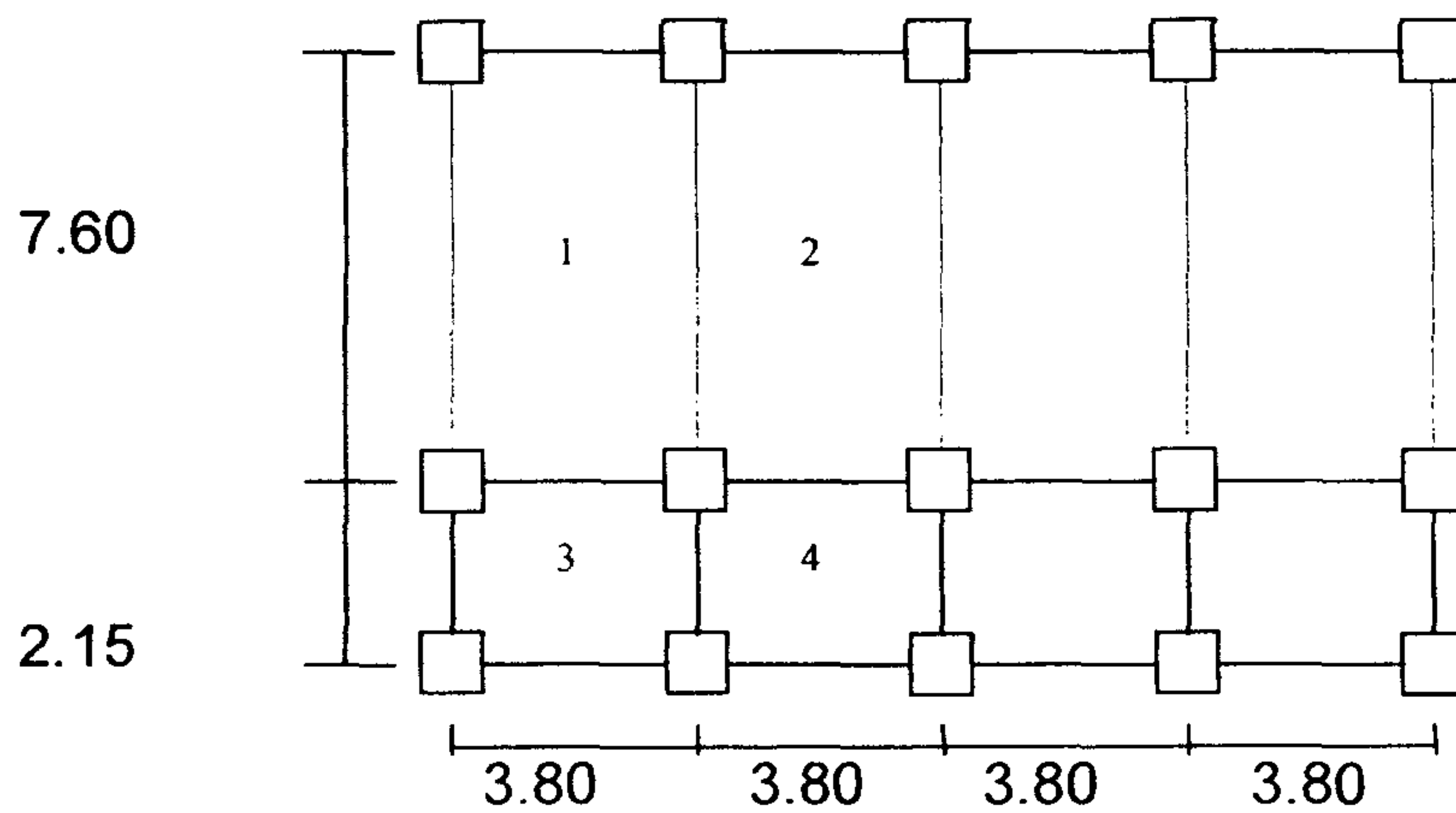


2.1.7. Diseño estructural

2.1.7.1. Losa del primer nivel

Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos se divide el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.5 trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabajará en uno.

Figura 12. Losas del edificio educativo



$$m_1 = m_2 = 3.8/7.6 = 0.5 \quad \uparrow \rightarrow$$

$$m_3 = m_4 = 2.15/3.8 = 0.57 \quad \uparrow \rightarrow$$

Para calcular el espesor de las losas se divide el perímetro entre 180 y se utiliza el mayor de estos resultados.

$$t_1 = t_2 = (7.6 + 7.6 + 3.8 + 3.8) / 180 = 0.13 \text{ m}$$

$$t_3 = t_4 = (3.8 + 3.8 + 2.15 + 2.15) / 180 = 0.07 \text{ m}$$

se usa 13 cm.

El siguiente paso es el cálculo de cargas:

Carga muerta

$$\text{Peso de la losa} \quad (0.13)(2400) = \quad 312 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta adicional por losa} \quad 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Mezclón} \quad 66 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta adicional por mezclón} \quad 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de muros} \quad \underline{150 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Total de carga muerta} \quad 568 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de carga viva} \quad 350 \text{ kg/m}^2$$

Carga última = 1.4 (carga muerta)+1.7 (carga viva)

$$C_u = 1.4(568) + 1.7 (350) = 595 \text{ kg/m}^2 + 795.2 \text{ kg/m}^2 = 1390.2$$

Para el cálculo de momentos se utiliza el método tres del A.C.I. por lo que se utilizan las siguientes fórmulas:

$$M_a^- = C_a^- (C_u t)(a)^2$$

$$M_a^+ = C_a^+(C_v u)(a)^2 + C_a^+(C_m u)(a)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+(C_v u)(b)^2 + C_b^+(C_m u)(b)^2$$

$$M_b^- = C_b^- (C_u t)(b)^2$$

Donde :

C_u = Carga última total

C_v = Carga viva última

C_m = Carga muerta última

C_a = Coeficientes para los momentos

C_b = Coeficientes para los momentos

Para las losas estudiadas los momentos son los siguientes:

Losa 1 (caso 4)

$$Ma^- = .094(1390.2)(3.8)^2 = 1887 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = .077(595)(3.8)^2 + (0.059)(795.2)(3.8)^2 = 1339 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = .005(595)(7.6)^2 + (.004)(795.2)(7.6)^2 = 355.56 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = .006(1390.2)(7.6)^2 = 481.79 \text{ kg-m}$$

Losa 2 (caso 9)

$$Ma^- = .089(1390.2)(3.8)^2 = 1786.37 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = .076(595)(3.8)^2 + (0.038)(795.2)(3.8)^2 = 1089.32 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = .005(595)(7.6)^2 + (.002)(795.2)(7.6)^2 = 263.7 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = .010(1390.2)(7.6)^2 = 802.86 \text{ kg-m}$$

Losa 3 (caso 4)

$$Ma^- = .092(1390.2)(2.15)^2 = 591.13 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = .072(595)(2.15)^2 + (0.056)(795.2)(2.15)^2 = 403.87 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = .007(595)(3.8)^2 + (.005)(795.2)(3.8)^2 = 117.55 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = .008(1390.2)(3.8)^2 = 160.57 \text{ kg-m}$$

Losa 4 (caso 8)

$$Ma^- = .085(1390.2)(2.15)^2 = 546.15 \text{ kg-m}$$

$$Ma^+ = .070(595)(2.15)^2 + (0.052)(795.2)(2.15)^2 = 383.67 \text{ kg-m}$$

$$Mb^+ = .007(595)(3.8)^2 + (.005)(795.2)(3.8)^2 = 117.55 \text{ kg-m}$$

$$Mb^- = .014(1390.2)(3.8)^2 = 281 \text{ kg-m}$$

Cuando dos losas están unidas en un lado y tienen momentos diferentes en ese lado, se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo, para esto se toma en cuenta lo siguiente:

Si $0.8 * M_{\text{mayor}} < M_{\text{menor}}$; entonces $M_b = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) * .50$

Si $0.8 * M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$; se balancean proporcionalmente a su rigidez

D_1	D_2	$D_1 = K_1 / (K_1 + K_2)$	$K_1 = 1/L_1$
M_1	M_2	$L = \text{Longitud de losa considerada}$	
$-dM * D_1$	$+dM * D_2$	$dM = M_1 - M_2$	
M_b	M_b	1 y 2 índices de Mayor y M menor	

Balanceo de momentos entre la losa 1 y la losa 2

$$(1887)(.8) = 1509.6$$

$1509.6 < 1786.37$ por lo que

$$M_b = (1509.6 + 1786.37) * 0.50 = 1836.69$$

Balanceo de momentos entre la losa 1 y la losa 3

$$(591)(.8) = 472.8$$

$472.8 < 481.79$ por lo que $M_b = 536.40$

Balanceo de momentos entre la losa 2 y la losa 4

$$802.86(.8) = 642.28$$

$642.28 > 546$ por lo que se deben balancear los momentos por su rigidez

0.78	.22	$K_2 = 1/7.6 = .1315$
546	802.86	$K_4 = 1/2.15 = .4651$
200.35	-56.50	$D_2 = .1315 / (.1315 + .4651) = .22$
746.35	746.35	$D_4 = .4651 / (.1315 + .4651) = .78$

Balanceo de momentos entre la losa 3 y la losa 4

$$281(.8) = 224.8$$

$224.8 > 160.57$ por lo que se deben balancear los momentos por su rigidez.

0.50	0.50	$K_3 = 1/3.8 = .2632$
160.57	281	$K_4 = 1/3.8 = .2632$
60.22	-60.22	$D_3 = .2632/.2632 + .2632 = .50$
220.79	220.79	$D_4 = .2632/.2632 + .2632 = .50$

Cálculo de peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} = 13 - 2.5 = 10.5$$

Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = (0.4)(14.1/f_y) b d = 2.11 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento

$$(\text{Área de la varilla})(100)/A_{s_{\min}} = 33.64 \text{ cm se usa } 30 \text{ cm.}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3t = 39 \text{ cm}$$

Área de acero requerido

Con este acero mínimo el momento que se cubre es

$$M = 0.9((A_{s_{\min}} * f_y * d) - (A_{s_{\min}}^2 * f_y^2)/(1.7 * f'c * b)) = 618.16 \text{ kg-m}$$

Se necesitan nuevos espaciamientos para cubrir los momentos mayores a 618.16 kg-m

Tabla VI. Cálculo de las áreas de acero para la losa del primer nivel

M (kg-m)	As (cm ²)	Número de varilla	S(cm)	Smax(cm)
746	2.87	4	44	39
339	5.25	4	25	39
1089	4.24	4	30	39
1837	7.31	5	25	39

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\max} = \text{Cult} * L * .50 = (1390.2)(3.8) * .50 = 2641.38$$

L = lado mayor de las dimensiones cortas

Corte máximo resistente

$$V_r = 45(f'c)^{1/2}t = 45(210)^{1/2}(13) = 8477.45$$

$V_r > V_{\max}$ Chequea

El armado de la losa se especifica en la figura 26.

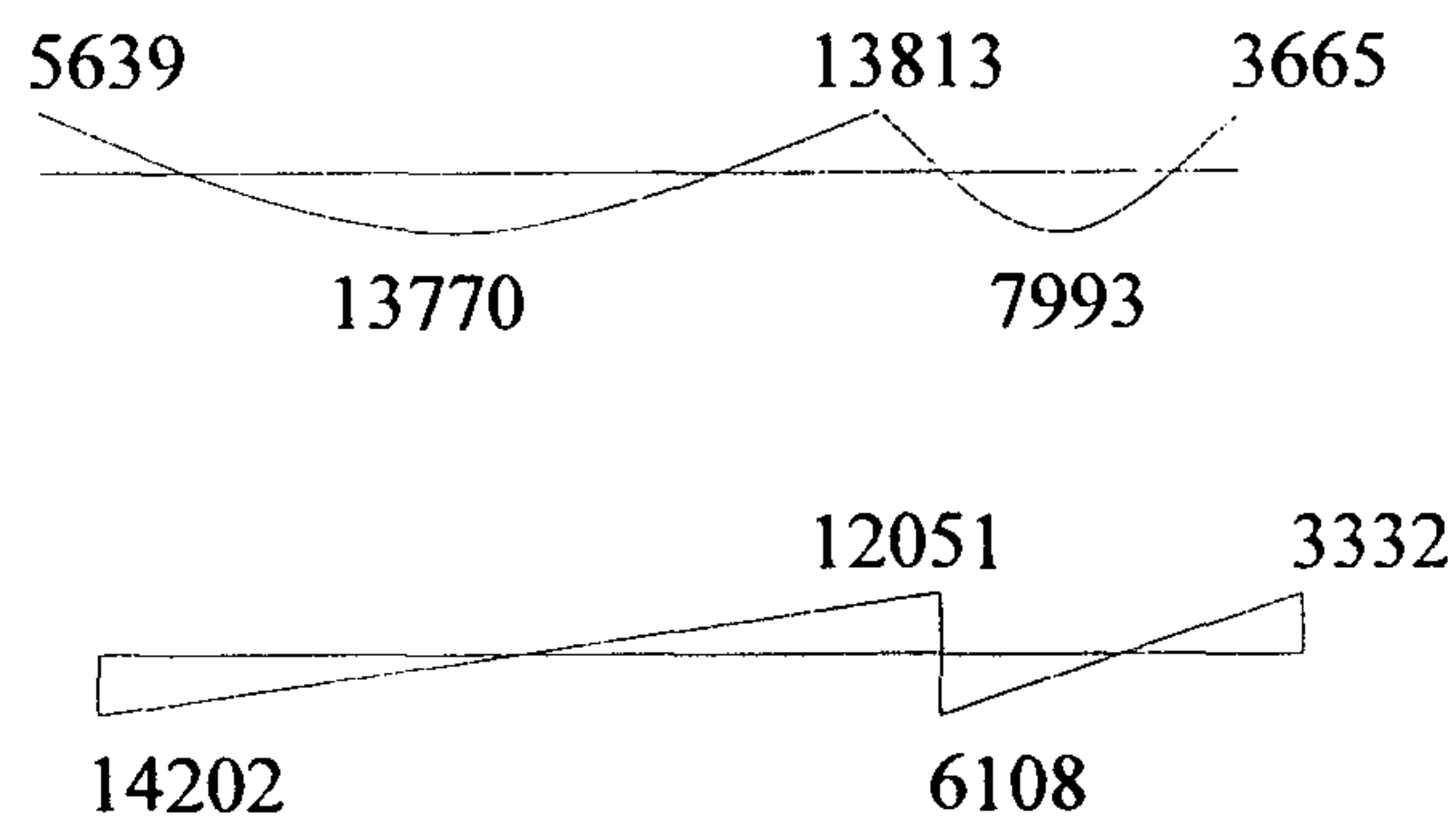
2.1.7.2. Diseño de la losa del segundo nivel

El procedimiento es similar al anterior, variando en el cálculo de la carga muerta porque no se incluye el peso provocado por los muros; siendo así, solo se muestran los resultados en la figura 26.

2.1.7.3. Diseño de las vigas

Una viga puede definirse como un miembro estructural que descansa sobre apoyos situados generalmente en sus extremos y que soporta cargas transversales. Las cargas que actúan sobre la viga, tienden a flexionarla más que alargarla o acortarla.

Figura 13. Momentos y cortes de la viga tipo 1



Límites de acero

Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = (14.1/f_y)bd$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810)(25)(56)=7.02$$

Área de acero máxima

$$A_{s_{\max}} = \phi_r b d$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 56 = 25.86$$

Acero longitudinal

$$A_s = ((bd) - ((bd)^2 - (M b / 0.003825 * f'c))^{1/2} (0.85 * f'c / f_y)$$

Tabla VII. Calculo del área de acero para una viga tipo 1

Momento	As cm ²	Varillas	Área cubierta
5639	4.075	2 núm. 7	7.76
13770	10.32	2 núm. 7 + 1 núm. 6	10.61
13813	10.35	2 núm. 7 + 1 núm. 6	10.61
7993	5.84	2 núm. 7	7.76
3665	2.62	2 núm. 7	7.76

Cama superior

Se deben colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas tomando el mayor de los siguientes valores: $A_{s_{min}}$ o el 33% A_s calculada para el momento negativo.

Cama inferior

Se deben colocar como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los valores: $A_{s_{min}}$, 55% del A_s del M+ ó el 50% A_s del M-. El resto del acero, en ambas camas, se coloca como bastones y rieles.

Resistencia al corte

Para la resistencia al corte, en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 (f'c)^{1/2} bd = 0.53 * 0.85 * (210)^{1/2} (25)(56) = 9792.55 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$9792.55 < 14202$$

Para el corte de 14202 kg

$$n_a = V_a / bd = 14202 / (25 * 56) = 10.14$$

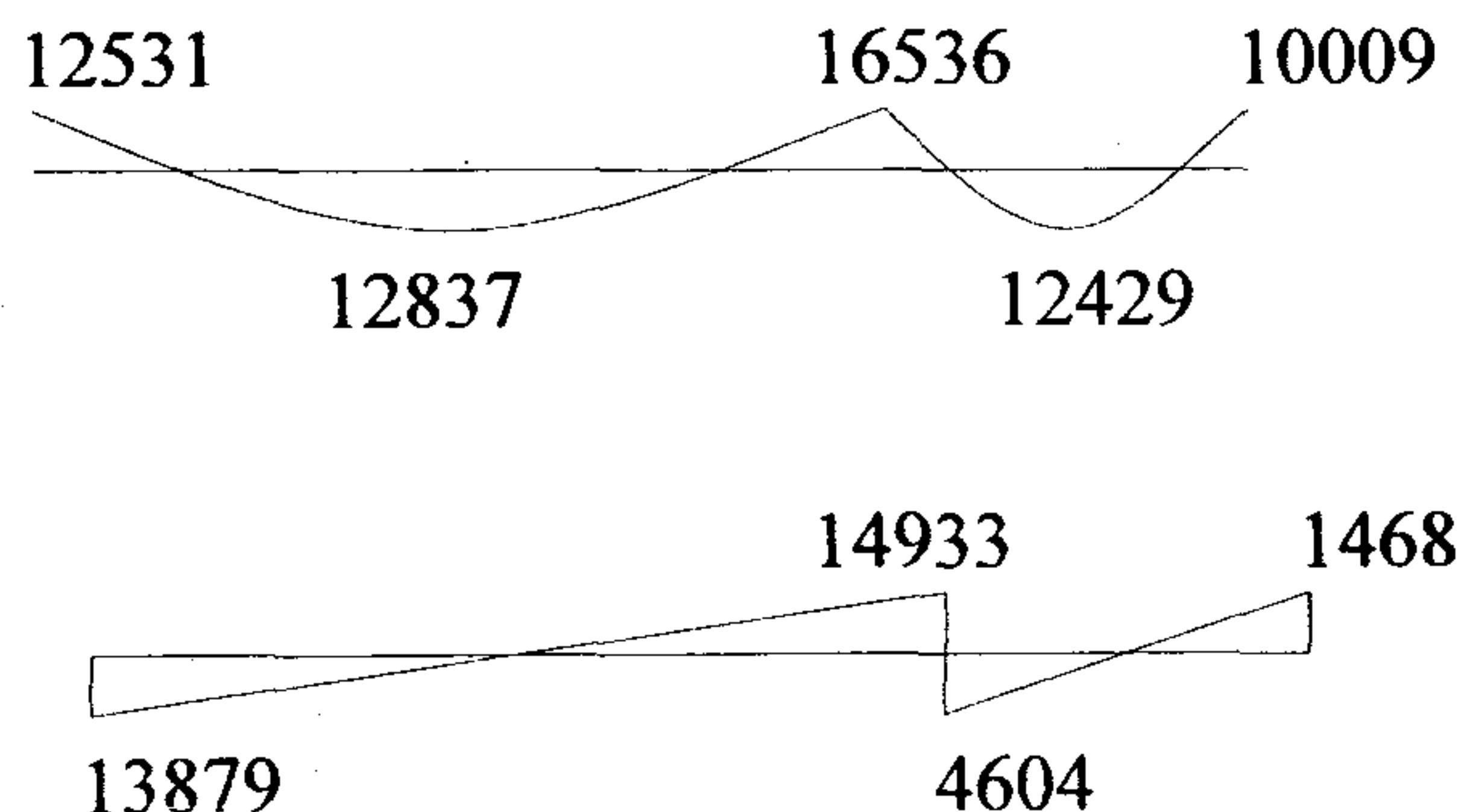
$$n_{cu} = 0.85 * 0.53 * f'c^{1/2} = 6.52$$

$$S = 2A_v f_y / (n_a - n_{cu}) * b = 2(0.71)(2810) / (10.14 - 6.52) 25 = 3990.2 / 90.5 = 44.09 \text{ cm}$$

$$S_{max} = d/2 = 56/2 = 28 \text{ cm}$$

Se colocan núm. 3 @ 25 cm

Figura 14. Momentos y cortes de una viga tipo 2



Límites de acero

Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810)(25)(56) = 7.02$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.036946 * 25 * 56 = 25.86$$

Acero longitudinal

$$A_s = ((bd) - ((bd)^2 - (M b / 0.003825 * f'c))^{1/2} (0.85 * f'c / f_y)$$

Tabla VIII. Cálculo del área de acero para una viga tipo 2

Momento	As cm ²	Varillas	Área cubierta cm ²
12531	9.34	2 núm. 7+1 núm.6	10.61
12837	9.58	2 núm. 7+1 núm.6	10.61
16536	12.56	2 núm. 7+1 núm.8	12.83
12426	9.25	2 núm. 7+1 núm.6	10.61
10009	7.37	2 núm. 7	7.76

Resistencia al corte

Para la resistencia al corte, en las vigas, se colocan estribos que ayudan a contrarrestar estos efectos, además de ser utilizados para el armado.

Corte que resiste el concreto

$$V_r = 0.85 * 0.53 (f'c)^{1/2} bd = 0.53 * 0.85 * (210)^{1/2} (25)(56) = 9792.55 \text{ kg}$$

Este valor se compara con el corte actuante

$$9792.55 < 14933$$

Para el corte de 14933 kg

$$n_a = V_a / bd = 14933 / (25 * 56) = 10.66$$

$$n_{cu} = 0.85 * 0.53 * f'c^{1/2} = 6.52$$

$$S = 2A_v f_y / (n_a - n_{cu}) * b = 2(0.71)(2810) / (10.66 - 6.52) 25 = 3990.2 / 103.41 = 38.59 \text{ cm}$$

$$S_{max} = d/2 = 56/2 = 28 \text{ cm}$$

Se coloca varillas núm. 3 @ 25 cm.

Para las vigas en el sentido Y se calcula que el área de acero se encuentra entre los límites de mínimo y máximo por lo que su predimensionamiento está bien, mientras que en el sentido x, se redujo su peralte para economía del proyecto, teniendo una sección de (0.25*0.60) metros y áreas de acero como se verán en los planos.

2.1.7.4. Diseño de las columnas

a. Columnas del nivel superior

Las columnas son elementos estructurales utilizados primordialmente para soportar cargas de compresión. Una columna corta es aquella en la que la carga última para una excentricidad dada está solamente gobernada por la resistencia de los materiales y las dimensiones de la sección transversal.

Una columna esbelta, es aquella en que la carga última está influida por la esbeltez, lo que produce flexión adicional debido a las deformaciones transversales.

Si se utiliza el análisis estructural convencional de primer orden, siendo este el caso de la estructura estudiada, se deberán determinar los momentos y fuerzas encontradas para tomar en cuenta los efectos de segundo orden.

Dimensiones :

Sección de columna = 25 * 25	Longitud de columna = 2.8m
Sección de viga 1 = 25 * 30	Longitud de viga 1 = 3.8m
Sección de viga 2 = 25 * 60	Longitud de viga 2 = 7.6m
Espesor de losa = 0.13	
Área tributaria = 18.52	

Cargas

Carga muerta = 312

Carga viva = 350

$C_u \text{ total} = 1.4(312) + 1.7(350) = 436.8 + 595 = 1031.8 \text{ kg/m}^2$

$F_{cu} = C_u / (CV + CM) = 1.558610272$

Peso vigas 1561.5kg

Momentos

Máximo momento en x 3352 kg-m

Máximo momento en y 5639 kg-m

Carga axial

Carga axial = (area tributaria)(C_u) + (Peso vigas)(Factor de carga última)

P = 21.54270594 t.

Clasificar la columna por su esbeltez

Por su relación de esbeltez las columnas se clasifican en cortas ($E < 22$), intermedias ($22 > E > 100$) y largas ($E > 100$). El objetivo de clasificar las columnas es ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

Tabla IX. Esbeltez de las columnas en x

	Inercia	L cm	K=I/L
Columna	32552.083	280	116.257
Viga 1	28125	380	74.013
Viga 2	225000	760	296.052

γ (grado de empotramiento): se calcula en cada extremo de la columna, dependiendo cuantas vigas y columnas llegan al punto

$$\gamma = \frac{\sum EI/L \text{ (col)}}{\sum EI/L \text{ vigas}}$$

E= 1 Porque todo el marco es del mismo material

Extremo superior $\gamma_a = 0.785383598$

Extremo inferior $\gamma_b = 1.570767196$

Promedio $\gamma_p = 1.178075397$

Según el ACI 318-95 R10.12.1

$$k = \frac{(20 - \gamma_p)}{20} (1 + \gamma_p)^{0.5} \quad \gamma_p < 2$$

$$k = 1.388898434$$

Relación de esbeltez E

$r = 0.3 h$ ACI 10.11.2 $r = 0.075$
 $E = Kl_u/r = 40.74102074 > 22$ magnificar

Magnificación de momentos

Flujo plástico

$b = (CM_u)/(c_u) \quad b = 0.423337856$

Carga crítica de Euler

$EI = (E_c I_g / 2.5) / (1 + b) \quad EI = 2001784740 \text{ kg-cm}^2 = 200.178474 \text{ t-m}^2$
 $P_{cr} = p^2 EI / (k l_u)^2 \quad P_{cr} = 211.607366 \text{ t-m}^2$

Magnificador

$d = CM / (1 - (P_u / (\phi P_{cr}))) = 1.170187146$
Momento de diseño = $M^* d = 3.922467313 \text{ t-m}$

Tabla X. Esbeltez de las columnas en y

	Inercia	L cm	K=I/L
Col	32552.08333	280	116.2574405
Viga 1	28125	380	74.01315789
Viga 2	225000	760	296.0526316

y = grado de empotramiento

$y = \sum EI/L (\text{col}) / \sum EI^*L \text{ vigas}$

E= 1 Porque todo el marco es del mismo material

Extremo superior y a= 0.196345899

Extremo inferior y b= 0.392691799

Promedio y p= 0.294518849

Según el ACI 318-95 R10.12.1

$$K = (20 - \gamma p) / 20 * (1 + \gamma p)^{0.5} \quad \gamma p < 2$$

$$k = 1.121014518$$

Relación de esbeltez E

$$r = 0.3 h \quad \text{ACI 10.11.2} \quad r = 0.075$$

$$E = Kl/r = 32.88309253 > 22 \text{ magnificar}$$

Magnificación de momentos

Flujo plástico

$$b = (CM_u) / (c_u) \quad b = 0.423337856$$

Carga crítica de Euler

$$EI = (E_c I_g / 2.5) / (1 + b) \quad EI = 2001784740 \text{ kg-cm}^2 = 200.178474 \text{ t-m}^2$$

$$P_{cr} = \pi^2 EI / (kl_u)^2 \quad P_{cr} = 324.8248778 \text{ t-m}^2$$

Magnificador

$$d = CM / (1 - (P_u / (f P_{cr}))) = 1.10466022$$

$$\text{Momento de diseño} = M^* d = 6.229178982 \text{ t-m}$$

Cálculo del acero longitudinal por el método de Bresler

Este método consiste en una aproximación del perfil de la superficie de la falla, además es uno de los métodos más utilizados, porque su procedimiento es tan sencillo y produce resultados satisfactorios.

La idea fundamental del método de Bresler es aproximar el valor $1/P'u$. Este valor se aproxima por un punto del plano determinado por los tres valores: carga axial pura ($P'o$), la carga de falla para una excentricidad e_x ($P'ox$) y la carga de falla para una excentricidad e_y ($P'oy$).

La forma conocida como ecuación de Bresler es:

$$\frac{1}{P'u} = \frac{1}{P'ox} + \frac{1}{P'oy} - \frac{1}{P'o}$$

Datos:

$$r = 3 \text{ cm}$$

$$f'c = 0.21 \text{ t/cm}^2$$

$$f_y = 2.81 \text{ t/cm}^2$$

$$P_u = 21.54 \text{ t}$$

Área de acero

$$A_s \text{ min (1\%)} = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ max (6\%)} = 37.5 \text{ cm}^2 \quad A_s \text{ propuesto 4 núm. 7} = 15.52 \text{ cm}^2$$

Excentricidades

$$e_x = M_x/P_u = 0.182078673 \text{ metros}$$

$$e_y = M_y/P_u = 0.2891549 \text{ metros}$$

$$(e_x/h) = 0.728314693$$

$$(e_y/h) = 1.1566196$$

Elección de gráfica (Figura 19)

$$g = (h - 2d')/h = 0.76$$

Valor de la curva

$$r_{tm} = (A_s \cdot f_y) / (A_g \cdot 0.85 \cdot f'c) = 0.3909$$

Leer el factor K

$$K_x = 0.34 \quad K_y = 0.24$$

Cargas

$$P_u = k \cdot f'_c \cdot A_g \quad P_{ux} = 44.625 \quad P_{uy} = 31.5$$

$$P'_o = 0.7 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_{st} \cdot f_y = 108.62159$$

$$P'_u = (1 / ((1/P'_x) + (1/P'_y) - (1/P'_o))) = 22.24757336$$

$P'_u > 21.54 \text{ t}$ el armado propuesto resiste las fuerzas aplicadas.

Cálculo del acero transversal (estribos)

Además de diseñar las columnas para resistir flexocompresión, es necesario dotarlas con suficiente ductibilidad, con el objeto de que absorban parte de la energía del sismo, esto se logra mediante un mayor confinamiento en los extremos. Se ha determinado que si la columnas se confinan su capacidad de carga es mucho mayor y mejora notablemente la ductibilidad de la columna.

Datos

$$L_{col} = 2.8 \text{ m} \quad L_u = 2.2 \text{ m} \quad L_n = 0.19 \text{ m}$$

Los estribos en los extremos se denominan zona de confinamiento, equivalente al mayor de los siguientes tres valores:

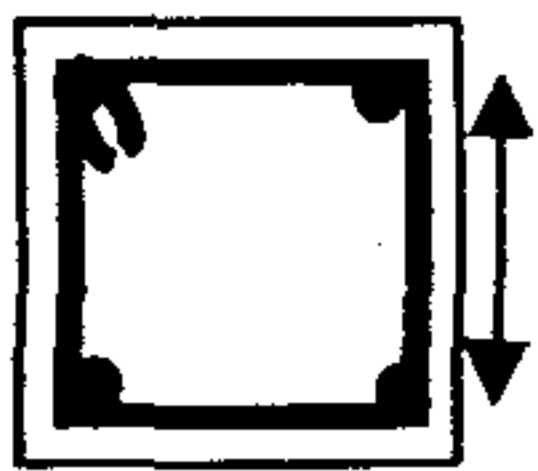
$$\left. \begin{array}{l} L_u/6 = 0.366666667 \text{ m} \\ \text{Lado mayor } 0.25 \text{ m} \\ 0.45 \text{ m} \end{array} \right\} \text{ El mayor de estos es } 0.45 \text{ m}$$

Relación volumétrica

$$r_s = 0.45 \cdot ((A_g/A_{ch}) - 1) \cdot (0.85 f'_c / f_y) \quad r_s > 0.12 (f'_c / f_y) \quad \text{ACI 10.9.3}$$

$$r_s = 0.020$$

Espaciamiento entre estribos: $S=2A_v/(r_s L_n)= 6.39$



L_n = longitud máxima no soportada del estribo

Espaciamiento máximo

$$S_{max} = d/2 = 11$$

Confinamiento

Varilla núm. 3 a 0.06m hasta 0.45m arriba y abajo + núm. 3 a 0.11m en el resto

b. Diseño de las columnas del nivel inferior

El procedimiento que se debe seguir es el descrito anteriormente, teniendo en cuenta que la carga axial utilizada se calcula de la siguiente manera

Carga axial = (área tributaria)(C_u)+(carga de la columna del nivel superior)+(peso vigas)(FCU)+(peso propio de la columna del nivel superior)(FCU)

Los resultados obtenidos de este proceso se muestran en la figura 23.

2.1.7.5. Diseño de la zapata

Datos

$$P_u = 43.5 \text{ t}$$

$$M_{ux} = 6.774 \text{ t-m}$$

$$M_{uy} = 7.384 \text{ t-m}$$

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

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

$$V_s = 16 \text{ t/m}^2$$

$$g_s = 1.4 \text{ t/m}^3$$

$$FCU = 1.55$$

$$\text{Desplante} = 1 \text{ m}$$

$$h_{col} = 3.8 \text{ m}$$

$$\text{Sección de columna} = 0.25 \times 0.25 \text{ m}$$

Diseño del área de la zapata

Para el cálculo del área de la zapata se utilizan cargas de servicio, por lo tanto se dividen las cargas últimas dentro del factor de carga última para obtenerlas, de la misma forma se obtienen los momentos de servicio.

Carga de trabajo o servicio $P' = P_u / FCU$

$$P' = 27.90947858 \text{ t}$$

Momentos de trabajo

$$M_t = M_u / FCU$$

$$M_{tx} = 4.346179492 \text{ t-m}$$

$$M_{ty} = 4.737553789 \text{ t-m}$$

Para la estimación del área de la zapata se utiliza: $A_z = 1.5P' / V_s$

$$A_z = 2.61 \text{ m}^2$$

$$A_z = 1.6 * 1.6$$

$$\text{Espesor asumido} = 0.35 \text{ m}$$

Chequeo de presión sobre el suelo

$$P = P' + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

Donde:

$P =$ Integración total de cargas actuantes

$P' =$ Carga de trabajo

$P_s =$ Peso del suelo del desplante = $A_z * \text{desplante} * g_s$

$P_{col} =$ Peso de la columna

$P_{cim} =$ Peso del cimiento (zapata) = $A_z * \text{espesor asumido} * g_c$

De esto se obtiene:

$$P_s = 3.584 \text{ t}$$

$$P_{col} = 0.57 \text{ t}$$

$$P_{cim} = 2.1504 \text{ t}$$

$$P = 34.21 \text{ t}$$

Las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán

$q = (P/Az) \pm (Mtx/Sx) \pm (Mty/Sy)$ donde los casos críticos son q_{max} y q_{min}

$$S = 1/6 * b * h^2$$

$$q_{max} = 26.67 > 16$$

$$q_{min} = 0.058$$

De esto se tiene:

$q_{max} > V_s$ por lo cual excede el valor soporte del suelo, esto no debe suceder entonces se debe aumentar el área de la zapata para absorber estas presiones.

$q_{min} > 0$ indica que no existen presiones de tensión

Segundo predimensionamiento:

Sección propuesta = $2m * 2m$

$$Az = 4m^2$$

Chequeo de presión sobre el suelo

$$P = P' + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

$$P_s = 5.6t$$

$$P_{col} = 0.57 t$$

$$P_{cim} = 2.88 t$$

$$P = 35.72 t$$

Las presiones sobre el suelo por debajo de la zapata serán

$$q = (P/Az) \pm (Mtx/Sx) \pm (Mty/Sy)$$

$$q_{max} = 15.74 < 16$$

$$q_{min} = 2.11t/m^2$$

$q_{max} < V_s$ por lo cual no excede el valor soporte del suelo

$q_{min} > 0$ indica que no existen presiones de tensión

Presión última de diseño

$$q_{dis} = q_{max} * FCU = 24.53 t/m^2$$

Diseño del espesor de la zapata

Para este diseño se debe chequear el corte simple y el corte punzonante causado por la columna y las cargas actuantes.

Chequeo por corte simple

$t = 40 \text{ cm}$ asumido

$d = t - \text{recubrimiento} - f/2 = 32 \text{ cm}$

$B = 200 \text{ cm}$

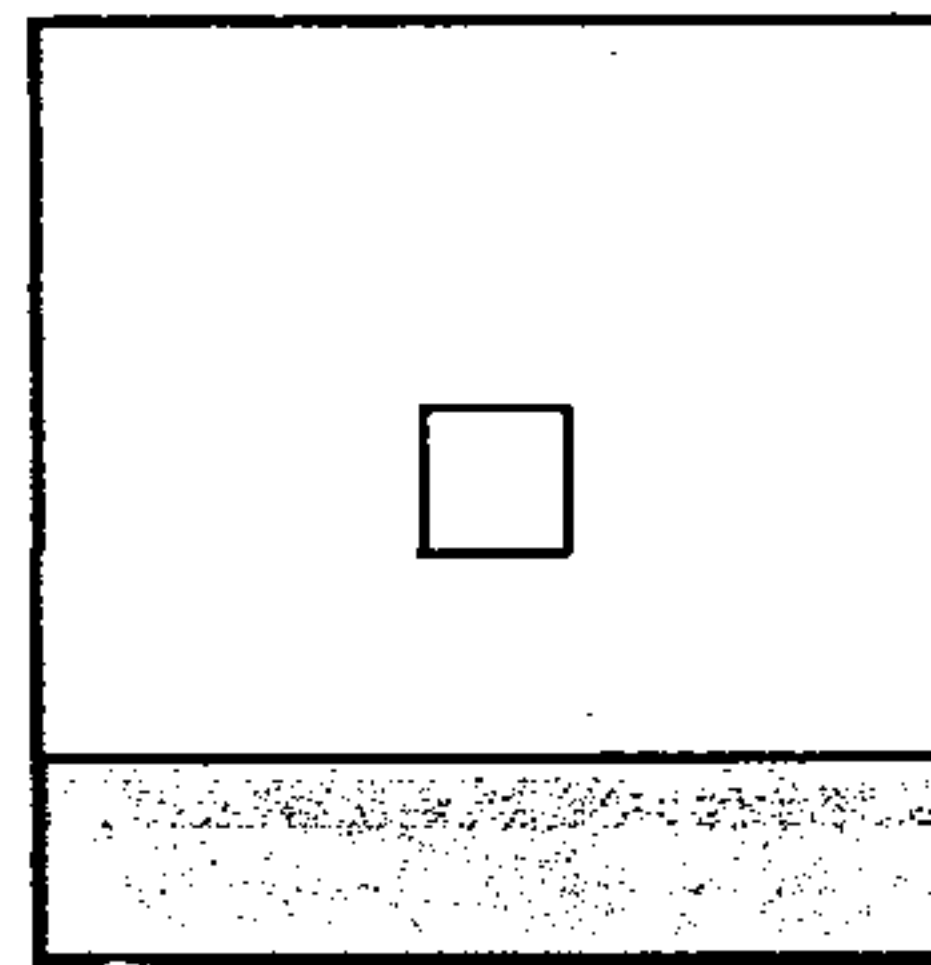
$f = 1.91$ varilla núm. 6

Cálculo del corte actuante

$V_{act} = \text{Área sombreada} * q_{dis}$

Área sombreada = 1.11 m^2

$V_{act} = 27.23 \text{ t}$



Cálculo del corte simple resistente

$V_r = 0.85 * 0.53 * f'c^{0.5} * B * d / 1000$

$V_r = 41.78 \text{ t}$

$V_{act} < V_{resistente}$

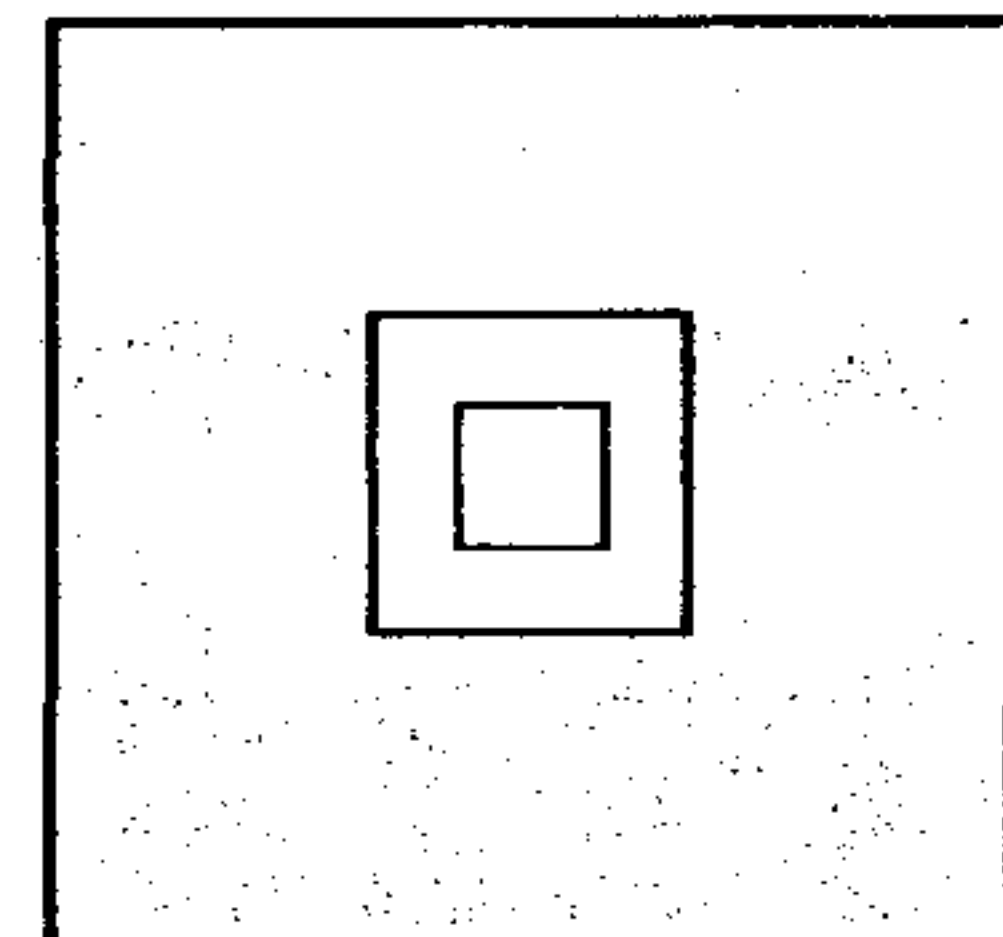
Chequeo por corte punzonante

El límite donde ocurre la falla por corte punzonante se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

$V_{act} = \text{Área sombreada} * q_{dis}$

Área gris = 3.6751 m^2

$V_{act} = 90.17 \text{ t}$



Cálculo del corte punzonante resistente

$$V_r = 0.85 * 1.06 * f'_c{}^{0.5} * b_o * d / 1000$$

b_o = Perímetro de la sección crítica de punzonamiento = 228 cm

$$V_r = 95.26 \text{ t}$$

$$V_{act} < V_r$$

Refuerzo por flexión

El momento último actuante será

$$M_u = q_{dis} l^2 / 2 = 9.39 \text{ t-m}$$

Donde l es la distancia entre el rostro de columna al final de la zapata $l = 0.875$

Calcular el área de acero

$$A_s = (B * d - ((B * d)^2 - (M * B / 0.003825 f'_c))^{1/2}) / (0.85 * f'_c / f_y)$$

$$A_s = 11.95 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 0.002 * b * d = 6.4 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$S = A_v / A_s \text{ con varilla núm. 6}$$

$$S = 0.23$$

Armado = 1 varilla núm. 6 @ 20 cm

2.1.7.6. Diseño de la escalera

Que una escalera sea cómoda y segura depende de su relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera.

$$c \leq 20 \text{ cm}$$

$$H > c$$

$$2c + H \leq 64 \text{ cm (valor cercano)}$$

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

$$c \times H = 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$$

Donde:

c = contrahuella

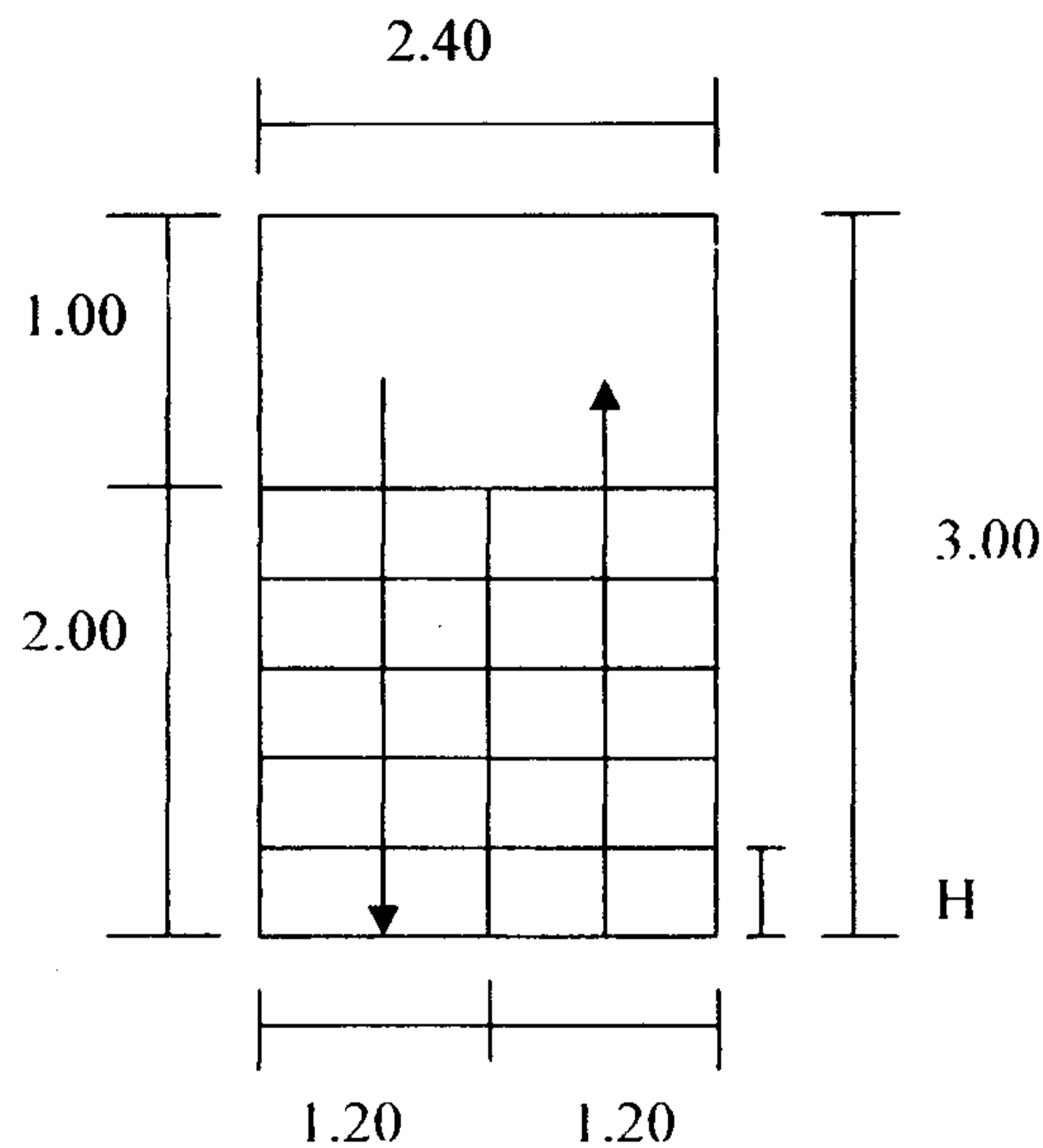
H = huella

Cargas de diseño para una escalera

$$CM = PP(\text{escalera}) + PP(\text{acabados})$$

$$PP(\text{escalera}) = W_c (t + c/2)$$

Figura 15. Dimensiones de las gradas



$$\text{Número de escalones mínimo} = h/c_{\text{max}} = 2.8/0.2 = 14 \text{ escalones}$$

Se tomarán 8 contrahuellas antes del descanso.

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

$$H = 2/7 = 0.2857$$

$$C = \text{Altura} / \text{núm. contrahuellas} = 2.8/16 = 0.175$$

Chequeos:

$C=17.5\text{cm}<20\text{cm}$ ok

$H=28.57\text{cm}$ ok

$2c+ H= 2(17.5)+28.57=46.07\text{cm}$ ok

$c+H=17.5+28.57=46.07$ ok

$c \times H=17.5(28.57) = 500 \text{ cm}^2$ ok

Por lo tanto se tiene 8 contrahuellas de 17 cm y 7 huellas de 28.57cm.

Integración de cargas

Peso propio de la escalera = $2400(.10+0.175/2) = 450 \text{ kg/m}^2$

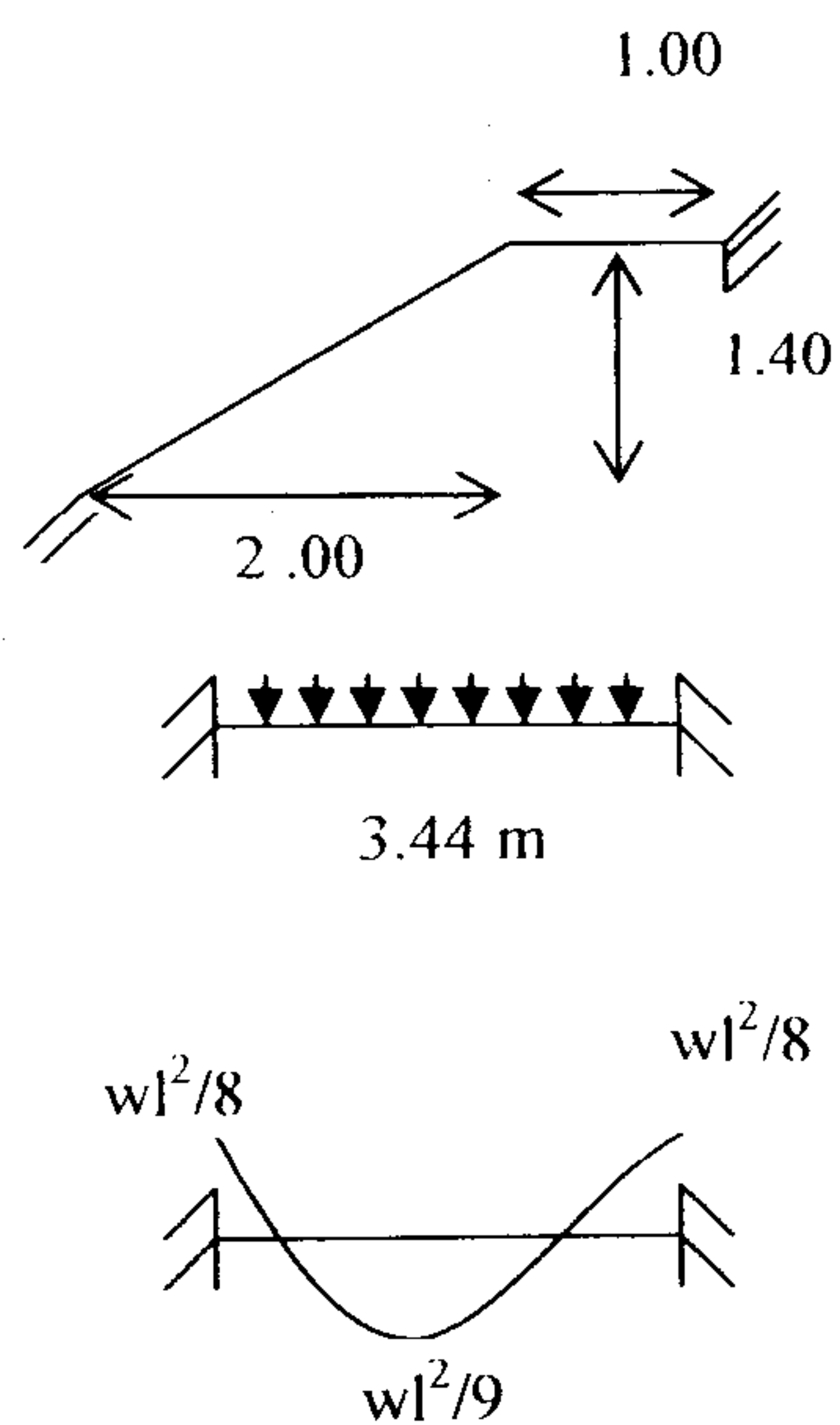
Acabados = 100 kg/m^2

Total = 550 kg/m^2

Carga viva = 500 kg/m^2

$C_u = 1.4(550)+1.7(500)=770+850=1620 \text{ kg/m}^2$

Figura 16. Modelo matemático y diagrama de momentos de las gradas



$d = ((1.4)^2 + (2)^2)^{1/2} = 2.44\text{m}$

$$M_+ = 1620(3.44)^2/9 = 2130.048$$

$$M_- = 1620(3.44)^2/14 = 1369.32$$

$$A_{s_{\min}} = (14.1/2810)(100)(7.5) = 3.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5\rho_b b d = 0.5(0.036)(100)(7.5) = 13.86 \text{ cm}^2$$

Tabla XI. Cálculo del área de acero para las gradas

Momento	As cm ²	núm. varilla	S	Smax
2130	13	5	15	30
1369	7.87	5	30	30

Acero por temperatura

$$A_s = 0.002bt = 0.003(100)(10) = 2 \text{ cm}^2$$

$$S_{\max} = 3t = 30 \text{ cm}$$

varilla núm. 3@ 0.35 m

entonces núm. 3@ 0.30 m

2.1.8. Fosa séptica

Las fosas sépticas son generalmente de concreto reforzado, pero también pueden utilizarse las prefabricadas de asbesto cemento, pero en todo caso se debe ubicar la fosa séptica lo más próxima posible a la calle de acceso al terreno, recomendándose las siguientes distancias mínimas.

Límite de la propiedad	2.00 mts.
Cimientos u otras estructuras	2.00 mts.
Tuberías de agua	1.00 mts.

Cálculo de caudal

Personal por aula = 40

Personal de servicio = 2

Tabla XII. Cálculo del caudal para la fosa séptica

	núm. de personas	Caudal por persona	Total (l / día)
Alumnos y maestros	240	55	13200
Personal de limpieza	2	200	400
Total			13600

Volumen de líquidos

$$\text{Volumen} = 4260 + 0.75Q = 4260 + 10200 = 14460 \text{ l/día} = 14.46 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dimensiones

$$\text{Vol} = a \cdot L \cdot H = A \cdot H$$

$$H = 1.50 \text{ m por criterio}$$

Donde:

$$A = \text{Vol} / H = 14.46 / 1.50 = 9.64 \text{ m}^2$$

$$A = a \cdot L = a \cdot 2a = 2a^2$$

$$a = (A/2)^{1/2} = (9.64/2)^{1/2} = 2.20 \text{ m.}$$

$$L = 2a = 2 \cdot 2.20 = 4.40 \text{ m.}$$

$$\text{Vol} = \text{ancho} \cdot \text{largo} \cdot \text{alto} = 2.20 \cdot 4.40 \cdot 1.5$$

2.1.9. Elaboración de los planos

Los planos elaborados para el edificio escolar aparecen en el anexo de este trabajo de tesis y son los siguientes:

- a. Distribución arquitectónica
- b. Cimentación y columnas
- c. Agua Potable
- d. Drenajes y techos
- e. Vigas y Losas
- f. Fuerza

- g. Iluminación
- h. Detalles estructurales
- i. Secciones y elevaciones

2.1.10. Presupuesto por renglones del edificio educativo

El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera departamental.

Tabla XIII. Presupuesto del edificio educativo

	Renglón	u	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Limpieza y chapeo	global	1	3000.00	3000.00
2	Nivelación del terreno	global	1	3500.00	3500.00
3	Zapata tipo I	unidad	18	2852.66	51347.86
4	Zapata tipo II	unidad	9	2508.69	22578.25
5	Cimiento del edificio	ml	123	288.37	35469.21
6	Columna tipo I	unidad	27	1136.11	30675.09
7	Columna tipo II	unidad	27	1851.23	49983.16
8	Levantado de muro	m2	365	76.22	27820.49
9	Solera hidrófuga	ml	114	148.09	16882.14
10	Solera intermedia	ml	114	915.26	104340.05
11	Losa de entepiso	m2	297	259.19	76980.03
12	Losa de techo	m2	297	320.97	95327.02
13	Viga A	unidad	4	1113.89	4455.56
14	Viga B	unidad	12	1112.39	13348.66

Continuación...

2/3

15	Viga C	unidad	4	890.80	3563.18
16	Viga D	unidad	12	884.31	10611.66
17	Viga 1	unidad	9	3861.34	34752.02
18	Viga 2	unidad	9	934.10	8406.88
19	Viga 3	unidad	9	3925.94	35333.50
20	Viga 4	unidad	9	1076.65	9689.82
21	Repello	m ²	1598	34.36	54903.03
22	Cernido	m ²	1598	33.46	53469.07
23	Ventanas	m ²	69	345.00	23805.00
24	Puertas	u	11	455.00	5005.00
25	Pisos	m ²	282.5	45.00	12712.50
26	Instalación eléctrica	global	1	25785.50	25785.50
27	Sistema de agua	global	1	5630.21	5630.21
28	Drenaje pluvial	global	1	13428.10	13428.10
29	Instalación de drenaje	global	1	19099.37	19099.37
30	Fosa séptica	unidad	1	11000.00	11000.00
				Total =	Q862,902.37
Muro perimetral					
1	Cimiento	m	117	244.62	28620.65
2	Columna tipo III	unidad	57	299.80	17088.77
3	Solera hidrofuga	m	106	148.09	15697.43
4	Solera intermedia	m	106	915.26	97017.94
5	Solera superior	m	106	148.09	15697.43
6	Levantado de muro	m ²	256	76.22	19512.46
7	Pintura de aceite	galón	1	70.00	70.00
8	Cancha de concreto	m ²	200	63.23	12645.72
				Total =	Q206,350.40

Continuación...

3/3

Gradas					
1	Cimiento de gradas	m	11.83	213.54	2526.21
2	Soleras	m	82.81	87.64	7257.23
3	Losa	m ²	10.39	199.33	2071.06
4	Repello	m ²	150	34.36	5153.60
5	Cernido	m ²	150	33.46	5019.00
6	Levantado de muro	m ²	74.88	76.22	5707.39
7	Viga de amarre	m	2.4	247.26	593.42
8	Escalones	global	1	7792.54	7792.54
				Total =	Q36,120.45
	TOTAL			=	Q 1,105,373.23

2.2. Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lomas

2.2.1. Descripción del proyecto

La aldea las lomas cuenta con un sistema de agua potable que abastece a 150 familias, pero con el crecimiento de la población existen 45 viviendas sin este servicio, por lo cual se hace necesario la ampliación del sistema. Actualmente el sistema es administrado por un comité de la comunidad y cuenta con una bomba de donde se dirige el caudal hacia un tanque de distribución, y desde allí se dirige por gravedad a la red de distribución.

El proyecto consiste en diseñar la red de distribución para las viviendas que no están conectadas al servicio, captar un nacimiento nuevo, captar otro correctamente y diseñar las obras hidráulicas necesarias para que el sistema funcione de manera adecuada.

2.2.1.1. Descripción del sistema a utilizar

La selección del sistema a utilizar se hace de acuerdo con la fuente disponible y la capacidad económica de la comunidad, para costear la operación y mantenimiento del sistema, por lo que la primera opción a considerar debe ser un sistema por gravedad; luego una combinación de gravedad y bombeo; y como ultima opción se puede utilizar un sistema por bombeo. Sin embargo, por tratarse de una ampliación, la localización de los nacimientos en la comunidad y el sistema actual se propone la combinación de gravedad y bombeo.

2.2.1.2. Fuentes de abastecimiento

La aldea Las Lomas cuenta con nacimientos que son el resultado de la percolación del agua superficial a través de diferentes estratos del terreno y por su recorrido dentro del acuífero, experimenta una filtración que generalmente la hace de buena calidad para el consumo humano.

Sin embargo, esto no ocurre siempre, ya que puede haber alguna contaminación aguas arriba del nacimiento. Lo anterior hace necesario efectuar un análisis químico sanitario y bacteriológico antes de proceder a su aprovechamiento. Los resultados de este análisis se encuentran en el anexo de este trabajo donde se muestra que desde el punto de vista físico químico sanitario que el potencial de hidrógeno es alto y en el examen bacteriológico establece que el agua no es potable por lo que se hace indispensable la cloración de la fuente antes de su uso para el consumo humano. Según norma COGUANOR NGO 29001.

El aforo realizado a los nacimientos que llegan al actual tanque de succión es de 1.32 l/seg, el nacimiento nuevo tiene un aforo de 0.33 l/seg y la correcta captación de un nacimiento aumentará el caudal en 0.32 l/seg, siendo un total de 1.97 l/seg para toda la población.

2.2.1.3. Tipo de servicio

El sistema de servicio podrá ser por conexiones prediales, conexiones intradomiciliares, llenacántaros y mixtos. Para este proyecto se propone la utilización de una conexión predial; por razones económicas este servicio es el aconsejable en el área rural, y es el utilizado por la red de distribución existente.

2.2.2. Topografía

En el presente caso se realizó un levantamiento de segundo orden, debido a que la diferencia de alturas entre la fuente y la comunidad lo permite. Para representar la proyección del terreno de las comunidades sobre un plano horizontal imaginario, se adoptó el método de conservación del azimut, para ello se consideró un norte arbitrario como referencia.

Debido a que las diferencias de nivel entre la comunidad, la fuente y el lugar donde se ubicará el tanque de distribución, sobrepasan los diez metros por kilómetro; la nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes. El equipo que se utilizó comprende teodolito, estadal, estacas y cinta métrica; los resultados se muestran en los anexos.

2.2.3. Período de diseño

Se define período de diseño de un acueducto al número de años para el cual el sistema va a proporcionar agua potable, en la cantidad adecuada, a la población existente al final de dicho período.

El período de diseño de un abastecimiento de agua rural está determinado por razones económicas. Un período de diseño de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer ampliaciones al sistema de abastecimiento en un plazo muy corto de tiempo. Un período de diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura. En todo caso, el período de diseño no debe exceder de 20 años.

Con las anteriores consideraciones, para el proyecto de agua potable de la aldea Las Lomas, el período de diseño será de 20 años.

2.2.4. Dotación

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, del clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población. Sin embargo, la magnitud de la fuente puede llegar a ser determinante para fijar el valor de la dotación. En función de lo anterior se establece que la dotación para la aldea Las Lomas será de 70 l/h/d.

2.2.5. Estimación de la población

En este caso se recurre para la estimación de la población al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. En estudios recientes se llegó a determinar que el número de habitantes por vivienda para el área rural variaba entre 6.5 y 6.9. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 ó 7.

Para determinar la población a servir para el final del período de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces por el número adoptado de habitantes por vivienda.

Al igual que la población, el crecimiento del número de casas responde al 4.05% para el departamento de Chimaltenango según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística.

Si se toma la ecuación de ese crecimiento,

$$N = n(1+r)^s$$

en la cual n es el número de viviendas al año cero, r la tasa de crecimiento poblacional y N es el número de viviendas al final del período de diseño s .

Con $s = 20$ años,

$$N = 45(1+0.045)^{20} = 109 \text{ viviendas}$$

$$P_f = (\text{Número de viviendas}) * (\text{Habitantes por vivienda}) = 109 * 6 = 654 \text{ habitantes}$$

2.2.6. Factores de variación

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varían de una comunidad a otra. Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición.

2.2.6.1. Factor de Día Máximo (FDM)

Éste incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.2 a 1.5, en el área rural, de 1.8 a 2 en el área urbana y de 2.5 a 3 en el área metropolitana. Para el proyecto de la aldea Las Lomas se utilizó un factor de día máximo de 1.5.

2.2.6.2. Factor de Hora Máxima (FHM)

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus respectivas costumbres. El FHM puede variar de 1.5 a 1.8 en el área rural, de 2 a 3 en el área urbana y de 3 a 4 en el área metropolitana. Para el proyecto de la aldea Las Lomas se utilizó un factor de día máximo de 1.8.

Un motivo por el cual se toman los factores de hora máxima y de día máximo altos es porque la comunidad es pequeña, en consecuencia las actividades son realizadas por lo regular los mismos días y a la misma hora, provocando que la demanda suba, lo que requiere un factor máximo.

2.2.7. Determinación de caudales

2.2.7.1. Caudal medio diario

Es conocido también como caudal medio y es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{(\text{población futura}) * (\text{dotación})}{86400 \text{ segundos}}$$

$$Q_m = \frac{(654) * (70)}{86400} = 0.53 \text{ l/s}$$

2.2.7.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar el caudal de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular multiplicando el factor de día máximo por el caudal medio diario.

$$Q_c = Q_m * FDM$$
$$Q_c = 0.53 * 1.5 = 0.80 \text{ l/seg}$$

2.2.7.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución; y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año. Si no se tiene registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

$$Q_d = Q_m * FHM$$
$$Q_d = 0.53 * 1.8 = 0.954 \text{ l/s}$$

2.2.7.4. Caudal por vivienda

Conocido también como caudal de gasto, está definido como el consumo de agua que se da por vivienda. El caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas que comprenden la línea de distribución y los tramos del proyecto a diseñar.

$$Q_v = Q_d / \text{Número de viviendas}$$
$$Q_v = 0.954 / 45 = 0.0212$$

2.2.8. Red de distribución

Es el sistema de tuberías, obras y accesorios que se encargan de distribuir el caudal instantáneo o de hora máxima, desde el tanque de distribución hacia las tuberías de tomas domiciliarias.

En este sistema la red de distribución estará constituida por ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía y funcionará independientemente de la red existente.

Para el diseño de la red será necesario considerar los siguientes criterios:

- a. El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el caudal máximo horario.
- b. La distribución debe hacerse mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.

- c. La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras hidráulicas necesarias, para garantizar el funcionamiento correcto del sistema de acuerdo con las normas establecidas para facilitar así su mantenimiento.

2.2.8.1. Presiones y velocidades

Entre los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a. en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a. ya que después de alcanzarse una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo de que fallen los empaques de los chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, ésta se debe mantener entre 40 y 10 m.c.a. aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 m.c.a. partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda mantener como máximo 3 m/s y 0.3 m/s como mínimo.

2.2.8.2. Tipo de tuberías

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de Hierro Galvanizado (HG). La tubería de PVC, es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie.

La tubería de HG, es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a. en pasos de zanjón o aéreos. Para este proyecto se utiliza tubería de PVC con un coeficiente de fricción $C=150$.

2.2.8.3. Cálculo de la red de distribución

La explicación de la tabla, por columna, es la siguiente

Columnas 1 y 2: en estas columnas se coloca el número de estación correspondiente al principio y al final del tramo.

Columna 3 : corresponde a la longitud existente entre las dos estaciones tomadas de los datos topográficos.

Columna 4 : longitud para los cálculos hidráulicos y para la cuantificación de materiales. Se calcula multiplicando el valor de la columna 3 por el factor 1.03.

Columna 5 : número de viviendas por tramo.

Columna 6 : corresponde al caudal del nudo.

Columna 7 : caudal instantáneo, este se calcula $Q_i = k^2 \sqrt{n-1}$ donde: n corresponde al número de conexiones, k es factor igual a 0.15 para tramos con menos de 55 casas y 0.20 para más de estas. Este caudal explica que cuando se abre un chorro, normalmente se obtiene mayor caudal que el caudal por vivienda por lo que se debe aplicar este criterio para dejar capacidad de distribución.

Columna 8: caudal de diseño de cada tramo, es el mayor de las dos columnas anteriores. Se considera 0.20 l/s como mínimo.

Columna 9 : este es un valor correspondiente a pérdidas, para determinarlo en el tramo 1 se toma la diferencia de las cotas del terreno, teniendo en cuenta que a la última vivienda el flujo debe ingresar con una presión de 10 m.c.a. se tiene $104.19-79.73-10=14.46$ m.c.a.

Columna 10: el diámetro teórico de la tubería este se obtiene con la fórmula de Hazen-Williams :

$$Dt = \left(\frac{1743.811141 * Lr * Q^{1.85}}{hf * C^{1.85}} \right)^{1/4.87}$$

Columna 11: corresponde al diámetro existente comercialmente que se ajusta al diámetro teórico.

Columna 12: diámetro interno, respecto de esto se debe mencionar que comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto.

Columna 13: con el diámetro de la columna anterior se calculan las pérdidas que ocurren en el tramo con la fórmula:

$$Hf = \frac{1743.811141 * Lr * Q^{1.85}}{D^{1.87} * C^{1.85}}$$

Columna 14: velocidad en el tramo, ésta se calcula con la fórmula

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño en m^3/s

D = Diámetro en metros.

V = Velocidad en metros / segundo

Columna 15: cota piezométrica, es la diferencia de alturas de un punto debido a la pérdida de carga en la tubería. La cota piezométrica en el punto B es igual a la cota piezométrica del punto A menos la pérdida de carga,

Columna 16: se anotan las cotas que corresponden a las cotas del terreno.

Columna 17: presión disponible, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno del punto.

Columna 18: corresponde a la presión estática.

Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lomas

Calculó: Elisa Castillo

Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

Hoja 1/2

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
Tramo		Longitud	Longitud real	viviendas	Q nudo	Q ins	Q diseño	hf	Diámetro	Ø interno											
DE	A																				
E4	E8	177.71	183.04	2.00	0.954	0.995	0.995	18.45	1.1034688	1 1/2											
E8	E16	525.34	541.10	9.00	0.912	0.972	0.972	15.44	1.41731222	1 1/2											
E16	E16.4	390.15	401.86	6.00	0.127	0.335	0.335	5.00	1.12183127	1 1/2											
E16	E26	506.24	521.42	10.00	0.594	0.779	0.779	15.00	1.30104893	1 1/4											
E26	E32	399.38	411.36	2.00	0.382	0.618	0.618	15.00	1.13498098	1											
E32	E35	184.40	189.94	1.00	0.340	0.581	0.581	25.00	0.85152027	1											
E35	E40	303.34	312.44	10.00	0.319	0.561	0.561	20.00	0.97451464	1											
E40	E41	79.98	82.38	5.00	0.107	0.300	0.300	15.00	0.6197623	3/4											

Ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Lomas

Calculó: Elisa Castillo

Supervisor: Ing. Juan Merck Cos

Hoja 2/2

Continuación...

12

13

14

15

16

17

18

Diámetro interno	hf real	Velocidad	Cota piezométrica		Cota terreno		Presión disponible		Presión estática	
			Inicial	final	Inicial	Final	inicial	final	inicial	final
2.067	0.86802001	0.46	158.19	157.32	158.19	129.73	0.00	27.59	0.00	28.46
1.61	8.29931816	0.74	157.32	149.02	129.73	122.71	27.59	26.31	28.46	27.18
1.61	0.86074618	0.27	149.02	148.16	122.71	136.47	26.31	11.69	27.18	12.56
1.38	11.2587478	0.81	149.02	137.76	122.71	121.53	26.31	16.23	28.10	18.02
1.049	22.0145109	1.11	137.76	115.75	121.53	98.11	16.23	17.64	18.02	19.43
1.049	9.05342683	1.04	115.75	106.70	98.11	79.86	17.64	26.84	19.43	28.63
1.049	13.9718117	1.01	79.86	65.88	79.86	29.10	0.00	36.78	0.00	36.78
0.824	3.74681494	0.87	65.88	62.14	29.10	14.58	36.78	47.56	36.78	47.56

2.2.9. Obras hidráulicas

2.2.9.1. Captación

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente de uno o varios nacimientos de brotes definidos o difusos, que salen de la montaña. La captación puede ser, de dos tipos: captación para brotes definidos o captación con brotes difusos.

Esta obra es la más crítica y de ella depende el éxito o fracaso del proyecto, por lo que se deberá tener información a detalle para lograr el objetivo final, de beneficio a los habitantes. Debido a que el nacimiento muestra un afloramiento horizontal en donde el brote se encuentra perfectamente definido y concentrado se propone una captación de brote definido. El detalle de la captación se muestra en la figura 34.

2.2.9.2. Caja rompe presión

En muchos casos se encuentran grandes diferencias de alturas, esto sugiere la utilización de tubería de hierro galvanizado, lo que provoca que los costos de tubería sean altos. Para limitar el uso de tubería de este tipo, se utilizan cajas rompe presión en las cuales actúa la presión atmosférica que para el diseño la presión es igual a 0.

La caja rompe presión se coloca antes de que la presión estática sobrepase los 80 m.c.a. en la línea de conducción y los 60 m.c.a. en la red de distribución.

En las figura 32 y en la figura 33 se observa la línea piezométrica y el lugar donde se hizo necesaria la colocación de una CRP , es decir en la estación E-35. En la figura 38 se muestra el detalle de la CRP a utilizar.

2.2.9.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de distribución juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el almacenamiento de un servicio eficiente.

Todo tanque de distribución, construido con concreto ciclópeo o de concreto armado, deberá cubrirse con losa de concreto reforzada, provista con boca de inspección con tapadera sanitaria, para efectos de inspección y reparación, el acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación, para realizar aforos cuando sea necesario.

Requisitos sanitarios del tanque de distribución

- a. Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua, polvo del exterior, con pendiente para drenar el agua de lluvia.
- b. Evitar la entrada de luz para que no nazcan algas
- c. El tubo de ventilación tendrá la abertura exterior hacia abajo, con rejilla para impedir la entrada de insectos y polvo.
- d. Escotilla de visita para inspección de limpieza, ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
- e. El diámetro mínimo de la tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada al tanque.

- f. El tubo de salida se colocará al lado opuesto del tubo de entrada, para que el agua circule en el tanque.
- g. Contará con escaleras interiores y exteriores si el tanque excede de 1.2 metros de alto.
- h. La superficie del terreno alrededor del tanque tendrá una pendiente que permita drenar hacia fuera el agua superficial, sobresaliendo las paredes por lo menos 30 cm., de la superficie del terreno.
- i. El fondo del tanque estará siempre por encima del nivel freático

Las funciones principales de un tanque de distribución son:

- a. Suplir las demandas máximas horarias, esperadas en la línea de distribución
- b. Almacenar un volumen determinado de reserva, por eventualidades
- c. Prevenir gastos por incendio
- d. Regular presiones en la red de distribución
- e. Proporcionar una presión suficiente, para que funcione el sistema

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

En poblaciones menores de 1,000 habitantes, del 25% al 35% del consumo medio diario de la población, sin considerar reserva por eventualidades. Si la población está entre 1,000 y 5,000 habitantes, 35% del consumo medio diario, más un 10% por eventualidades.

Para poblaciones mayores de 5,000 habitantes el 40% del consumo medio diario, más el 10% por eventualidades. Para sistemas por bombeo puede contemplarse como mínimo, una reserva del 60% del consumo medio diario.

Para la aldea Las Lomas se hace necesario aumentar el volumen del tanque de succión, que irá semienterrado con un volumen de 10m^3 . El tanque de distribución actual de 30 m^3 no será suficiente al conectar la nueva red, así que se calcula el caudal medio (Q_m) correspondiente a toda la población de la comunidad y no únicamente a la nueva red, para esto se estima la dotación de 75 l/hab/día, el número de viviendas de la comunidad dentro de 15 años y después la población.

$$\text{Viviendas} = 195 \cdot (1 + 0.045)^{15} = 378 \text{ viviendas}$$

$$\text{Población} = 378 \text{ viviendas} \cdot 6 \text{ personas/vivienda} = 2264$$

$$Q_m = (2264 \cdot 75) / 86400 = 1.96 \text{ l/s}$$

El volumen de almacenamiento total con la fórmula:

$$V = (\% \cdot Q_m \cdot 86400) / 1000$$

$$V = (0.35 \cdot 1.96 \cdot 86400) / 1000 = 59.27 \text{ m}^3$$

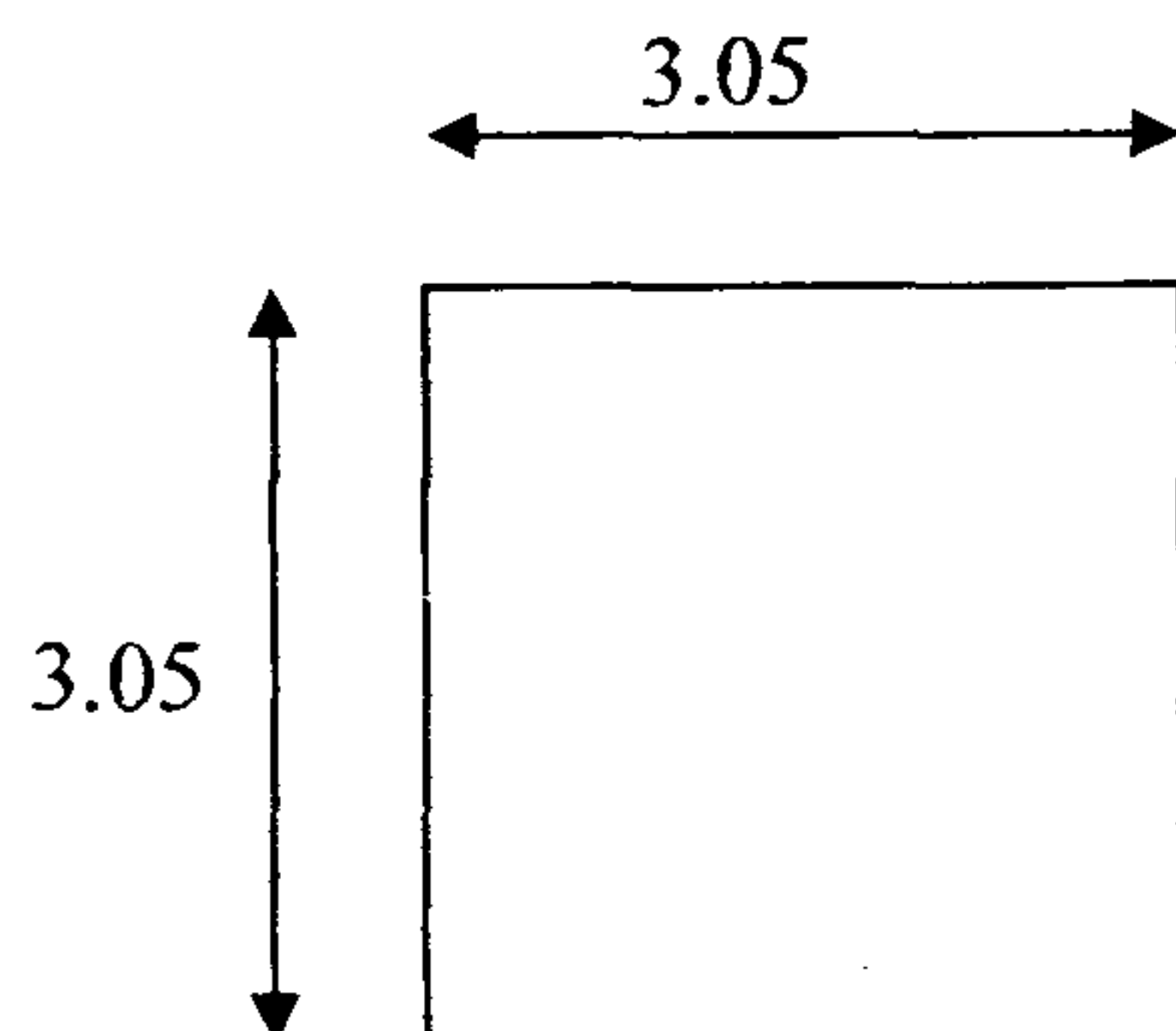
Donde:

% = Porcentaje tomado de los criterios anteriormente descritos.

El tanque a diseñar corresponderá a 30 m^3 que junto al tanque ya existente completarán los 60 m^3 para el correcto funcionamiento del sistema.

2.2.9.3.1. Diseño estructural de la cubierta

Para la cubierta se determina usar una losa de concreto reforzado con las siguientes dimensiones:



Datos:

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

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

Para conocer si trabajan en uno o dos sentidos se divide el lado corto entre el lado largo, si este valor es mayor o igual a 0.5 trabaja en dos sentidos, de lo contrario trabajará en uno.

$$m_1 = 3.05/3.05 = 0.1 \quad \begin{array}{l} \uparrow \\ \rightarrow \end{array}$$

Para calcular el espesor se divide el perímetro entre 180

$$t_1 = (3.05 \cdot 4) / 180 = 0.06$$

se utilizara por facilidad de construcción una losa de 0.10 mts

El siguiente paso es el cálculo de cargas:

Carga muerta

$$\text{Peso de la losa} \quad (0.10)(2400) = \quad 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta adicional por losa} \quad \underline{60 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Total de carga muerta} \quad 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total de carga viva} \quad 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga última = 1.4 (carga muerta)+1.7 (carga viva)

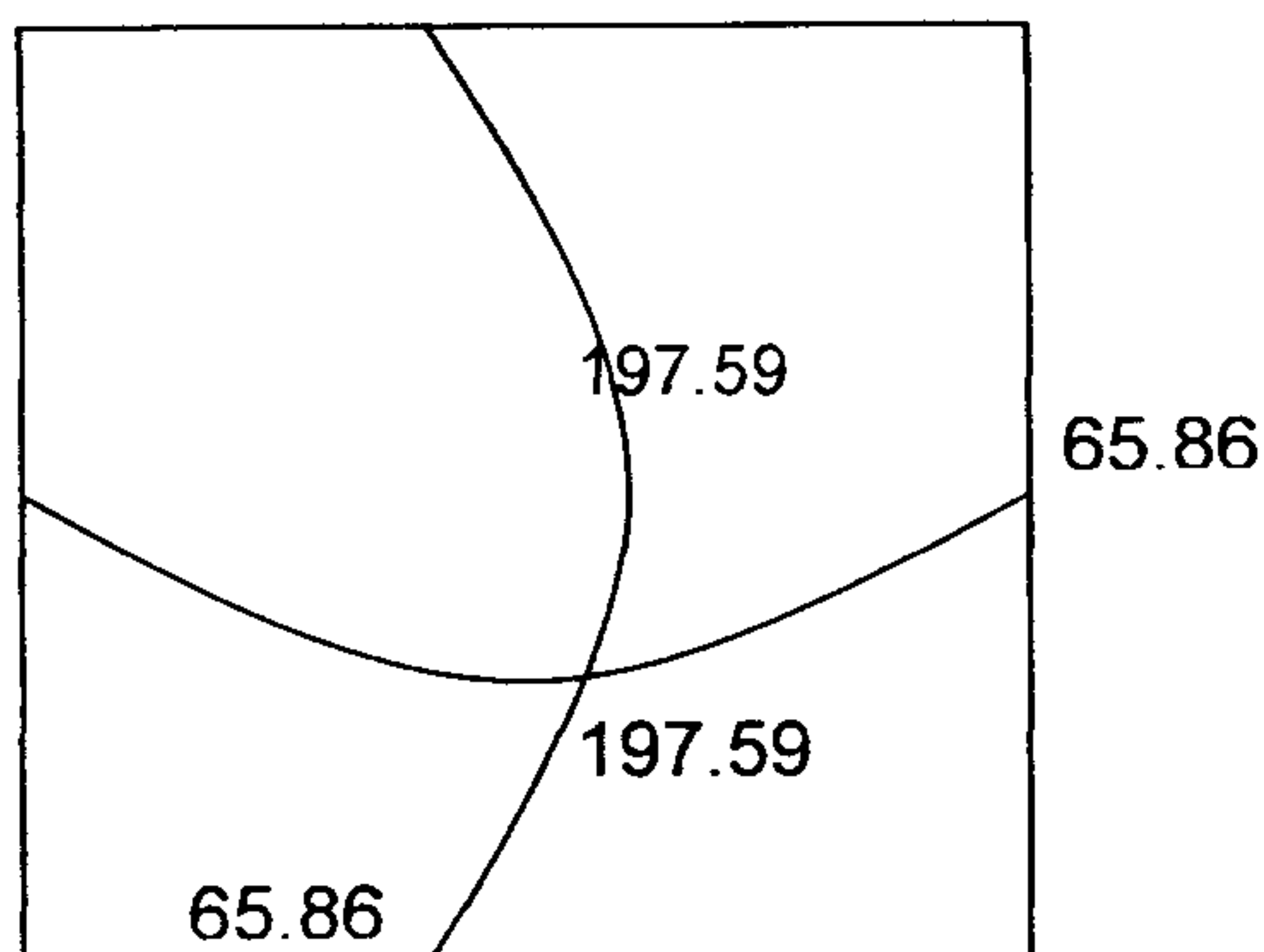
$$C_u = 1.4(300) + 1.7 (100) = 420 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2 = 590 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos se utilizan las siguientes fórmulas:

$$M_a^+ = C_a^+(C_{Vu})(a)^2 + C_a^+(C_{Mu})(a)^2$$

$$M_b^+ = C_b^+(C_{Vu})(b)^2 + C_b^+(C_{Mu})(b)^2$$

Figura 17. Momentos de la losa del tanque



Para la losa estudiada los momentos son los siguientes:

$$M_a^+ = .036(170)(3.05)^2 + (0.036)(420)(3.05)^2 = 197.59 \text{ kg-m}$$

$$M_b^+ = .036(170)(3.05)^2 + (.036)(420)(3.05)^2 = 197.59 \text{ kg-m}$$

Cálculo de peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm}$$

Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = (0.4)(14.1/f_y) b d = 1.50 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento

$$(\text{Área de la varilla})(100)/A_{s_{\min}} = 47.33 \text{ cm}$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\text{mas}} = 3t = 30 \text{ cm. se usa } 30 \text{ cm.}$$

Área de acero requerido

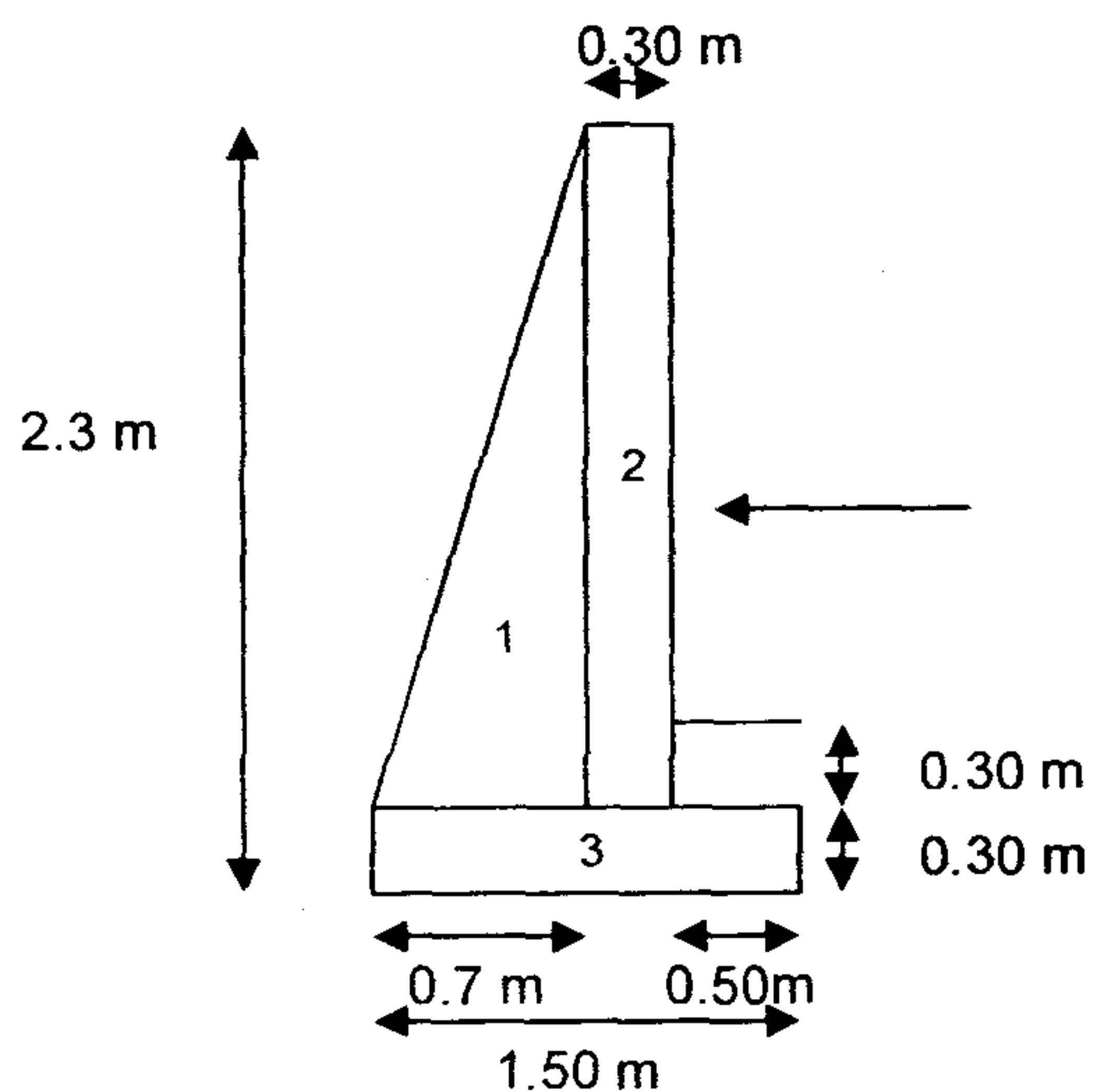
Con este acero mínimo el momento que se cubre es

$$M = 0.9((A_{s_{\min}} * f_y * d) - (A_{s_{\min}}^2 * f_y^2) / (1.7 * f'c * b)) = 280.03 \text{ kg-m}$$

Ningún momento es mayor que este por lo que se utiliza varilla núm.3 @ 30 cm

2.2.9.3.2. Diseño estructural del muro

Figura 18. Modelo del muro



Datos:

$$R_{om} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = 14000 \text{ kg/m}^3$$

Tabla XV. Momentos que actúan en el muro

Figura	$R_{om} * A = W \text{ (kg)}$	Brazo (mts)	$M_r \text{ (kg-m)}$
1	$2000 * 0.50 * 0.7 * 2 = 1400$.46	644
2	$2000 * 0.30 * 2 = 1200$	0.85	1020
3	$2000 * 1.50 * 0.30 = 900$	0.75	675

$$\Sigma W = 3500$$

$$\Sigma M_r = 2339$$

Carga provocada por la losa y viga hacia el muro

$$W \text{ losa} = \frac{C_u * A}{L} = \frac{590 * 2.33}{3.05} = 549.88 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ viga} = 2400 * 0.15 * 0.20 = 72 \text{ kg/m}$$

$$W \text{ viga} + W \text{ losa} = 549.88 + 72 = 521.88 \text{ kg/m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria

$$P_c = 521.88 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 521.88 \text{ kg}$$

Momento causado por esta carga puntual

$$M_c = 521.88 * 0.85 = 443.60 \text{ kg-m}$$

Carga que soportará el muro

$$\text{Carga total} = 3500 + 521.88 = 4021.88 \text{ kg}$$

Fuerza activa

$$F_a = \frac{R_o \text{ agua} * H^2}{2} = \frac{1000 * 1.5^2}{2} = 1125 \text{ kg}$$

Momento de volteo

$$M_v = F_a * H/3 = 1125 * (1.5/3 + 0.6) = 1237.5 \text{ kg-m}$$

Verificación

Contra volteo

$$F_s = M_r / M_v = 2339 / 1237.5 = 1.89 > 1.5 \text{ cumple contra volteo}$$

Por deslizamiento

$$F_f = W_t * \text{coeficiente de fricción}$$

$$F_f = 4021.88 * 0.65 = 2614.22 \text{ kg}$$

$$F_s = F_f / F_a = 2614.22 / 1125 = 2.32 > 1.5 \text{ cumple contra deslizamiento}$$

Por presión al suelo

Punto de aplicación a la resultante

$$x = \frac{Mr - Mv}{W} = \frac{2782.6 - 1237.5}{4021.88} = 0.38$$

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{1.50}{2} - 0.38 = 0.37 \text{ m}$$

Módulo de sección

$$S_x = \frac{1}{6} * B^2 * longitud = \frac{1}{6} * 1.5^2 * 1 = 0.38$$

Presión máxima P max

$$P_{\max} = \frac{Wt}{A} + Wt * \frac{e}{S} = \frac{4021.88}{1.5 * 1} + \frac{4021.88 * 0.37}{0.38} = 6597.29$$

Como $14000 > 6597.29$ verifica por la presión al suelo.

2.2.9.4. Hipoclorador

Un problema que se encontró, como se demuestra en los exámenes de laboratorio correspondientes, es que el agua cuenta con un gran contenido de bacterias que deberán ser combatidas en el agua antes de su distribución, así que se hace necesario la instalación de un procedimiento de desinfección para que la población no se vea afectada por esta situación.

De los sistemas derivados del uso de cloro se eligió utilizar tabletas a través del alimentador automático, dado que este método resultó ser el más económico en cuanto a costo y operación, comparado con hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas cloro que es la otra opción en el mercado.

Tendrá como finalidad proporcionar una solución de cloro al tanque de distribución para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red, dentro del rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón. El sistema de alimentador automático de tricloro, consiste en disolver tabletas de tricloro con el paso de agua. El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, cuyo tamaño depende directamente del caudal de agua y del consumo necesario de tabletas para mejorar la calidad sanitaria de la misma; este se coloca en la entrada del agua al tanque de distribución.

La forma de presentación del cloro, consiste en pastillas o tabletas, tienen un tamaño de 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y un 10% de estabilizador; el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas. La instalación de este tipo de sistema de cloración debe hacerse en función del diámetro de la tubería de conducción así: para diámetros mayores de 2 pulgadas el alimentador debe colocarse en paralelo con la línea de conducción; en tanto que si el diámetro de la tubería de conducción es igual o menor a 2 pulgadas el alimentador debe colocarse en serie con ésta.

2.2.10. Descripción del mantenimiento del sistema de agua

2.2.10.1. Captación y cajas rompe presión

Cada mes deberá limpiarse el área adyacente de plantas, basura o materiales extraños que puedan obstruir el fácil paso del agua y evitar también su contaminación. Controlar posibles fugas, tapaderas rotas o con fisuras reparándose según sea el caso.

En época de verano, aforar los caudales producidos por la fuente.

La limpieza de las cajas deberá realizarse cada mes. Esto lo realizarán limpiando las paredes de las cajas con cepillo metálico y con una solución compuesta por un bote de 5 galones de agua limpia y un vaso (250 ml) de cloro líquido. La limpieza nunca debe realizarse utilizando jabón en polvo.

2.2.10.2. Tanques de almacenamiento

La limpieza se realizará dos veces por año. Se necesita la misma solución utilizada en las cajas anteriores, un cepillo metálico, escobas, botas de hule, y guantes. Se realizará de la manera siguiente:

- a. Cerrar las válvulas de compuerta en la entrada como en la salida del tanque y abrir el desagüe para vaciar el tanque.
- b. Abrir la escotilla, entrar al tanque y limpiar con el cepillo las paredes, fondo, y esquinas del tanque.
- c. Abrir la válvula de entrada al tanque para poner a funcionar el sistema.

2.2.10.3. Línea de conducción y red de distribución

- a. Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área húmeda sobre la conducción o distribución debe ser explorada por posible rotura del tubo.
- b. Limpiar de polvo las cajas de las válvulas, y revisar si éstas están funcionando bien, haciéndolas girar lentamente, éstas deben abrir y cerrar fácilmente, en caso contrario se deberá colocar aceite en los vástagos, cambiar empaques o en último caso cambiar toda la válvula.

- c. Pintar con pintura anticorrosiva las válvulas y accesorios que están vistos en la conducción y en la distribución. Todo lo anterior se debe revisar y reparar según sea el caso.

2.2.10.4. Mantenimiento correctivo

Cuando se necesite cambiar un tramo de tubería por problemas de fugas o destrucción del tubo, o si se quiere colocar un accesorio, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Cerrar la válvula de control o compuerta más próxima al lugar de trabajo con el fin de trabajar sin molestias del agua.
- b. Excavar una longitud de zanja necesaria para trabajar con un ancho mínimo de 0.40 m y una profundidad adecuada.
- c. Cortar el tramo de tubería PVC que produce problemas con sierra de metal, tratando de que el corte sea lo más recto posible, quitando la rebaba con lija.
- d. Revisar la tubería o accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados, o quebrados. Cortar un pedazo de tubo de longitud deseada, a escuadra, eliminando las rebabas externas e internas.
- e. Limpiar con un trapo limpio o con lija el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o accesorio. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para PVC (Tangit)

- f. Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio o niple con campana, girando 1/4 de vuelta se ajusta en la posición deseada y se sostiene durante 30 segundos, limpiando el exceso de pegamento.
- g. Abrir la válvula de control o compuerta más próxima al lugar de trabajo y verificar si se trabajó correctamente
- h. Rellenar la zanja terminados los trabajos, echando primero la tierra más fina, hasta cubrir 20 cm. por encima del tubo y compactar. luego se continúan agregando capas de 20 cm compactando hasta cubrir totalmente la zanja.

Tabla XVI. Programa de operación y mantenimiento del proyecto

núm.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Limpieza de las captaciones	2 veces/año
2	Revisión de la tubería de conducción	2 veces/año
3	Revisión o cambio de las válvulas de compuerta	4 veces/año
4	Limpieza del tanque de distribución	1 veces/año
5	Alimentación de hipoclorador	12 veces/año
6	Revisión de tubería de la distribución	2 veces/año
7	Limpieza de los tanques de succión	1 veces/año
8	Lubricación de los candados	2 veces/año
9	Pintura de elementos de hierro	1 veces/año
10	Reparaciones menores	4 veces/año
11	Materiales necesarios para cualquier reparación de emergencia	1 Global
12	Herramienta	1 Global

2.2.11. Planos

Los planos elaborados para la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable aparecen en el apéndice de este trabajo

2.2.12. Presupuesto

El presupuesto presentado se trabajo con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera departamental.

Tabla XVII Presupuesto por renglones de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable

	Renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
1	Caja de captación	Unidad	1	Q14,756.96	Q14,756.96
2	Tanque de succión de 10 m ³	Unidad	1	Q25,952.24	Q25,952.24
3	Tanque de distribución de 30m ³	Unidad	1	Q42,137.33	Q42,137.33
4	Caja para dosificador de cloro en tabletas	Unidad	1	Q15,570.60	Q15,570.60
5	Tubo PVC 160 PSI de 1 1/2	Tubos	188	Q145.45	Q27,344.60
6	Tubos de PVC 160 PSI de 1 1/4"	Tubos	87	Q197.07	Q17,145.09
7	Tubos de PVC 160 PSI de 1"	Tubos	152	Q120.44	Q18,306.88
8	Tubos de PVC 250PSI de 3/4"	Tubos	14	Q118.06	Q1652.84
9	Caja rompe presión de 0.5 m ³	Unidad	1	Q9,276.94	Q9,276.94
10	Conexiones domiciliarias	Unidad	45	Q609.53	Q27,428.85
				Total	Q199,572.33

CONCLUSIONES

1. El área rural muestra otras características en comparación con el área urbana del municipio de Zaragoza enmarcándose principalmente en los reglones de servicios básicos e infraestructura, tal es el caso del caserío El Cuntic y aldea Las Lomas que presentan problemas en la falta de una edificación escolar para atender a la población estudiantil y en un servicio tan vital como lo es el agua potable.
2. En la aldea Las Lomas se diseñó una red de ramales abiertos debido a que las viviendas están dispersas y la topografía muestra pendientes pronunciadas y aunque en el área rural no se recomienda el uso de bombeo por su alto costo, en esta comunidad se hace necesario porque no existen otros afluentes.
3. En el análisis y diseño estructural del edificio escolar se aplicaron diferentes criterios, dentro de los cuales a los que más importancia se les dio son a los que están contenidos en el reglamento A.C.I., esto con el propósito de garantizar una estructura segura, por estar ubicada en una zona sísmica.
4. El presupuesto de los proyectos se elaboró con base en precios unitarios, con el propósito de facilitar la calificación de las empresas que inviten a cotizar la ejecución de las obras, así también dentro de este presupuesto se consideró la aplicación de criterios como: precios de materiales que se manejan en la región y salarios propios del lugar.

5. Con la construcción del edificio educativo y la ampliación del sistema de agua potable se estarán mejorando las condiciones sociales, salud, educación y economía de la población. Sin embargo, para alcanzar estos logros es importante que cada comunidad se involucre directamente en la gestión de los mismos y a su vez tenga una buena organización para su posterior operación y funcionamiento.

6. Siempre se deben realizarse los exámenes bacteriológico y físico químico sanitario al agua con fines de consumo humano, e independientemente de los resultados debe ser clorada el agua para garantizar la potabilidad de la misma.

RECOMENDACIONES

1. A las autoridades municipales de Zaragoza

- a. Actualizar los precios presentados en los presupuestos antes de su construcción porque éstos están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
- b. Tomar en cuenta en la construcción de los proyectos la mano de obra no calificada aportada por la comunidades, así como los materiales existentes en las mismas.

2. Al comité promejoramiento de la aldea Las Lomas

- a. Organizarse para la ejecución del proyecto; esto les facilitará la adquisición de ayuda con instituciones nacionales e internacionales.
- b. Efectuar una campaña informativa en la comunidad con el objetivo de educar a la población sobre el uso adecuado del servicio de agua.
- c. Clorar el agua para garantizar así la potabilidad de la misma.
- d. Iniciar las gestiones necesarias para la elaboración de un proyecto de alcantarillado sanitario, para evitar que las aguas servidas corran a flor de tierra.

e. Cercar el área donde se encuentran los nacimientos que abastecen a la comunidad

3. Al personal administrativo del instituto

a. Crear una organización conjuntamente con los beneficiarios del proyecto para la ejecución del mismo y buscar apoyo económico para la adquisición de mobiliario escolar adecuado.

b. Prever un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo que sea necesario para que el edificio escolar se mantenga en buen estado.

BIBLIOGRAFIA

1. Aqueche Medrano, Denizard. Diseño del sistema de agua potable para cuatro sectores del cantón Chiquix, municipio de Nahualá, departamento de Sololá. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1973. 88 pp.
2. Baldelomar Rivera, Juan Carlos. Normas de diseño de edificios escolares, aplicación en el diseño de la escuela para párvulos y diseño de muro en el municipio de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1973. 114 pp.
3. Barrios de León, José Daniel. Diseño de un centro educativo en la aldea Chiúl, municipio de Cunén, departamento de el Quiché. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 145 pp.
4. Comité ACI 318. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-95) y comentarios . México: editorial Limusa. 1995.152 pp.
5. Instituto de Fomento Municipal. Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. Guatemala.1997. 66 pp.
6. Lemus Cifuentes, Josué Edmundo. Diseño y planificación del sistema de abastecimiento de Agua potable, para el caserío San Vicente y Aldea la Púc del municipio de Chicamán, departamento de el Quiché. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 132 pp.
7. Paredes Ruiz, Paola Anaitee. Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 135 pp.
8. Sic García, Ángel Roberto. Guía teórica y práctica del curso de concreto armado 2. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1988. 326 pp.

ANEXOS

Figura 19. Gráfica de interacción para columna rectangular.

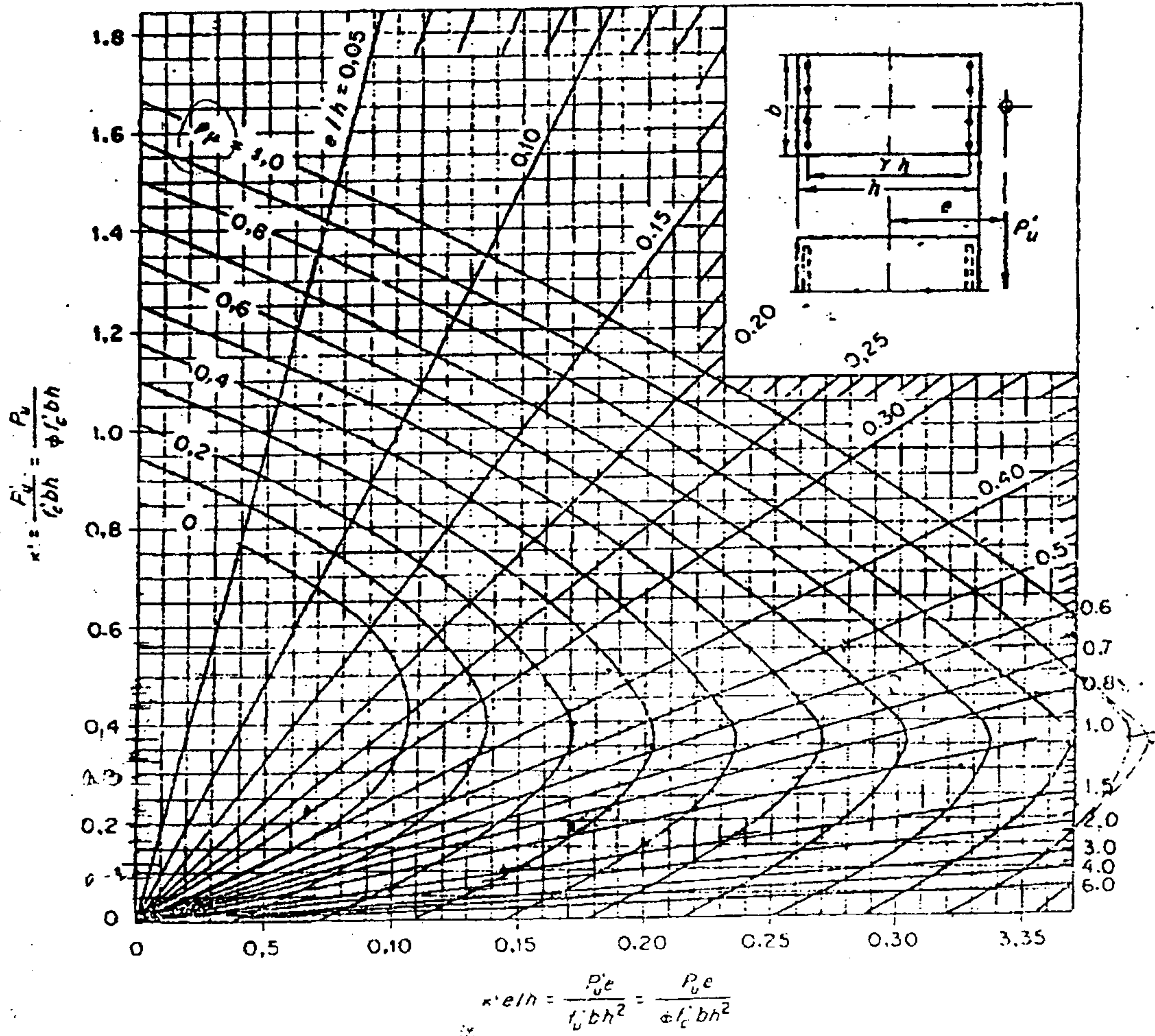


Figura 20. Examen bacteriológico



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12




EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 17327		INF. No. A-180393	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería USAC</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Elisa Castillo</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Las Lomas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-02-12; 10 h 56 min.</u>
FUENTE:	<u>nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-02-12; 15 h 00 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Zaragoza</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Chimaltenango</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	++++	+++	+++
00,10 cm ³	---+-	+	+
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		110	110
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
CONCLUSION <u>Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29001.</u>			
Guatemala, <u>2004-02-27</u>			
Vo.Bo:  Ing. Francisco Javier Quinonez de la Cruz DIRECTOR CII/USAC		  JEFE DEL LABORATORIO ZENON MUCHA SANTOS Calle Guatemala Cal. No. 420	

Figura 21. Examen físico químico sanitario



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No.17327				INF. No. 21253	
INTERESADO	FACULTAD DE INGENIERÍA		PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR	Elisa Castillo		DEPENDENCIA:	USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Las Lomas		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2004-02-12; 10 h 56 min	
FUENTE:	Nacimiento		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2004-02-12; 15 h 00 min	
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
MUNICIPIO:	Zaragoza				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLORES:	Inodora	7. TEMPERATURA:	... °C
2. COLOR:	03,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	168,00 $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBIEDAD:	01,20 UNT	6. pH:	06,10 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,04	6. CLORUROS (Cl)	11,00	11. SÓLIDOS TOTALES	103,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,0033	7. FLUORUROS (F)	00,20	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATOS (NO ₃)	14,08	8. SULFATOS (SO ₄)	14,00	13. SÓLIDOS FIJOS	91,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	68,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	89,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	62,00	62,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) ácido. Las demás determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGC 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGC 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (ACCA POTABLE Y SUS DERIVADAS), Guatemala.

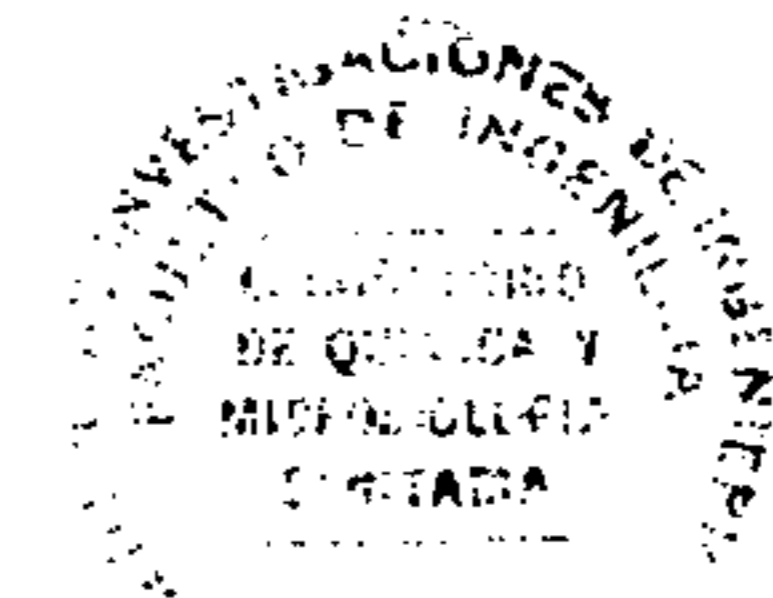
Guatemala, 2004-02-27

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
 DIRECTOR CI/INSAC



[Handwritten Signature]
 JEFE DE LABORATORIO
 FRANCISCO MICH SANTOS



APÉNDICE

TOPOGRAFIA

E = Estación

P.O. = Punto observado

Az = Azimut

H.S. = Hilo superior

H.M = Hilo medio

H.I. = Hilo inferior

H inst. = Altura del instrumento

$DH = 100 * (HS - HI) * \text{SEN}(\text{ángulo zenital})^2$

cota = E + $DH / \text{Tan}(\text{ángulo zenital})$ + Altura del instrumento - Hilo medio

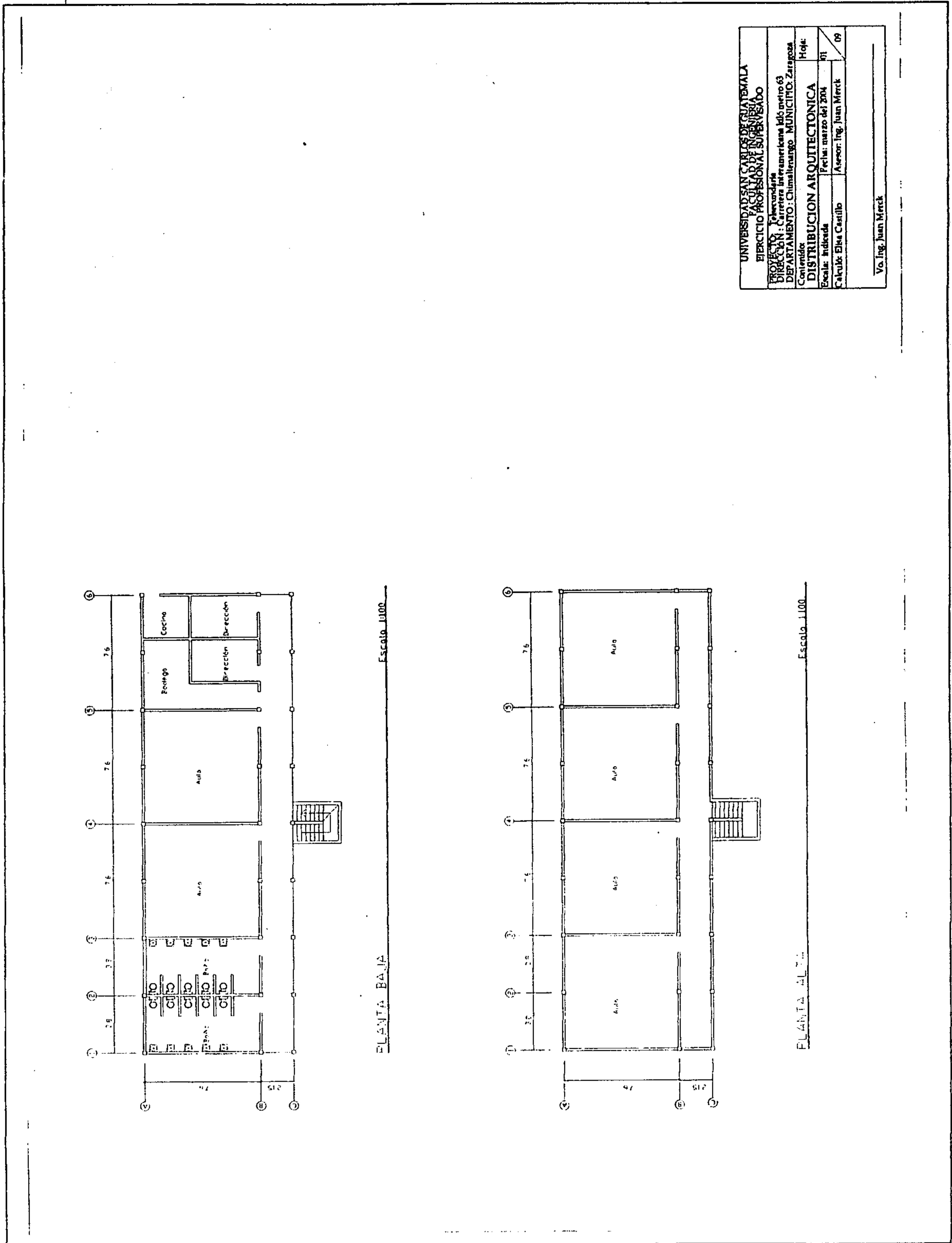
Cota de salida = 150

Tabla XVIII. Topografía del sistema de abastecimiento de agua potable.

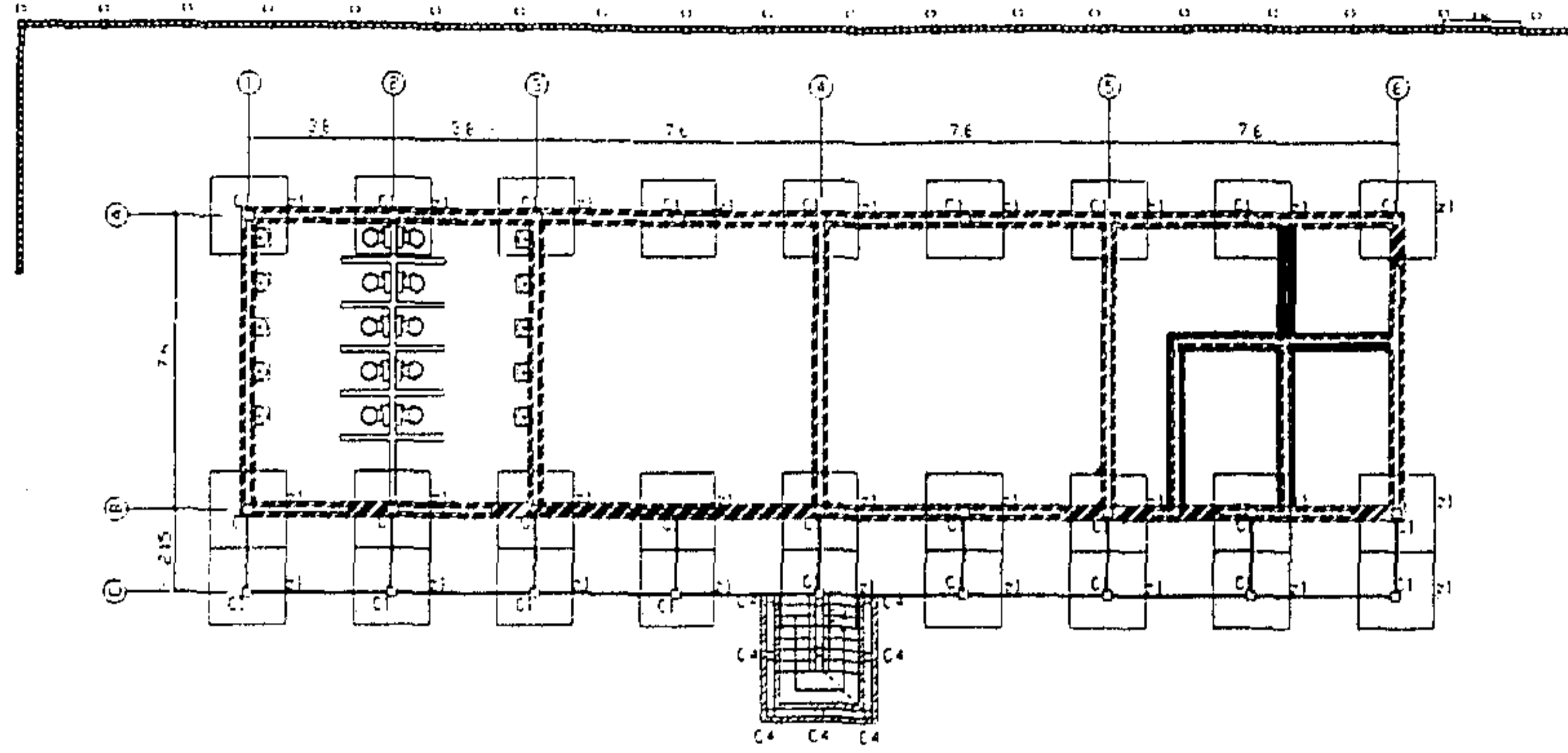
E	P.O.	Az.	Angulo Zenital	H.S.	H. M.	H.I.	H. inst.	D.H.	Cota
E0	E1	69°42'	86°05'05''	2.66	2.33	2.00	1.52	65.89	153.70
E1	E2	67°49'	89°00'00''	1.71	1.36	1.00	1.41	71.18	155.00
E2	E3	53°07'	88°10'00''	1.98	1.49	1.00	1.50	97.50	158.12
E3	E4	321°01'	90°28'30''	1.35	1.18	1.00	1.53	35.20	158.19
E4	E5	296°22'	97°45'00''	1.27	1.14	1.00	1.57	26.90	154.96
E5	E6	336°13'	100°28'	1.61	1.31	1.00	1.55	58.99	144.30
E6	E7	341°32'	97°42'	1.52	1.26	1.00	1.50	51.07	137.64
E7	E8	73°01'30''	101°22'	1.42	1.21	1.00	1.50	40.75	129.73
E8	E9	326°42'30''	89°01'	1.81	1.41	1.00	1.49	80.98	131.21
E9	E10	338°55'	88°15'	1.59	1.30	1.00	1.57	58.94	133.28
E10	E11	319°57'	89°31'	1.60	1.30	1.00	1.51	60.00	134.00
E11	E12	335°15'	90°21'	1.38	1.19	1.00	1.59	37.60	134.17
E12	E13	329°43'5	91°11'	1.24	1.14	1.00	1.59	24.39	134.11
E13	E14	315°46'10	92°00'	1.88	1.44	1.00	1.54	87.89	131.15
E14	E15	335°59'	90°22'	1.98	1.49	1.00	1.62	98.00	130.64
E15	E16	344°30'	95°59'	1.78	1.39	1.00	1.59	77.55	122.71
E16	16.1	277°59'40''	92°42'	1.26	1.13	1.00	1.58	26.34	121.92

16.1	16.2	314°24'	89°51'	2.53	1.71	1.00	1.55	153.40	122.16
16.2	16.3	341°41'	88°18'	1.88	1.44	1.00	1.58	87.92	124.91
16.3	16.4	351°01'	84°33'30''	2.24	1.62	1.00	1.51	122.49	136.47
E16	E17	101°37'	88°41'	1.47	1.24	1.00	1.58	46.98	137.90
E17	E18	132°34'	89°41'40''	1.53	1.27	1.00	1.60	53.20	138.52
E18	E19	180°47'30''	92°48'40''	1.41	1.00	0.59	1.56	81.40	135.08
E19	E20	152°09'50''	93°01'30''	1.20	1.00	0.80	1.54	40.29	133.48
E20	E21	106°57'	93°24'20''	1.20	1.00	0.80	1.46	39.46	131.60
E21	E22	91°25'10''	93°35'	1.21	1.00	0.79	1.54	42.43	129.48
E22	E23	166°44'	92°25'30''	1.31	1.00	0.70	1.52	60.89	127.42
E23	E24	138°30'	93°27'	1.19	1.00	0.81	1.53	37.86	125.67
E24	E25	103°01'	92°43'	1.39	1.00	0.61	1.49	77.86	122.87
E25	E26	143°16'	94°10'	1.13	1.00	0.87	1.54	25.86	121.53
E26	E27	196°25'10''	92°38'	1.32	1.00	0.68	1.53	63.27	119.15
E27	E28	153°07'	93°22'	1.36	1.00	0.64	1.49	70.95	115.46
E28	E29	128°04'55''	94°50'	1.23	1.00	0.77	1.55	45.28	112.19
E29	E30	91°28'	94°29'30''	1.25	1.00	0.75	1.56	50.49	108.78
E30	E31	75°27'	93°59'	1.47	1.00	0.53	1.49	94.34	102.70
E31	E32	93°28'20''	93°54'30''	1.38	1.00	0.62	1.54	75.05	98.11
E32	E33	113°39'	95°39'	1.37	1.00	0.63		72.69	89.92
E33	E34	52°36'	95°30'	1.39	1.00	0.61	1.40	76.49	82.96
E34	E35	23°02'	95°54'	1.23	1.00	0.87	1.54	35.22	79.86
E35	E36	27°26'	103°40'	1.24	1.00	0.76	1.65	44.75	69.62
E36	E37	51°39'	104°08'	1.43	1.00	0.57	1.46	80.87	49.71
E37	E38	51°17'	99°53'	1.47	1.00	0.53	1.60	91.60	34.30
E38	E39	136°42'	90°52'	1.20	1.00	0.80	1.57	39.39	34.27
E39	E40	139°30'	96°53'10''	1.24	1.00	0.76	1.47	46.72	29.10
E40	E41	59°18'50''	100°38'	1.41	1.00	0.59	1.49	79.98	14.58

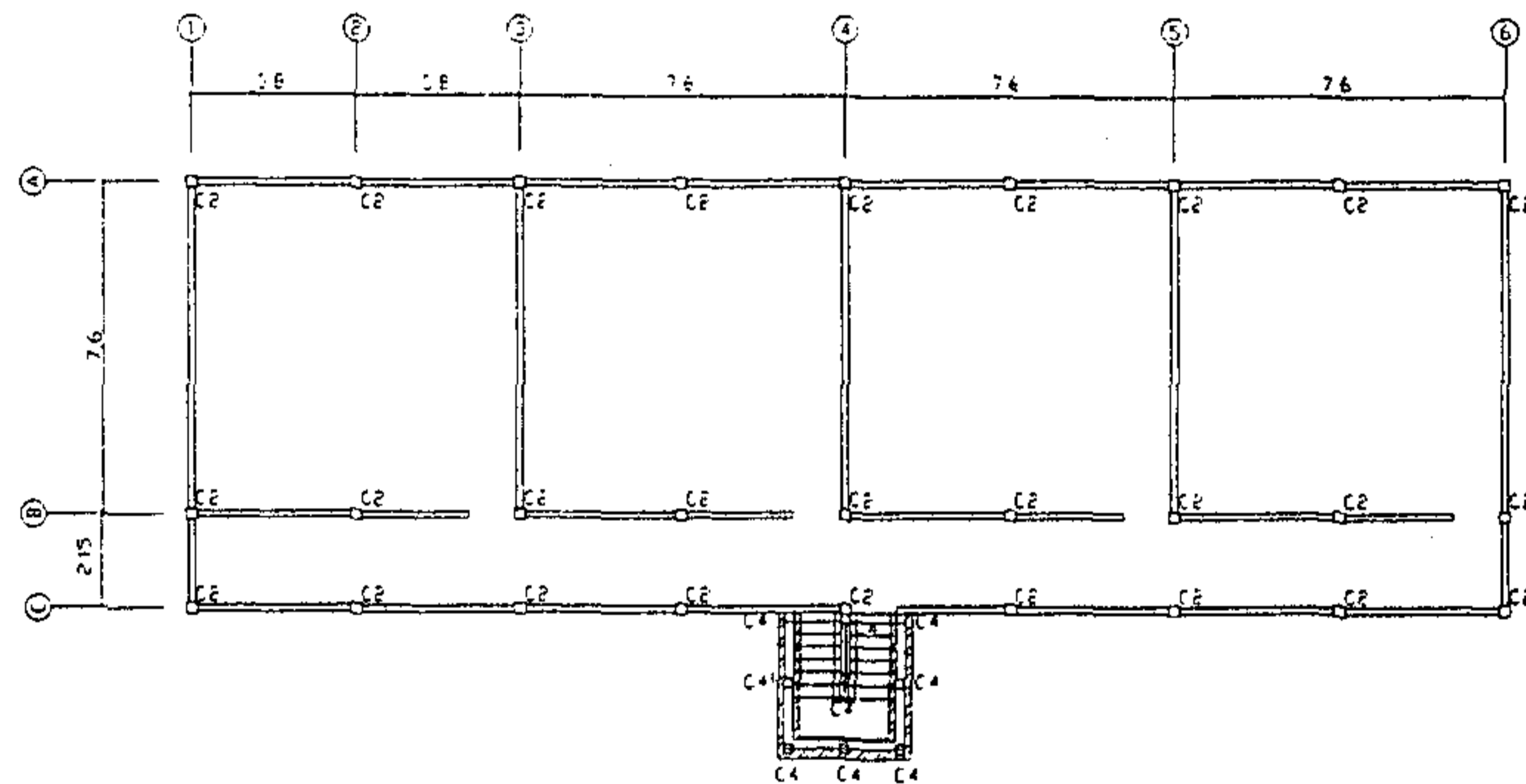
Figura 22. Distribución arquitectónica – edificio escolar



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE INGENIERIA	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza	
Contenido:	Hoja:
DISTRIBUCION ARQUITECTONICA	Fecha: marzo del 2004
Escala: Individual	Hoja: 01
Calculo: Elba Castillo	Asesor: Ing. Juan Merck
Vo. Ing. Juan Merck	



PLANTA BAJA Escala 1:100



PLANTA ALTA Escala 1:100

SIMBOLOGÍA	
SIMB	LO QUE INDICA
	CIMIENTO CORRIDO
Z1	ZAPATA TIPO 1
	SOLELA DE AMARRE

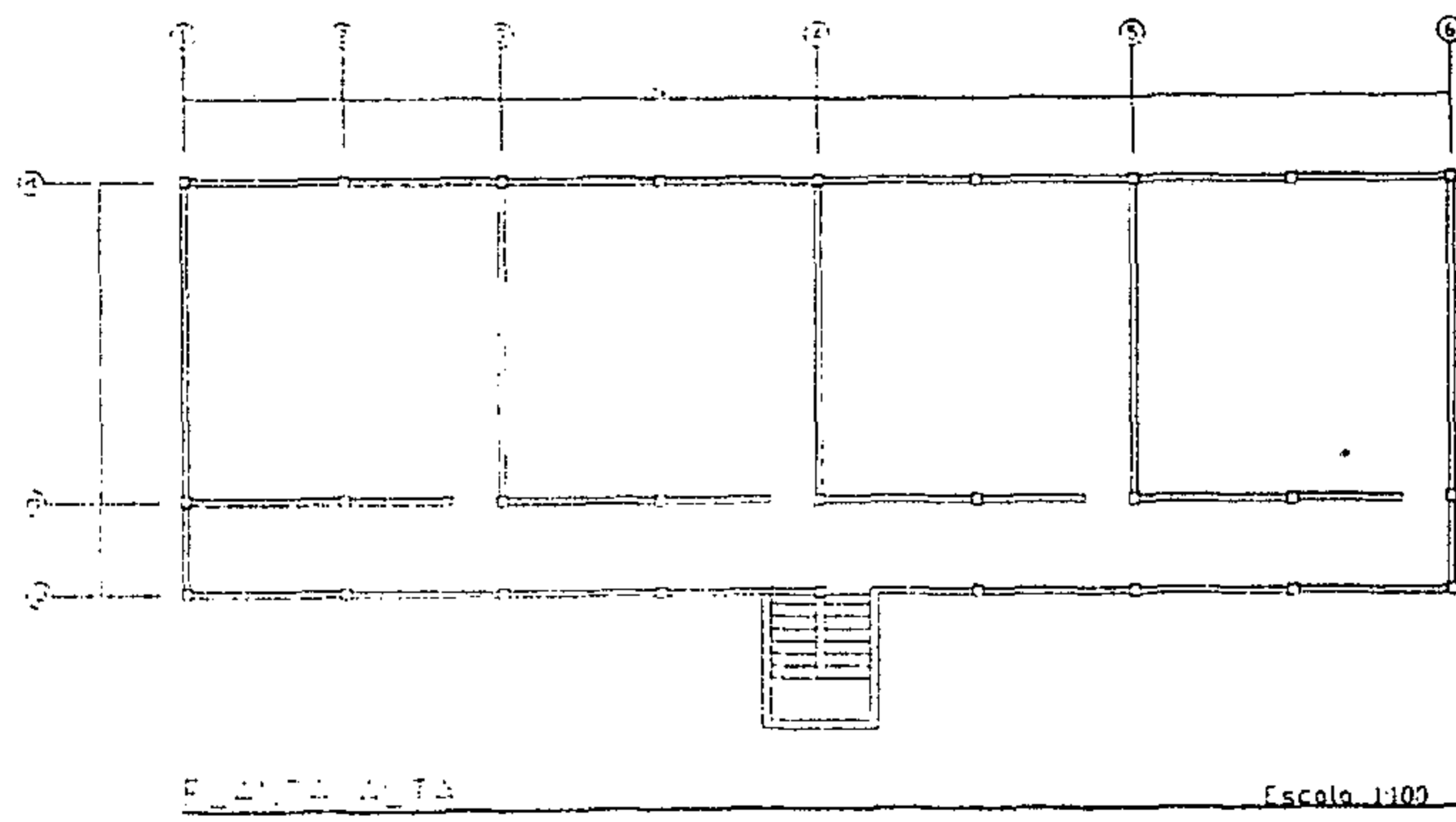
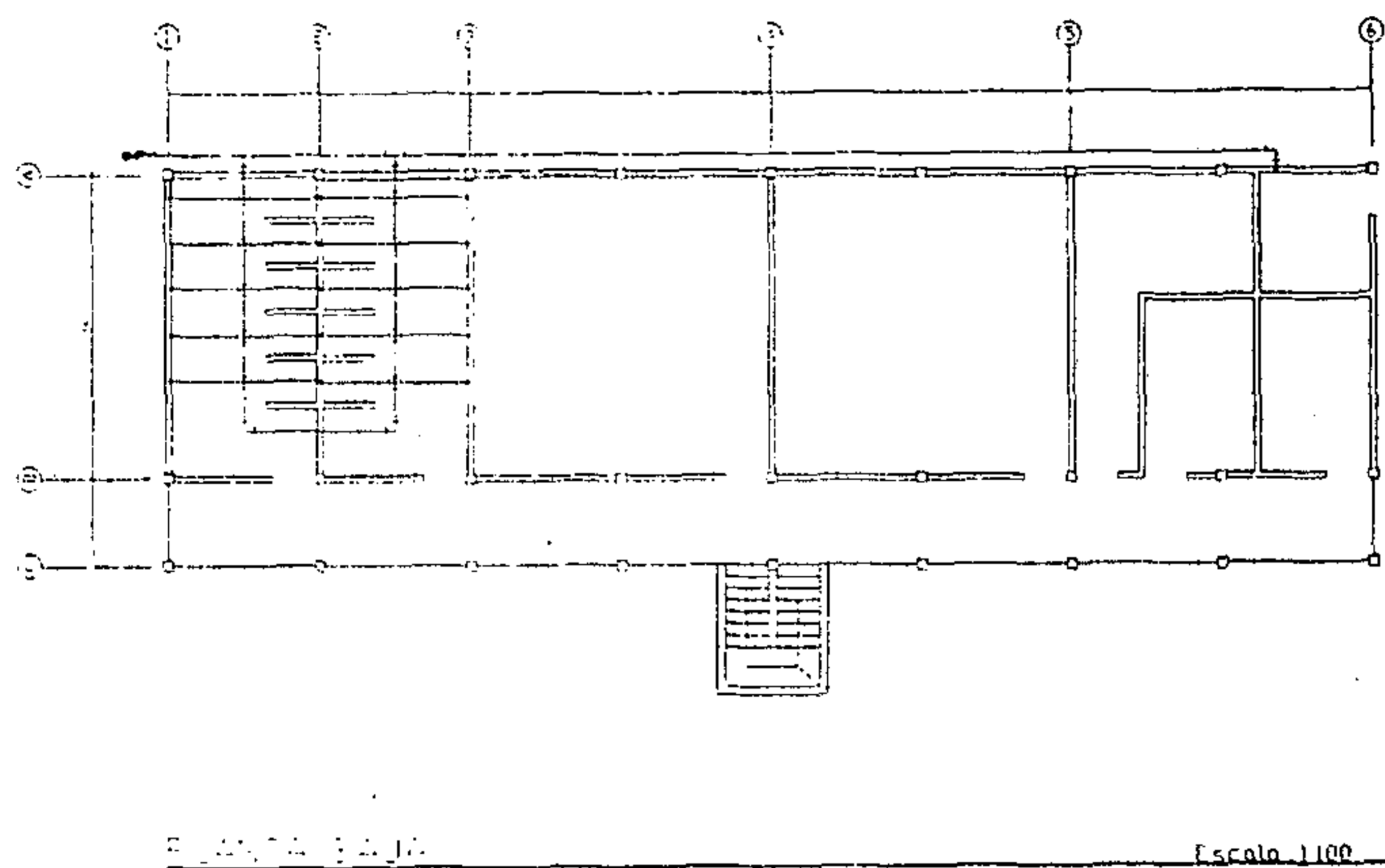
PLANILLA DE COLUMNAS			
COLUMNA TIPO	DIMENSIONES	REFUERZO	ESTRIBOS
C1	025 x 025	4 No 8 + 4 No 5	8 estribos No 4 @ 0.06 espacia y 2do @ No 3 @ 0.10 en la zona
C2	025 x 025	4 No 7	8 estribos No 4 @ 0.06 espacia y 2do @ No 3 @ 0.10 en la zona
C3 (muro perimetral)	02 x 02	4 No 3	No 2 @ 0.20
C4	02 x 02	4 No 4	No 2 @ 0.20

NOTA
 La longitud de desarrollo será por lo menos 36 veces el diámetro de la varilla utilizada.
 El recubrimiento de los zapatas serán de 75 cms y el de columnas de 30 cms.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Secundaria		
DIRECCIÓN: Carretera Interamericana kilómetro 63		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	CIMENTACIÓN Y COLUMNAS	
Hoja:	02	
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	09
Calculó: Elisa Castillo	Aprobó: Ing. Juan Merck	
Vo. Ing. Juan Merck		

Figura 23. Detalles de cimentaciones y columnas – edificio escolar

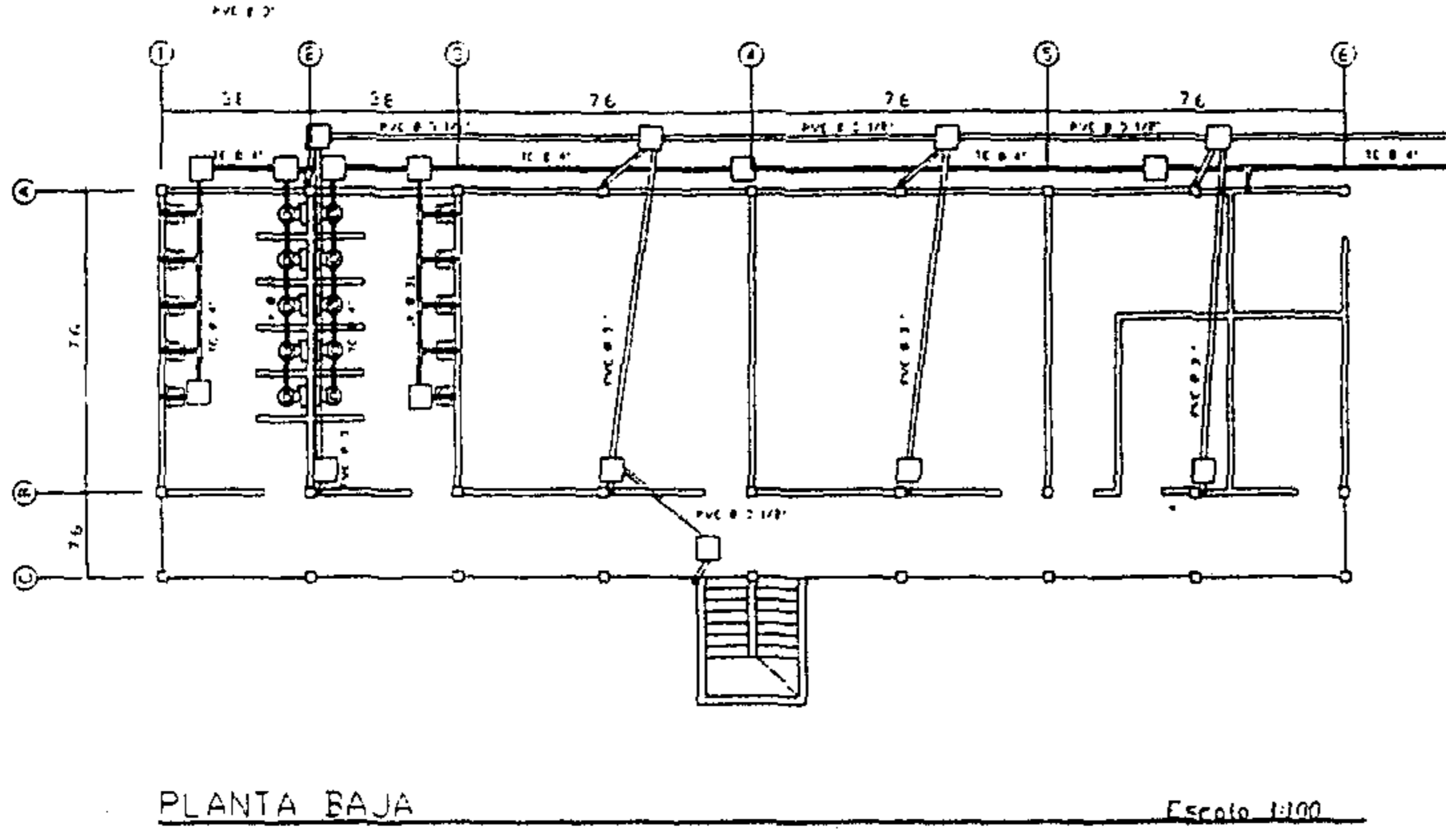
Figura 24. Instalación de agua potable – edificio escolar



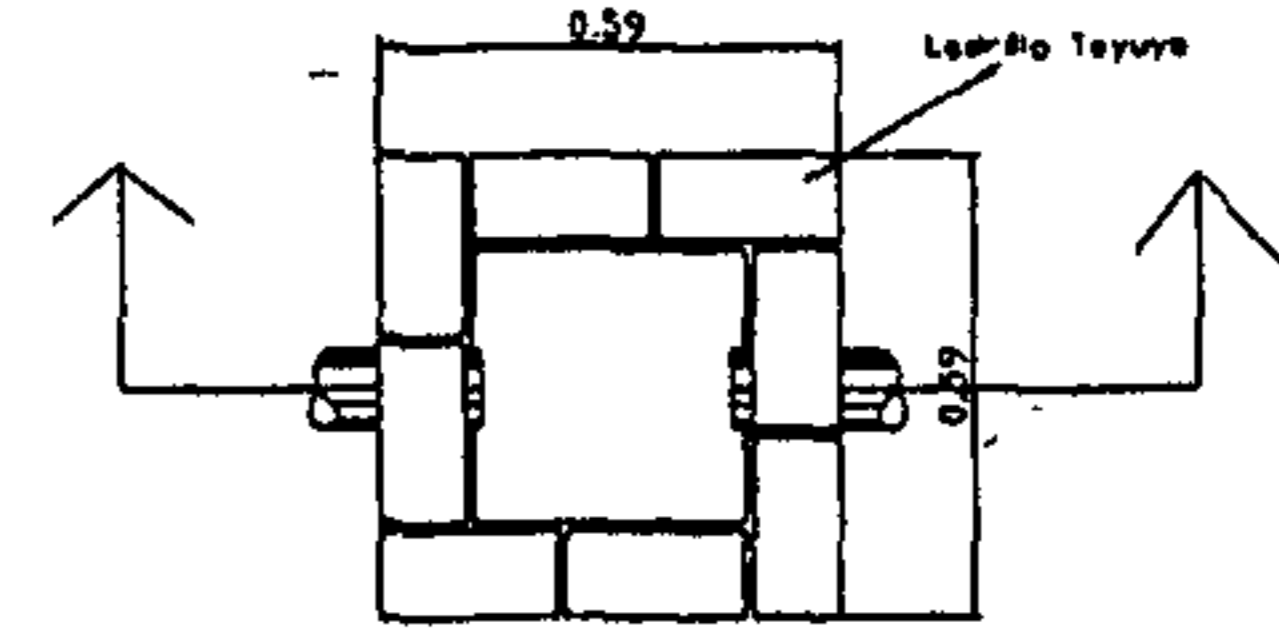
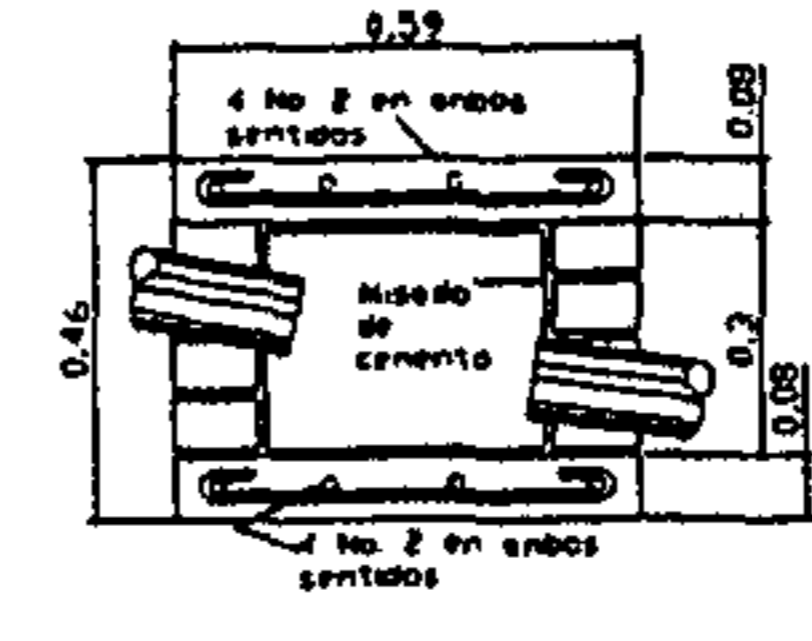
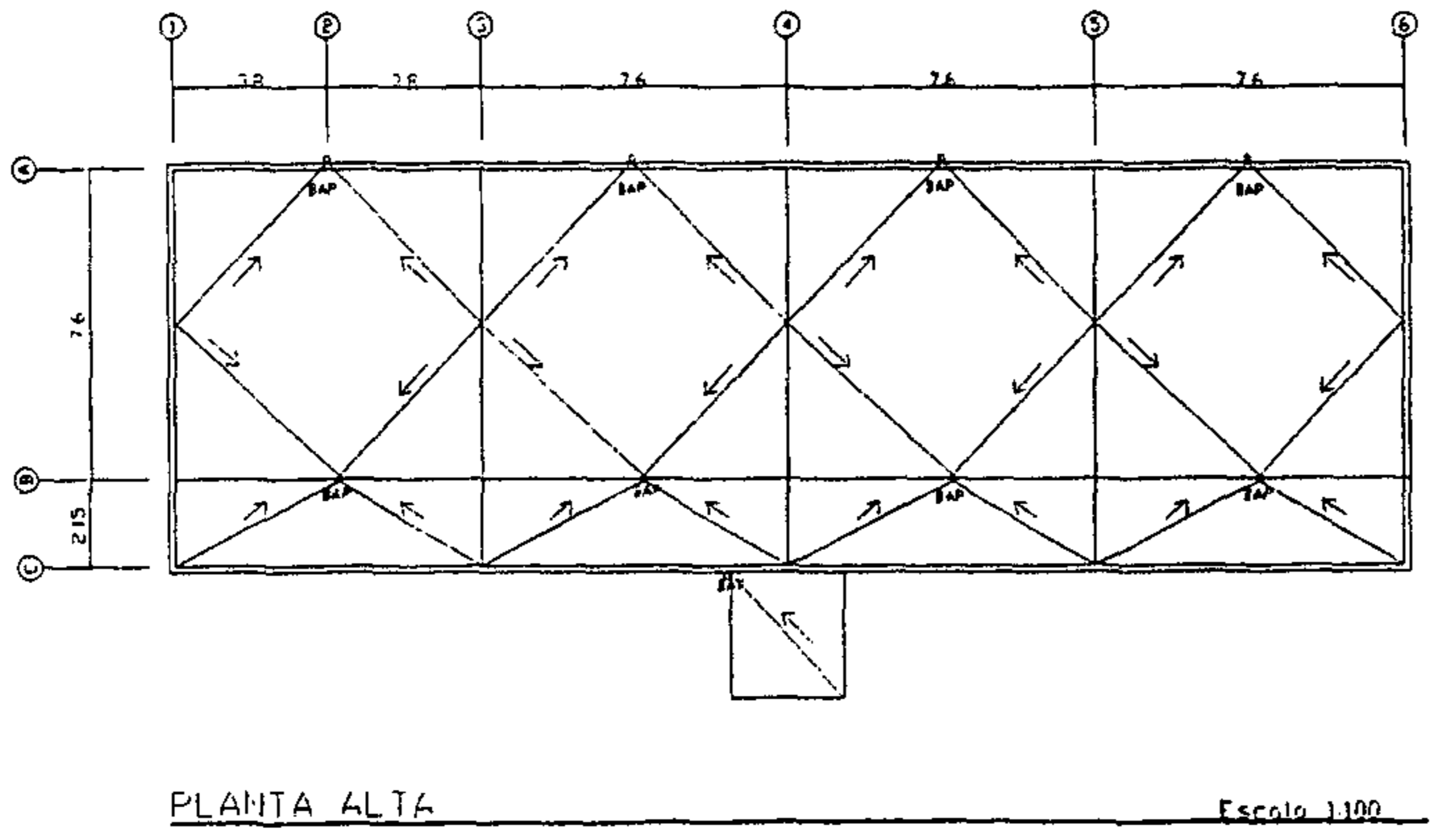
SIMBOLOGIA	
SIMB	LO QUE INDICA
—	TUBERIA DE PVC Ø 1/2"
└	CODO A 90° HORIZONTAL
├	TEE A 90° HORIZONTAL
⊕	CRUZ HORIZONTAL
⊥	CODO A 90° VERTICAL
⊗	LLAVE DE COMPUERTA
⊗	LLAVE DE PASO
⊗	CHEQUE

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: Telesecundario	
DIRECCION: Carretera Interamericana	
MUNICIPIO: Zaragoza	
CONTENIDO: AGUA POTABLE	
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2014 02
Calculó: Elisa Castilla	Asesor: Ing. Juan Merck 03
Vo. Ing. Juan Merck	

Figura 25. Drenajes y techos – edificio escolar

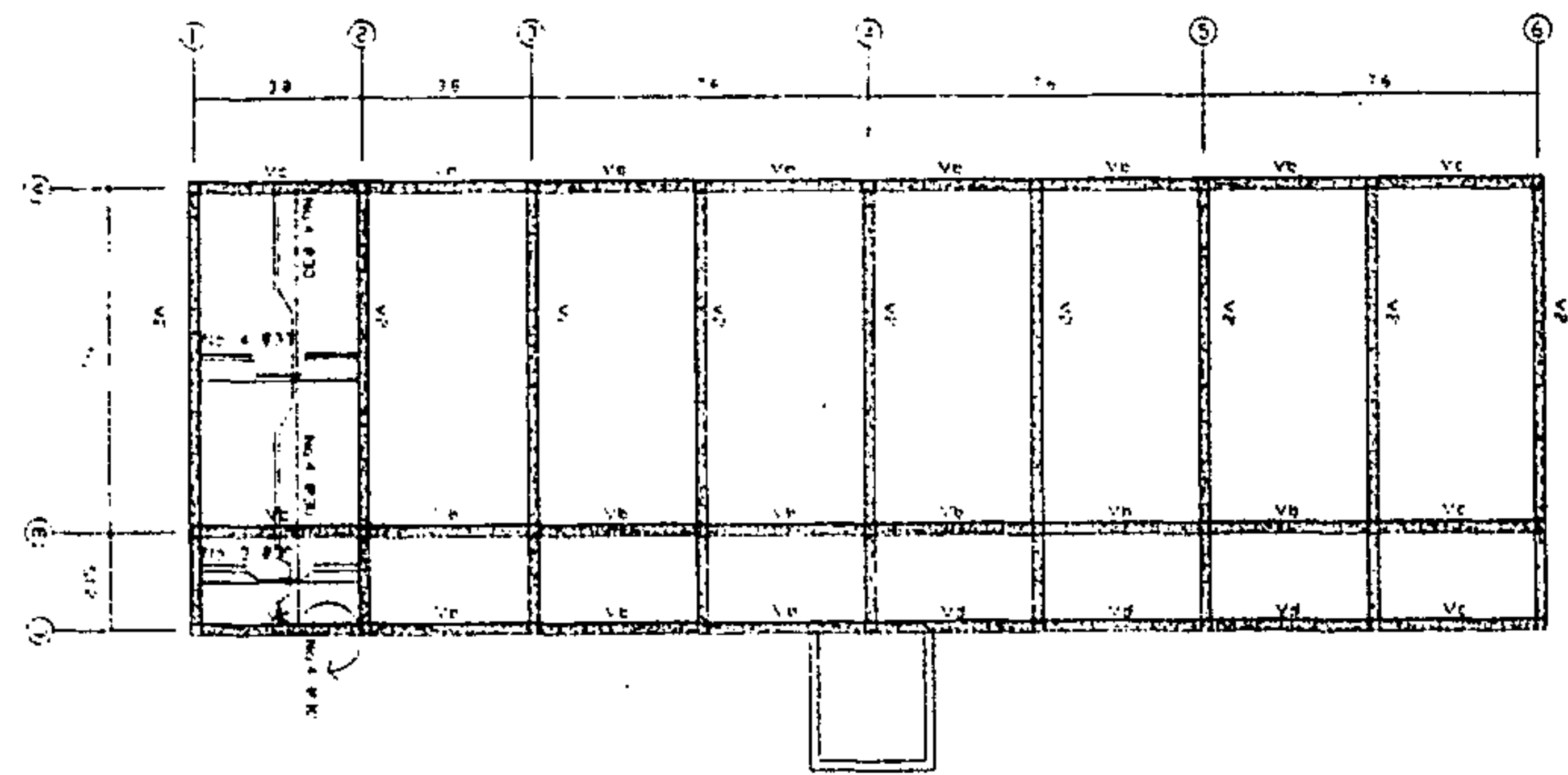


SIMBOLOGIA	
SIMB	LO QUE INDICA
	Cojo de unión
	Tubería de aguas negras
	Tubería de aguas pluviales
	Codo de PVC a 90° vertical
	Bojedo de agua pluvial
	Tee sanitario horizontal
	Codo de TC a 90° vertical
	Tee sanitario vertical

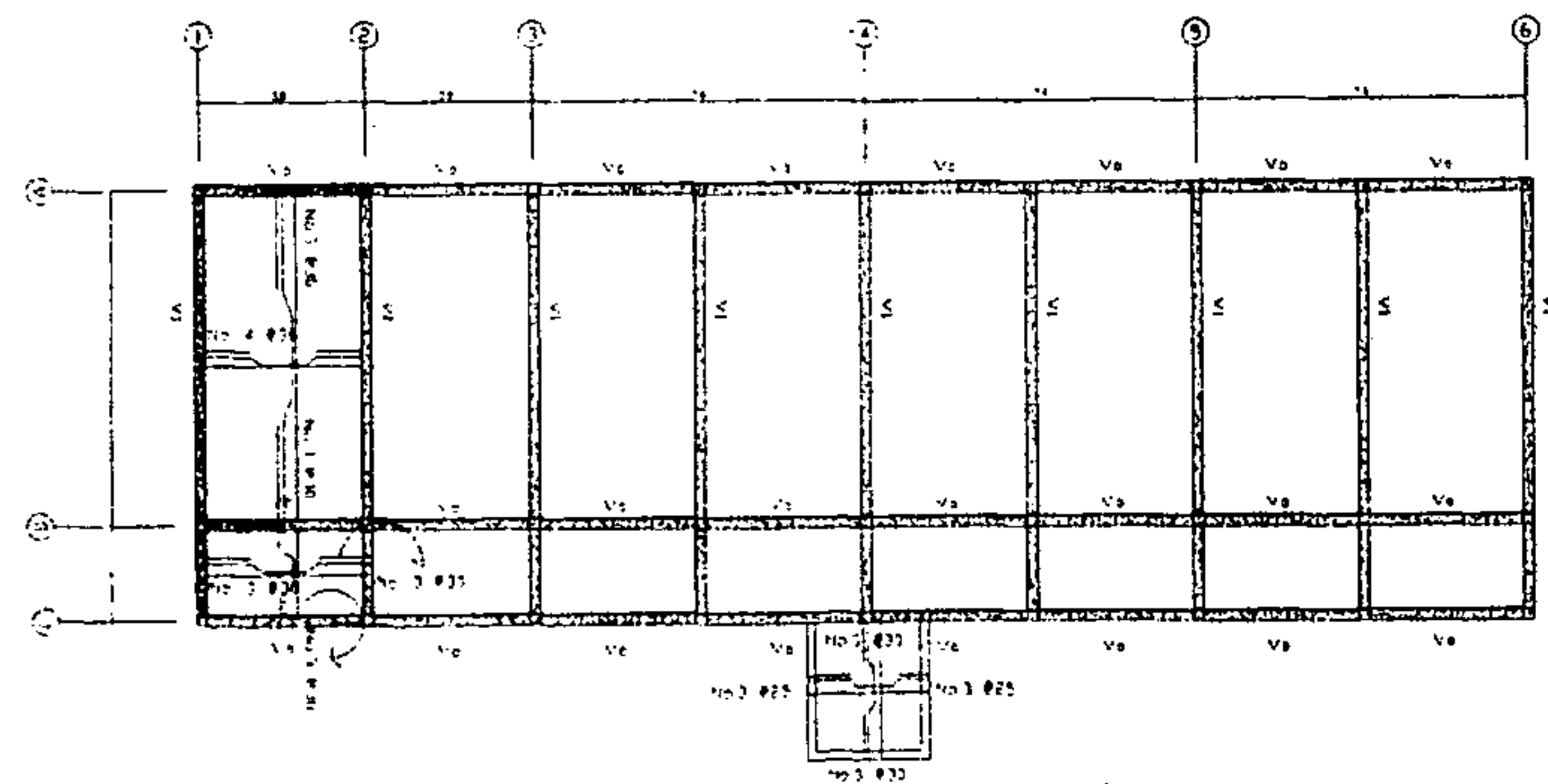


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: Telsecundario	
DIRECCION: Carretera Interamericana kilometro 63	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zecanaga	
Contenido:	Hoja:
DRENAJES Y TECHOS	04
Escalaf. indicado:	Fecha: marzo del 2004
Calculo: Eliso Castillo Asesor: Ing. Juan Merck	09
Vo. Ing. Juan Merck	

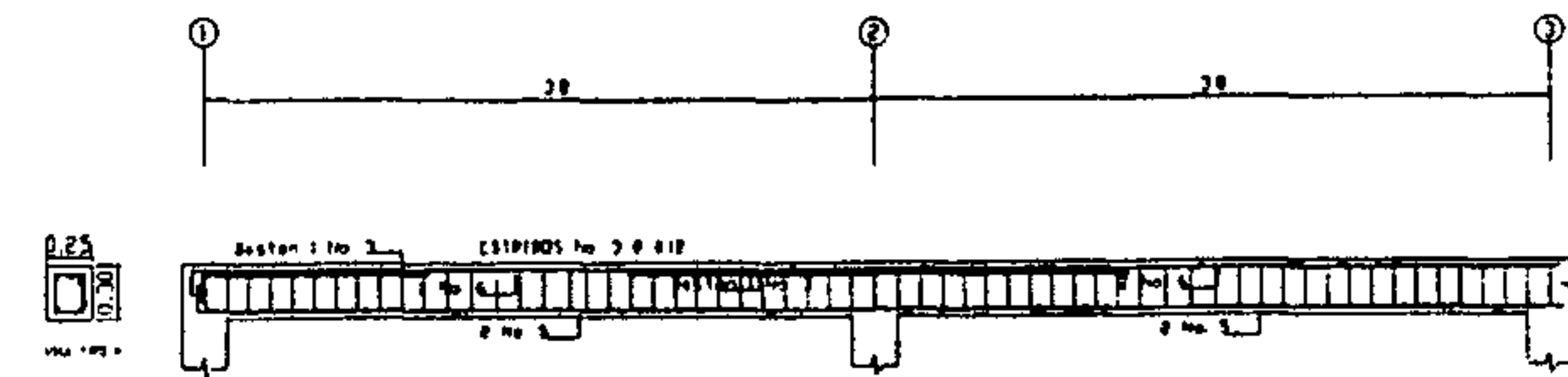
Figura 26. Vigas y losas – edificio escolar



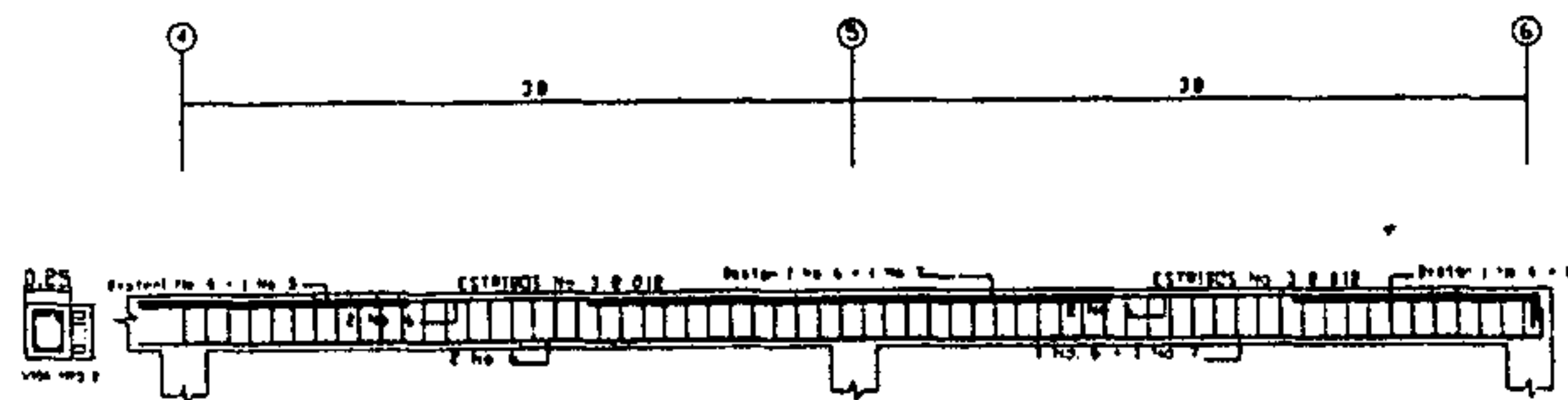
PLANTA BAJA Escala 1/100



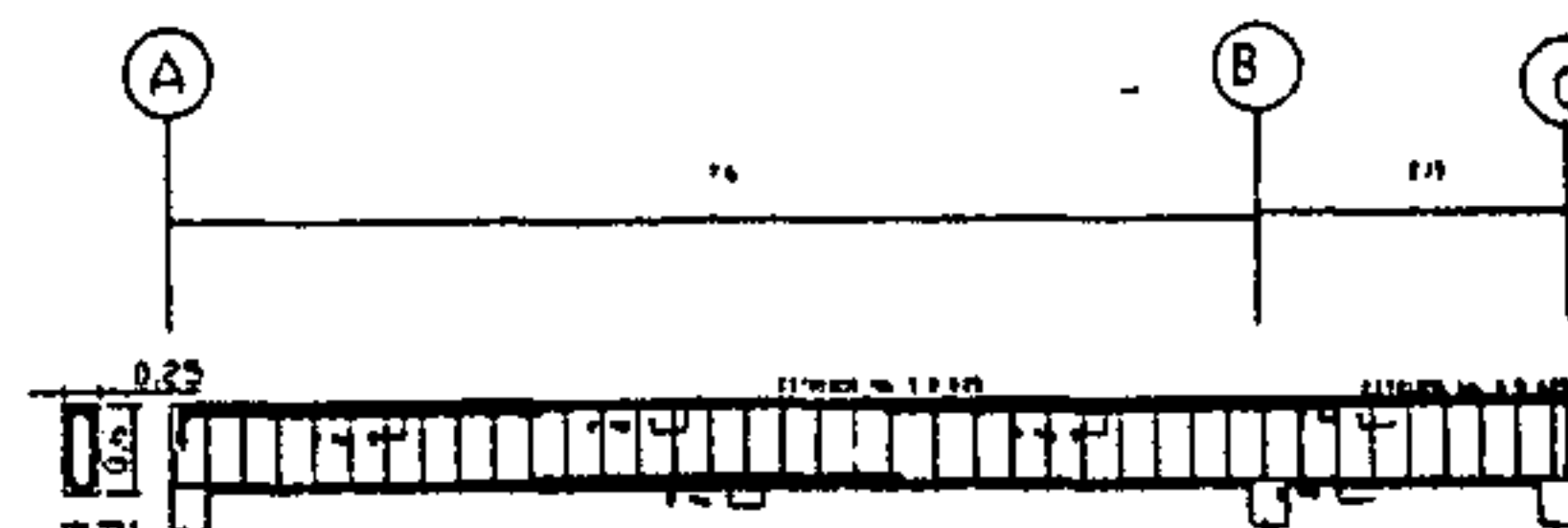
PLANTA ALTA Escala 1/100



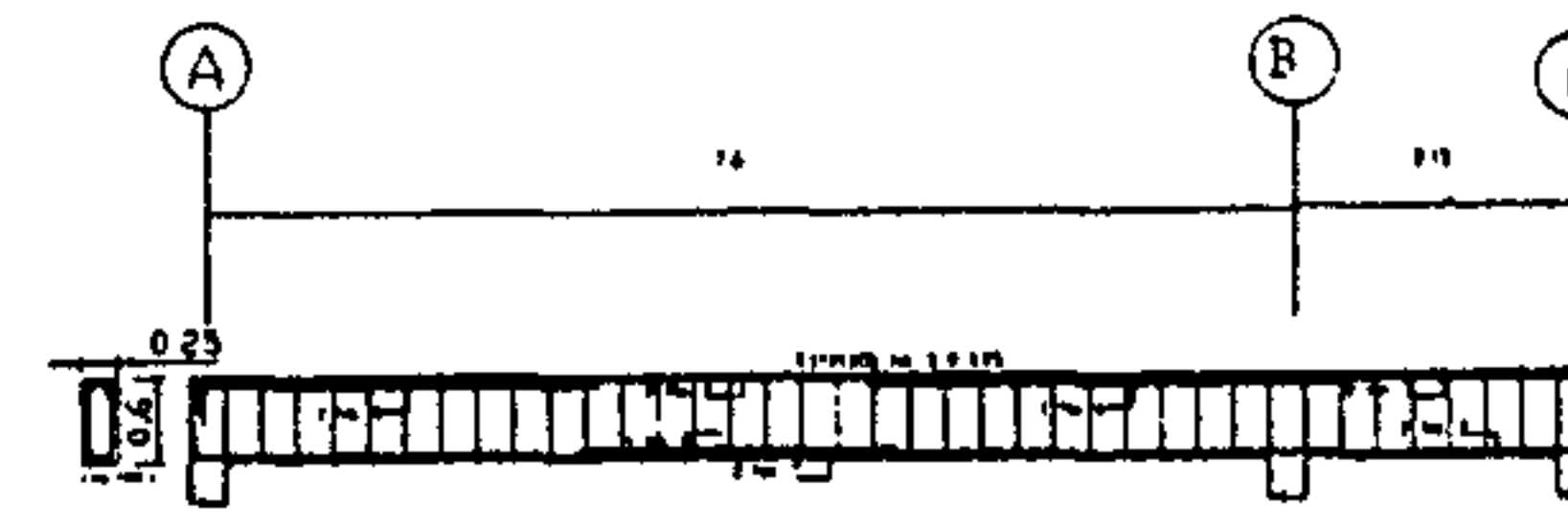
VIGA TIPO A



VIGA TIPO B Y C



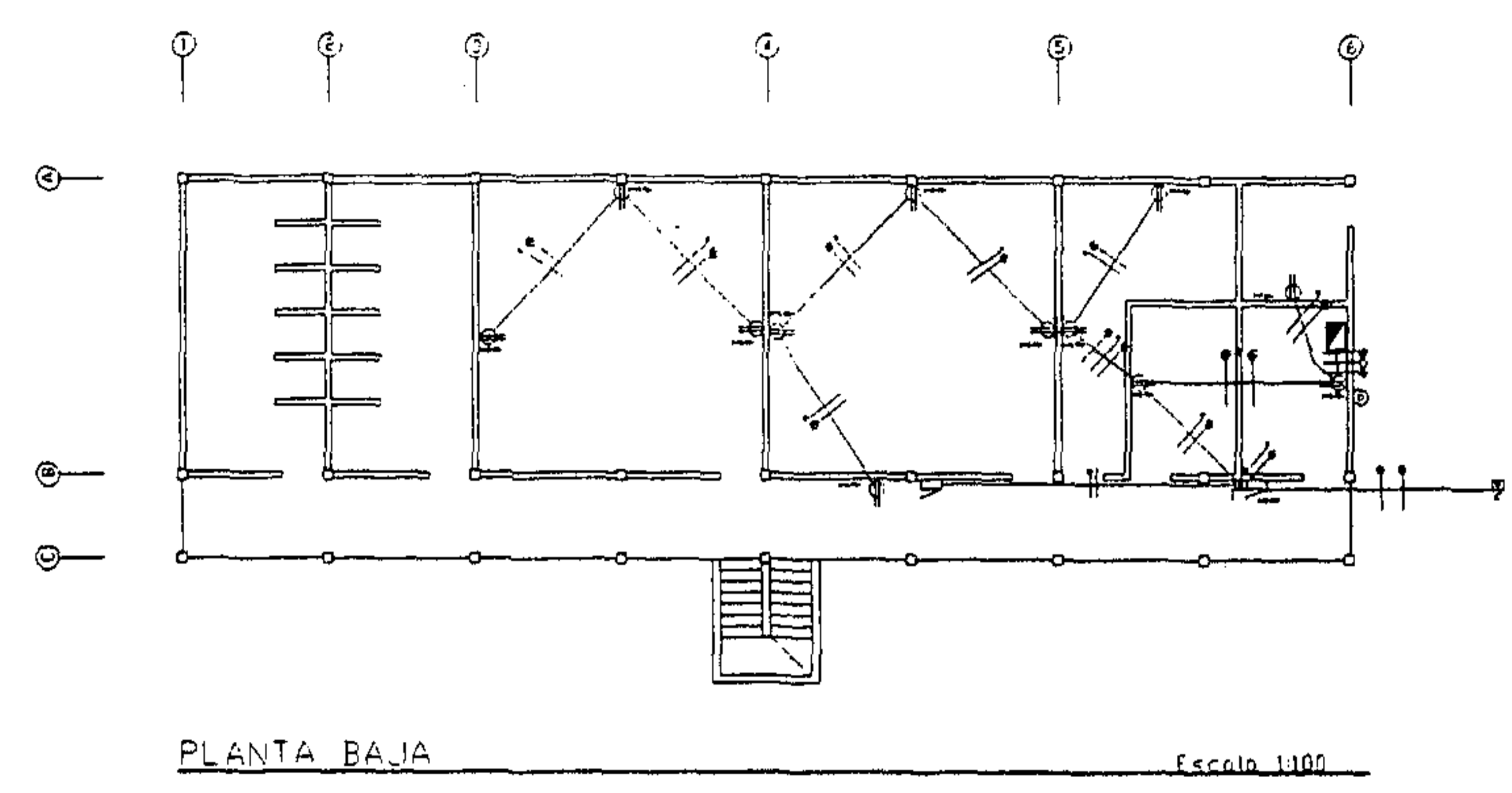
VIGA TIPO D



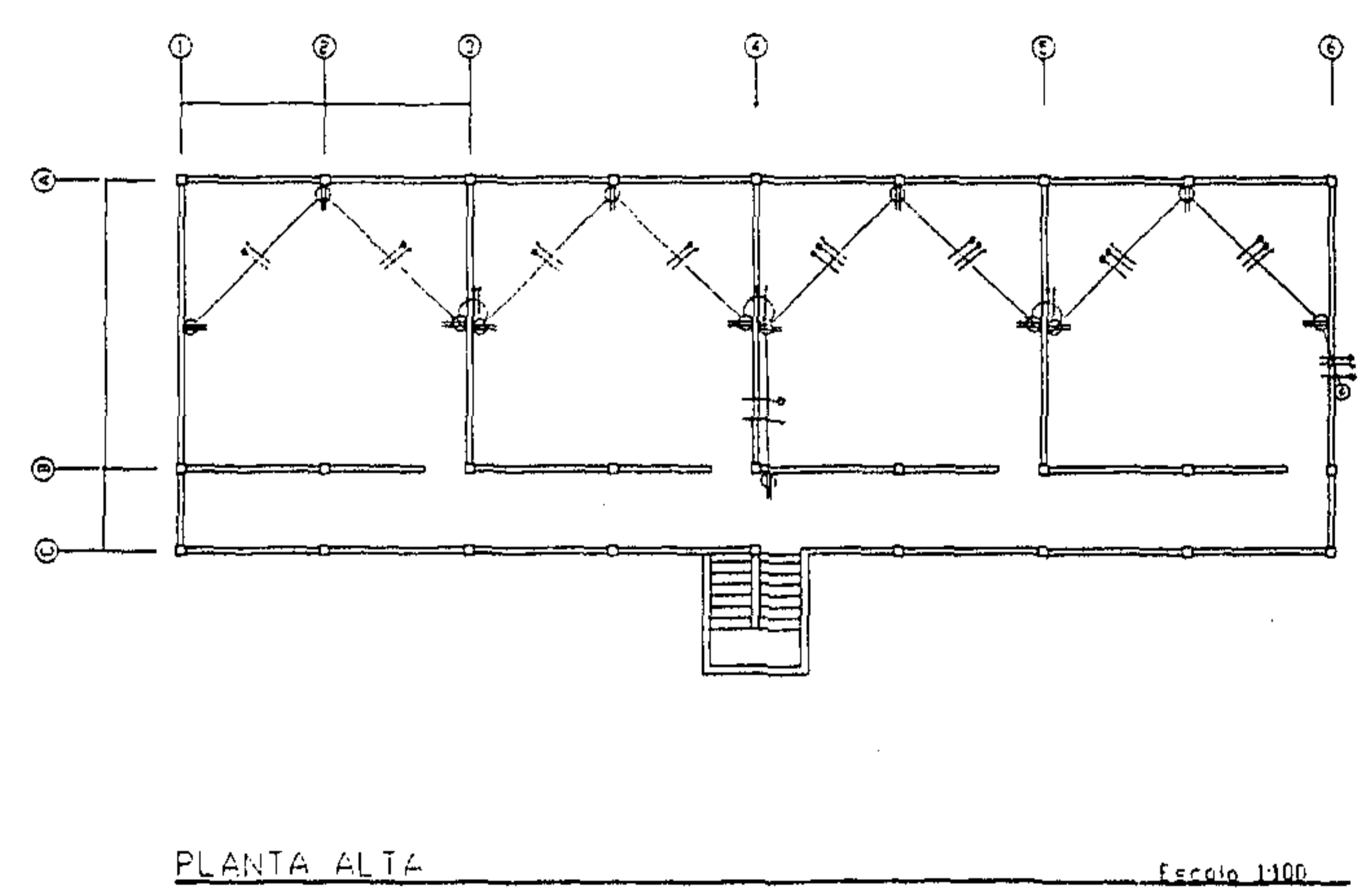
VIGA TIPO E

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Tebecondaria		
DIRECCION: Carretera Interamericana kilómetro 63		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	VIGAS Y LOSAS	Hoja:
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	08
Calculó: Elsa Castillo	Asesor: Ing. Juan Merck	09
Vo. Ing. Juan Merck		

Figura 27. Fuerza – edificio escolar

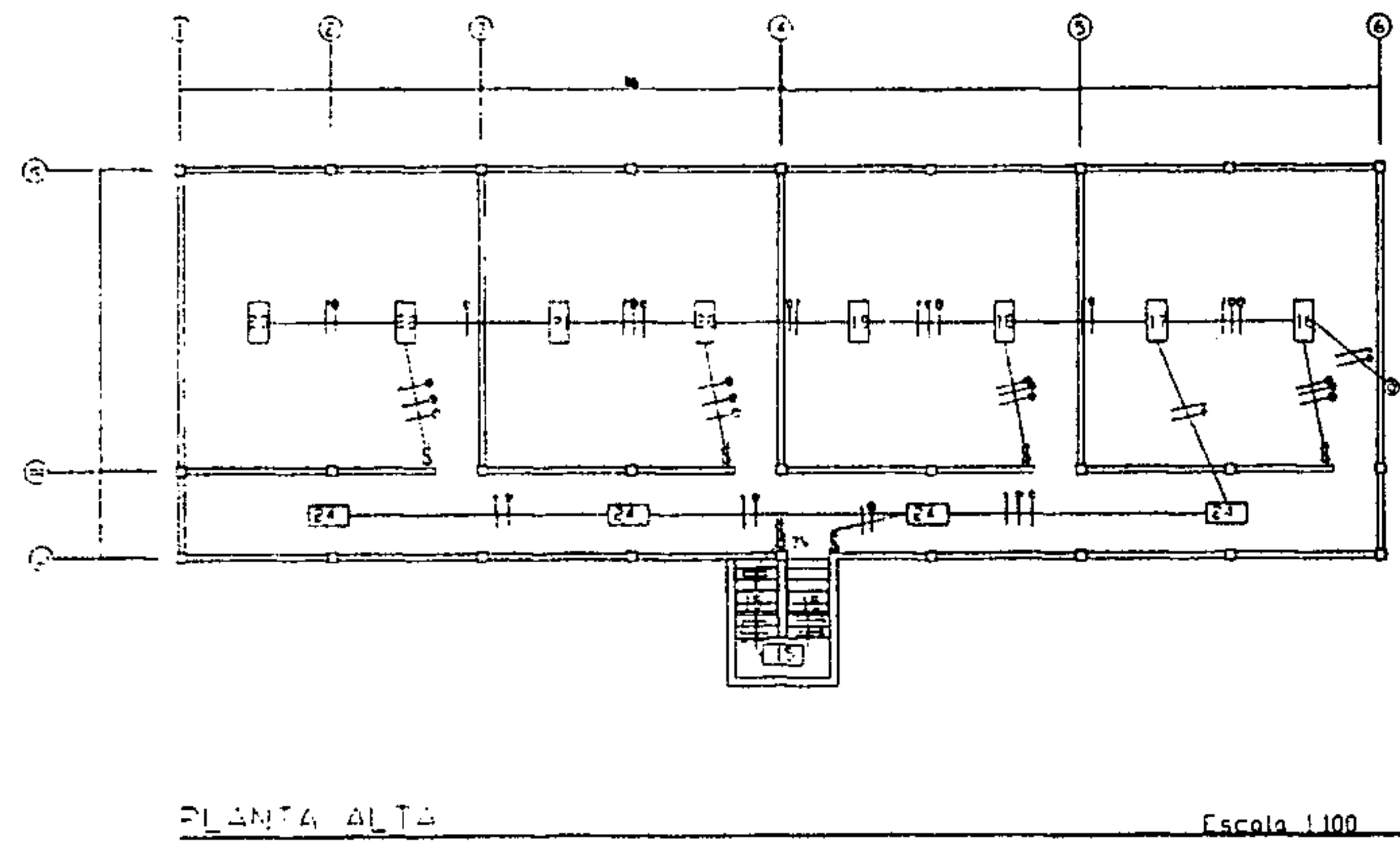
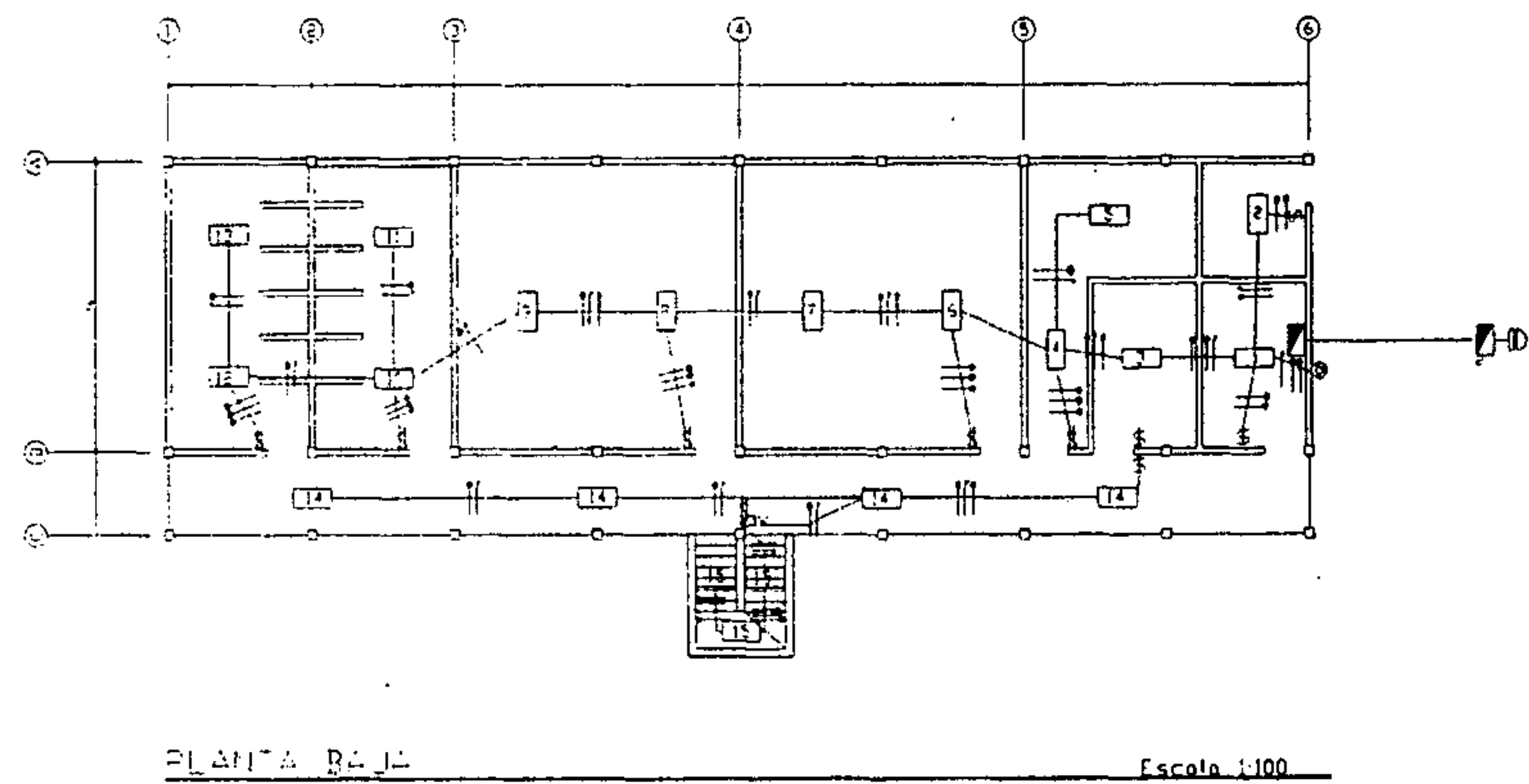


SIMBOLOGIA	
SIMB	LO QUE INDICA
	CIRCUITO C
	CONDUCTOR NEUTRO
	TOMACORRIENTE 110 V EN PARED
	CAMPANA DE TIMBRE
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	PULSADOR DE TIMBRE n=150n



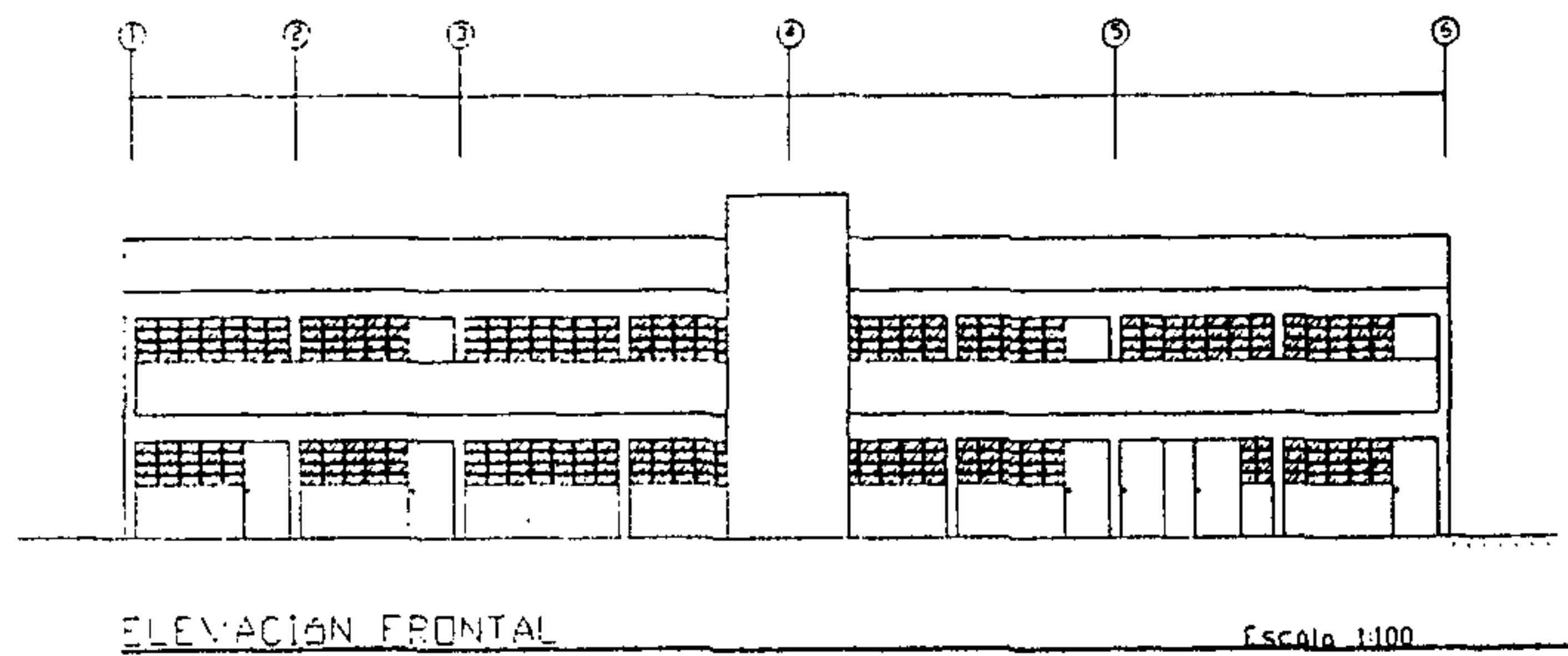
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Secundaria		
DIRECCION: Carretera Interamericana kilómetro 63		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	FUERZA	Hoja:
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	06
Calculó: Elise Castillo	Aceor: Ing. Juan Merck	09
Va. Ing. Juan Merck		

Figura 28. Iluminación – edificio escolar



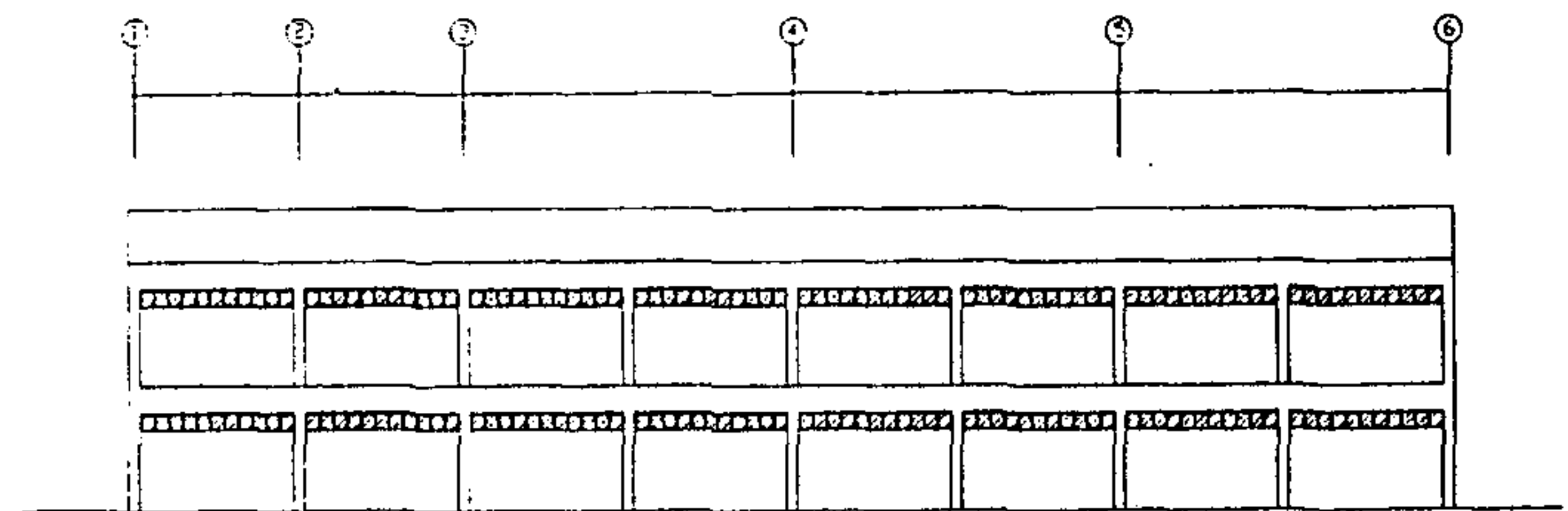
SIMBOLOGÍA	
SIMB.	LO QUE INDICA
	TABLERO DE FLIPONES
	LAMPARAS FLUORESCENTES DE 2x40
	INTERRUPTOR SIMPLE h=1.50m
	INTERRUPTOR DOBLE h=1.50m
	INTERRUPTOR THREE WAY
	CIRCUITO A
	CONDUCTOR NEUTRO
	RETORNO DE LAMPARA S
	CONTADOR ELECTRICO
	TABLERO DE SEGURIDAD EXTERIOR
	TUBERIA EMPOTRADA AL SUELO

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Telesecundaria		
DIRECCION: Carretera Interamericana kilómetro 63		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	ILUMINACIÓN	Hoja:
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	07
Calculó: Elba Castillo	Añoró: Ing. Juan Merck	09
Vo. Ing. Juan Merck		



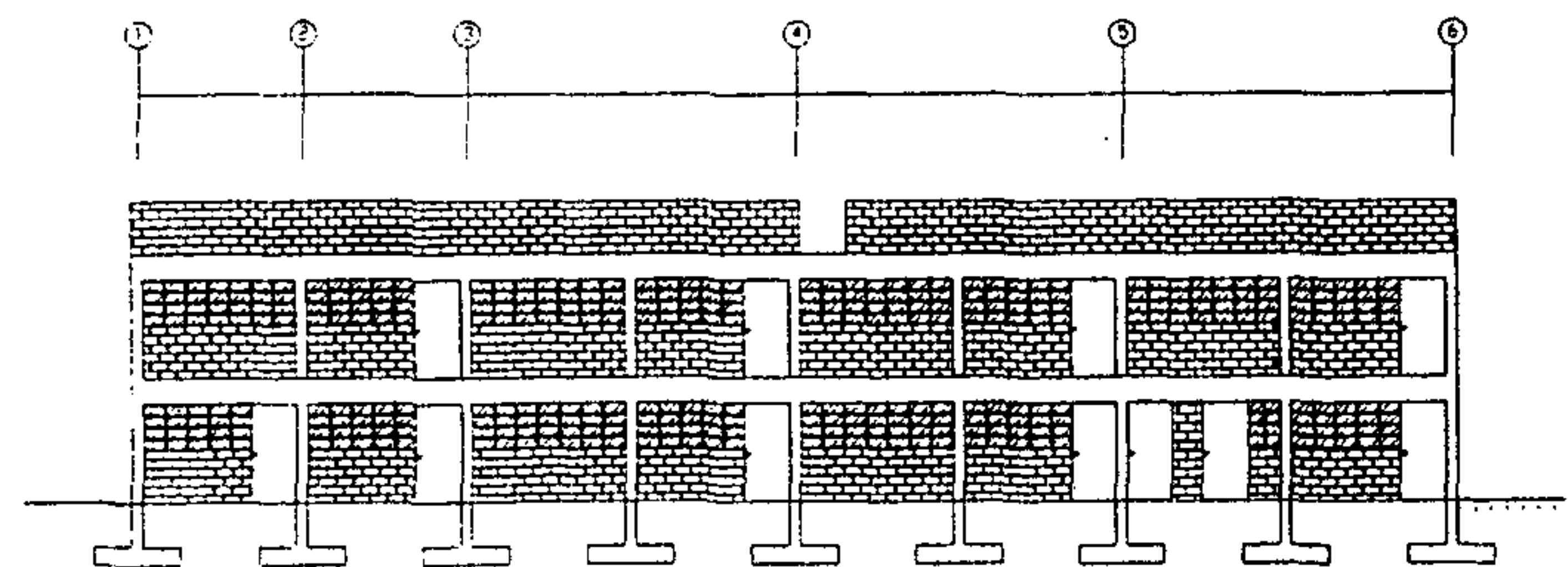
ELEVACIÓN FRONTAL

Escala 1:100



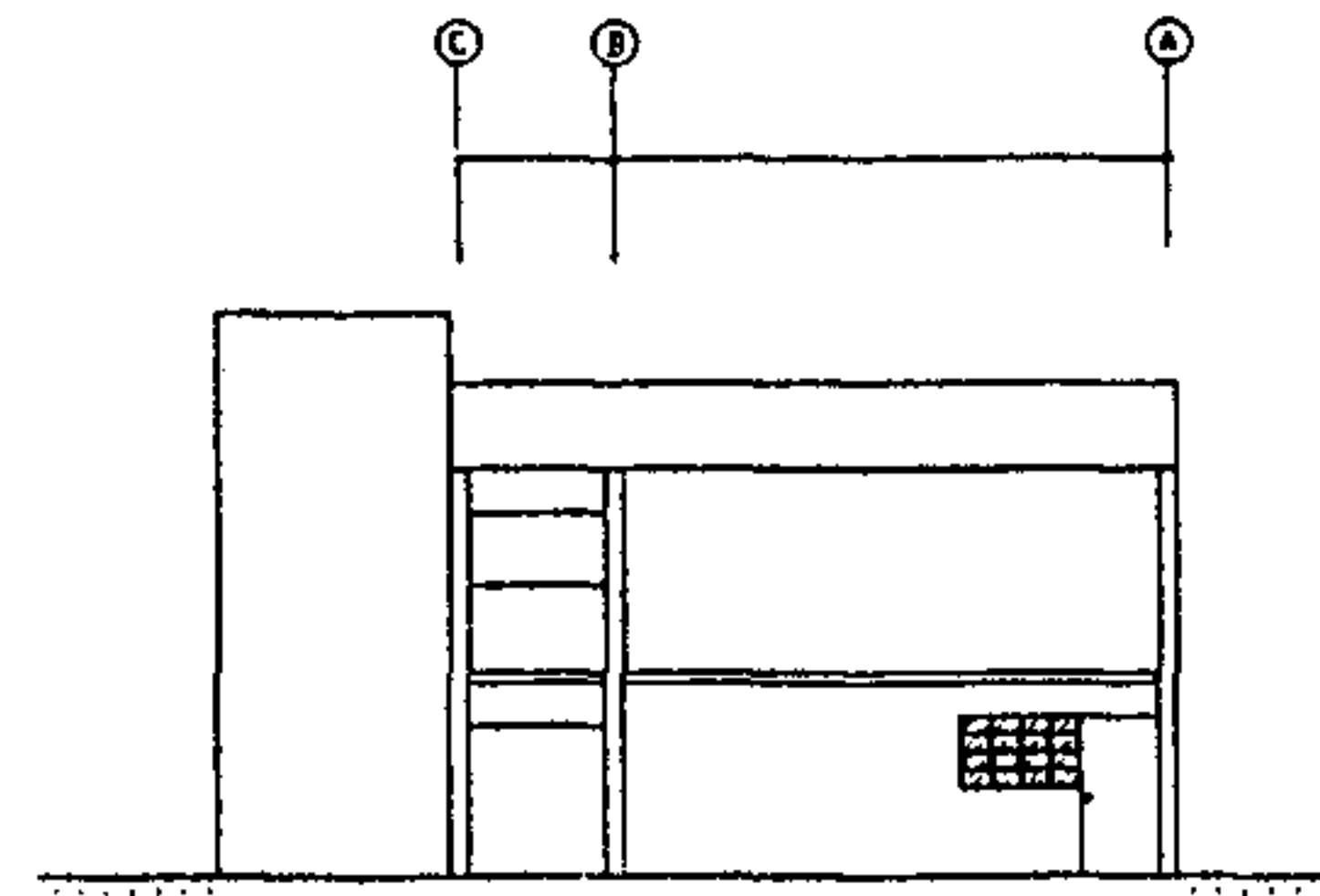
ELEVACIÓN POSTERIOR

Escala 1:100



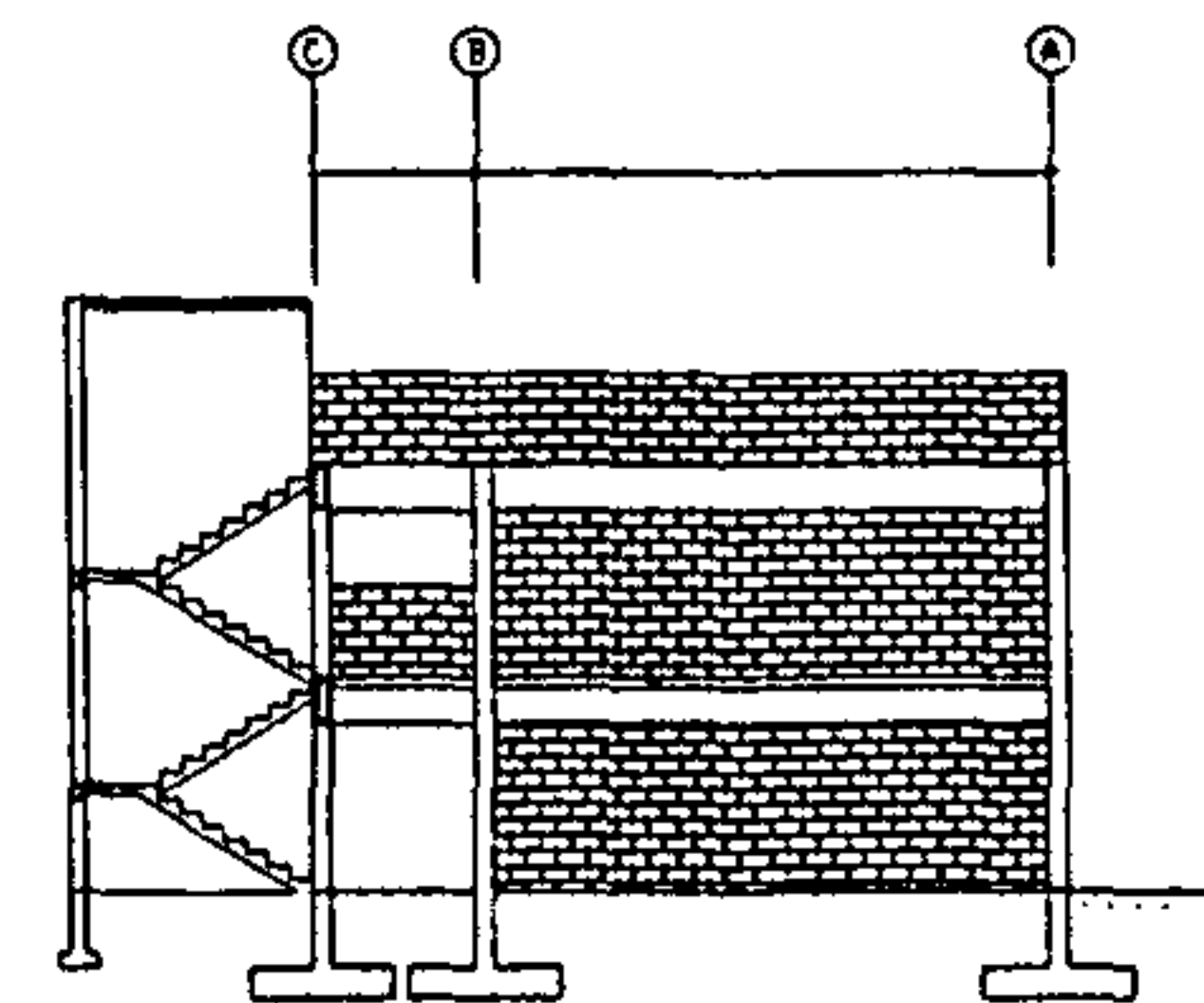
SECCIÓN TRANSVERSAL C

Escala 1:100



ELEVACIÓN FRONTAL

Escala 1:100



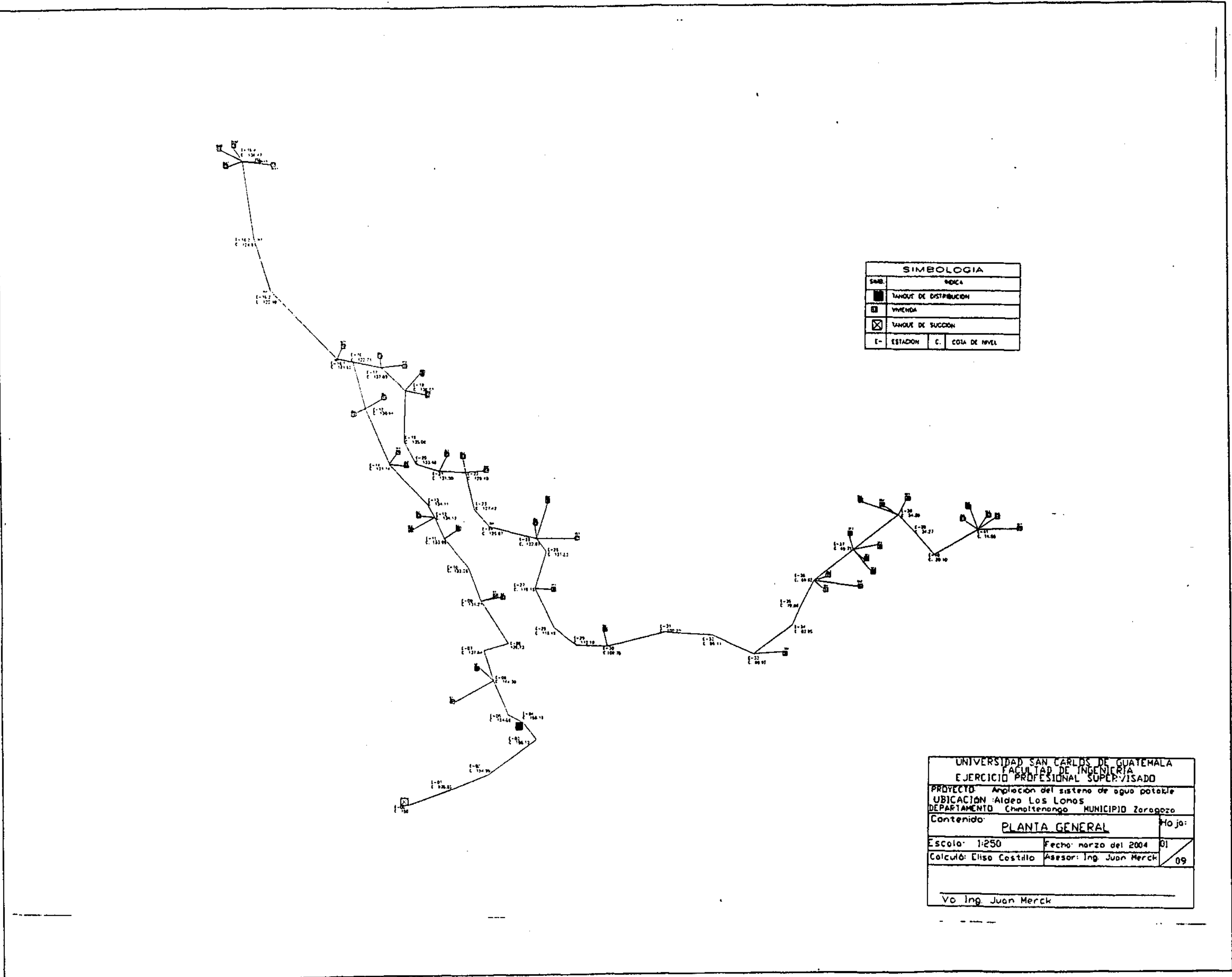
SECCIÓN TRANSVERSAL 5

Escala 1:100

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Secundaria		
DIRECCIÓN: Carretera Interamericana kilómetro 63		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	SECCIONES Y ELEVACIONES	Hoja:
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	00
Calculó: Elba Castillo	Asesor: Ing. Juan Merck	00
Vo. Ing. Juan Merck		

Figura 30. Secciones y elevaciones – edificio escolar

Figura 31. Planta general de la red de distribución



SIMBOLOGIA	
SMB.	NOCA
■	TANQUE DE DISTRIBUCION
□	VIVIENDA
⊗	TANQUE DE SUCCION
E-	ESTACION
C.	COGA DE NIVEL

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Ampliacion del sistema de agua potable		
UBICACION: Aldea Los Lomos		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	PLANTA GENERAL	Folio:
Escala: 1:250	Fecha: marzo del 2004	01
Calcula: Eliso Costillo	Asesor: Ing. Juan Merck	09
Vo. Ing. Juan Merck		

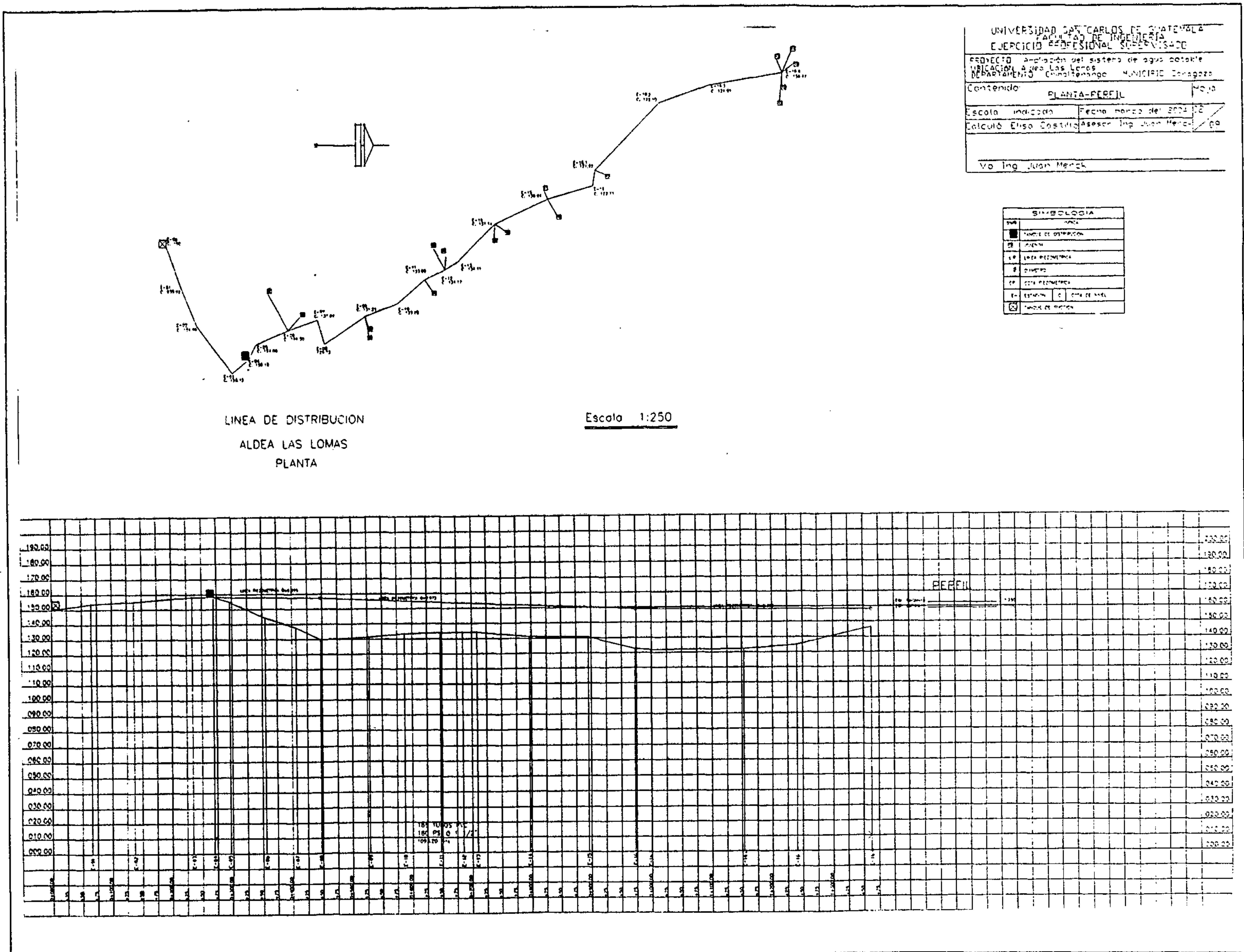
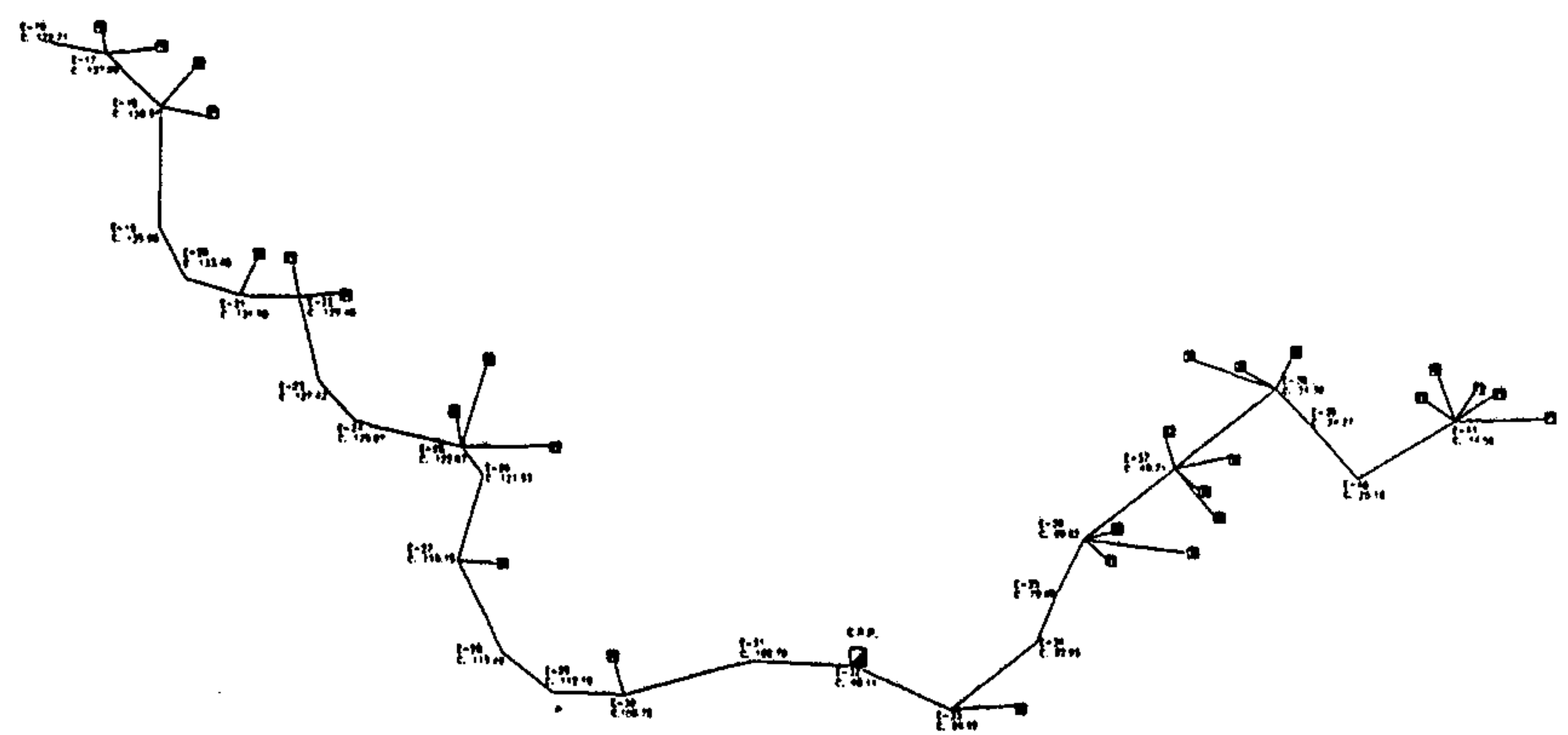


Figura 32. Planta y perfil del primer tramo

Figura 33. Planta y perfil del segundo tramo

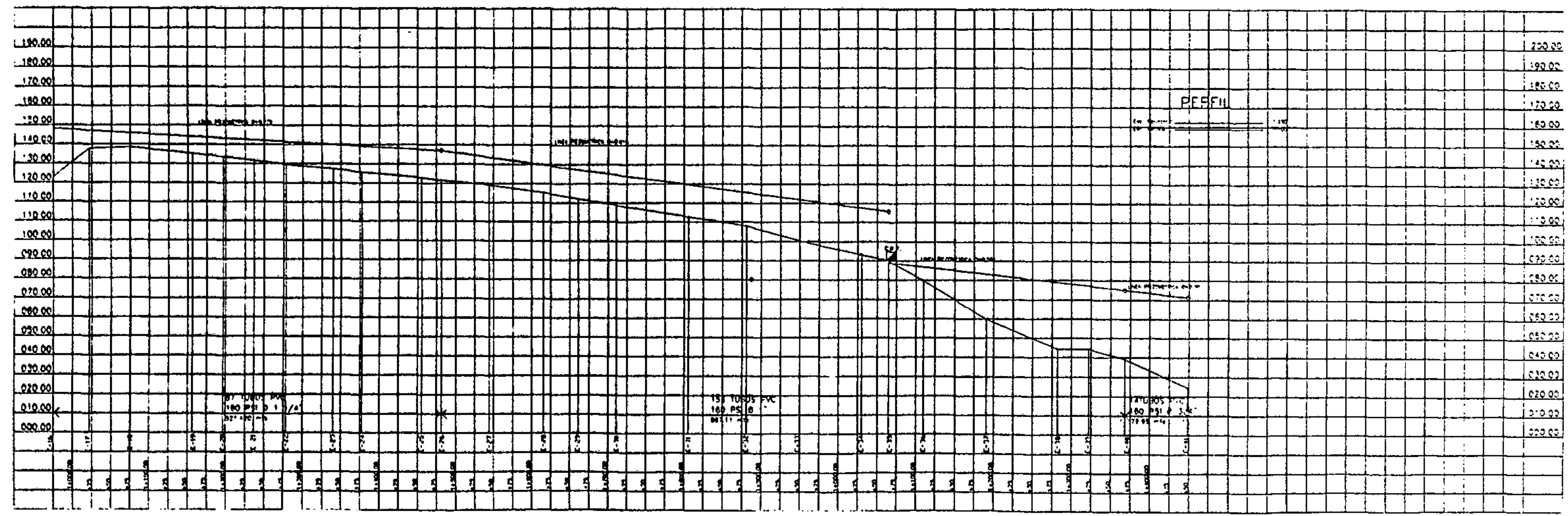
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	Ampliación del sistema de agua potable
UBICACIÓN:	Aldea Las Lomas, Municipio Zaragoza
Contenido:	PLANTA-PERFIL 140.00
Escala:	Indicada Fecha: marzo del 2014 23
Calculó:	Elisa Castañeda Asesor: Ing. Juan Merck 09
Vo. Ing. Juan Merck	

SIMBOLOGIA	
□	ALMOCENA
■	VALVULA PREDON
□	VALVULA
○	ESTACION
○	COTA DE NIVEL
⊗	TUBULO DE SECCION



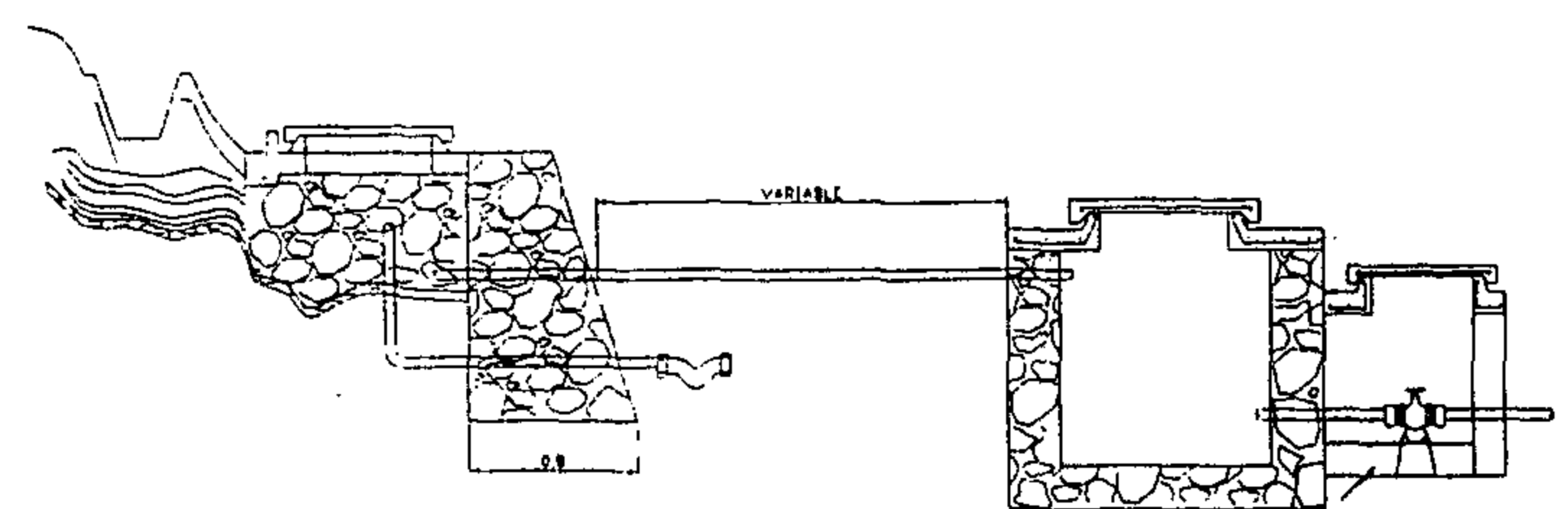
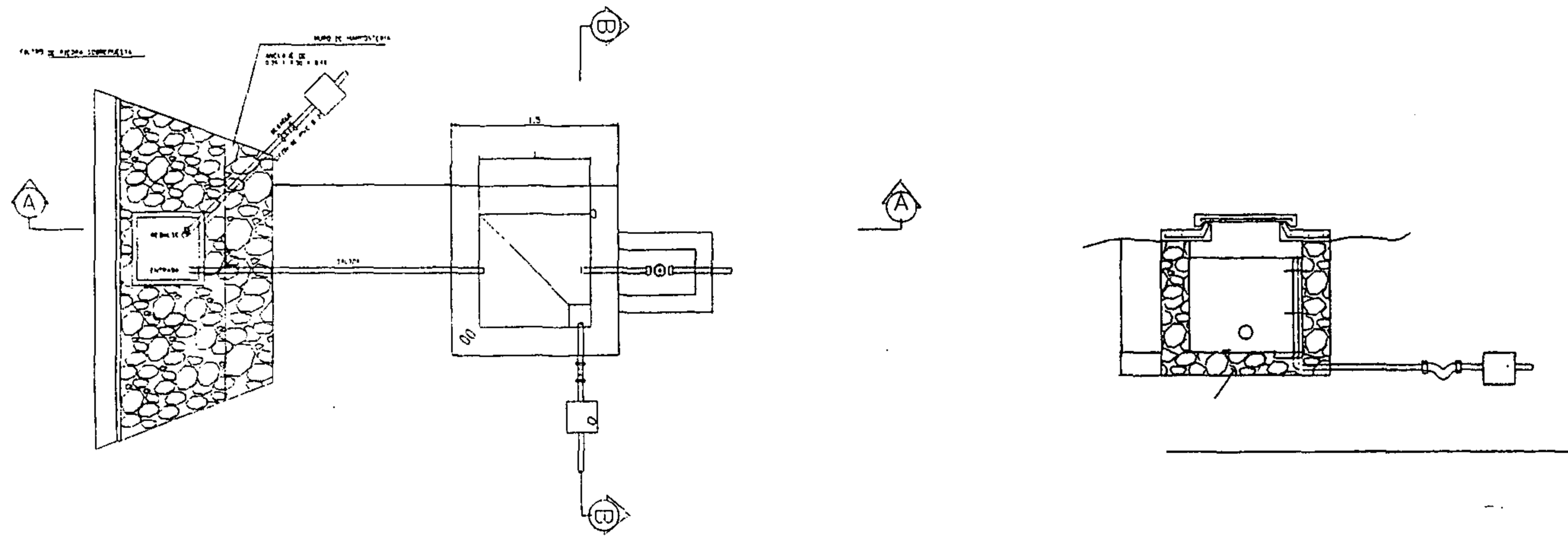
LINEA DE DISTRIBUCION
ALDEA LAS LOMAS
PLANTA

ESCALA 1:250



PERFIL

Figura 34. Detalle de captación

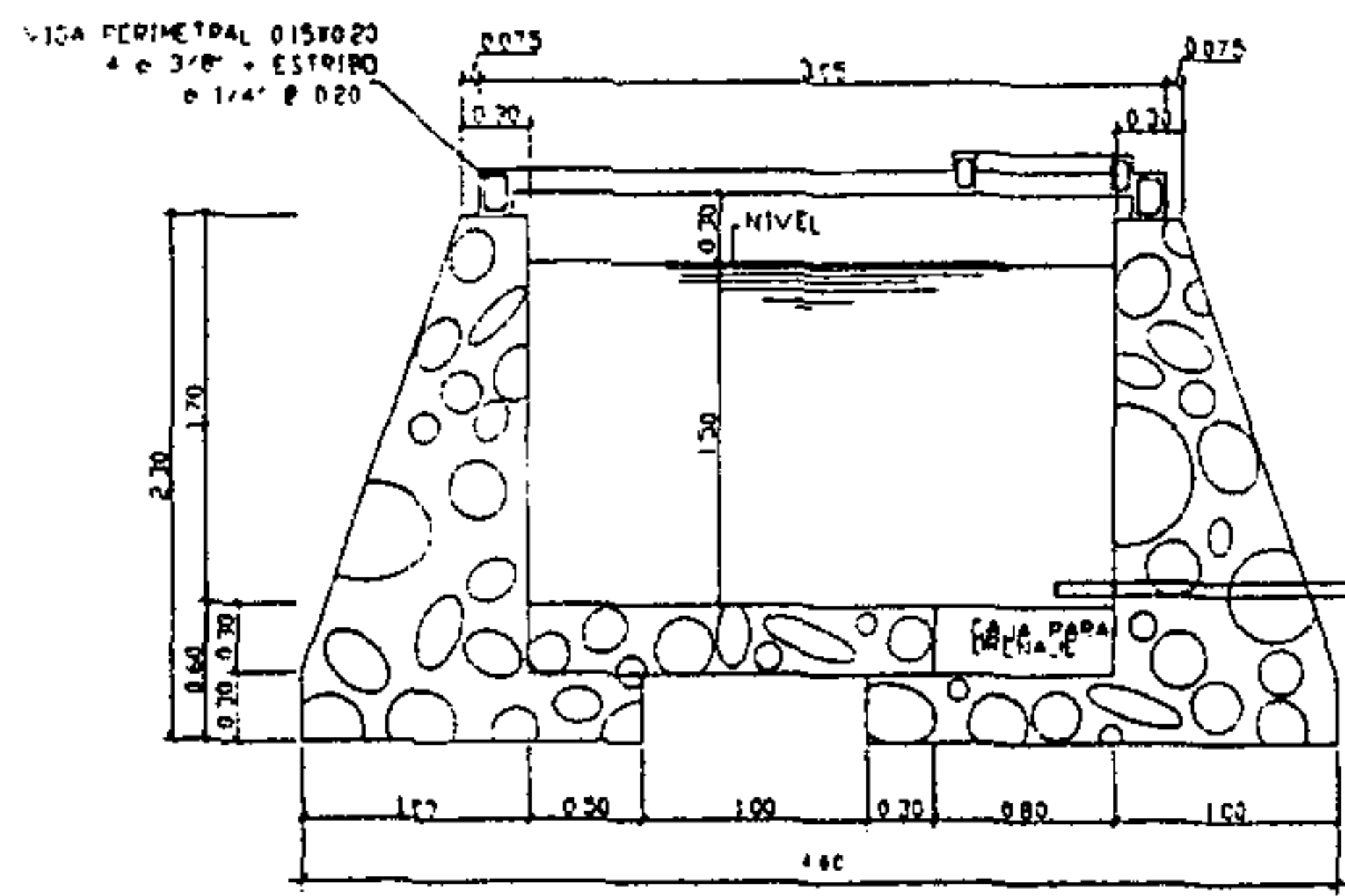


SECCION A-A

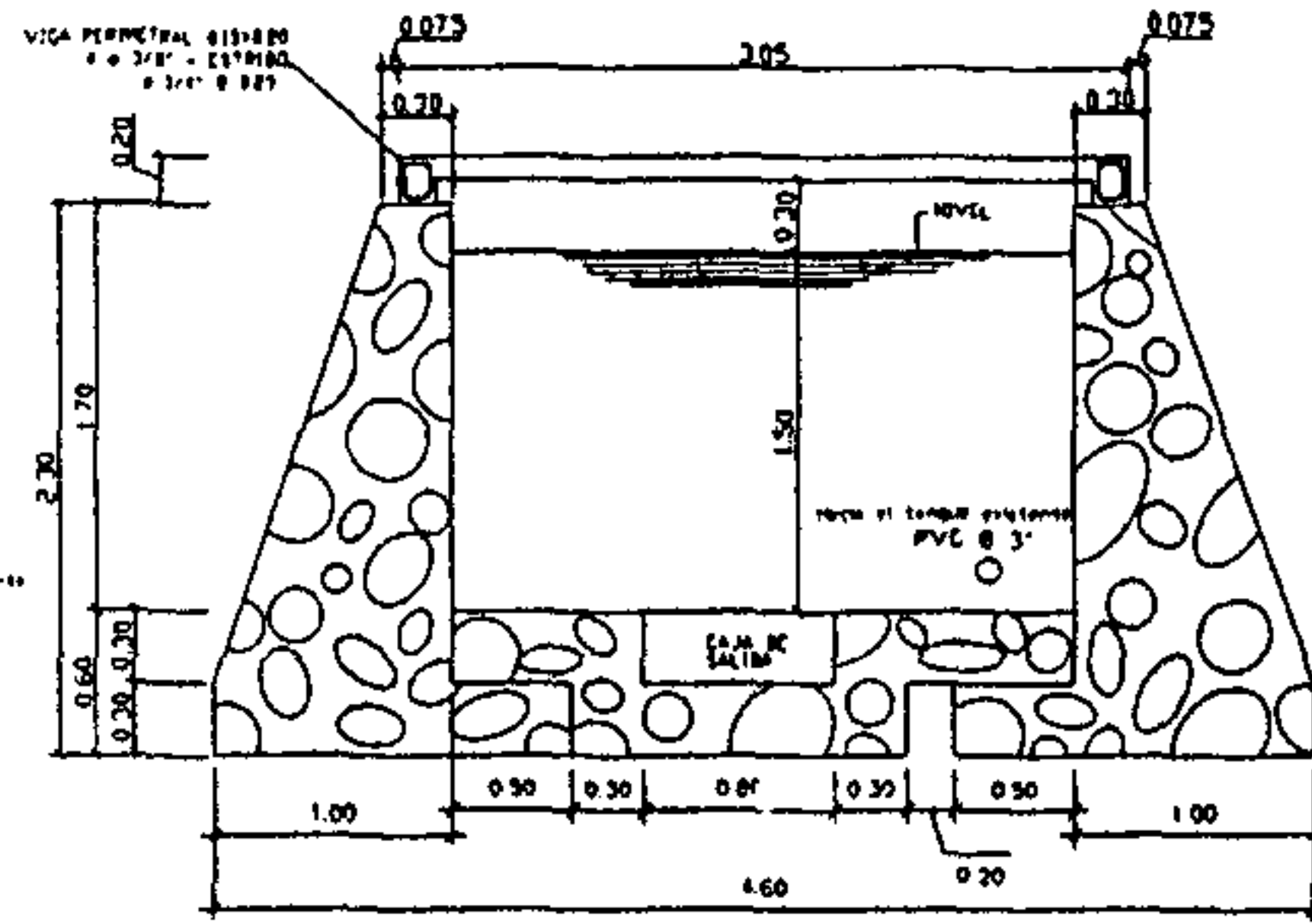
- La mampostería de piedra se hará de la siguiente:
 - 33 % de mortero
 - 67 % de Piedra bola
- El mortero se hará en la proporción, en volumen 1:2 cemento y arena de río
- El concreto será en la proporción en volumen 1:2:3 cemento, arena de río y pedrín de 1/2" respectivamente
- Se repellará el interior y exterior con sabote, proporción volumen 1:2, cemento, arena de río respectivamente con un recubrimiento mínimo de 15 cm
- En los tapaderas se dejará un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia.
- El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado
- Se realizará un alizado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1 para impermeabilizar las paredes internas

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable		
UBICACION: Añes Las Lomas		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	DETALLE DE CAPTACION	Hoja:
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004	04
Calculó: Eisa Castillo	Asesor: Ing. Juan Merck	05
Vo. Ing. Juan Merck		

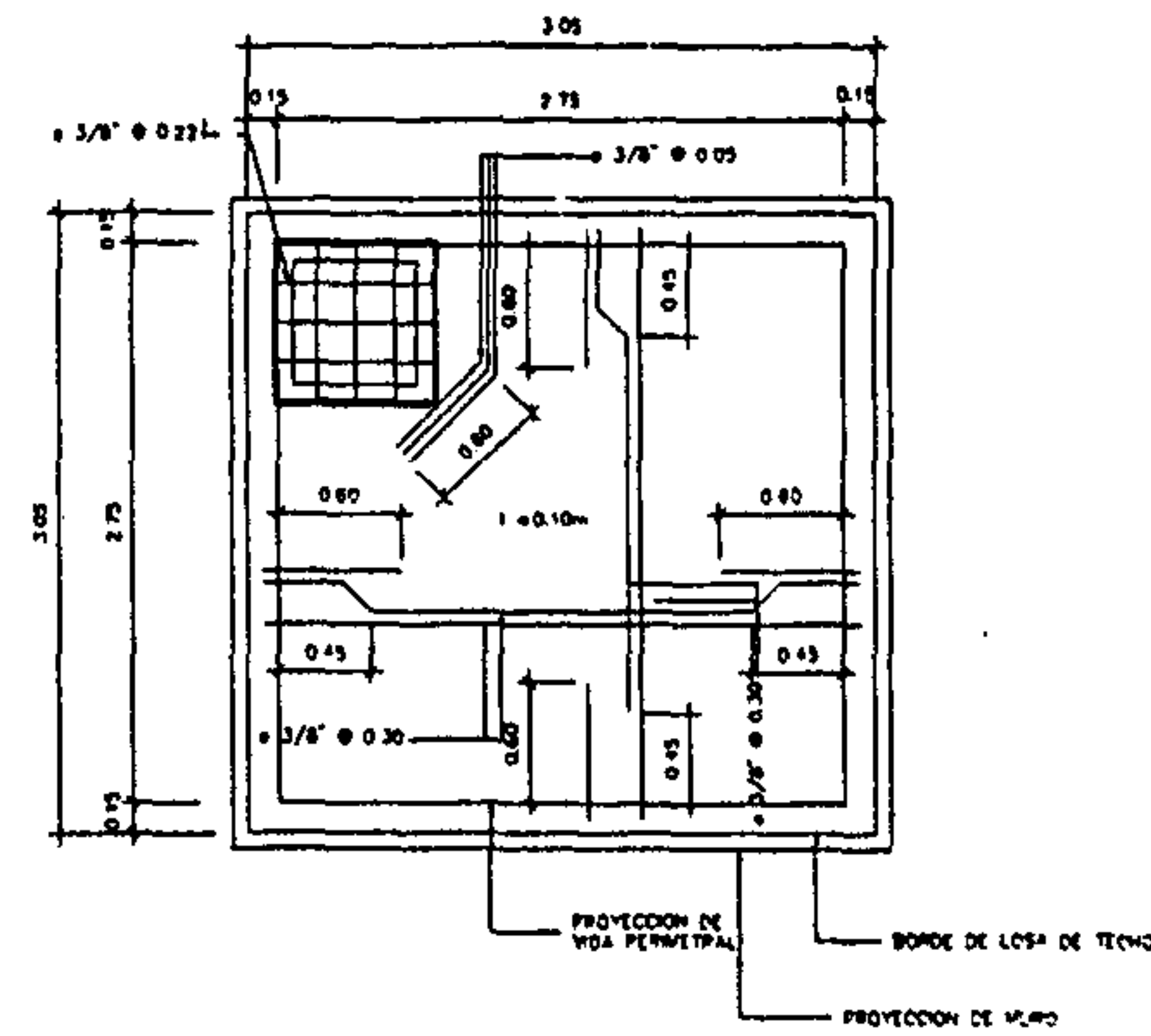
Figura 35. Tanque de succión de 10 m³



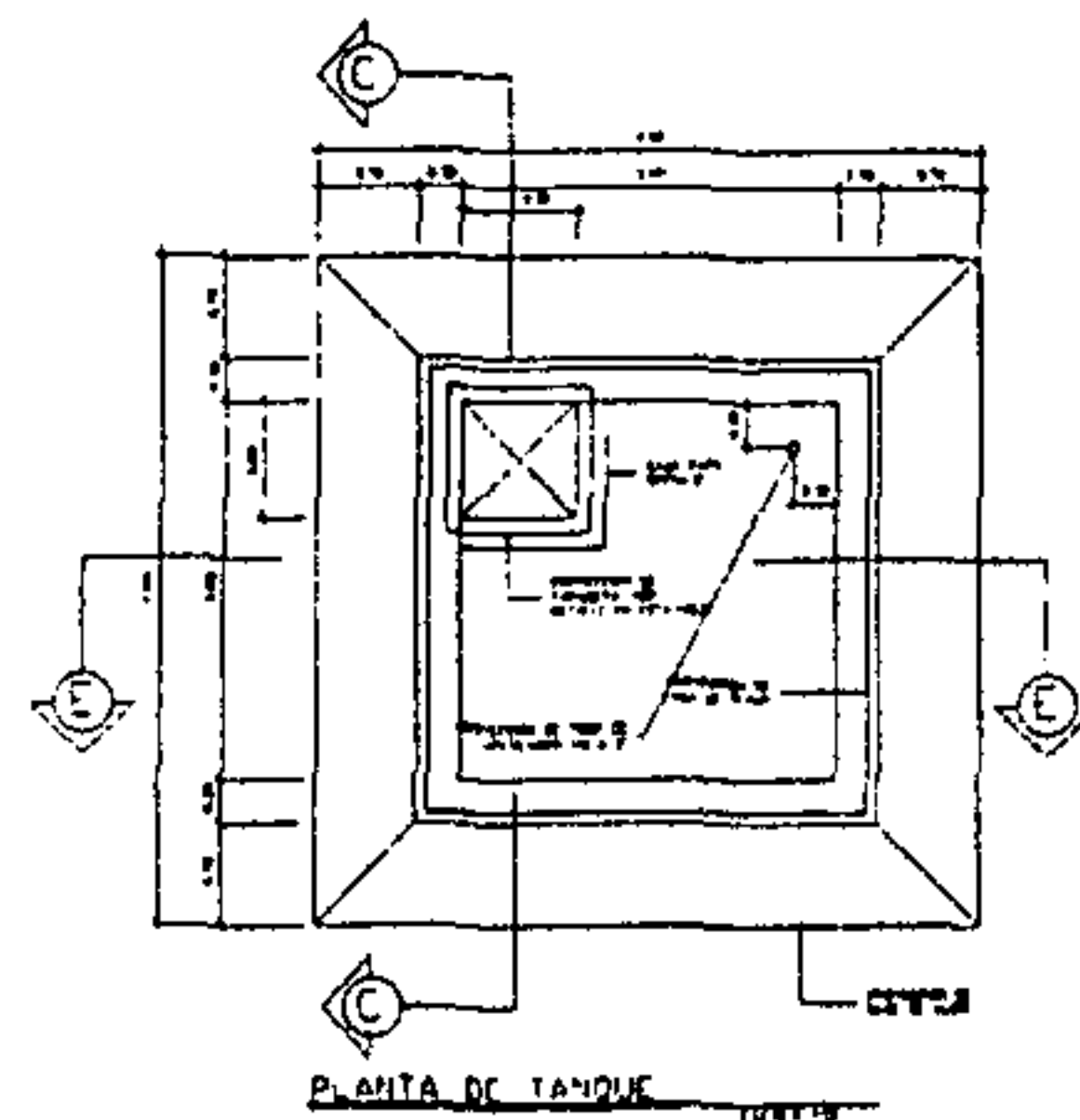
SECCION C-C
ESCALA 1:25



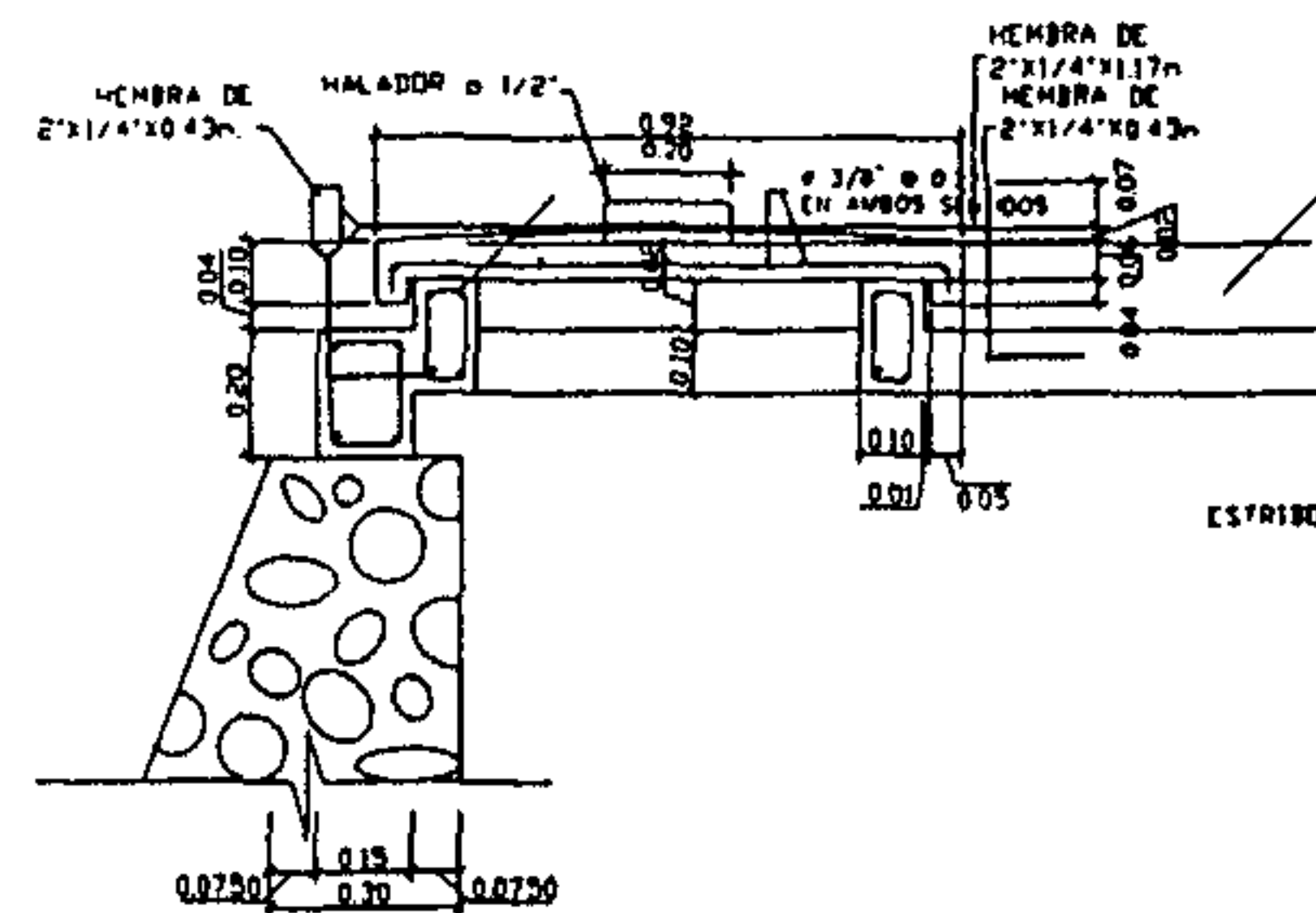
SECCION E-E
ESCALA 1:25



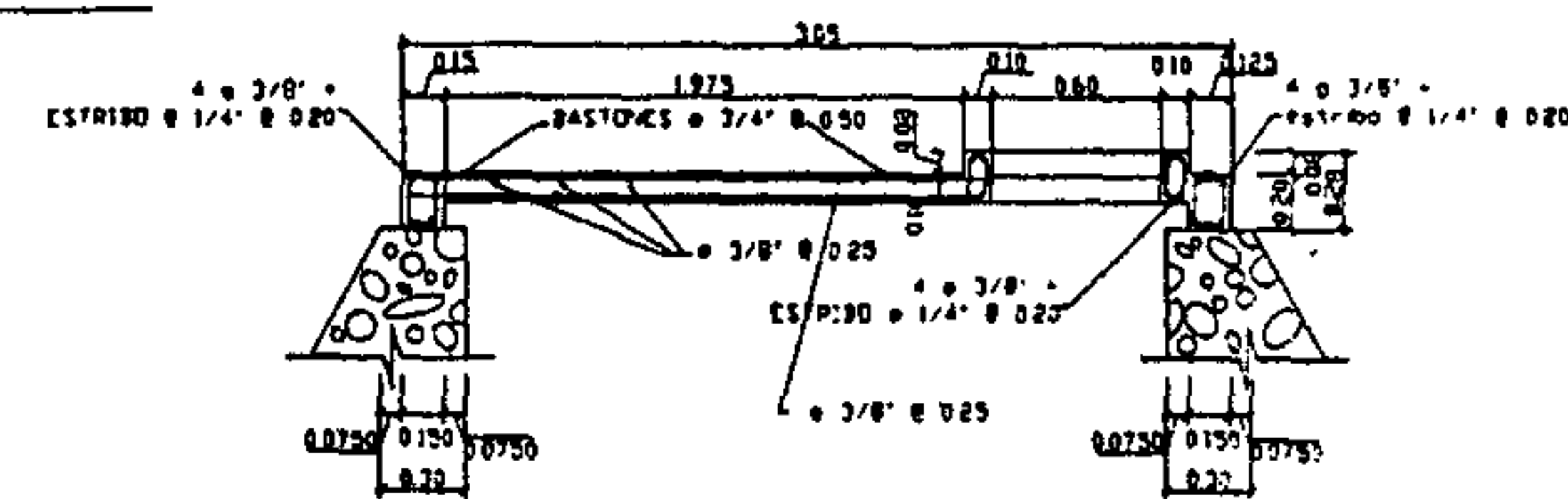
PLANTA LOSA DE TECHO
ESCALA 1:25



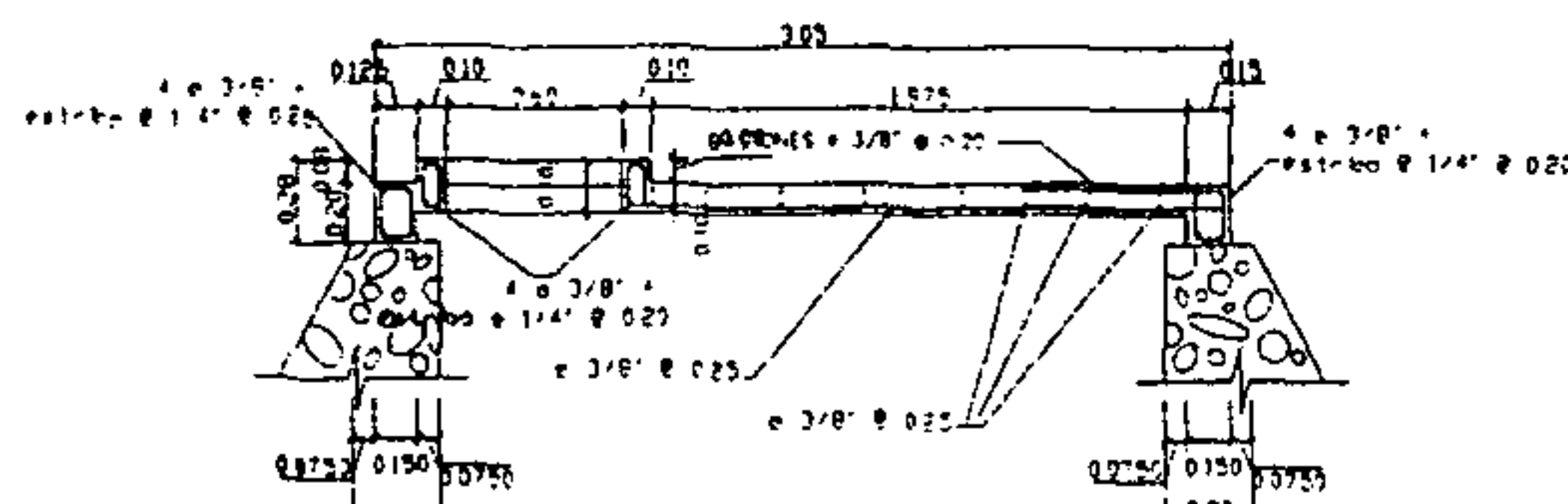
PLANTA DE TANQUE
ESCALA 1:25



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:10



SECCION B-B
ESCALA 1:20



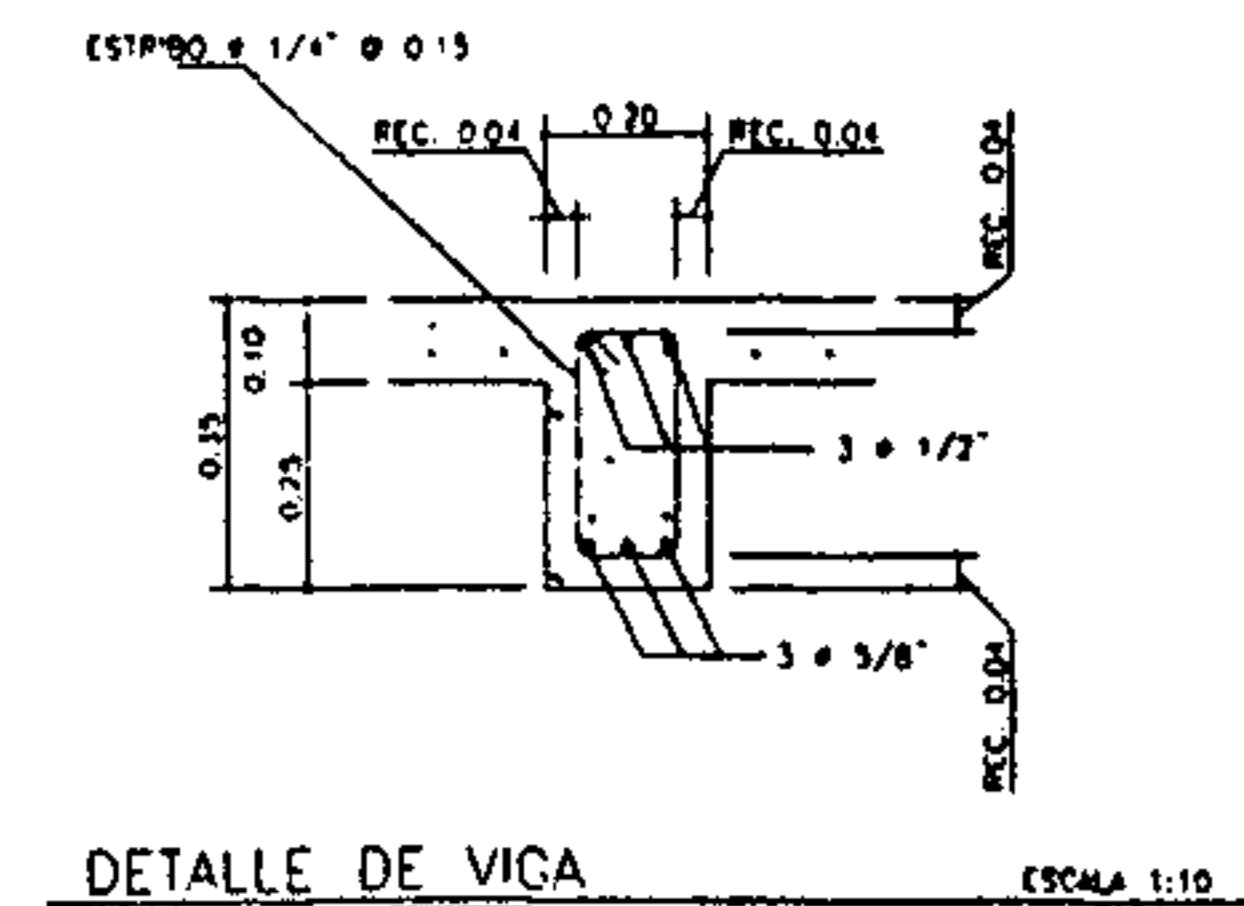
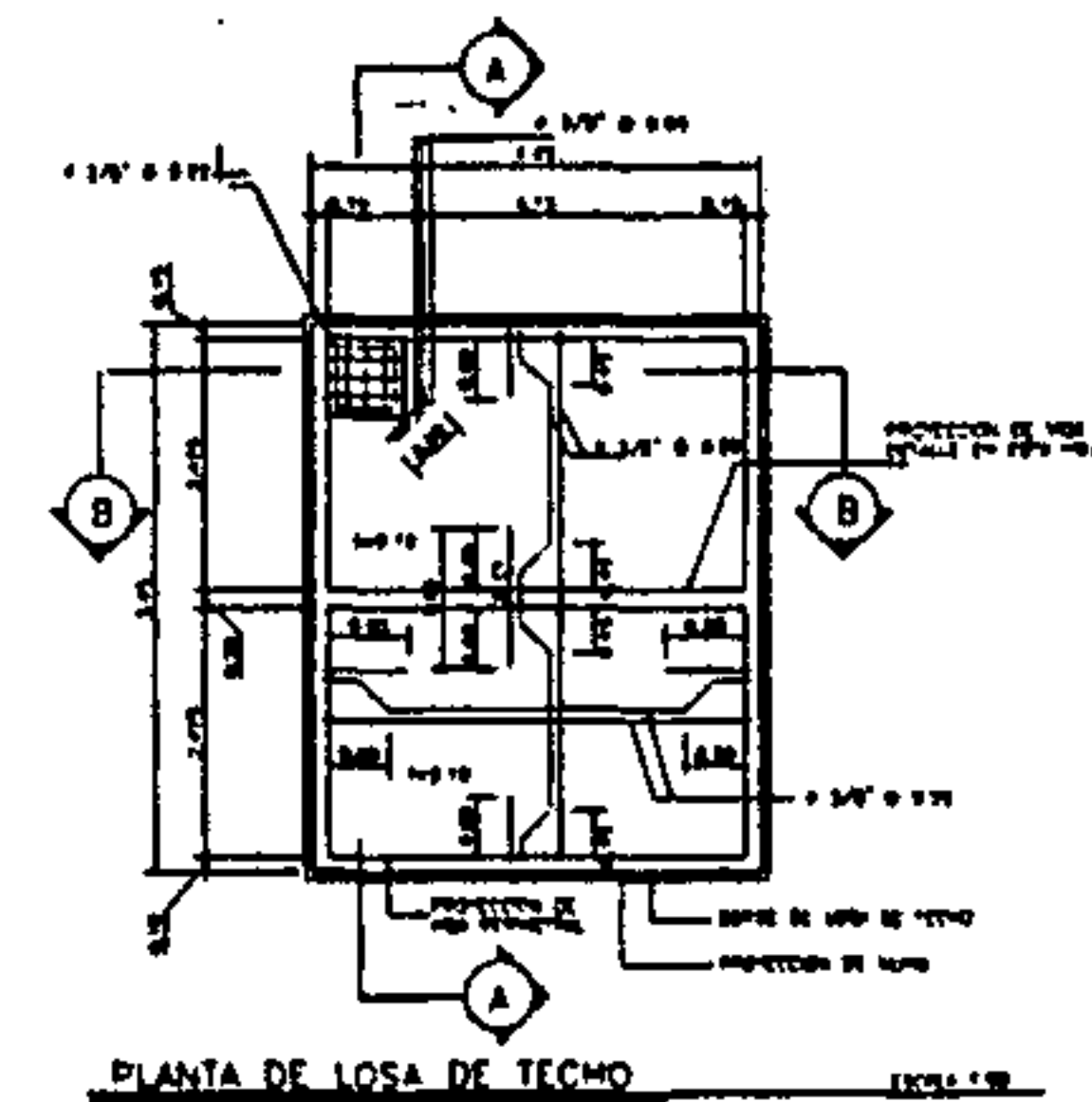
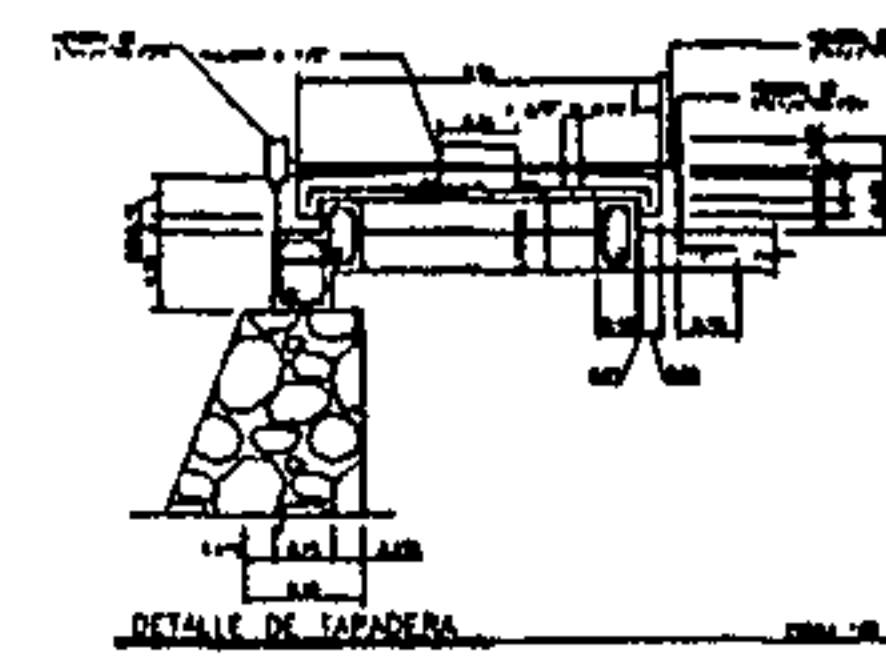
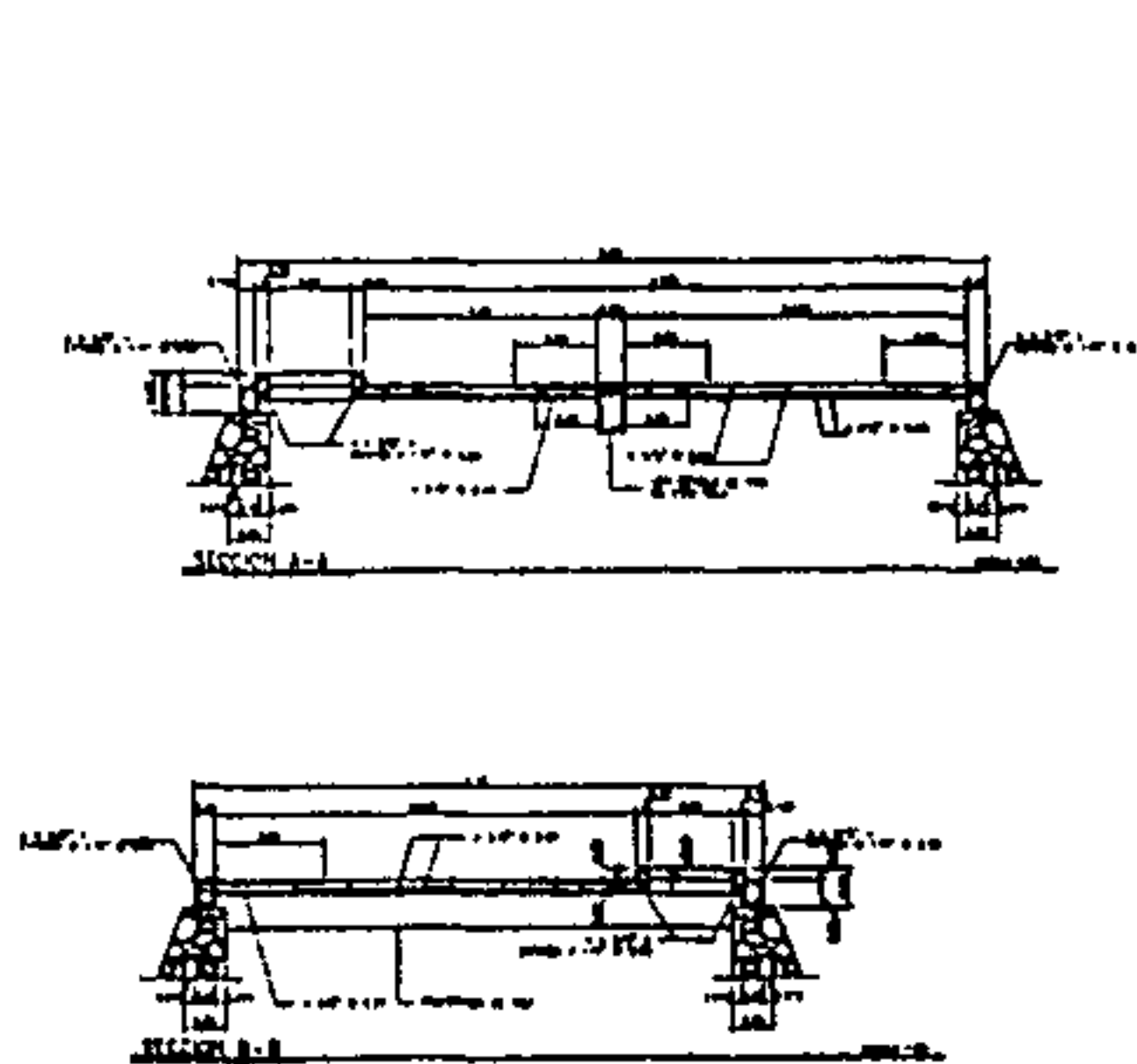
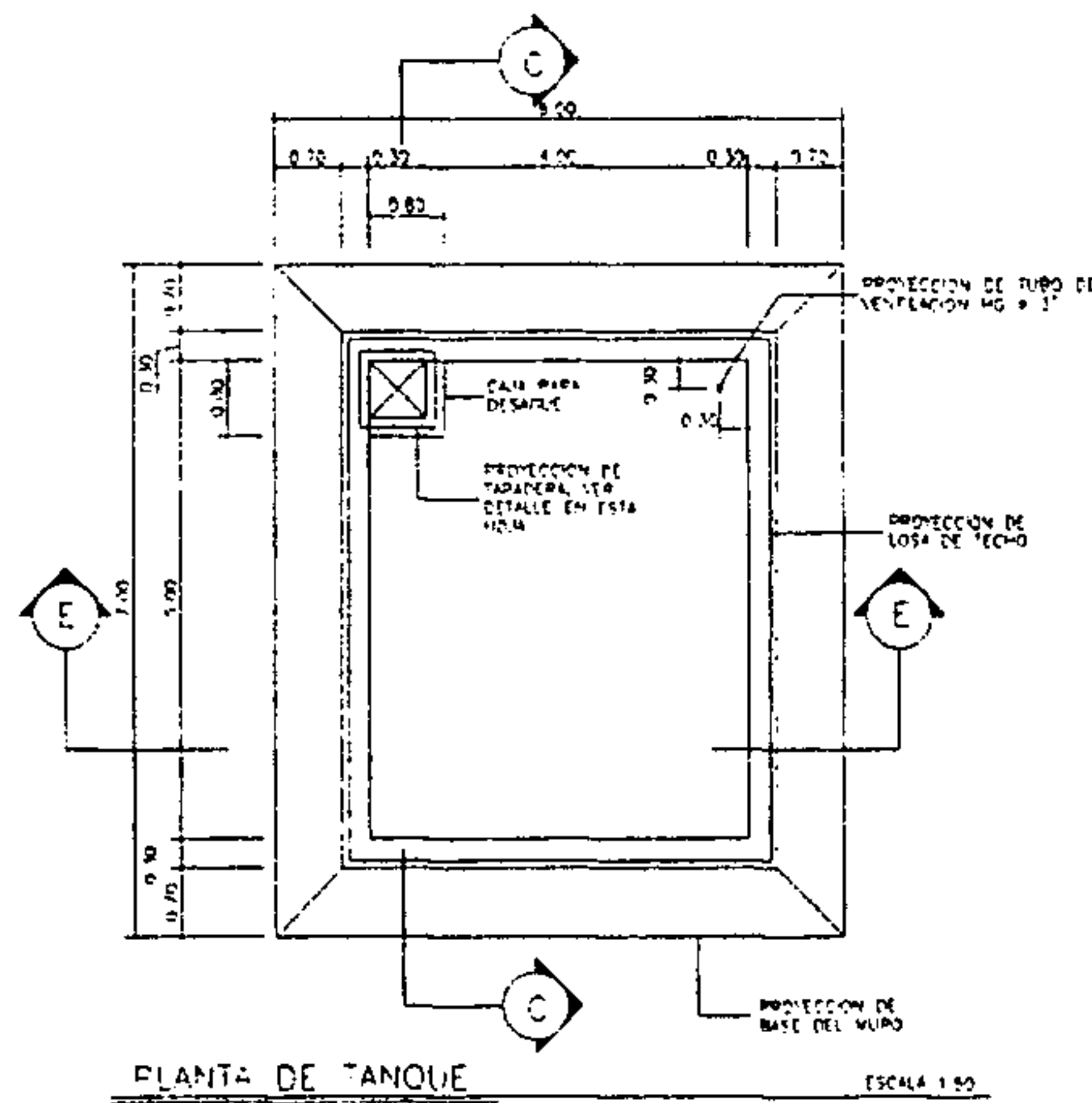
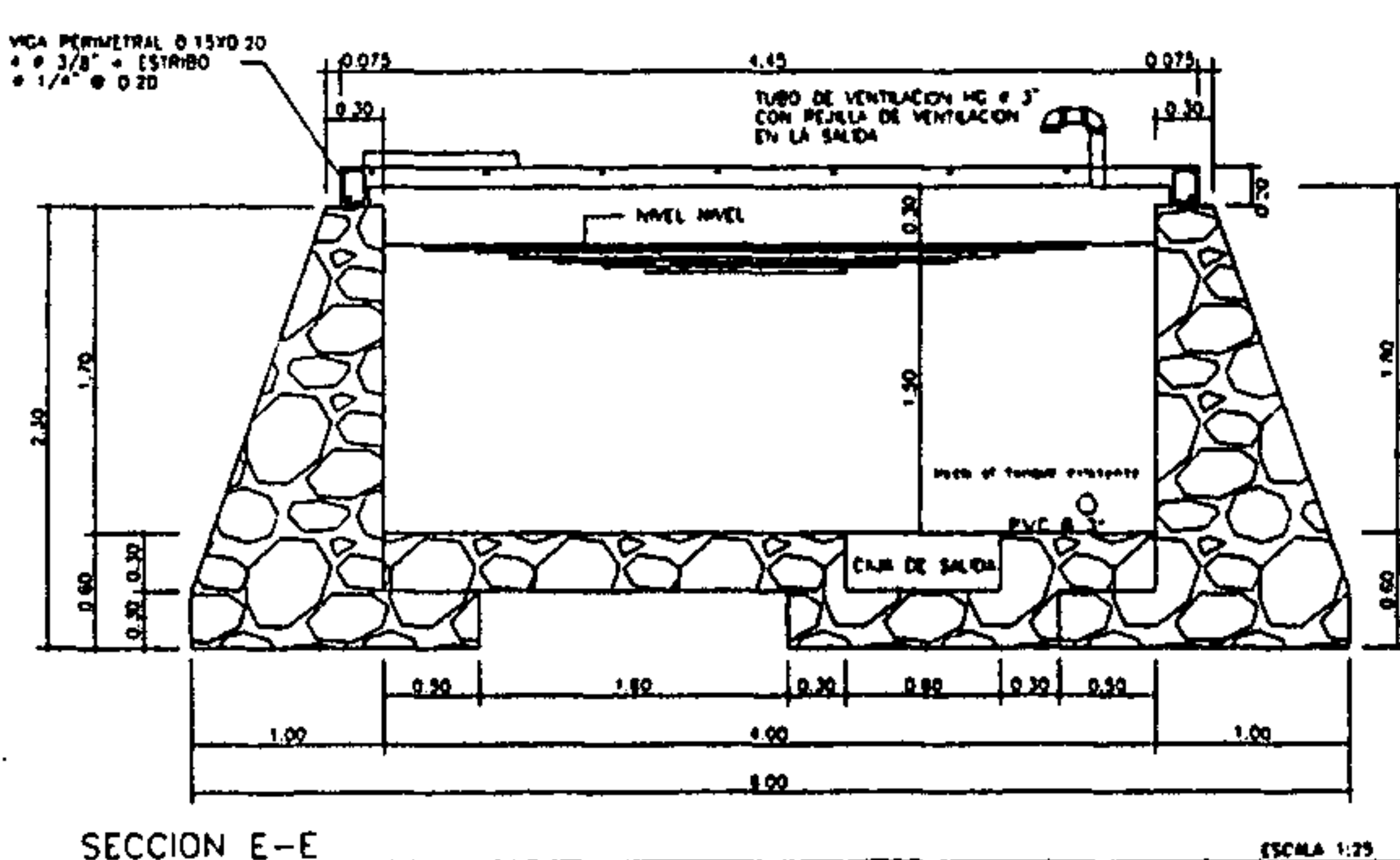
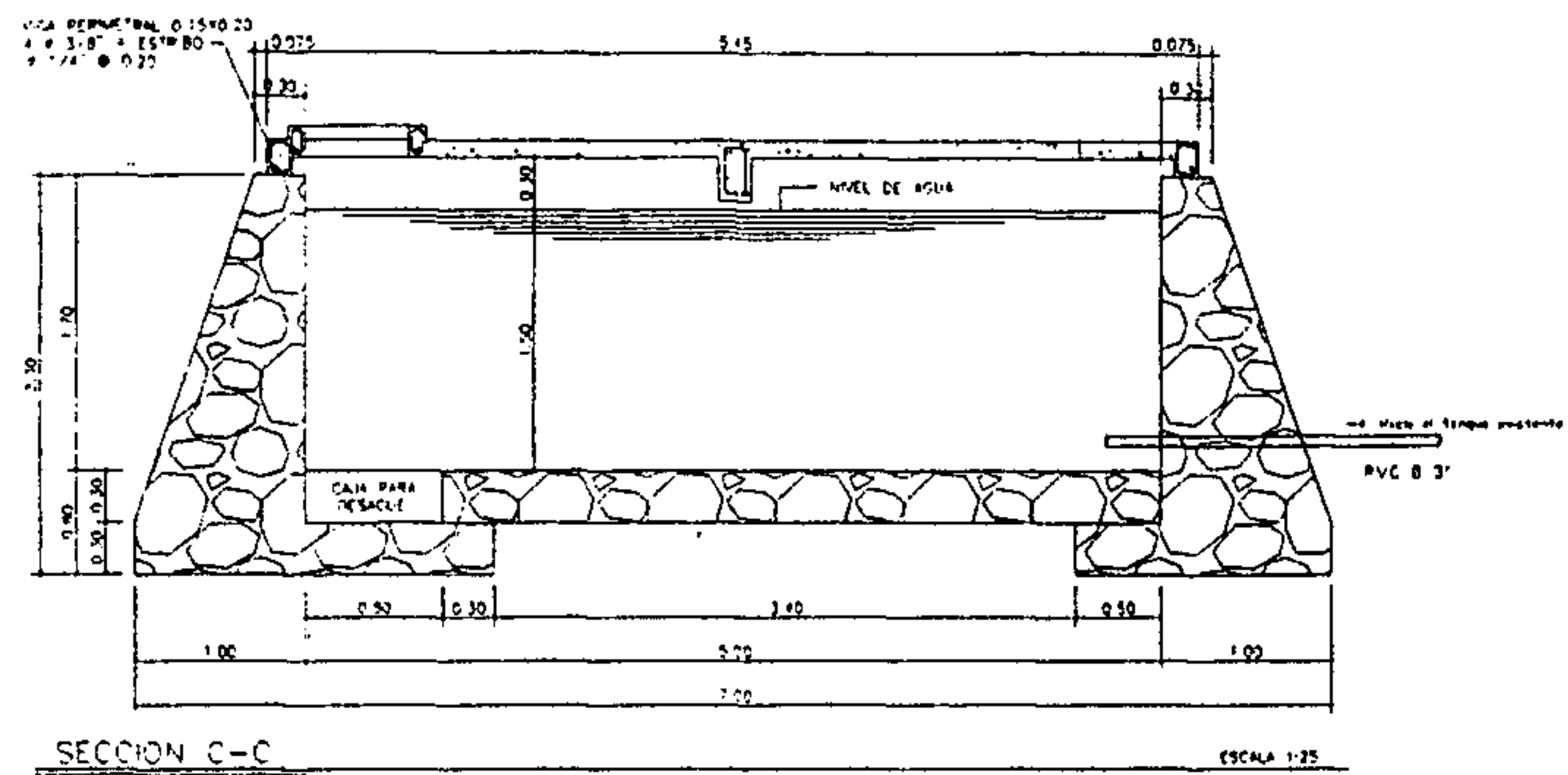
SECCION A-A
ESCALA 1:20

NOTAS GENERALES:

- MATERIALES:
 1- CONCRETO SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 218 kg/cm² (2000 kg/m²) A LOS 28 DIAS
 2- ACERO DE REFUERZO SE USARA ACERO DE REFUERZO DE F_y = 2800 kg/cm² (28000 kg/m²) ESPECIFICACION ASTM A615
 3- VARIO:
 LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA
 4- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS
 5- LOS RECLAMIENTOS SERAN DE 2cm EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL NOSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO
 6- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE NIVELADO
 7- LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS
 8- LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1)2. DECIDAMENTE ALISADA
 9- LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CEPILLAS CON CEMENTO ARENA
 10- LOS MUROS DE TAPAJE SERAN DE MAMPONERIA DE PIEDRA SOLA
 11- EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 80cm

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable UBICACION: Ajo de Las Lomas DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza	
Contenido:	TANQUE DE SUCCION DE 10M ³ M.C.J.
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004 05
Calculó: Elisa Castillo	Asesor: Ing. Juan Merch 09
Vo. Ing. Juan Merch	

Figura 36. Tanque de almacenamiento de 30 m³

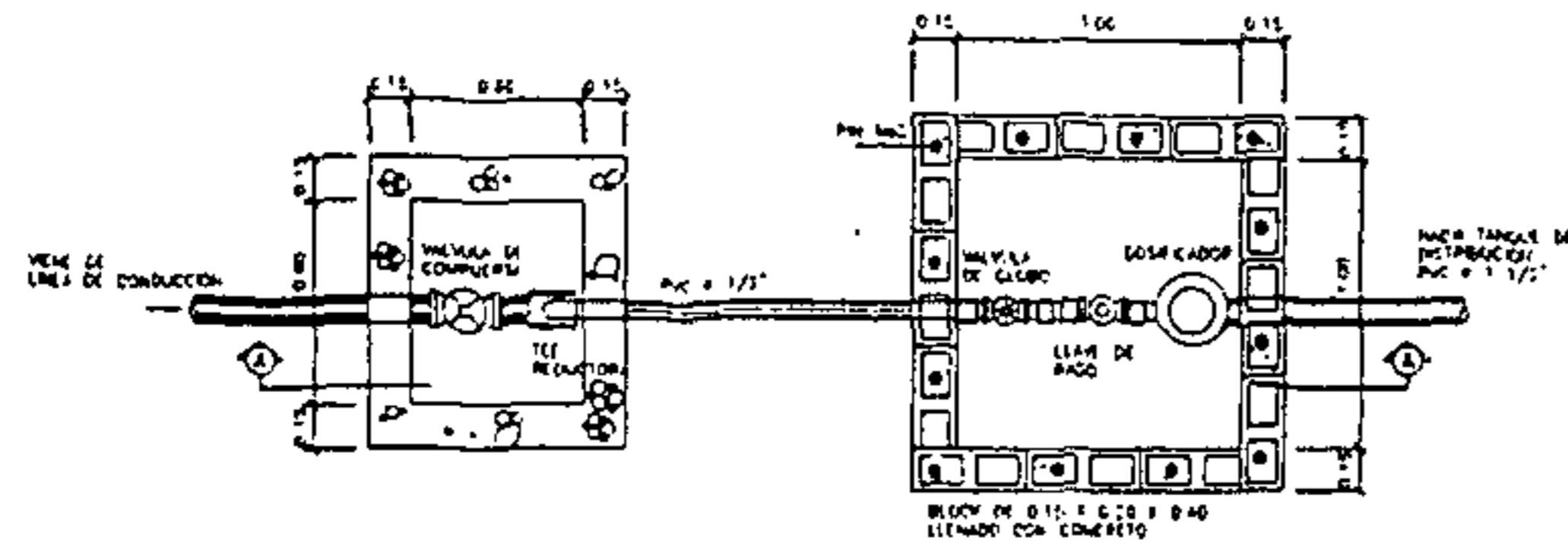


NOTAS GENERALES

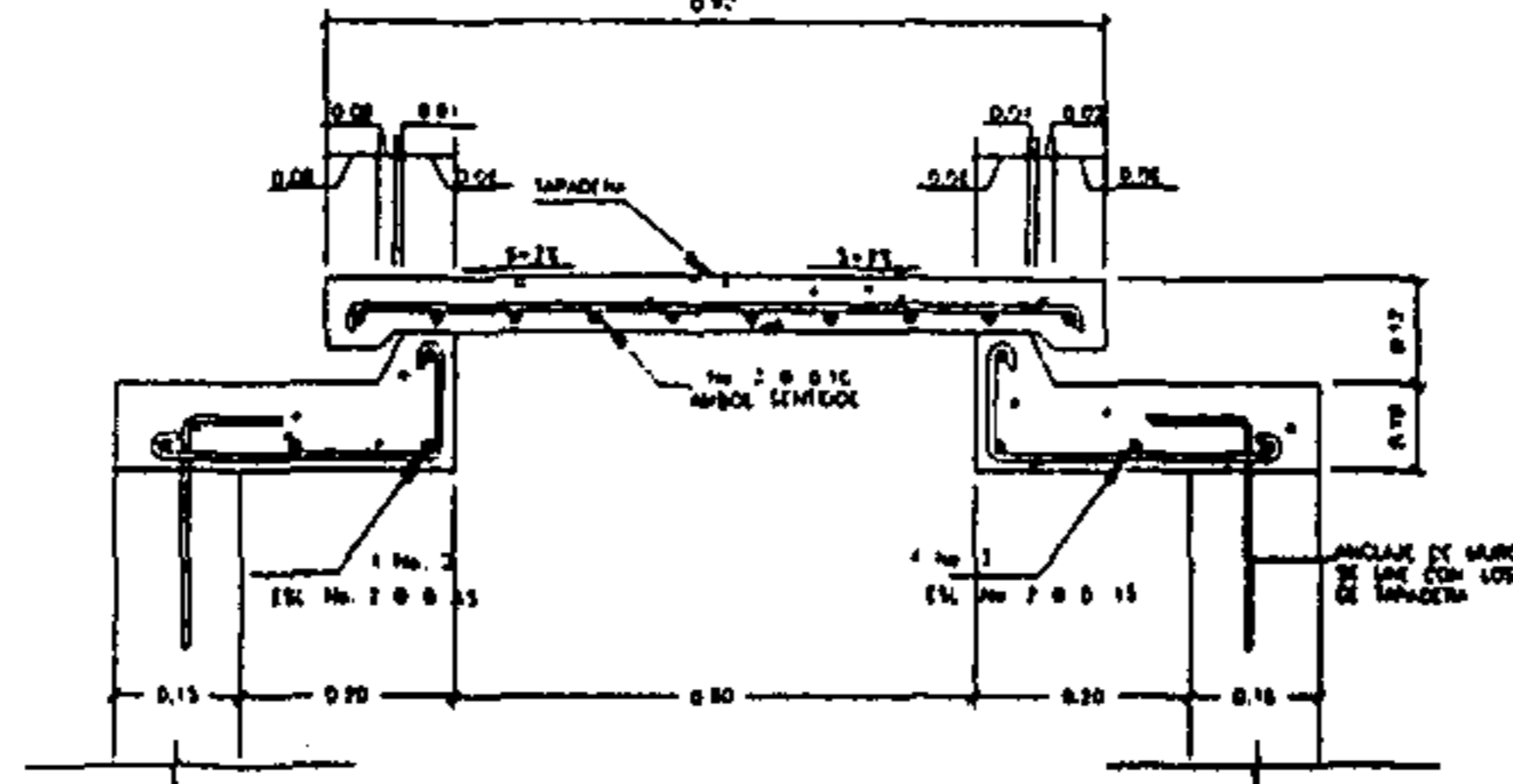
- MATERIALES
- 1º CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON CUBRIMIENTO DE BARRA A COMPRESION DE 310 Kg/cm² (3000 lb/pulg²) A LOS 28 DIAS
 - 2º ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE 1/2" = 2810 Kg/cm² (28000 lb) ESPECIFICACION ASTM A615
 - 3º TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS
 - 4º LOS RECURVIMIENTOS SERAN DE 3cm EXCEPTO DONDE SE MUESTRE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL HASTIO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 5º EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - 6º LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 7º LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN ANCLARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CARRA DE SABLEO DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:3), DEBIDAMENTE ALZADA.
 - 8º LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CEPILLAS CON CEMENTO ARENA.
 - 9º LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPUESTERA 87% PIEDRA 13% CEMENTO-ARENA 1:3
 - 10º EL RECURVIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 90°.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable	
UBICACION: Aldea Los Lomos	
DEPARTAMENTO: Cholutenango MUNICIPIO Zaragoza	
Contenido:	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 30 M ³
Escala:	Indicada
Calculó:	Elisa Castilla
Asesor:	Ing Juan Merck
Va Ing. Juan Merck	

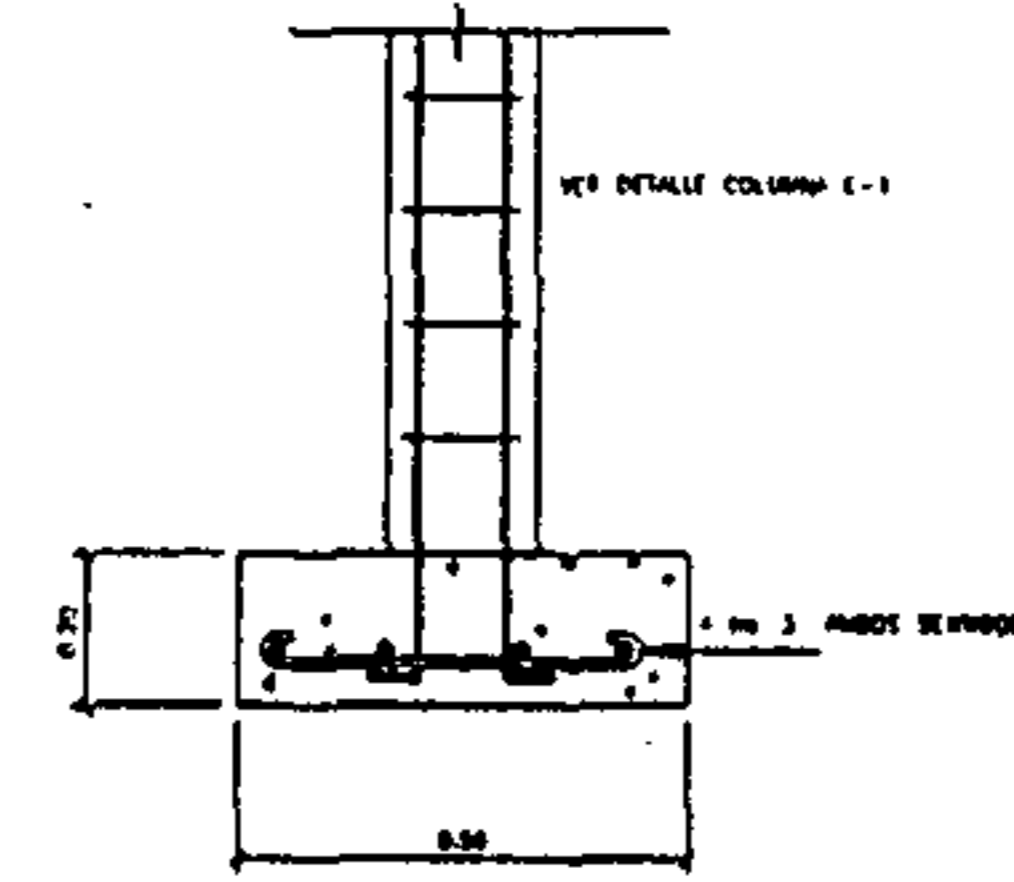
Figura 37. Caja para hipoclorador



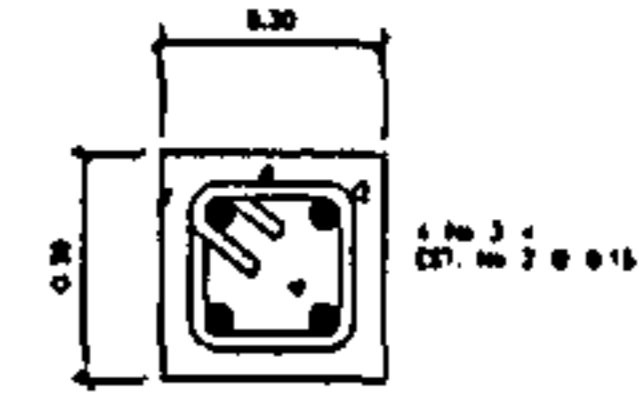
PLANTA DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA
ESCALA 1:20



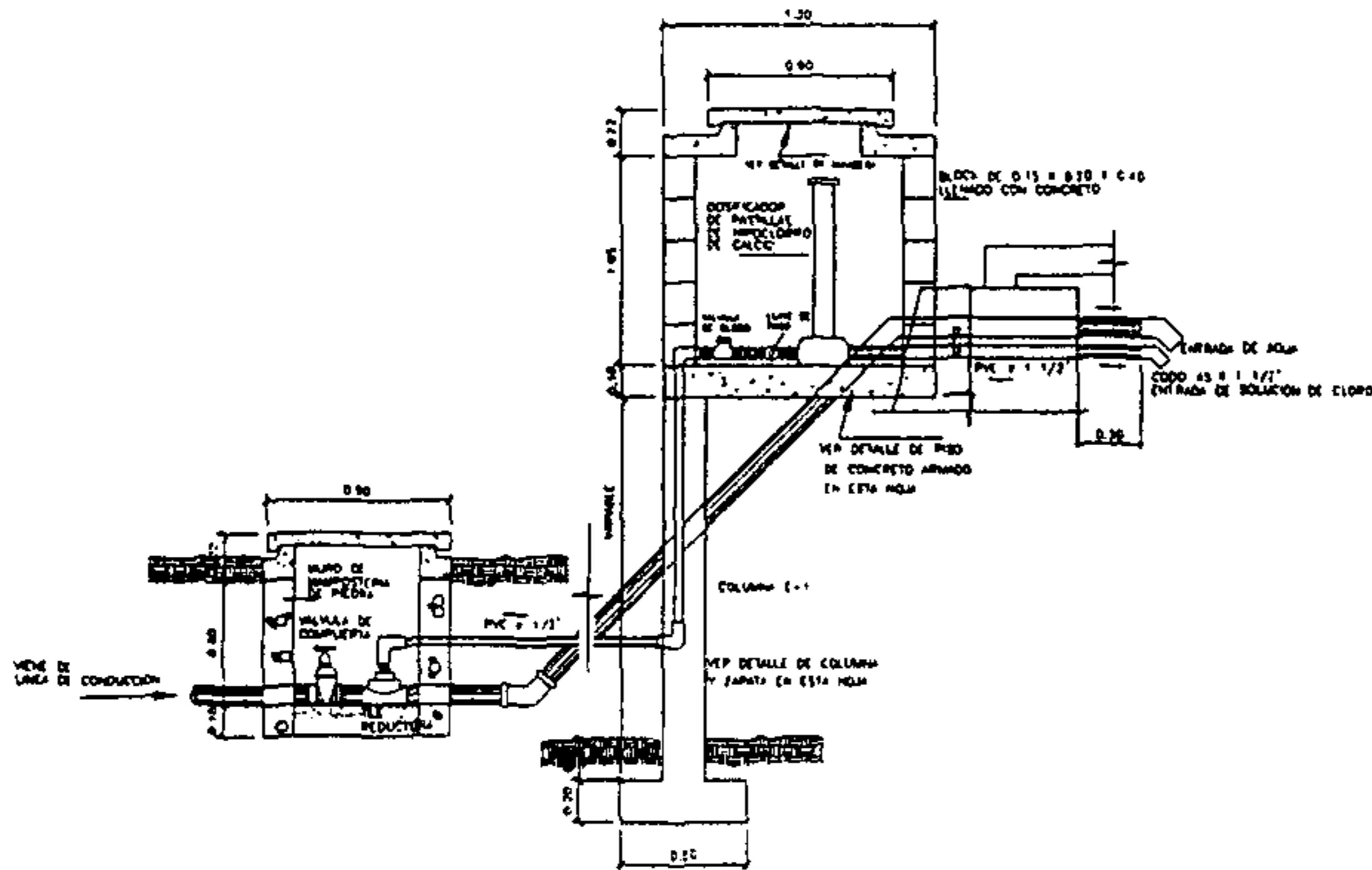
DETALLE DE TAPADERA DE CAJA DE HIPOCLORADOR
ESCALA 1:25



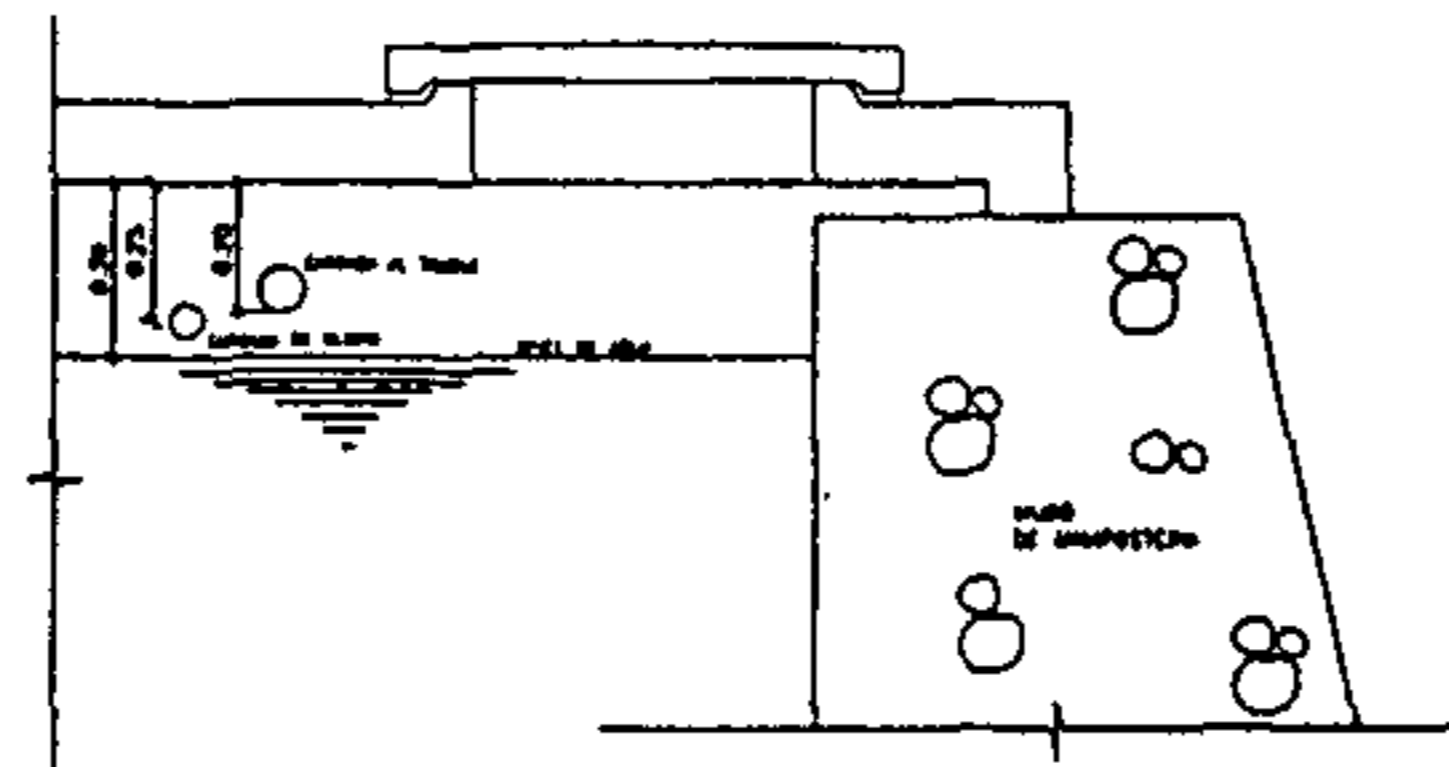
DETALLE DE COLUMNA Y ZAPATA
ESCALA 1:20



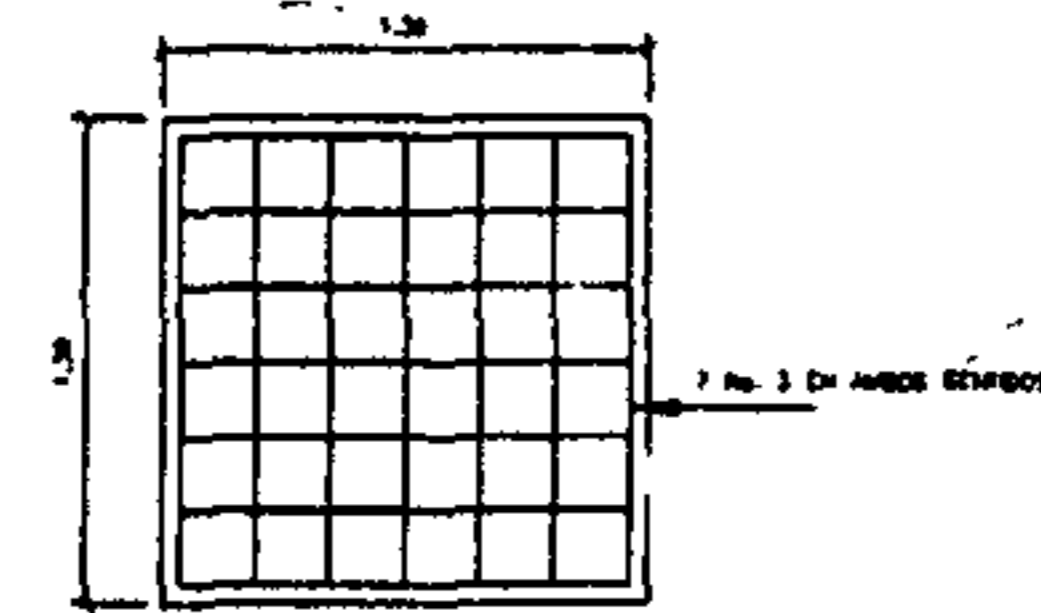
COLUMNA C-1
ESCALA 1:20



DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA
CORTE A-A
ESCALA 1:20

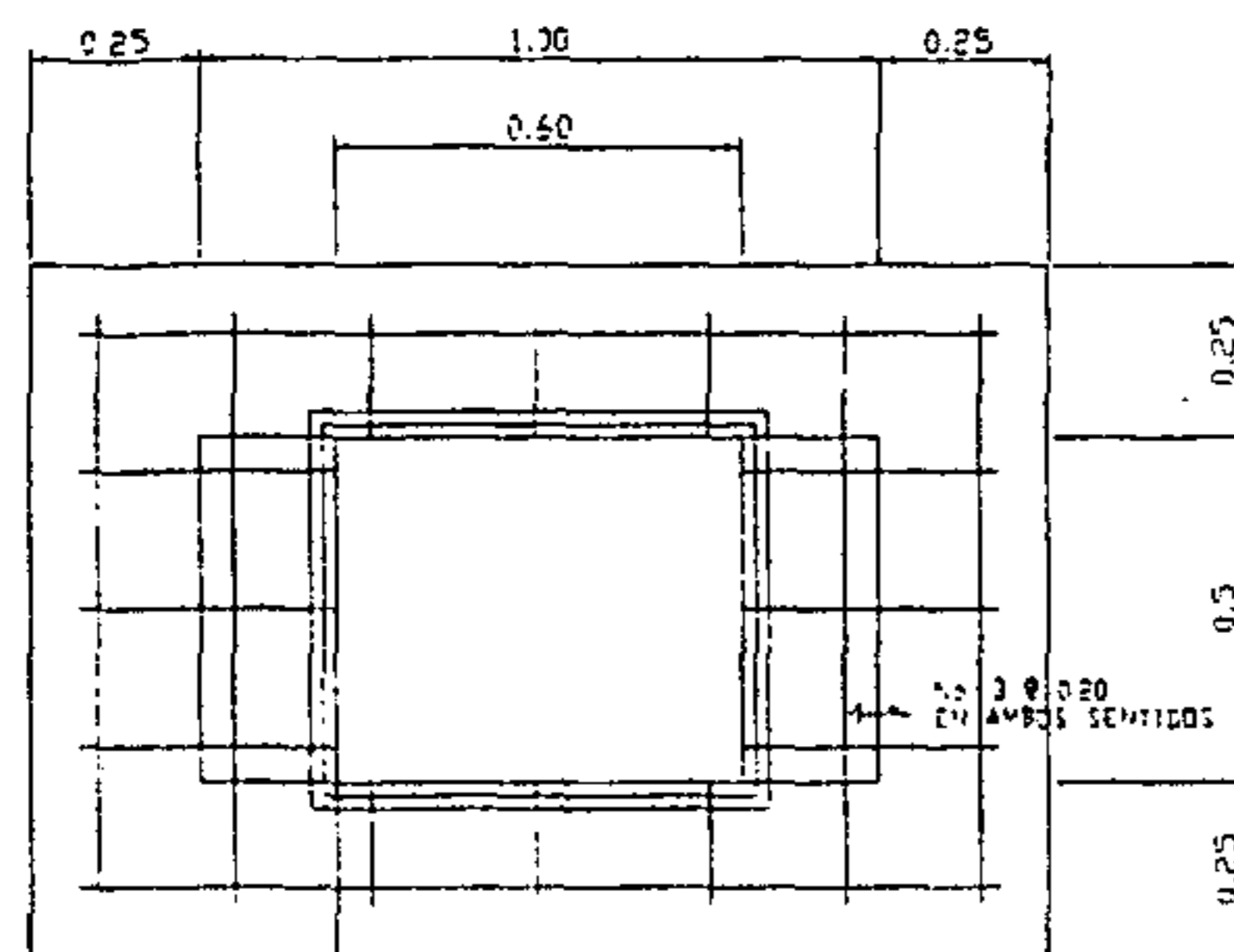


DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE
EN ESCALA

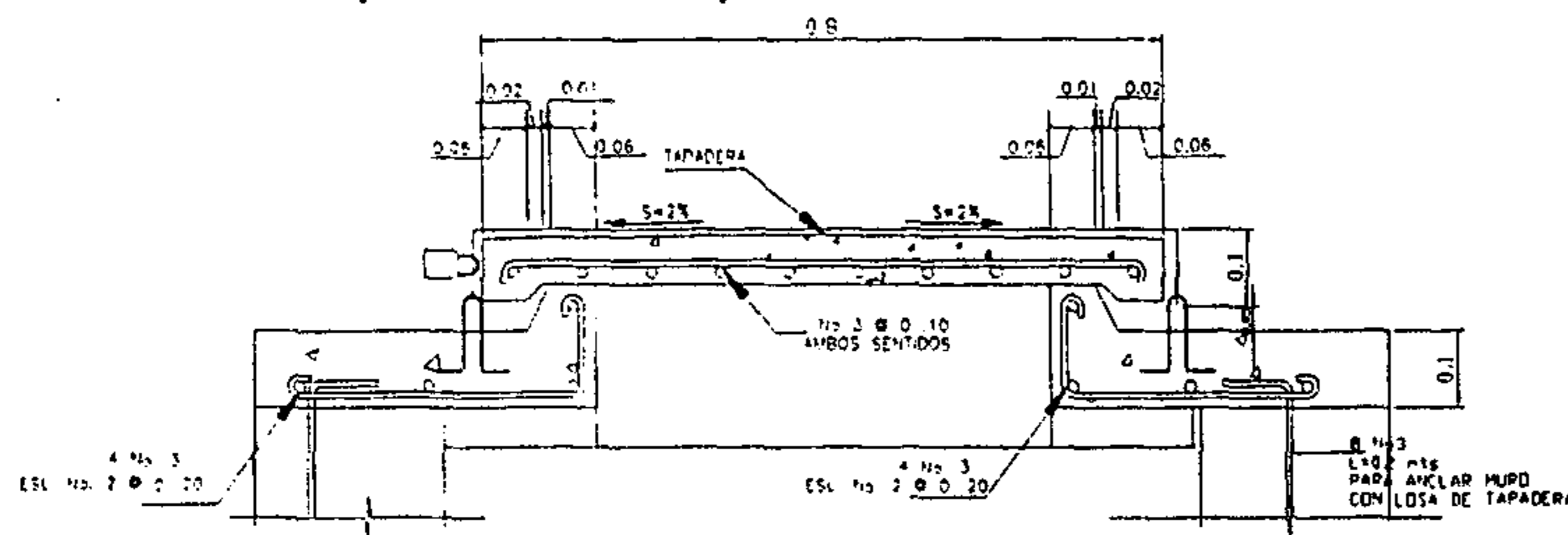


DETALLE DE PISO
ESCALA 1:20

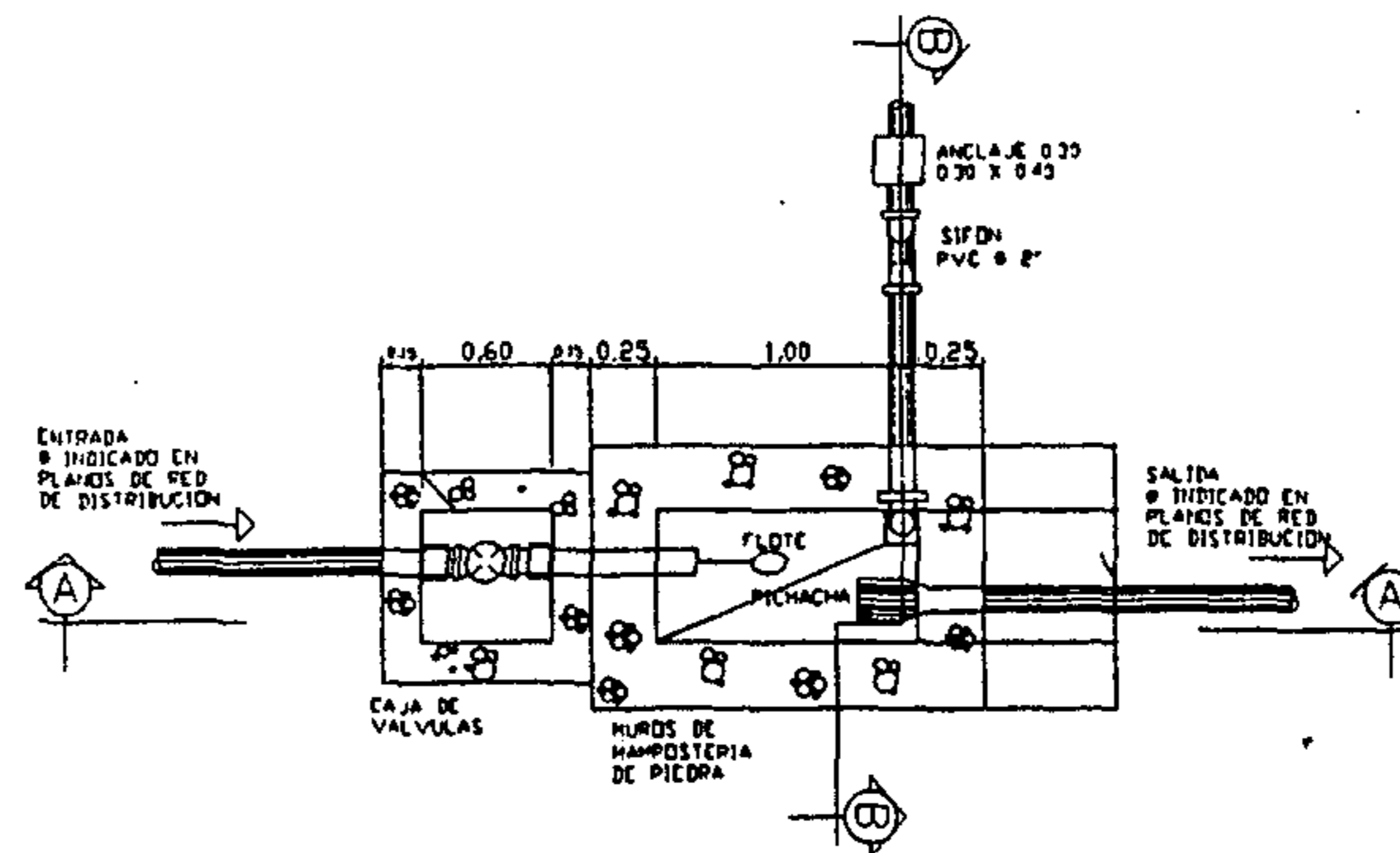
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable	
UBICACIÓN: Añes los Lomas	
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zetocza	
Contenido: CAJA HIPOCLORADOR	Hoja: 09
Escala: indicada	Fecha: marzo del 2004
Calcula: Elisa Castañeda	Asesor: Ing. Juan Merck
Vo. Ing. Juan Merck	



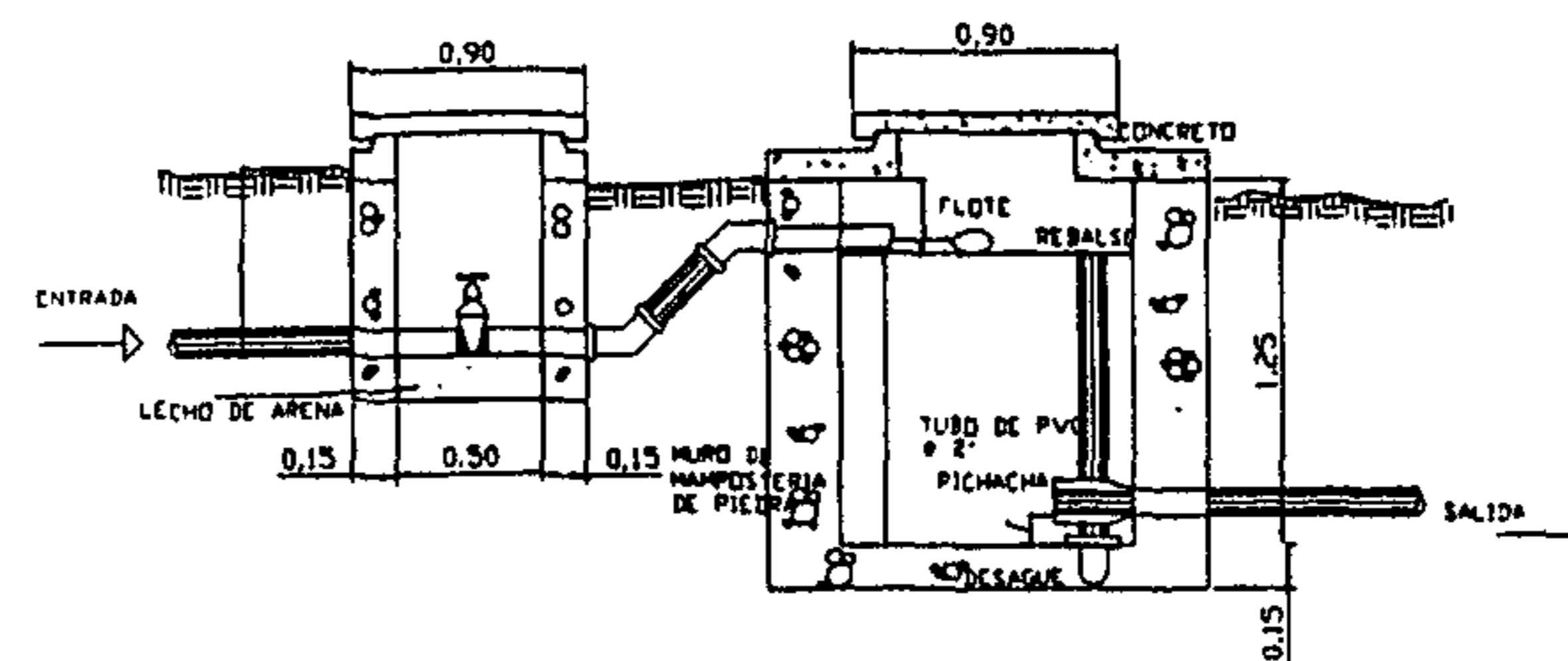
DETALLE DE LOSA ESCALA 1:25



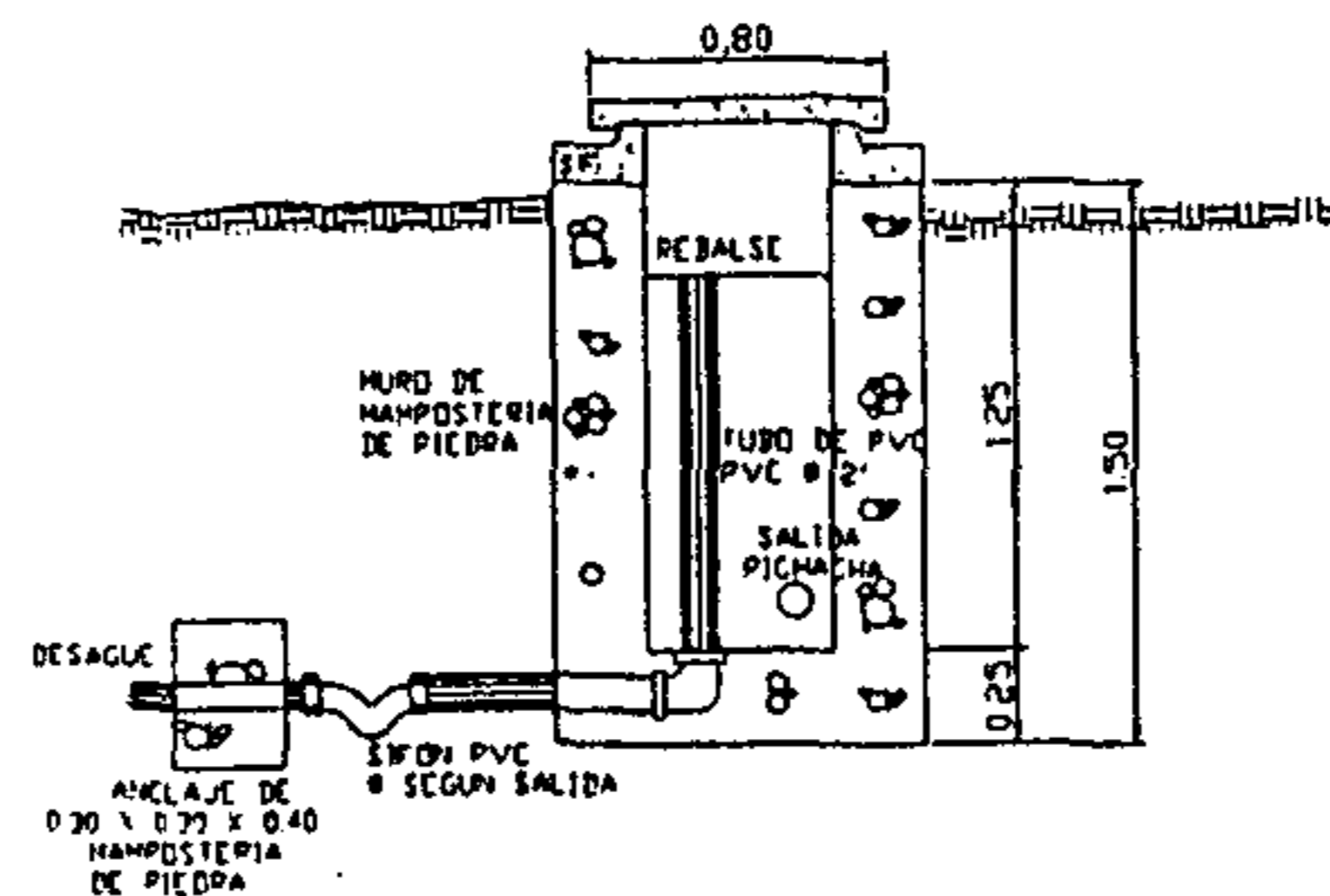
DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:25



CAJA ROMPEPRESION ESCALA 1:25



SECCION A-A DE C. R. P. ESCALA 1:25



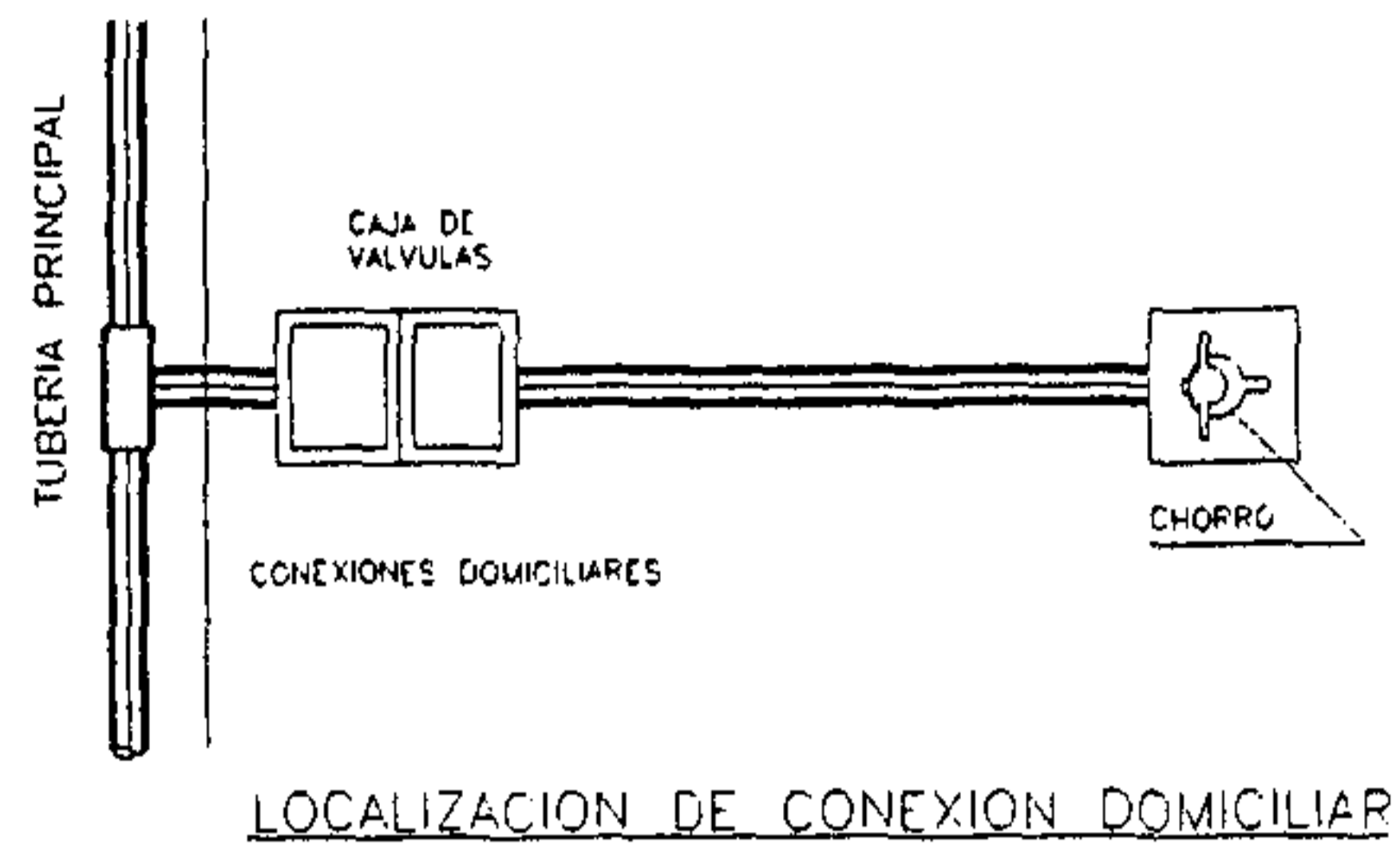
SECCION B-B DE C.R.P. TIPO I ESCALA 1:25

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
33 % DE MORTERO
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2", RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA DE UN 2%.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA

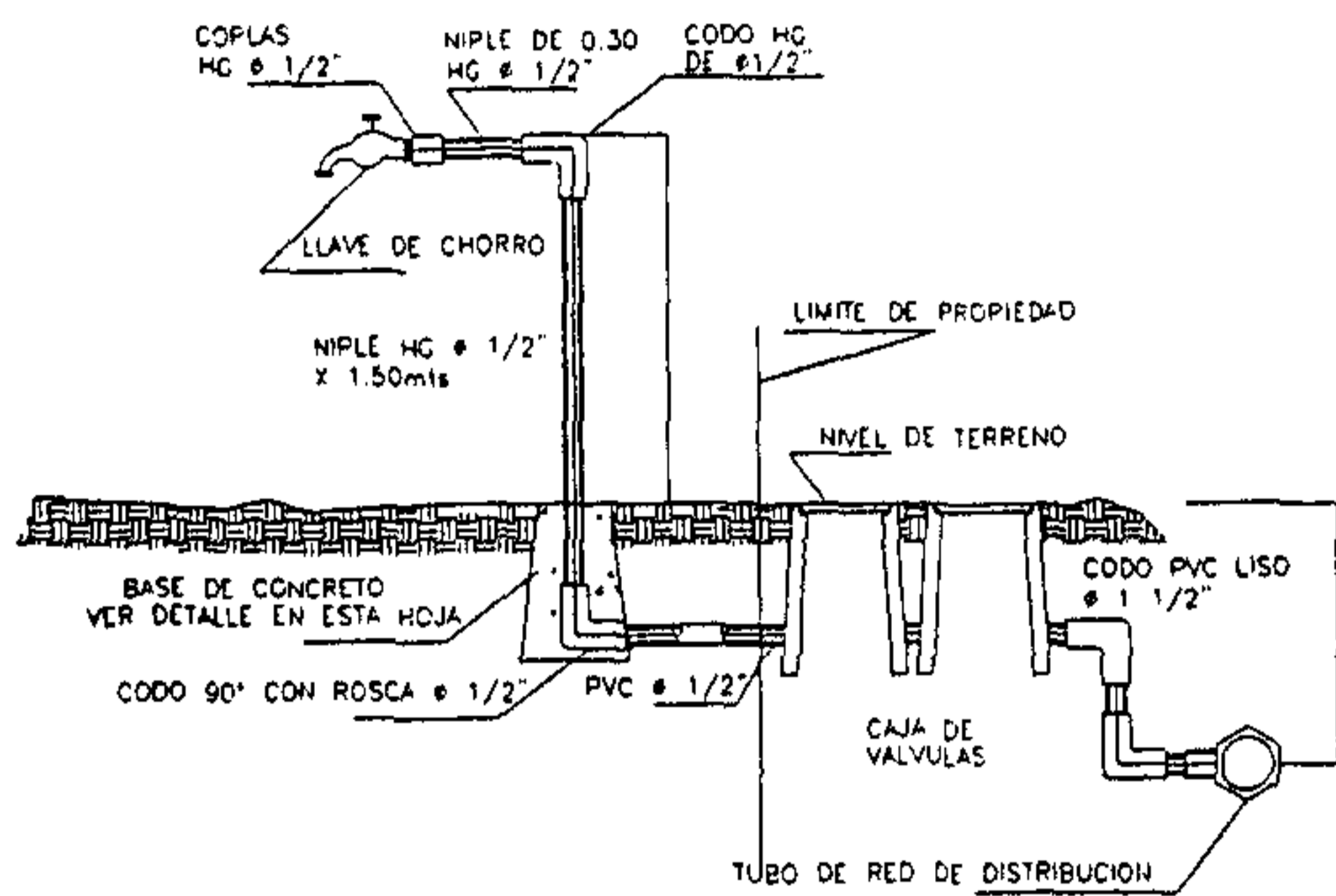
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable		
UBICACION: Aldea Las Lomas		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zaragoza		
Contenido:	CAJA ROMPEPRESION DE 0.5M3	
Hoja:	08	
Escala: indicada	Fecha marzo del 2004	08
Calculó: Eliso Castillo	asesor Ing Juan Merck	09

Vo. Ing. Juan Merck

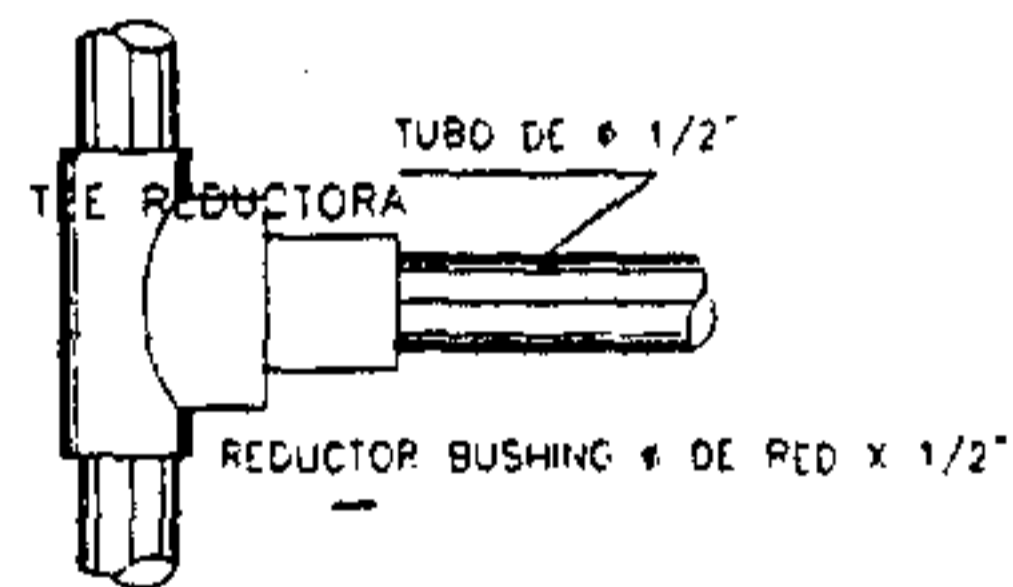
Figura 38. Caja rompedpresión de 0.5 m³



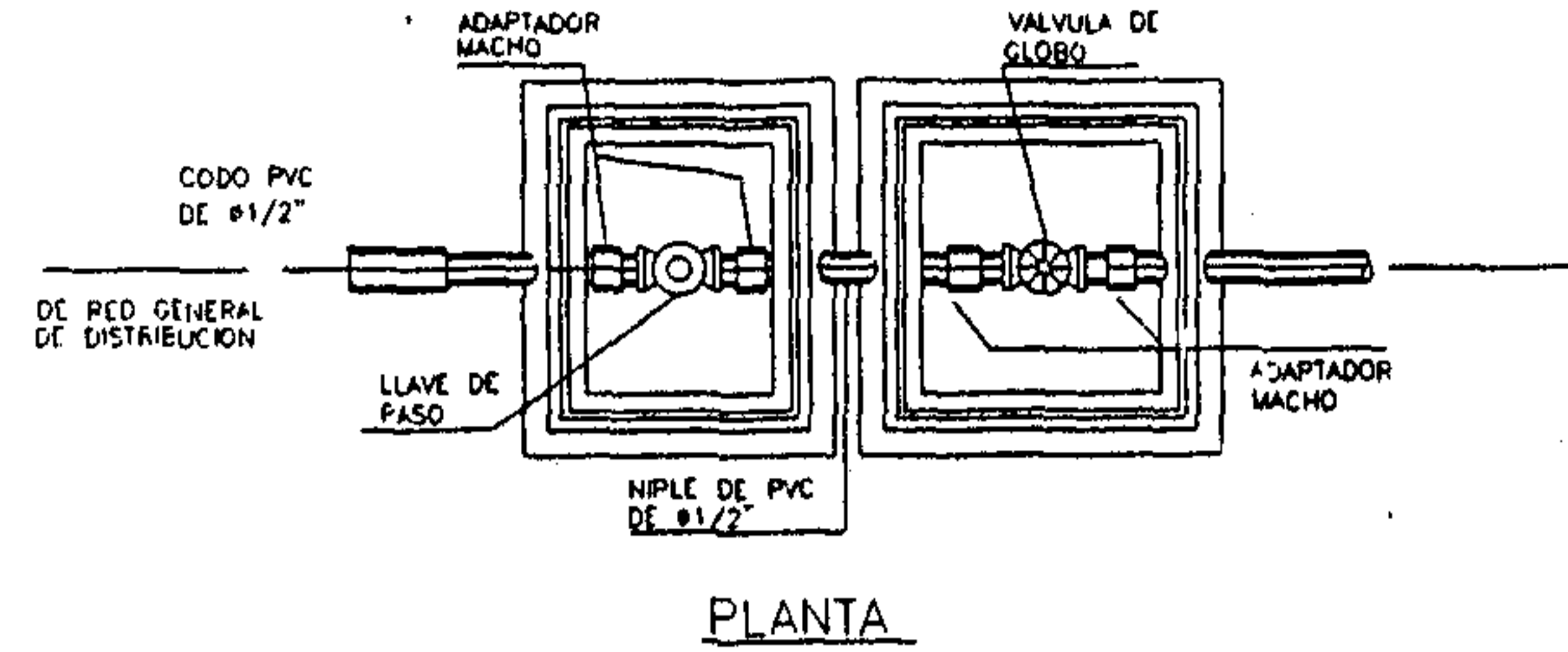
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR



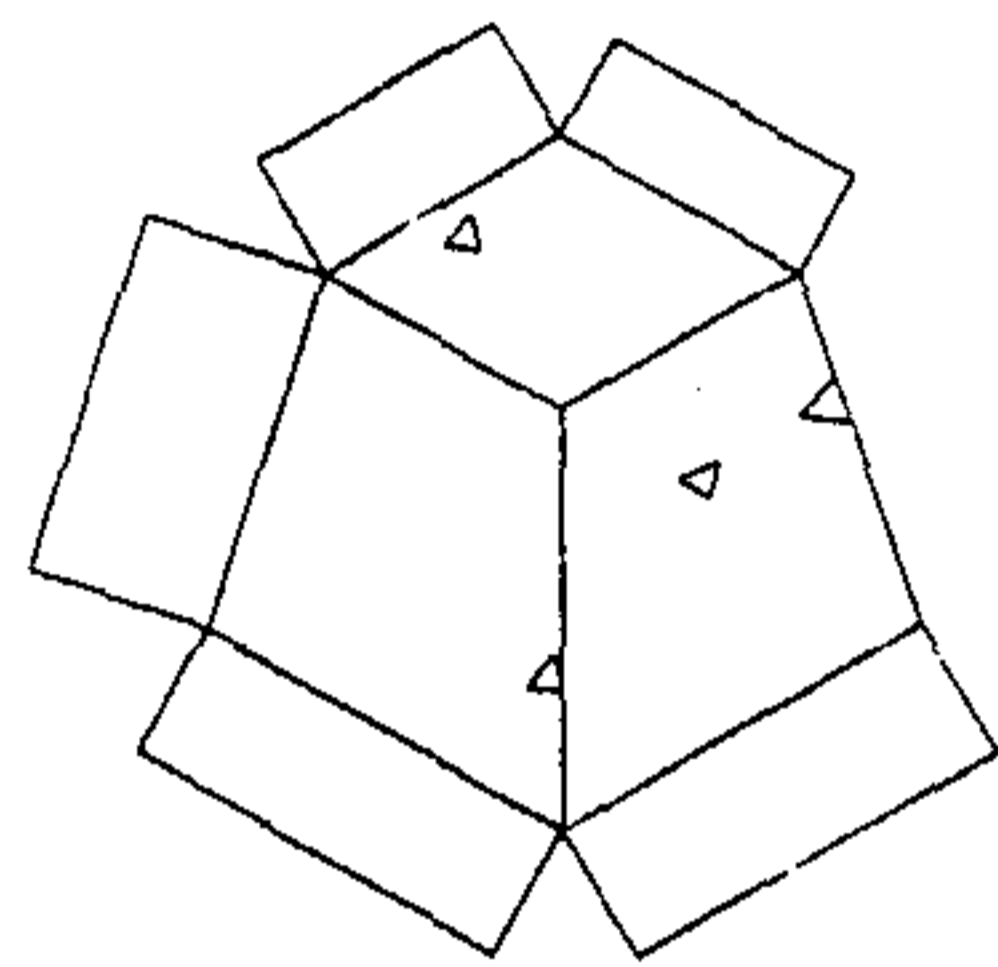
CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PILA



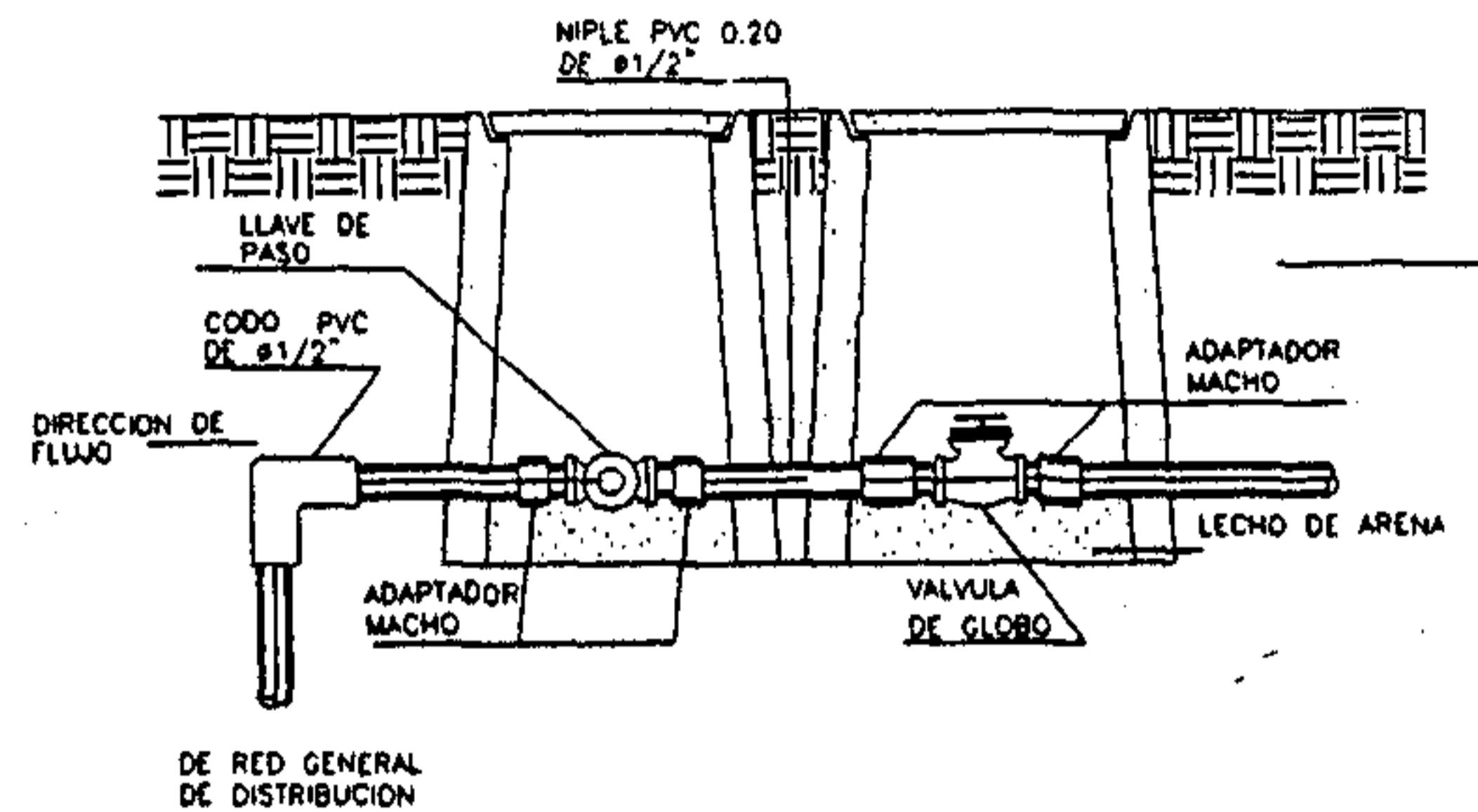
ALTERNATIVA DE LA TOMA DOMICILIARIA



PLANTA



DETALLE DE BASE



SECCION LONGITUDINAL CAJA DE VALVULAS

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: Ampliación del sistema de agua potable		
UBICACION: Aldea Los Lomas		
DEPARTAMENTO: Chimaltenango MUNICIPIO: Zorogozo		
Contenido: CONEXION DOMICILIAR		No. de Hoja:
Escola: indicado		Fecha: marzo del 2004 09
Calculó: Eliso Castillo		Asesor: Ing. Juan Merck 09
Va Ing. Juan Merck		

Figura 39. Conexión domiciliar