



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

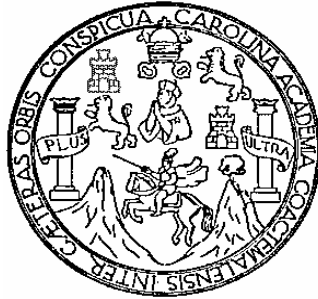
**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO,
SUCHITEPÉQUEZ**

María Del Rosario Muñoz Maldonado

Asesorada por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO,
SUCHITEPÉQUEZ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

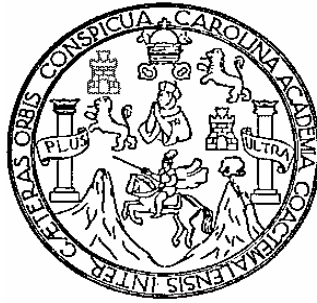
POR

MARÍA DEL ROSARIO MUÑOZ MALDONADO
ASESORADA POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNA QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

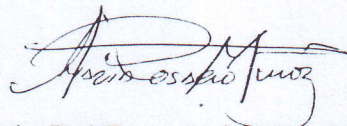
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

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 DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO,
SUCHITEPÉQUEZ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha veinticinco de octubre de 2007.



María Del Rosario Muñoz Maldonado



Guatemala, 13 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 136.02.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Civil, **MARÍA DEL ROSARIO MUÑOZ MALDONADO**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ”**.

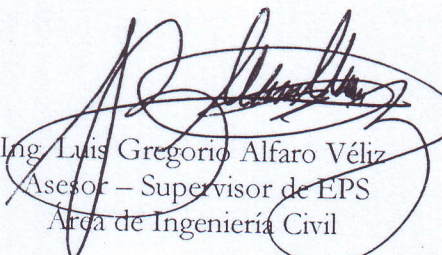
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Zunilito**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV /jm



Guatemala, 13 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 136.02.07

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

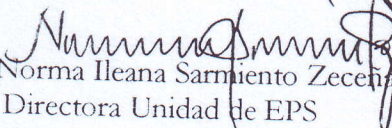
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **MARÍA DEL ROSARIO MUÑOZ MALDONADO**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm



Guatemala,
6 de marzo de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil María Del Rosario Muñoz Maldonado, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
27 de marzo de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil María Del Rosario Muñoz Maldonado, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



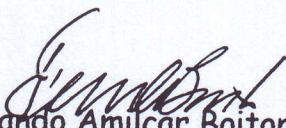
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante María Del Rosario Muñoz Maldonado, titulado DISEÑO DEL EDIFICIO MUNICIPAL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ, ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Por darme la vida, bendiciones y sabiduría para que mi meta fuera alcanzada.
LA UNIVERSIDAD	de San Carlos de Guatemala.
MIS PADRES	Julio César Muñoz López María Eugenia Maldonado de Muñoz Quienes con su amor, enseñanza, apoyo, dedicación y sus consejos, han logrado hacer de mí, lo que soy ahora.
MIS HERMANOS	Andrea, por su amor y apoyo incondicional, y Julito (q.e.p.d.).
MI FAMILIA	Por su apoyo y cariño.
MI NOVIO	Douglas Castillo, por su amor, sus consejos y apoyo durante mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis compañeros y amigos de estudios

Por los momentos que hemos recorrido a lo largo de la vida, deseándoles éxitos.

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Por compartir sus conocimientos, por su apoyo y su asesoría al presente trabajo de graduación.

La Facultad de Ingeniería

Por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes anhelos.

La municipalidad de Zunilito, Suchitepéquez

Por el apoyo proporcionado y la oportunidad de compartir mis conocimientos para realizar este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Zunilito, Suchitepéquez	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Situación demográfica	3
1.1.4. Aspectos climáticos	4
1.1.5. Aspectos económicos	4
1.1.6. Servicios básicos	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Zunilito, Suchitepéquez	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	6
1.2.2. Priorización de las necesidades	6

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del edificio municipal	7
2.1.1. Descripción del proyecto	7

2.1.2.	Descripción del área disponible	7
2.1.2.1.	Localización del terreno	7
2.1.2.2.	Topografía del terreno	7
2.1.3.	Estudio de mecánica de suelos	8
2.1.3.1.	Ensayo de compresión triaxial	8
2.1.3.2.	Determinación del valor soporte	8
2.1.4.	Normas para el análisis y diseño de edificios para oficinas	10
2.1.4.1.	Criterios generales	10
2.1.4.2.	Criterios de conjunto	10
2.1.4.3.	Criterios de iluminación	11
2.1.4.4.	Instalaciones	12
2.1.4.5.	Otros criterios	13
2.1.5.	Análisis y diseño arquitectónico	14
2.1.5.1.	Ubicación del edificio dentro del terreno	14
2.1.5.2.	Distribución de ambientes	15
2.1.5.3.	Altura de la edificación	15
2.1.6.	Análisis y diseño estructural	15
2.1.6.1.	Sistema estructural	15
2.1.6.2.	Predimensionamiento de elementos estructurales	16
2.1.6.3.	Modelos matemáticos de marcos rígidos	17
2.1.6.4.	Cargas de diseño	19
2.1.6.4.1.	Cargas verticales en marcos rígidos	20
2.1.6.4.2.	Cargas horizontales en marcos rígidos	22
2.1.6.5.	Fuerzas sísmicas	22
2.1.6.6.	Análisis de marcos rígidos por el método de Kani	28
2.1.6.7.	Momentos últimos por envolventes de momentos	40
2.1.6.8.	Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos	44
2.1.6.9.	Estructuración	47

2.1.6.10.	Análisis y diseño de las losas	48
2.1.6.10.1.	Losas del nivel 1	48
2.1.6.10.2.	Losas del nivel 2	58
2.1.6.11.	Análisis y diseño de vigas	59
2.1.6.12.	Análisis y diseño de columnas	66
2.1.6.13.	Análisis y diseño de cimientos	78
2.1.6.13.1.	Zapata tipo 1	78
2.1.7.	Comparación del análisis y diseño estructural con programa ETABS	87
2.1.8.	Planos constructivos	90
2.1.9.	Presupuesto	90
2.1.10.	Cronogramas de ejecución	91
2.2.	Diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez	92
2.2.1.	Descripción del proyecto	92
2.2.2.	Fuente de abastecimiento de agua	92
2.2.3.	Caudal de aforo	92
2.2.4.	Calidad del agua	93
2.2.5.	Levantamiento topográfico	94
2.2.6.	Cálculo de la población futura	95
2.2.7.	Período de diseño	96
2.2.8.	Dotación y tipo de servicio	97
2.2.9.	Factores de consumo	97
2.2.9.1.	Caudal medio diario	99
2.2.9.2.	Caudal máximo diario	100
2.2.9.3.	Caudal máximo horario	101
2.2.10.	Parámetros de diseño	102
2.2.11.	Diseño de la línea de conducción	105
2.2.12.	Diseño del tanque de almacenamiento	107

2.2.13.	Sistema de desinfección	118
2.2.14.	Diseño de la línea de distribución	122
2.2.15.	Obras hidráulicas	124
2.2.16.	Conexiones domiciliarias	125
2.2.17.	Planos del sistema de abastecimiento de agua potable	126
2.2.18.	Presupuesto	126
2.2.19.	Especificaciones técnicas	127
2.2.20.	Cronograma de ejecución	138
2.2.21.	Operación y mantenimiento	138
2.2.21.1.	Programa de operación y mantenimiento	138
2.2.21.2.	Costos de operación y mantenimiento	144
2.2.21.3.	Propuesta de tarifa	145
2.2.22.	Evaluación de impacto ambiental	146
2.2.23.	Evaluación socio-económica	154
2.2.23.1.	Valor presente neto	155
2.2.23.2.	Tasa interna de retorno	156
CONCLUSIONES		157
RECOMENDACIONES		159
BIBLIOGRAFÍA		161
APÉNDICE		163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del municipio de Zunilito, Suchitepéquez	3
2.	Planta típica edificio municipal	18
3.	Elevación marco típico sentido X	18
4.	Elevación marco típico sentido Y	19
5.	Planta típica (niveles 1 y 2) – distribución de marcos –	26
6.	Cargas aplicadas, marco típico sentido X	27
7.	Cargas aplicadas, marco típico sentido Y	28
8.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – carga muerta – marco Y	34
9.	Diagrama de momentos en columnas (Kg-m) – carga muerta – marco Y	35
10.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – carga viva – marco Y	35
11.	Diagrama de momentos en columnas – carga viva – marco Y	36
12.	Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – fuerza sísmica – marco Y	39
13.	Diagrama de momentos en columnas (Kg-m) – fuerza sísmica – marco Y	40
14.	Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m) marco Y	42
15.	Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m) marco Y	42
16.	Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m) marco X	43
17.	Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m) marco X	43
18.	Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) marco Y	45
19.	Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) marco Y	45

20. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) marco X	46
21. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) marco sentido X	46
22. Planta típica de distribución de losas	49
23. Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1	52
24. Planta de momentos balanceados en las losas típicas nivel 1	54
25. Armado en viga	63
26. Espaciamiento de estribos	65
27. Armado en columna	77
28. Geometría de zapata tipo 1	80
29. Diagrama de momentos últimos – marco Y –	87
30. Diagrama de momentos últimos – marco X –	88
31. Diagrama de cortes en columnas – marco X –	88
32. Diagrama de cortes en columnas – marco X –	88
33. Isométrico de marcos rígidos	89
34. Isométrico de deformaciones en marcos rígidos	89
35. Diagrama de momentos	111
36. Diagrama de refuerzo	113
37. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro	113
38. Alimentador automático de tricloro	119
39. Instalación del alimentador automático de tricloro	121
40. Mantenimiento preventivo	139
41. Limpieza de tanque de captación	140
42. Revisión de tuberías	141
43. Revisión de válvulas	141
44. Limpieza de tanques	142
45. Revisión de tubería de hierro galvanizado	143
46. Herramientas	144

TABLAS

I.	Fuerzas por marco en cada nivel	27
II.	Balance de momentos	53
III.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje X	57
IV.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje Y	57
V.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 2, eje X	59
VI.	Áreas de acero requeridas en losas nivel 2, eje Y	59
VII.	Diferencia entre $A_{s\text{calculado}}$ y $A_{s\text{corrido}}$	63
VIII.	Datos de secciones de elementos	68
IX.	Datos obtenidos	68
X.	Refuerzo en columnas	78
XI.	Refuerzo en zapata tipo 1	87
XII.	Presupuesto de edificio municipal	91
XIII.	Dotación de agua recomendada	97
XIV.	Área de acero y espaciamiento	112
XV.	Integración de cargas	114
XVI.	Presupuesto de sistema de agua potable	127
XVII.	Anchos y profundidades de excavación	129
XVIII.	Tiempos de desencofrado	132
XIX.	Evaluación ambiental inicial	146

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas, etc.
Aforo	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Agregado	Material granular, como arena, grava, piedra chancada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio aglomerante para formar hormigón o mortero.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Análisis de agua	Es el conjunto de parámetros, que tienen por objeto definir la calidad del agua, al relacionarlos con normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables y/o permisibles, para el uso benéfico, al cual se destine.
Carga axial	Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.

Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento, según se define en la ordenanza general de construcción, sin mayorar.
Carga viva	Consiste, principalmente, en cargas de ocupación en edificios. Éstas pueden estar total o parcialmente en su sitio o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
Columna	Elemento con una razón entre altura y menor dimensión lateral mayor que 3 usado principalmente para resistir carga axial de compresión.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece, por lo que varía de una población a otra.
Deflexión	Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al ser cargados.
Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.

Desinfección	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.
Dotación	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer sus necesidades, afectado por factores tales como el clima, condiciones socioeconómicas, tipo de abastecimiento.
Estribo	Armadura empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; por lo general barras, alambres o malla electro soldada de alambre, liso o estriado, ya sea sin dobleces o doblados en forma de L, de U o formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo con respecto a la armadura longitudinal. El término “estribo” se aplica normalmente a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término “amarra” a los que están en elementos sujetos a compresión.
Excentricidad	Distancia comprendida entre el centro de masa y el centro de rigidez de una estructura.
Longitud de desarrollo	Longitud embebida en el hormigón que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño de la armadura en una sección crítica.

Módulo de elasticidad	Razón entre la tensión normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión bajo el límite de proporcionalidad de material.
Momento	Producto de una fuerza por la distancia perpendicular a la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.
Muro	Elemento, generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.
Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
Presión	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Tanque	Es un recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado a contener líquidos o gases.

Topografía

Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman “planos topográficos”, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos “levantamientos topográficos o de planos”.

Viga

Miembro horizontal usado principalmente para soportar cargas.

Zapata

Tipo de cimentación superficial adecuado, cuando el terreno tiene propiedades de soporte adecuados.

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
A'	Dimensión del claro corto de la losa vista en planta
ACI	American Concrete Institute
A_{CH}	Área chica, área del núcleo de la sección tomada a ejes del refuerzo longitudinal exterior
Ag	Área gruesa, área total de la sección del elemento
Ap	Área de punzonamiento
As	Área de acero de refuerzo
As_{máx}	Área de acero máximo permitido
As_{min}	Área de acero mínimo permitido
As_{req}	Área de acero requerida
At	Área tributaria
Av_{MIN}	Área de varilla a utilizar como mínimo
Az	Área de la zapata
b	Ancho del elemento en sección
C	Coeficiente para el cálculo de momentos en losas, tomado del ACI
C	Coeficiente de fricción en la tubería
Cg	Centro de gravedad
Cm	Centro de masa
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta última
CMUU	Carga muerta última unitaria
CR	Centro de rigidez
CU	Carga última
CUU	Carga última unitaria

CV	Carga viva
CVU	Carga viva última
CVUU	Carga viva última unitaria
d	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
Di	Distancia del centro de rigidez al eje del marco rígido considerado
Dm	Diferencia que existe entre los valores de dos momentos
Dx	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido X
Dy	Peralte efectivo de la sección de zapata, en el sentido Y
e	Excentricidad
E	Esbeltez de la columna
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
Es	Módulo de elasticidad del acero
ex	Excentricidad en el sentido X
ey	Excentricidad en el sentido Y
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
Fcu	Factor de carga última
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
gal	Galones
H	Peralte total del elemento en sección
Hf	Pérdida por fricción en la tubería
HG	Hierro galvanizado
Hx	Altura del núcleo de la columna en el sentido X
Hy	Altura del núcleo de la columna en el sentido Y
I	Inercia de la sección total del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en cuenta el acero de refuerzo
INE	Instituto Nacional de Estadística
Kp	Factor de pandeo de la columna

K_x	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido X
K_y	Coeficiente tomado del diagrama de iteración para el sentido Y
L	Longitud del elemento
L/hab/día	Litros habitante día
L_o	Longitud de confinamiento de estribos
L/sg	Litros por segundo
m	Metro
M	Momento
M₍₊₎	Momento positivo
M₍₋₎	Momento negativo
M_b	Momento balanceado
M_{CM}	Momento inducido por la carga muerta
M_{CV}	Momento inducido por la carga viva
M_C	Momento último en la columna
m.c.a	Metros columna de agua
M_F	Momento fijo
ml	metros lineales
mm	milímetros
M_n	Momento de piso
M_S	Momento inducido por la fuerza sísmica
M_s	Momento de sujeción
msnm	Metros sobre el nivel del mar
M_x	Momento último actuando en el sentido X
M_y	Momento último actuando en el sentido Y
M'_x	Momento de trabajo que actúa en el sentido X
M'_y	Momento de trabajo que actúa en el sentido Y
N_c	Factor de flujo de carga última
N_q	Factor de flujo de carga
P	Carga aplicada a la columna

P_f	Población futura
P_u	Carga axial en la columna
P'_u	Carga de resistencia de la columna
P_{COL}	Peso de la columna
P_{SUELO}	Peso del suelo sobre zapata
P_{CIM}	Peso del cimiento
P_{VIGA}	Peso de vigas
PSI	Libras por pulgada cuadrada
PVC	Cloruro de polivinilo
q_o	Valor soporte último
q_{on}	Valor soporte neto último
q_d	Valor soporte de diseño
Q	Caudal
Q_n	Fuerza cortante de piso
Q_m	Caudal medio
r	Tasa de crecimiento poblacional
s	Espaciamiento del acero de refuerzo
s_{mín}	Espaciamiento mínimo del acero de refuerzo por cortante
sg	Segundos
t	Espesor de la losa
Ton	Tonelada
V	Fuerza de corte
V	Velocidad en metros por segundo
V_a	Esfuerzo de corte actuante
V_{máx}	Corte máximo actuante
V_R	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
V_V	Corte en vigas
W	Peso distribuido de la estructura
W_{CV}	Carga viva distribuida

W_{CM}	Carga muerta distribuida
W_i	Peso distribuido por nivel
δ	Magnificador de momentos
β	Ángulo vertical
Φ	Ángulo de fricción interna
μ	Factor de giro
ρ_{bal}	Porcentaje de acero en la falla balanceada
$\rho_{m\acute{a}x}$	Porcentaje de acero máximo permitido en un elemento
$\rho_{m\acute{i}n}$	Porcentaje de acero mínimo permitido en un elemento
$\rho t \mu$	Valor de la curva en el diagrama de iteración
Ψ_A	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo superior
Ψ_B	Coeficiente que mide el grado de empotramiento a la rotación, de una columna, en su extremo inferior
Ψ_P	Coeficiente promedio mide el grado de empotramiento a la rotación
\ddot{u}	Factor de corrimiento
$\gamma_{concreto}$	Peso específico del concreto
γ_{suelo}	Peso específico del suelo
γ_{agua}	Peso específico del agua
Σ	Sumatoria de una serie de valores
\emptyset	Diámetro

RESUMEN

En el municipio de Zunilito, Suchitepéquez, se realizó un estudio para determinar las necesidades que se consideraran prioritarias, las cuales son de infraestructura y servicios de agua potable.

Para el diseño de la infraestructura del edificio municipal, se toman en cuenta normas y criterios generales, tanto arquitectónicos como estructurales. En el diseño estructural, se consideran todas las cargas verticales y horizontales que actúan sobre la estructura, así como las fuerzas sísmicas. Una vez obtenidas las cargas se definen las características de los elementos que componen una estructura, como losas, vigas, columnas y zapatas en concreto armado. Concluido el diseño se elabora el presupuesto y se presenta los cronogramas de ejecución.

En el proceso del diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, se determinó que las condiciones del terreno son óptimas para introducir el sistema por gravedad. La fuente de abastecimiento es un nacimiento, se constató a través del análisis físico químico y el examen bacteriológico que el agua es sanitariamente segura. Tomando en cuenta todos los parámetros, se realiza el diseño de la línea de conducción, del tanque de almacenamiento y de la línea de distribución. Para el buen funcionamiento del sistema, se presenta un programa de operación y mantenimiento. La elaboración de un análisis socioeconómico del lugar y todo lo descrito con anterioridad, se utiliza para la determinación de una tarifa mensual, conjuntamente con esto se presenta el estudio del costo total del proyecto.

OBJETIVOS

- **General**

Contribuir al desarrollo del municipio de Zunilito, Suchitepéquez por medio del diseño de proyectos de infraestructura; así como colaborar en dar solución a los problemas que aquejan a la comunidad por medio de propuestas, sugerencias y críticas constructivas.

- **Específicos**

1. Diseñar un edificio municipal adecuado, que llene las expectativas actuales y futuras de la población de Zunilito, Suchitepéquez y contar con un patrimonio de buena calidad para el bienestar y desarrollo de la población.
2. Diseñar un sistema que transporte agua potable a los cantones San Lorencito y Chitá, del municipio de Zunilito, Suchitepéquez, logrando que el mismo trabaje por gravedad en todo su recorrido.
3. Capacitar al personal seleccionado y a la población beneficiada, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), tiene como finalidad llevar desarrollo a las comunidades, realizando un estudio pro-desarrollo de la región, tomando como prioridad el proyecto de infraestructura, diseño del edificio municipal, y el proyecto de saneamiento básico, diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez; determinándose luego de realizar un diagnóstico practicado sobre las necesidades de la población.

En la primera parte de este trabajo de graduación, se presenta una breve monografía del municipio. En la segunda parte, se muestra la fase de servicio técnico profesional, que cuenta con diseño, planos y presupuestos de los proyectos antes mencionados, así como un programa de operación y mantenimiento para el buen funcionamiento del sistema de agua potable, especificaciones técnicas, evaluación de impacto ambiental y evaluación de socio-económica.

Con este trabajo se pretende dar una solución factible y económica a las necesidades de la población de dicho municipio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de Zunilito, Suchitepéquez

1.1.1. Aspectos generales

Cuenta una leyenda que cuando hizo erupción el volcán Zunil, muchas personas de este lugar huyeron hacia el sur en busca de un refugio seguro donde protegerse de la furia del “Volcán Zunil”, y que los habitantes, en un número de 13 familias se reunieron en la circunscripción geográfica de lo que hoy es Zunilito.

El nombre se lo dieron frente a la imagen de la virgen de Santa Catalina, a la que imploraban clemencia atemorizados por la erupción, diciendo que protegiera a su pueblo; pero era tan grande el cariño que sentían por su original Zunil, que al implorar decían Virgen de Xancatalín protege a nuestro Zunilito que se quedo perdido en el cerro, esta frase cariñosa “protege a nuestro Zunilito” fue repetida innumerablemente, que se acostumbraron a mencionar Zunilito, por lo que al final el paraje fue llamado de esta forma por los pobladores.

Folklóricamente Zunilito significa Zunil chiquito, pues es diminutivo de Zunil y su nombre se origina del hecho de que los primeros pobladores llegaron de Zunil grande, Xelajuj Noj. Antiguamente era un paraje perteneciente a Quetzaltenango.

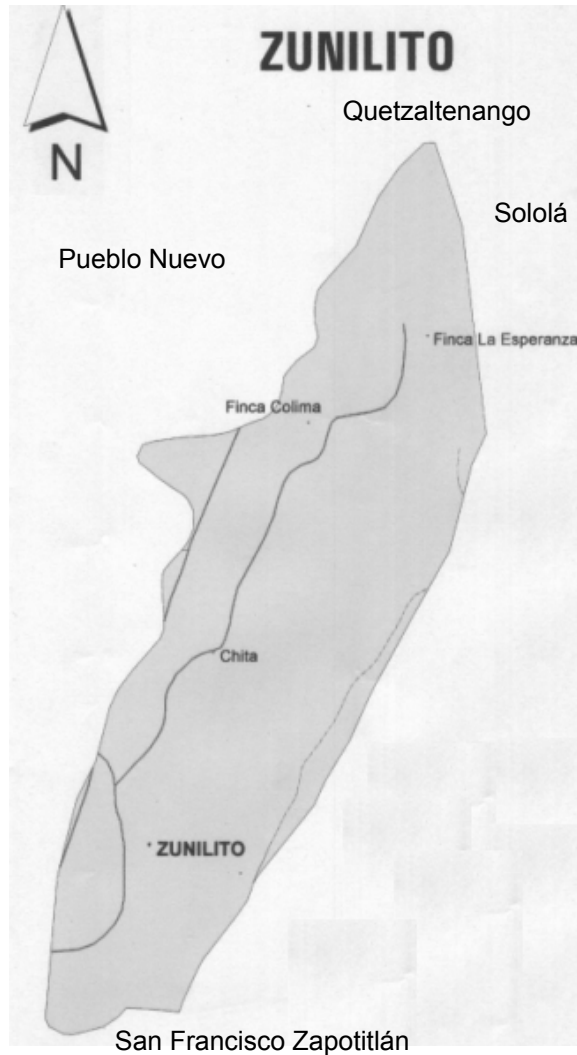
Por Acuerdo Gubernativo de 1876, el paraje llamado Zunilito pasa a ser jurisdicción del departamento de Suchitepéquez. Con fecha 12 de junio de 1928, fue declarado como municipio de Zunilito y pasa a ser jurisdicción del departamento de Quetzaltenango; el día 24 de enero de 1944, por Acuerdo Gubernativo, se separa de este departamento y se anexa nuevamente al departamento de Suchitepéquez.

1.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Zunilito, se encuentra ubicado al norte del departamento de Suchitepéquez. Colinda al norte con Zunil, Quetzaltenango; al sur con San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez; al este con Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; y al oeste con Pueblo Nuevo, Suchitepéquez.

Tiene una distancia de 12 km hacia Mazatenango, cabecera departamental de Suchitepéquez, con carretera asfaltada, pasando por el municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez; a una distancia aproximada de 172 km hacia la ciudad capital de Guatemala.

Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Zunilito, Suchitepéquez



1.1.3. Situación demográfica

La población asciende a 8,226 habitantes, de los cuales 2,248 son hombres, 2,375 son mujeres y 3,603 son niños de acuerdo al censo efectuado por trabajadores municipales en el año 2005. El crecimiento demográfico a nivel municipal tiene un promedio del 3.5 % anual.

1.1.4. Aspectos climáticos

El Municipio de Zunilito, Suchitepéquez, cuenta con un clima templado, con invierno, verano y estación tropical definida. Los datos consignados posteriormente pertenecen a la estación meteorológica del INSIVUMEH localizada en la ciudad capital de este país. Temperatura media anual 20 °C.; temperatura absoluta máxima media 25 °C, temperatura absoluta mínima media 16 °C, temperatura máxima promedio 32 °C, temperatura mínima promedio 15 °C. Vientos que soplan predominantemente del norte, este, sur, sureste y noreste con velocidad de 40 Km/h.

1.1.5. Aspectos económicos y actividad productiva

En su mayoría los habitantes son agricultores y albañiles, que día con día se esfuerzan por llevar a sus hogares los recursos necesarios. Los habitantes del municipio son dueños del 35% de la extensión territorial de este Municipio, y el 65% restante es propiedad de finqueros.

Agricultura: El municipio de Zunilito Suchitepéquez es eminentemente agrícola de ahí depende el progreso de sus habitantes. Los habitantes cultivan los siguientes productos: café en un 60%; bosques tropicales en un 20%, plátano, banano y maíz en un 10% y árboles frutales en un 10%. El principal producto es el café y se exporta para consumo nacional e internacional.

Pecuaria: La mayoría de personas en el municipio de Zunilito, tienen en sus casas, perros y gatos, que son animales domésticos. También se dedican a la crianza de pollo, patos y en algunos casos pavos, como alimento para consumo diario.

Comercio: Dentro del municipio se cuenta con un mercado municipal, el cual se encuentra abierto los días sábados y domingos. Además existen veintisiete tiendas en las cuales se pueden adquirir productos tales como los granos básicos. Cuentan con once molinos de nixtamal, los que trabajan desde las cuatro de la mañana hasta las seis de la tarde.

Talleres: Existen ocho talleres de carpintería y tres de estructuras metálicas, los dueños laboran con personas de la comunidad y con personas que viven fuera de ella.

1.1.6. Servicios básicos

Energía eléctrica: La mayoría de viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica, proporcionada por medio de una empresa privada, a la que se le tiene que cancelar cada mes, algunos tienen hasta más de 5 focos y algunos únicamente cuentan con 2 focos.

Agua potable: La mayoría de viviendas cuentan con el servicio de agua potable, ya que este es indispensable para la subsistencia de los habitantes.

Agua de Pozo: En el tiempo de verano cuando el servicio de agua potable se escasea, las personas que habitan en las distintas comunidades, utilizan el agua de pozo para satisfacer algunas de sus necesidades, lavar ropa y utensilios de cocina; algunas veces la utilizan para beber.

Servicios sanitarios: La mayoría de los servicios sanitarios de las viviendas del municipio están conectados a drenajes.

Drenajes: La mayoría de viviendas dentro del municipio de Zunilito cuentan con el servicio de drenaje, que es uno de los más básicos para los habitantes.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Zunilito, Suchitepéquez

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Mejorar las oficinas municipales: el actual edificio municipal no cuenta con suficientes oficinas, sus instalaciones no se encuentra en buenas condiciones para que la población pueda hacer sus respectivos trámites con rapidez y en un ambiente agradable, además de poder resguardar los documentos de carácter oficial de una forma segura. Aprovechando que se posee un terreno, adquirido para la construcción del nuevo edificio.
- Mejorar el sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá: dado el crecimiento poblacional y territorial del municipio, se hace insuficiente el sistema existente, volviéndose de urgencia la construcción de uno nuevo, que pueda abastecer a 354 habitantes de dichos cantones. Con la construcción de este proyecto se estará ayudando a la salud, pues se disminuirá la probabilidad de posibles enfermedades que puedan afectar a los habitantes de dicho municipio.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Estas dos necesidades se consideraron prioritarias, pues el municipio cuenta con la mayoría de los servicios, ya que es reconocido como uno de los municipios más prósperos del departamento de Suchitepéquez.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del edificio municipal

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un edificio municipal, capaz de satisfacer las necesidades tanto de los trabajadores como de los visitantes, consta de 2 niveles, en los cuales contará con oficinas municipales, salón del consejo, servicios sanitarios.

La estructura tendrá una altura de 6 m y una superficie cubierta aproximada de 449.00 m².

2.1.2. Descripción del área disponible

2.1.2.1. Localización del terreno

El terreno destinado para la construcción del edificio municipal, se ubica en la 1ª avenida de la cabecera municipal.

2.1.2.2. Topografía del terreno

La forma del terreno es rectangular, con un área de 885.50 m² y es plano.

2.1.3. Estudio de mecánica de suelos

2.1.3.1. Ensayo de compresión triaxial

Se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie³, a una profundidad de 2.00 m.

Se realizó el ensayo de compresión triaxial, el cual dio los resultados siguientes:

Desplante	D = 2.00 m
Base	B = 1.00 m
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1.71 \text{ ton/m}^3$
Ángulo de fricción interna	$\Phi = 31.83^\circ$
Carga última	$C_u = 15.60 \text{ ton/m}^2$
Factor de seguridad	$f_c = 2.25$
Tipo de suelo	Limo arenoso color café

2.1.3.2. Determinación del valor soporte

El método que se aplicó para el cálculo del valor soporte, fue el del Dr. Karl Terzaghi, por ser uno de los más aproximados para todos los tipos de suelo.

Para este cálculo se utilizan los datos obtenidos en el estudio de suelos descritos anteriormente, ver anexos.

Cambiar Φ a radianes

$$\Phi_{rad} = \frac{\theta * \pi}{180} \quad \Phi_{rad} = \frac{31.83 * \pi}{180}$$

$$\Phi_{rad} = 0.5555$$

Factor de Flujo de Carga = Nq

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - \theta_{rad}\right) \tan \theta}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)} \qquad Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - 0.5555\right) \tan(31.83^\circ)}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{31.83^\circ}{2}\right)}$$

$$Nq = 27.93 \text{ ton/m}^2$$

Factor de Flujo de Carga Última = Nc

$$Nc = \cot \theta * (Nq - 1) \qquad Nc = \cot(31.83^\circ) * (27.93 - 1)$$

$$Nc = 43.39 \text{ ton/m}^2$$

Factor de Flujo de γ

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \theta \qquad N\gamma = 2 * (27.93 + 1) * \tan(31.83^\circ)$$

$$N\gamma = 35.92$$

Valor Soporte + Último = q_o

$$q_o = 0.4 * \gamma_{suelo} * B * N\gamma + 1.3 C Nc + \gamma_{suelo} * D * Nq$$

$$q_o = 0.4 * 1.71 * 1.00 * 35.92 + 1.3 * 15.60 * 43.39 + 1.71 * 2.00 * 27.93$$

$$q_o = 1000.08 \text{ ton / m}^2$$

Valor Soporte Neto Último = q_{on}

$$q_{on} = q_o - \gamma_{suelo} * D \qquad q_{on} = 1000.08 - 1.71 * 2.00$$

$$q_{on} = 996.66 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Valor Soporte de Diseño} = q_d$$

$$q_d = \frac{q_{on}}{f_c} \qquad q_d = \frac{996.66}{2.25}$$

$$q_d = 442.96 \text{ Ton/m}^2$$

El valor soporte del suelo es de 442.96 ton/m², el cual será utilizado para el diseño de la cimentación del edificio.

2.1.4. Normas para el análisis y diseño de edificios para oficinas

2.1.4.1. Criterios generales

Son todos los aspectos importantes que se toman para el diseño, se puede mencionar: ubicación del edificio, altura de ventanas, iluminación, color de los acabados, entre otros.

2.1.4.2. Criterios de conjunto

- Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos con que se debe diseñar las oficinas, con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.
- Orientación del edificio: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes del edificio.

- Superficie y altura del edificio: la superficie varía en función de las necesidades que tenga que satisfacer en capacidad; y la altura no debe exceder de tres metros por nivel.

En este caso, el edificio se orientó de este a oeste, y los ambientes se ubicaron tomando en cuenta la relación entre una oficina y otra.

2.1.4.3. Criterios de iluminación

Generalidades de la iluminación en el edificio: la iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, debe tomarse en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero sus dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.

Tipos de iluminación: la iluminación se divide en: natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se divide en unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, se describen a continuación:

- Iluminación natural: el diseño de ventanas para la iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares conos de sombra o reflejos.

- Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25% al 30% del área de piso, el techo y los muros opuestos deben ser de color claro y no debe estar a una distancia de 2.5 veces la altura del muro donde están las ventanas.
- Iluminación natural bilateral: las ventanas en los muros del fondo ayudarán a mejorar las condiciones de iluminación, siempre y cuando éstas den al exterior. Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales.
- Iluminación natural cenital: en este caso, la iluminación es por medio de ventanas colocadas en el techo. Para esta iluminación se toma como área de ventanas, del 15% al 20% del área total de piso.
- Iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas, se debe considerar iluminar los ambientes en forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

La iluminación para el edificio es natural y artificial, utilizando para esto, ventanas orientadas al norte, sur, este y oeste, y lámparas.

2.1.4.4. Instalaciones

Las instalaciones que regularmente se colocan en los edificios de oficinas son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y especiales. En su diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio.
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales.

2.1.4.5. Otros criterios

Ventilación: la ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente, tiene gran importancia en el desarrollo de las actividades.

Criterios de color: el color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a la optimización de la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.

Confort acústico: es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los trabajadores. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en una oficina pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.

- Para prevenir la interferencia entre ambientes, separar los ambientes ruidosos de los tranquilos, tomando en cuenta la dirección del viento.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que éstos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos.

2.1.5. Análisis y diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico consiste en darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo se deben tomar en cuenta los diferentes criterios tales como: número aproximado de personas que utilizarán la edificación, dimensiones del terreno y financiamiento para la construcción.

2.1.5.1. Ubicación del edificio dentro del terreno

Para la ubicación del edificio dentro del terreno, se deberán tomar en cuenta las relaciones de la edificación con su entorno (contactos visuales y auditivos) y las influencias del medio ambiente que repercuten alrededor de ella (sol, viento y ruido), en este caso se ubicó, el edificio al centro del terreno, dejando al frente una plaza y atrás un parqueo, teniendo un área de construcción de 51.00% de todo el terreno.

2.1.5.2. Distribución de ambientes

Para la distribución de ambientes, se tomó en cuenta la relación entre una oficina y otra, para una mayor funcionabilidad y una mejor eficiencia de trabajo. En el primer nivel se ubicaron las oficinas de Registro civil, Receptoría, IUSI, Auditoría Interna, Atención al Público. En el segundo nivel se encuentra la Alcaldía, Tesorería, Secretaría, Oficina de Planificación y Salón de reuniones.

2.1.5.3. Altura de la edificación

La altura del edificio de piso a cielo es 3.00 metros por nivel para un mayor confort, también será de dos niveles.

2.1.6. Análisis y diseño estructural

2.1.6.1. Sistema estructural

En la decisión para elegir el sistema estructural a utilizar, se debe tomar en cuenta lo siguiente: factores de resistencia, economía, estética, los materiales disponibles en el lugar y la técnica constructiva para realizar la obra. Lo cual debe incluir el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución.

El sistema estructural seleccionado es a base de marcos rígidos, con losas planas de concreto reforzado, y muros de mampostería de block (tabique).

2.1.6.2. Predimensionamiento de elementos estructurales

En el predimensionamiento se aplicaron los siguientes criterios:

Columnas: se determinó la sección de la columna, aplicando el área de acero mínima y la carga aplicada al elemento. Según lo que establece el código ACI 318-99, capítulo 10.

Fórmula:

$$P = 0.8(0.225 f'c * Ag + fy * As) ; \text{ Donde}$$

As oscila entre $1\%Ag \leq As \leq 8\%Ag$

Solución:

$$\text{Área tributaria} = 36.00 \text{ m}^2 \quad \gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$P = (36 * 2,400)$$

$$P = 86,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$86,400 = 0.8 ((0.225 * 210 * Ag) + (2,810 * 0.01 * Ag))$$

$$Ag = 1,433.31 \text{ cm}^2$$

Se propone una columna de $40 * 40 \text{ cm} = 1,600 \text{ cm}^2 > Ag$

Vigas: para vigas se aplicó el criterio de 8 centímetros por cada metro de luz libre de la viga. La base de la viga se consideró más pequeña que el lado menor de la columna, esto para no tener problemas con los nudos en la unión de viga-columna.

$$h_{\text{viga}} = \text{luz libre de viga} * 0.08$$

$$h_{\text{viga}} = 5.60 * 0.08 = 0.448 \text{ cm}$$

$$h_{\text{viga}} = 0.45$$

Se propone una sección para vigas de 0.30 m * 0.45 m.

Losas: se aplicó el criterio de perímetro dentro de 180.

$$t = \text{espesor de losa}$$

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{6.00 * 4}{180}$$

$$t = 0.133 \quad \approx 0.15m$$

Cimientos: las zapatas a diseñar son aisladas. El método de predimensionamiento se incluye en el diseño de las zapatas.

2.1.6.3. Modelos matemáticos de marcos rígidos

Los modelos matemáticos son representaciones gráficas, que muestran la geometría de la estructura, así como las cargas que actúan en los marcos, estos sirven para hacer el análisis estructural.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la tipología de la estructura y los modelos matemáticos de marcos, en este caso, por la similitud de los marcos rígidos, se analizan únicamente los marcos críticos en el sentido Y.

Figura 2. Planta típica edificio municipal

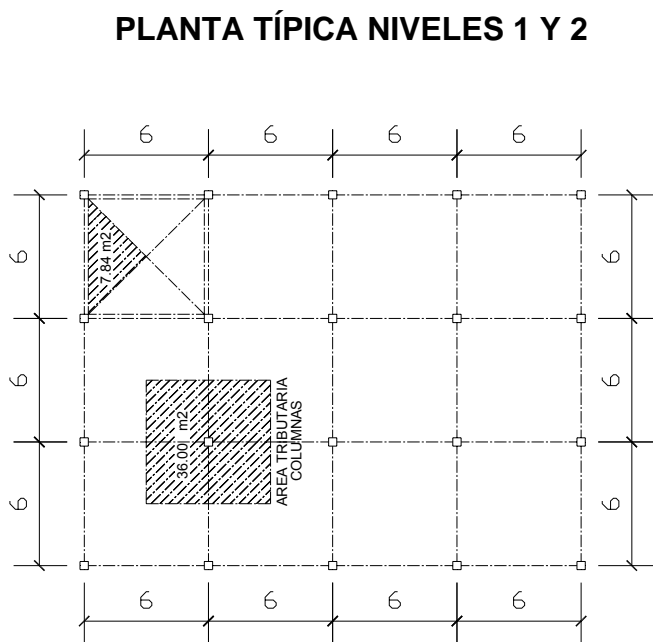


Figura 3. Elevación marco típico sentido X

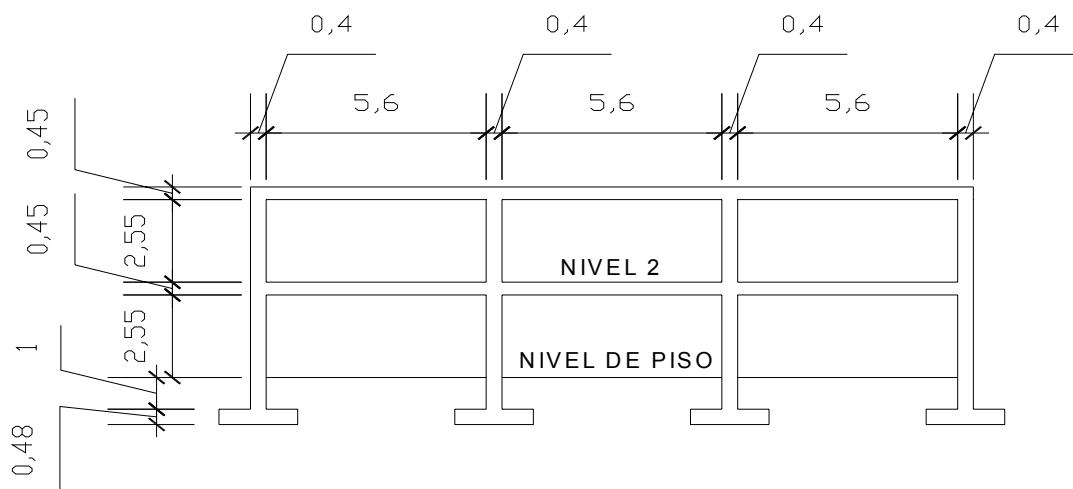
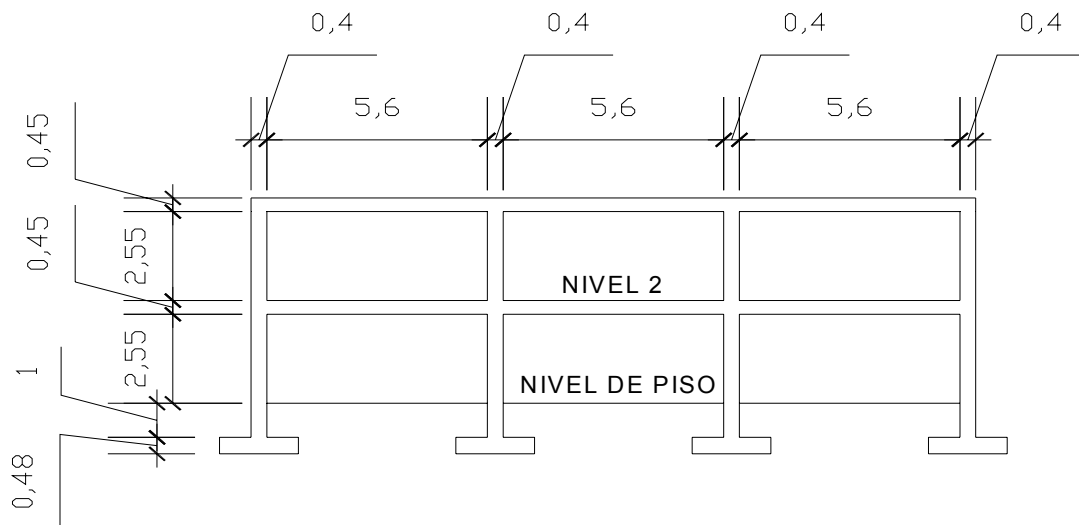
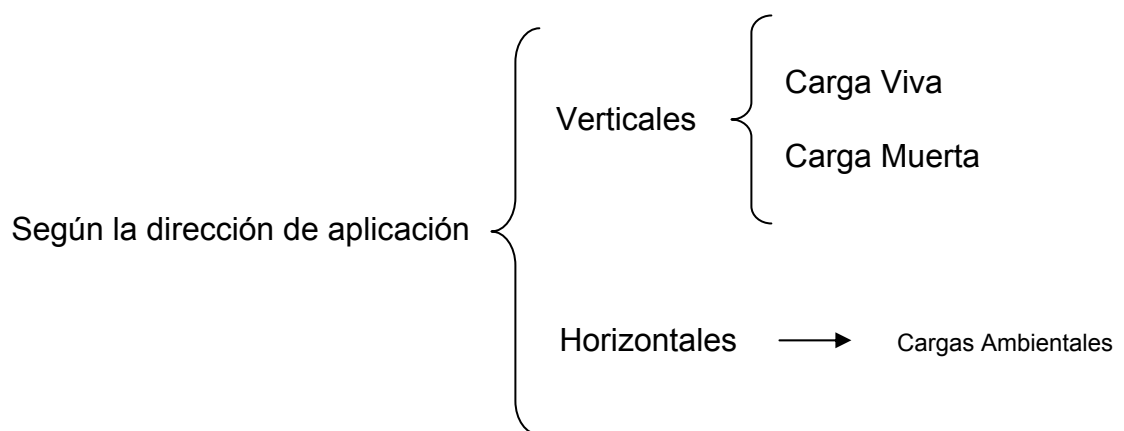


Figura 4. Elevación marco típico sentido Y



2.1.6.4. Cargas de diseño

Las cargas que actúan sobre la estructura son las siguientes:



2.1.6.4.1. Cargas verticales en marcos rígidos

Cargas vivas: son las cargas de ocupación y equipos móviles. Pueden estar total o parcialmente en su sitio, o no estar presentes, y pueden cambiar su ubicación. La magnitud y distribución son inciertas en un momento dado.

Cargas muertas: son las cargas permanentes, debidas al peso de los elementos estructurales y de los elementos que actúan en forma permanente sobre la estructura.

La mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura. Se calculan con buena aproximación, de acuerdo a la conformación de la misma de los materiales.

Cargas verticales

Carga Muerta (CM)

Peso del concreto = 2,400 Kg/m³

Peso de acabados = 90 Kg/m²

Peso de muros = 210 Kg/m²

Carga Viva (CV)

En techo = 100 Kg/m²

En oficinas = 250 Kg/m²

En vestíbulo = 400 Kg/m²

En archivo = 600 Kg/m²

En salones = 300 Kg/m²

Distribución de cargas:

Marco dúctil típico sentido Y

Nivel 1

Carga muerta

$$CM = W_{LOSA} + W_{VIGAS} + W_{MUROS} + W_{ACABADOS}$$

$$CM = \frac{(7.84 + 7.84) * 0.15 * 2400}{5.6} + (0.40 * 0.30 * 2400) + (5.6 * 210) + \frac{(7.84 + 7.84) * 90}{5.6}$$

$$CM = 2,474.00 \text{ Kg/m}$$

Nivel 1

Carga Viva

$$CV = \frac{\text{área tributaria en viga} * (\Sigma \text{ de cargas en viga})}{\text{longitud de viga}}$$

$$CV_{BE} = \frac{(7.84 + 7.84)}{5.60} * 250$$

$$CV_{BE} = 700 \text{ kg / m}$$

$$CV_{EH} = \frac{(7.84 + 7.84)}{5.60} * 400$$

$$CV_{EH} = 1,120 \text{ kg / m}$$

$$CV_{HK} = \frac{(7.84 + 7.84)}{5.60} * 250$$

$$CV_{HK} = 700 \text{ kg / m}$$

Nivel 2

Carga Muerta

$$CM = W_{LOSAS} + W_{VIGAS} + W_{ACABADOS}$$

$$CM = 1,008 + 288 + 252 = 1,548 \text{ Kg/m}$$

$$CV = \frac{(7.84 + 7.84) * 100}{5.60}$$

$$CV = 280 \text{ kg / m}$$

Las cargas distribuidas aplicadas a los otros marcos típicos se calcularon aplicando el procedimiento anterior. (Ver figuras 5 y 6)

2.1.6.4.1. Cargas horizontales en marcos rígidos

Cargas ambientales: en Guatemala se toma en cuenta principalmente las cargas debidas a sismos.

Los sismos consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. A medida que el terreno se mueve, la inercia tiende a mantener la estructura en su sitio original, esto hace que la estructura sufra desplazamiento, que pueden tener resultados catastróficos. Por lo tanto; el diseño sísmico depende fuertemente de las propiedades geométricas de la estructura, especialmente su altura.

Además, el análisis realizado con la fuerza de sismo, cubre los efectos que podría causar la fuerza de viento si se presentara.

2.1.6.5. Fuerzas sísmicas

Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas en una estructura, se puede utilizar el método SEAOC y el método del AGIES. Para este proyecto se utilizó el método SEAOC, el cual se describe a continuación:

Corte basal (V): Es la fuerza sísmica que transmite el suelo a la base de la estructura. Se calcula en base a la fórmula siguiente:

$$V = Z * I * C * S * K * W$$

Donde:

- Z** coeficiente que depende de la zona, para Suchitepéquez = 0.25
- I** coeficiente de importancia de la obra, para este caso usar = 1.4
- C** coeficiente que depende del período natural de vibración.

Está dado por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}}; \quad t = \frac{\text{Espesor Losa} * H}{\sqrt{B}}$$

Donde: H = altura del edificio, B = base del edificio

- S** coeficiente que depende del tipo de suelo donde se cimenta la estructura, si se desconoce usar 1.5, chequear $C*S \leq 0.14$, si el producto de estos coeficientes exceden este valor, tomar $C*S = 0.14$.
- K** Factor que refleja la ductilidad de la estructura = 0.67
- W** Peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

Como el sismo actúa en diferentes direcciones es necesario evaluar el corte basal en las direcciones X Y (longitudinal y transversal respectivamente).

Peso de la estructura + 25% de las cargas vivas

$$W = W_{n1} + W_{n2}$$

$$W_{n1} = W_{techo} + W_{muros} + W_{vigas} + W_{columnas} + W_{acabados} + 0.25\% \text{ Carga Viva}$$

$$W_{n1} = 369,173 \text{ Kg}$$

$$W_{n2} = 344,869 \text{ Kg}$$

$$W = 369,173 + 344,869 = 714,042 \text{ Kg}$$

Coficiente C

$$t_x = \frac{0.15(7)}{\sqrt{24}} = 0.2143$$

$$C_x = \frac{1}{15 * \sqrt{0.2143}} = 0.144$$

$$t_y = \frac{0.15(7)}{\sqrt{18}} = 0.2475$$

$$C_y = \frac{1}{15 * \sqrt{0.2475}} = 0.134$$

Chequeo $C*S \leq 0.14$

$$C_x * S = 0.144 * 1.5 = 0.216$$

$$C_y * S = 0.134 * 1.5 = 0.201$$

Por no cumplir con el valor límite, se toma $C*S = 0.14$

Cálculo del corte basal aplicando los valores anteriores:

$$V = V_x = V_y = 0.25 * 1.4 * 0.14 * 0.67 * 714,042 =$$

$$V = 23,442 \text{ Kg}$$

- **Fuerzas por nivel**

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$F_{ni} = \frac{(V - Ft) * W_{Hi}}{\sum W_i H_i}$$

Donde:

F_{ni} = fuerza por nivel

V = corte basal

F_t = fuerza de techo, cuando t (periodo natural de vibración) es menor que 0.25

$F_t = 0.00$, si no calcular $F_t = 0.07 * t * V$

W = peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas

W_i = peso propio de la estructura + 25% de las cargas vivas por nivel

H_i = altura media desde la cimentación al nivel considerado

Cálculo de F_n respecto al eje X y Y

Como $t = 0.216 \leq 0.25$,

$$Ft = 0.00$$

$$F_{n1} = \frac{(23,442 - 0.00) * 369,173 * 4.00}{(369,173 * 4.00) + (344,869 * 7.00)} \quad F_{nx1} = 8,897.10 \text{ Kg}$$

$$F_{n2} = \frac{(23,442 - 0.00) * 344,869 * 4.00}{(369,173 * 4.00) + (344,869 * 7.00)} \quad F_{nx1} = 14,544.90 \text{ Kg}$$

- **Fuerzas por marco**

Se aplican las fórmulas siguientes:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde: $FM' = \frac{R * Fni}{\sum Ri}$ y

$$FM'' = \frac{e * Fni}{\frac{\sum Ri * di^2}{Ri * di}}$$

$$e = Cm - CR$$

$$CR = \frac{\sum Ri * di}{\sum Ri}$$

$e_{\text{mínimo}} = 0.05 * \text{altura total del edificio}$,

Donde:

R_i = rigidez del marco

D_i = distancia de CR a marco considerado

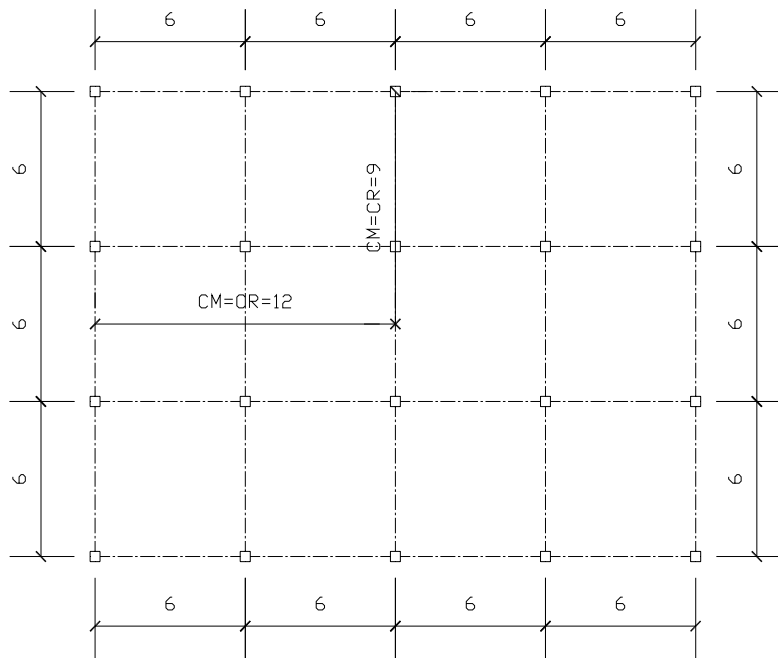
e = excentricidad

Cm = centro de masa

CR = centro de rigidez

La figura 4, se presenta la distribución de los marcos rígidos, con los que se calcularon los valores de R_i , D_i , C_m , C_R y e .

Figura 5. Planta típica (niveles 1 y 2) – distribución de marcos –



Fuerzas por marco

Por la simetría de la estructura, la rigidez en los marcos es la misma, por simplificación en el cálculo, se usa $R=1$ en todos los marcos.

$$C_R = \frac{1 \cdot 24 + 1 \cdot 18 + 1 \cdot 12 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 0}{1 + 1 + 1 + 1 + 1} \quad C_R = 12.00$$

$$C_M = \frac{24}{2} \quad C_M = 12.00 \text{ m}$$

$$e = 12.00 - 12.00 = 0 \text{ m}$$

$$e_{min} = 0.05 * 7 = 0.35$$

De acuerdo a los resultados de las excentricidades, se toma la mayor, la cual es $e = 0.35$. Con estos valores se calculan los datos de la tabla I.

Tabla I. Fuerzas por marco en cada nivel

M.	r1	d1	r1d1	(r1d1) ²	FM'	FM''	FMniv1	FM'	FM''	FMniv2
1	1	9	9	81	2224.25	119.76	2344.02	3636.23	195.79	3832.02
2	1	3	3	9	2224.25	39.92	2264.17	3636.23	65.26	3701.50
3	1	-3	-3	9	2224.25	-39.92	2184.30	3636.23	-65.26	3570.96
4	1	-9	-9	36	2224.25	-119.76	2104.49	3636.23	-195.79	3440.44
	4		$\Sigma =$	234						

$$FM' = \frac{1 * 8897.10}{4}$$

$$FM' = 2,224.25 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{0.35 * 8897.10}{\frac{234}{9}}$$

$$FM'' = 119.76 \text{ kg}$$

$$FM = FM' + FM'' = 2,224.25 + 119.76$$

$$FM = 2,344.02 \text{ kg}$$

Figura 6. Cargas aplicadas, marco típico sentido X

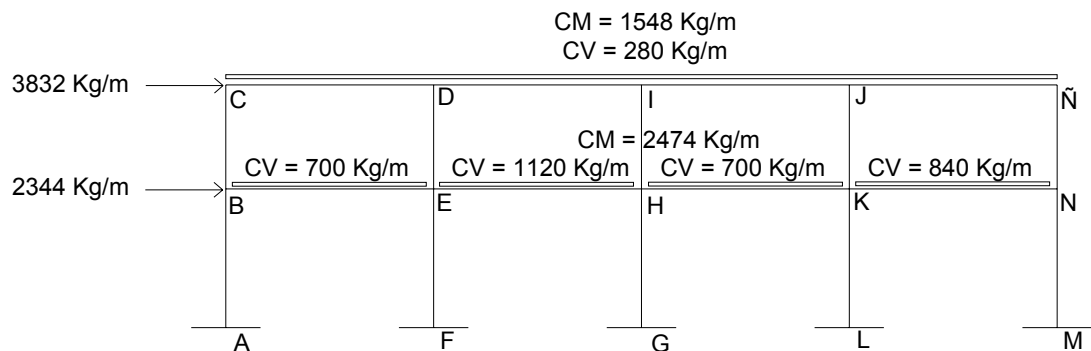
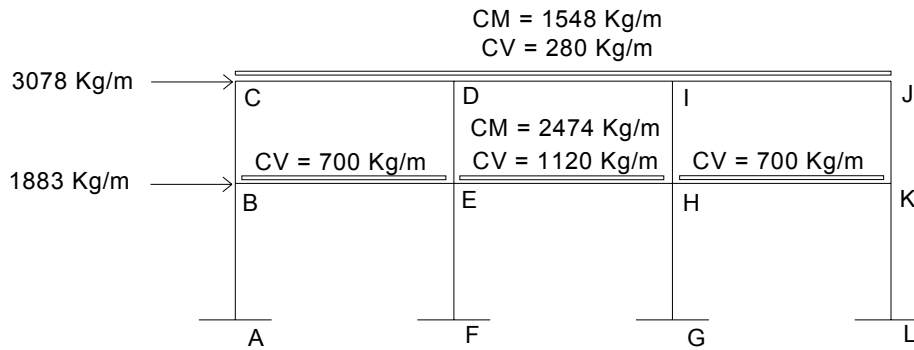


Figura 7. Cargas aplicadas, marco típico sentido Y



2.1.6.6. Análisis de marcos rígidos por el método de Kani

A continuación se presenta un resumen del procedimiento para el análisis estructural del método de Kani.

- Momento Fijos (MF_{ik}), se calculan cuando existen cargas verticales.

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

- Rigideces de los elementos (K_{ik})

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

Donde: I = Inercia del elemento
 L = Longitud del elemento

- Factores de giro o coeficientes de reparto (μ_{ik})

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

- Momentos de sujeción (M_s), se calculan cuando hay cargas verticales.

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

- Factores de corrimiento (\ddot{U}_{ik}), se calculan cuando hay ladeo causado porque la estructura no es simétrica o cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

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

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

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

- Fuerza cortante en el piso (Q_n), se calcula cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$Q_n = \sum H$$

- Momentos de piso (M_n), se calculan cuando se hace el análisis con las fuerzas horizontales aplicadas al marco rígido.

$$M_n = \frac{Q_n * H_n}{3} \quad H_n \text{ es la altura del piso "n"}$$

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

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

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

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

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

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (Mn + \Sigma (M'_{ik} + M'_{ki})) \quad \text{ladeo por fuerza horizontal}$$

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

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

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

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

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

Donde:

$M_{i(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado izquierdo

$M_{k(-)}$ = momento negativo de la viga en el extremo del lado derecho

Método de Kani para carga muerta

Marco típico sentido Y

- Momento Fijos (MF_{ik})

Para cargas uniformemente distribuidas $MF = \pm WL^2/12$

$$MF_{BE} = -(2474 \cdot 6.00^2)/12 = -7422 \text{ Kg-m} \quad MF_{EB} = 7422 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{CD} = -4644 \text{ Kg-m} \quad MF_{DC} = 4644 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{DI} = -4644 \text{ Kg-m} \quad MF_{ID} = 4644 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{EH} = -7422 \text{ Kg-m} \quad MF_{HE} = 7422 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{HK} = -7422 \text{ Kg-m} \quad MF_{KH} = 7422 \text{ Kg-m}$$

$$MF_{IJ} = -4644 \text{ Kg-m} \quad MF_{JI} = 4644 \text{ Kg-m}$$

- Rigidez de los elementos $K_{ik} = I / L_{ik}$

Inercia de los elementos rectangulares $I = \frac{b * h^3}{12}$

$$I_{viga} = \frac{30 * 45^3}{12} = 160,000 \text{ cm}^4$$

$$I_{columna} = \frac{40 * 40^3}{12} = 213,333 \text{ cm}^4$$

Inercias relativas: $I_{columna} = \dot{I}$

$$I_{columna} = \frac{I_{columna}}{I_{columna}} = \frac{213,333}{213,333} = 1$$

$$I_{viga} = \frac{I_{viga}}{I_{columna}} = \frac{160,000}{213,333} = 0.75$$

Rigidez $K_{AB} = K_{BA} = K_{EF} = K_{FE} = K_{GH} = K_{HG} = K_{KL} = K_{LK} = 1/4 = 0.25$

$K_{BC} = K_{CB} = K_{DE} = K_{ED} = K_{HI} = K_{IH} = K_{JK} = K_{KJ} = 1/3 = 0.33$

$K_{BE} = K_{EB} = K_{EH} = K_{HE} = K_{HK} = K_{KH} = K_{CD} = K_{DC} =$

$K_{DI} = K_{ID} = K_{IJ} = K_{JI} = 0.75/6 = 0.125$

- Factor de giro o coeficiente de reparto $\mu_{ik} = -\frac{1}{2} \left(\frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}} \right)$

Nudo B = $\mu_{BA} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.25}{0.25 + 0.125 + 0.33} \right) = -0.18$

$$\mu_{BC} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.33}{0.25 + 0.125 + 0.33} \right) = -0.23$$

$$\mu_{BE} = -\frac{1}{2} \left(\frac{0.125}{0.25 + 0.125 + 0.33} \right) = -0.09$$

- Momentos de sujeción $M_s = \sum MF_{ik}$

$$\text{Nudo B} = MF_{BE} = -7422 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo C} = MF_{CD} = -4644 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo D} = MF_{DC} + MF_{DI} = 4644 + (-4644) = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo E} = F_{EB} + MF_{EH} = 7422 + (-7422) = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo H} = MF_{HE} + MF_{HK} = 7422 + (-7422) = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo I} = MF_{ID} + MF_{IJ} = 4644 + (-4644) = 0 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo J} = MF_{JI} = 4644 \text{ Kg-m}$$

$$\text{Nudo K} = MF_{KH} = 7422 \text{ Kg-m}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – primera iteración

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

$$\begin{aligned} \text{Nudo B} = M'_{BA} &= \mu_{BA} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.18 (-7422 + (0 + 0 + 0)) = 1335.96 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BC} &= \mu_{BC} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.23 (-7422 + (0 + 0 + 0)) = 1707.06 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BE} &= \mu_{BE} (M_{sB} + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.09 (-7422 + (0 + 0 + 0)) = 667.98 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo C} = M'_{CB} &= \mu_{CB} (M_{sC} + (M'_{BC} + M'_{DC})) \\ &= -0.36 (-4644 + (1707 + 0)) = 1057.32 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{CD} &= \mu_{CD} (M_{sC} + (M'_{BC} + M'_{DC})) \\ &= -0.14 (-4644 + (1707 + 0)) = 411.18 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (Ms + \Sigma (M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo B} = M'_{BA} &= \mu_{BA} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.18 (-7422 + (0 + 1053.68 - 40.64)) = 1131 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BC} &= \mu_{BC} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.23 (-7422 + (0 + 1053.68 - 40.64)) = 1508 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BE} &= \mu_{BE} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB})) \\ &= -0.09 (-7422 + (0 + 1053.68 - 40.64)) = 565.50 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo C} = M'_{CB} &= \mu_{CB} (Ms_C + (M'_{BC} + M'_{DC})) \\ &= -0.36 (-4644 + (1508 - 42.33)) = 1155.80 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{CD} &= \mu_{CD} (Ms_C + (M'_{BC} + M'_{DC})) \\ &= -0.14 (-4644 + (1508 - 42.33)) = 433.41 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

$$\begin{aligned} \text{Columnas: } M_{AB} &= MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB} \\ &= 0 + 2*0 + 1110.48 + 0 = 1110.48 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{BA} &= MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA} \\ &= 0 + 2*(1110.48) + 0 + 0 = 2220.96 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vigas: } M_{BE} &= MF_{BE} + 2M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE} \\ &= -7422 + 2*(555.24) - 36.20 + 0 = -6347.72 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{EB} &= MF_{EB} + 2M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{EB} \\ &= 7422 + 2*(-36.20) + 555.24 + 0 = 7904.82 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

- Momentos positivos en vigas ($M_{ik(+)}$)

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

$$M_{EB(+)} = \frac{2474 * 6^2}{8} - \frac{|-6347.73| + |7904.82|}{2}$$

$$M_{EB(+)} = 4006.73 \text{ Kg} - \text{m}$$

Este mismo procedimiento se aplico para encontrar los momentos finales, para vigas y columnas, ver resultados en figuras 7 y 8.

Figura 8. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – carga muerta – marco Y

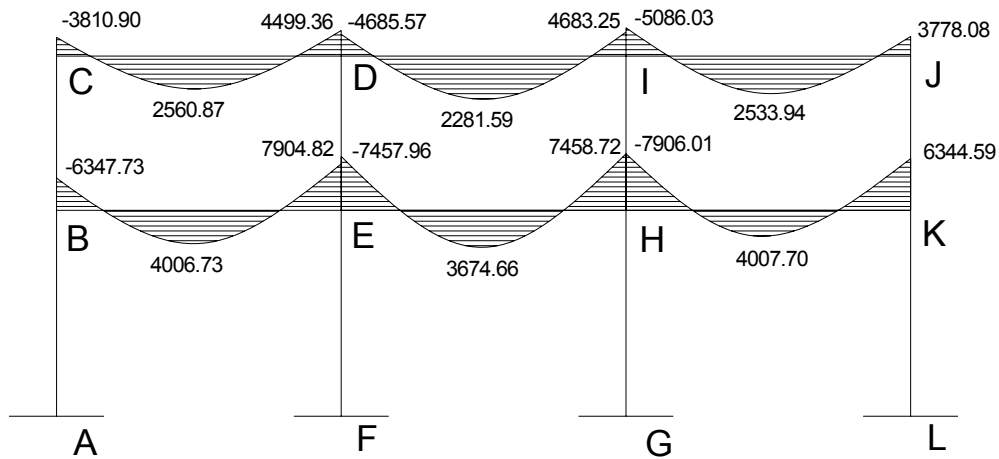
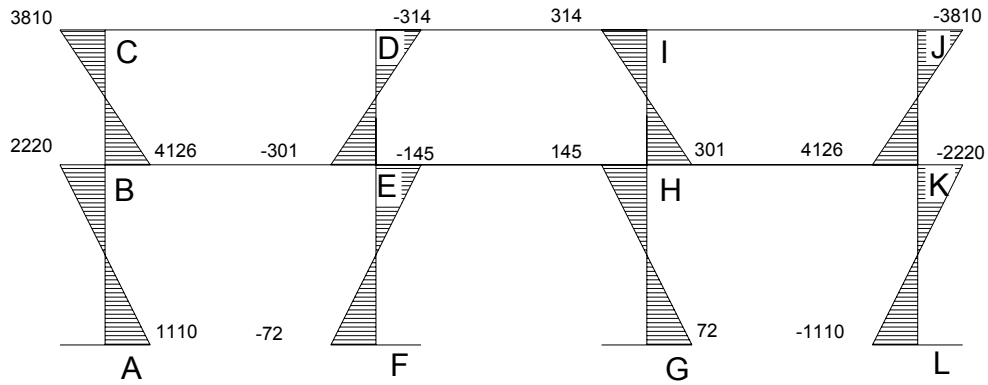


Figura 9. Diagrama de momentos en columnas (Kg-m) –carga muerta– marco Y



Método de Kani para carga viva – Marco rígido típico sentido Y

Para el cálculo de momentos de carga viva se usa el mismo procedimiento anteriormente descrito, ver resultados en las figuras 9 y 10.

Figura 10. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – carga viva – marco Y

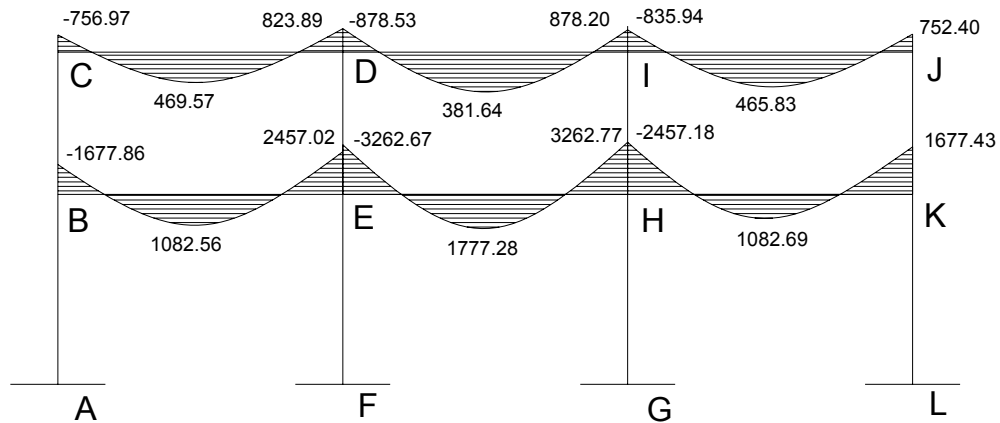
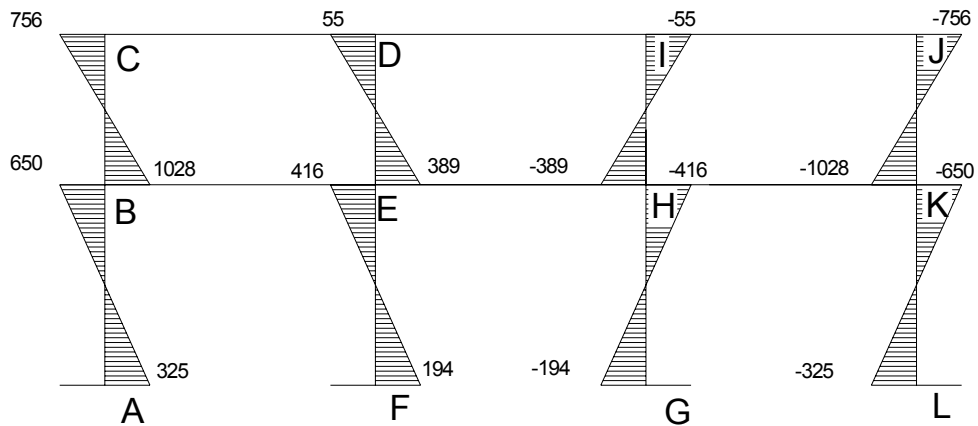


Figura 11. Diagrama de momentos en columnas – carga viva – marco Y



Método de Kani para fuerza sísmica

Marco típico sentido Y

- Factores de corrimiento \ddot{u}

Nivel 1

$$\ddot{u}_{AB} = \ddot{u}_{FE} = \ddot{u}_{GH} = \ddot{u}_{LK} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{AB}}{K_{AB} + K_{FE} + K_{GH} + K_{LK}} \right)$$

$$\ddot{u}_{AB} = \ddot{u}_{FE} = \ddot{u}_{GH} = \ddot{u}_{LK} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0.25}{0.25 + 0.25 + 0.25 + 0.25} \right) = -0.375$$

Nivel 2

$$\ddot{u}_{BC} = \ddot{u}_{ED} = \ddot{u}_{HI} = \ddot{u}_{KJ} = -\frac{3}{2} \left(\frac{K_{BC}}{K_{BC} + K_{ED} + K_{HI} + K_{KJ}} \right)$$

$$\ddot{u}_{BC} = \ddot{u}_{ED} = \ddot{u}_{HI} = \ddot{u}_{KJ} = -\frac{3}{2} \left(\frac{0.33}{0.33 + 0.33 + 0.33 + 0.33} \right) = -0.375$$

- Fuerzas de sujeción $H = FM_{nivel\ n}$

$$N_{nivel\ 2} = 2,908.98\ Kg \quad N_{nivel\ 1} = 1,779.42\ Kg$$

- Fuerza cortante en el piso $Q_n = \sum H$

$$Q_{nivel\ 2} = 3078.00\ Kg$$

$$Q_{nivel\ 1} = 3078.00 + 4961.00 = 8,039.00\ Kg$$

- Momentos de piso $M_n = \frac{Q_n * H_n}{3}$

$$M_{nivel\ 2} = \frac{3078 * 3}{3} = 3,078.00\ Kg-m$$

$$M_{nivel\ 1} = \frac{4961 * 4}{3} = 6,614.67\ Kg-m$$

- Los valores de las rigideces, factores de giro y factores de corrimiento, son los que se calcularon en el análisis de la carga muerta.
- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – primera iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (M_n + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$M''_{BC} = \ddot{U}_{BC} (M_{nivel\ 2} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{ED} + M'_{DE}))$$

$$= -0.375(3078.00 + (0 + 0 + 0 + 0)) = -1154.25\ Kg-m$$

$$M''_{BC} = M''_{ED} = -1154.25\ Kg-m$$

Nivel 1

$$M''_{AB} = \ddot{U}_{AB} (M_{nivel\ 1} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{FE} + M'_{EF}))$$

$$= -0.375(6,251.20 + (0 + 0 + 0 + 0)) = -2480.50\ Kg-m$$

$$M''_{AB} = M''_{EF} = -2480.50\ Kg-m$$

- Influencias de desplazamiento (M''_{ik}) – segunda iteración

$$M''_{ik} = \ddot{U}_{ik} (Mn + \sum (M'_{ik} + M'_{ki}))$$

Nivel 2

$$\begin{aligned} M''_{BC} &= \ddot{U}_{BC} (M_{nivel\ 2} + (M'_{CB} + M'_{BC} + M'_{DE} + M'_{ED})) \\ &= -0.375 (3078 + 855.23 + 108.73 + 647.92 + 1260.17) \\ &= -2,231.27 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$M''_{BC} = M''_{ED} = -2231.27 \text{ Kg-m}$$

Nivel 1

$$\begin{aligned} M''_{AB} &= \ddot{U}_{AB} (M_{nivel\ 1} + (M'_{AB} + M'_{BA} + M'_{EF} + M'_{FE})) \\ &= -0.375 (6,614 + (0 + 641.42 + 945.13 + 0)) = -3075.45 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$M''_{AB} = M''_{EF} = -3075.45 \text{ Kg-m}$$

- Influencia de giro (M'_{ik}) – segunda iteración

$$M'_{ik} = \mu_{ik} (Ms + \sum (M'_{ni} + M''_{ni}))$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo B} = M'_{BA} &= \mu_{BA} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC})) \\ &= -0.17(0 + (0 + 108.73 + 472.56 - 3075.45 - 2231)) = 833.90 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BC} &= \mu_{BE} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC})) \\ &= -0.23(0 + (0 + 108.73 + 472.56 - 3075.45 - 2231)) = 1111.86 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{BE} &= \mu_{BE} (Ms_B + (M'_{AB} + M'_{CB} + M'_{EB} + M''_{BA} + M''_{BC})) \\ &= -0.08(0 + (0 + 108.73 + 472.56 - 3075.45 - 2231)) = 416.95 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nudo C} = M'_{CB} &= \mu_{CB} (Ms_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC})) \\ &= -0.36(0 + (1111.86 + 242.97 - 2231.27)) = 318.70 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M'_{CD} &= \mu_{CD} (Ms_C + (M'_{BC} + M'_{DC} + M''_{BC})) \\ &= -0.13(0 + (1111.86 + 242.97 - 2231.27)) = 119.51 \text{ Kg-m} \end{aligned}$$

- Momentos finales en el extremo de cada barra (M_{ik})

$$M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$$

Columnas:

$$M_{AB} = MF_{AB} + 2M'_{AB} + M'_{BA} + M''_{AB}$$

$$= 0 + 2 \cdot 0 + 911.01 - 3463.53 = -2552.51 \text{ Kg-m}$$

$$M_{BA} = MF_{BA} + 2M'_{BA} + M'_{AB} + M''_{BA}$$

$$= 0 + 2 \cdot (911.01) - 3463.53 = -1641.50 \text{ Kg-m}$$

Vigas:

$$M_{BE} = MF_{BE} + 2M'_{BE} + M'_{EB} + M''_{BE}$$

$$= 0 + 2 \cdot (455.50) + 864.97 + 0 = 1775.99 \text{ Kg-m}$$

$$M_{EB} = MF_{EB} + 2M'_{EB} + M'_{BE} + M''_{EB}$$

$$= 0 + 2 \cdot (455.50) + 864.97 + 0 = 2185.45 \text{ Kg-m}$$

Los resultados de este análisis se muestran en las figuras 11 y 12

Figura 12. Diagrama de momentos en vigas (Kg-m) – fuerza sísmica – marco Y

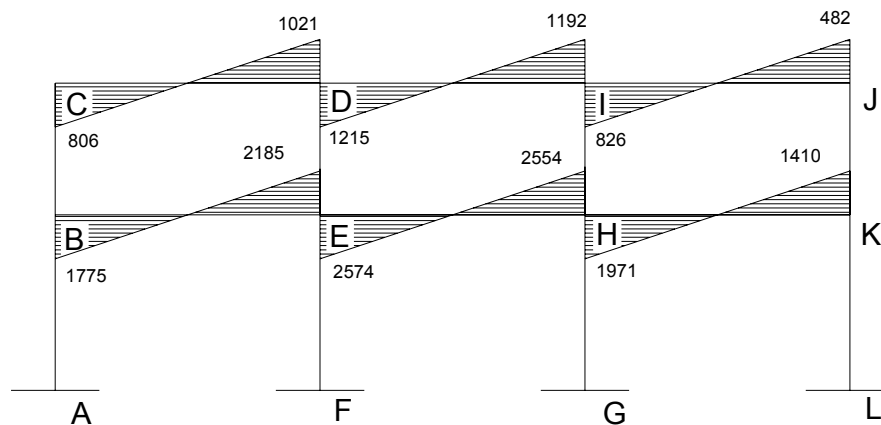
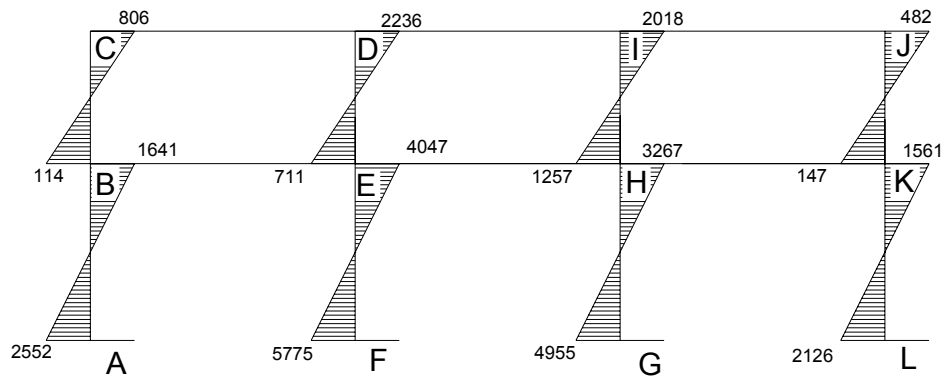


Figura 13. Diagrama de momentos en columnas (Kg-m) – fuerza sísmica – marco Y



Método de Kani – marco rígido típico sentido X

Para el análisis en el sentido X, se aplicaron los mismos parámetros utilizados en el sentido Y, por lo que los resultados se muestran en las figuras 15 y 16.

2.1.6.7. Momentos últimos por envolventes de momentos

Se entiende como la superposición de los resultados del análisis de carga muerta, carga viva y fuerza sísmica. Para el efecto se aplica lo que el ACI indica en cuanto a las combinaciones siguientes:

- $M = 1.4M_{CM} + 1.7M_{CV}$
- $M = 0.75(1.4M_{CM} + 1.7M_{CV} \pm 1.87M_S)$
- $M = 0.90M_{CM} \pm 1.43 M_S$

Momentos últimos positivos en vigas

$$M_{(+)} = CU + \frac{\sum M(-)}{2} = (1.4 * M_{cm} + 1.7 M_{cv}) + \frac{\sum M(-)}{2}$$

Envolvente de momentos, marco típico sentido Y

Vigas:

$$M_{BE} = 1.4(-6347.72) + 1.7(-1677.86) = - 11,739.17$$
$$M_{BE} = 0.75(1.4(-6347.72) + 1.7(-1677.86) + 1.87(1678.42)) = -6,450$$
$$M_{BE} = 0.90 * (-6347.72) + 1.43 * (1678.42) = - 3,312.80$$

$$M_{EB} = 1.4 (7904.82) + 1.7 (2457.01) = 15,243.45$$
$$M_{EB} = 0.75(1.4(7904.82) + 1.7(2457.01) + 1.87(2065.39)) = 14,329$$
$$M_{EB} = 0.90 (7904.82) + 1.43 (2065.39) = 10,067.84$$

De estos resultados se toman los mayores

$$M_{BE} = 1.4 (4006.73) + 1.7 (1082.56) = 7,449.77$$

Columnas:

$$M_{CB} = 1.4 (3810) + 1.7 (756) = 6,619$$
$$M_{CB} = 0.75(1.4(3810) + 1.7(756) + 1.87(-806)) = 3,833.98$$
$$M_{CB} = 0.90 * (3810) + 1.43 * (-806) = 2,276.42$$

$$M_{BC} = 1.4 (4126) + 1.7 (1028) = 7,524$$
$$M_{BC} = 0.75(1.4(4126) + 1.7(1028) + 1.87(-114)) = 5,483$$
$$M_{BC} = 0.90 (4126) + 1.43 (-114) = 3,550.38$$

Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 13 y 14.

Figura 14. Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m)
marco Y

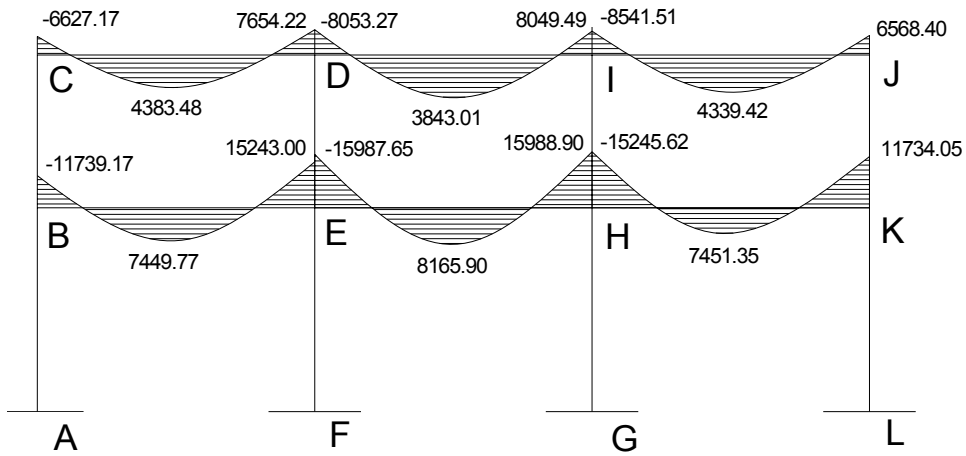
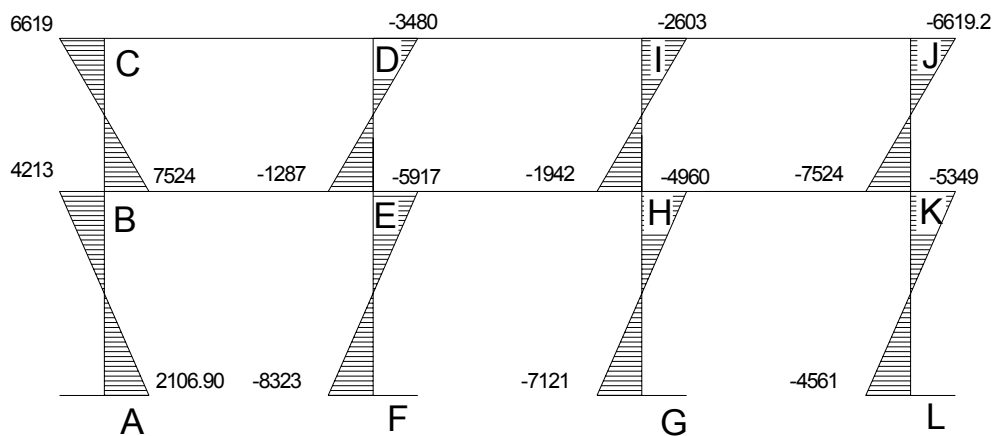


Figura 15. Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m)
marco Y



Envolvente de momentos, marco dúctil típico sentido X

Figura 16. Diagrama de momentos últimos en vigas (Kg-m) marco X

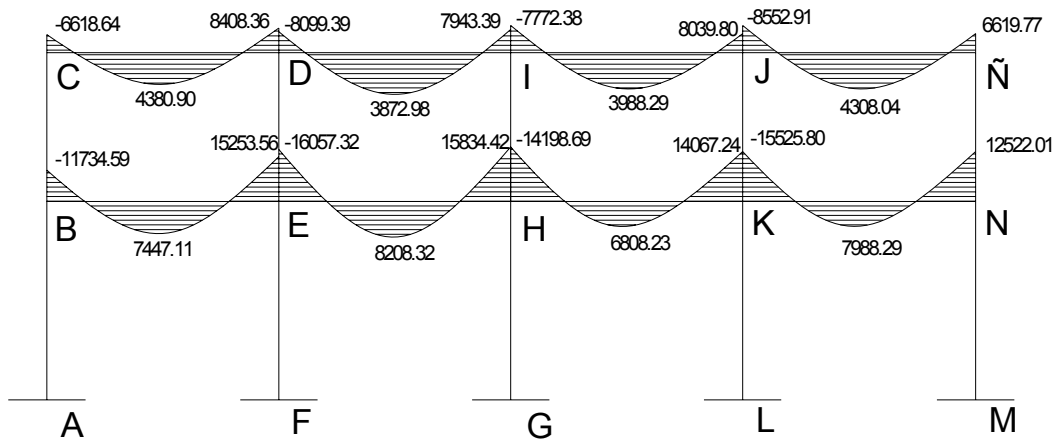
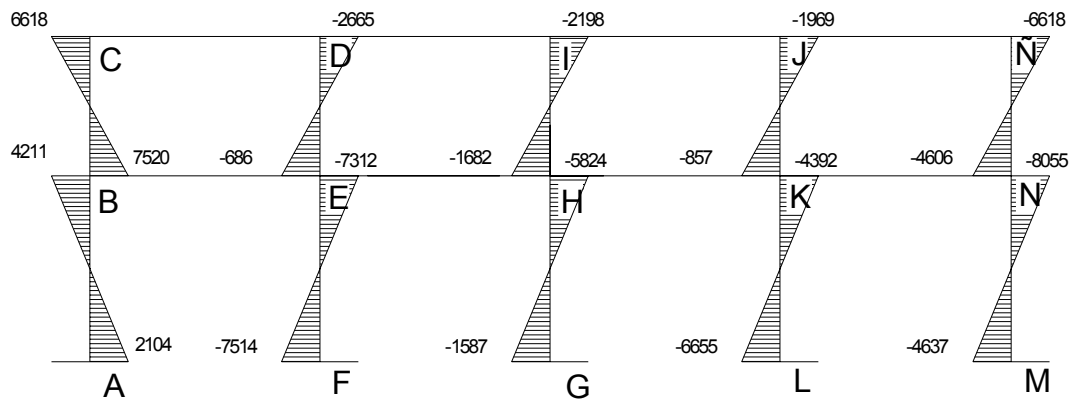


Figura 17. Diagrama de momentos últimos en columnas (Kg-m) marco X



2.1.6.8. Diagrama de cortes últimos en marcos rígidos

Los cortes en los marcos se calculan con las fórmulas siguientes.

- Corte en vigas:

$$V_v = 0.75 \left[\frac{1.4(W_{cm} * L)}{2} + \frac{1.7(W_{cv} * L)}{2} + \frac{1.87(\sum Ms)}{L} \right]$$

- Corte en columnas:

$$V_c = \frac{\sum M_{col}}{L}$$

Cortes en marcos típicos

Vigas sentido Y:

$$V_{BE} = 0.75 \left[\frac{1.4(2474 * 6)}{2} + \frac{1.7(700 * 6)}{2} + \frac{1.87(1775 + 2185)}{6} \right]$$

$$V_{BE} = 11,396.25 \text{ Kg}$$

Columnas sentido Y:

$$V_{AB} = \frac{4213.80 + 2106.90}{4}$$

$$V_{AB} = 1,580.17 \text{ Kg}$$

Los resultados para los tramos X e Y, se observan en las figuras 17, 18, 19 y 20.

Figura 18. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) marco Y

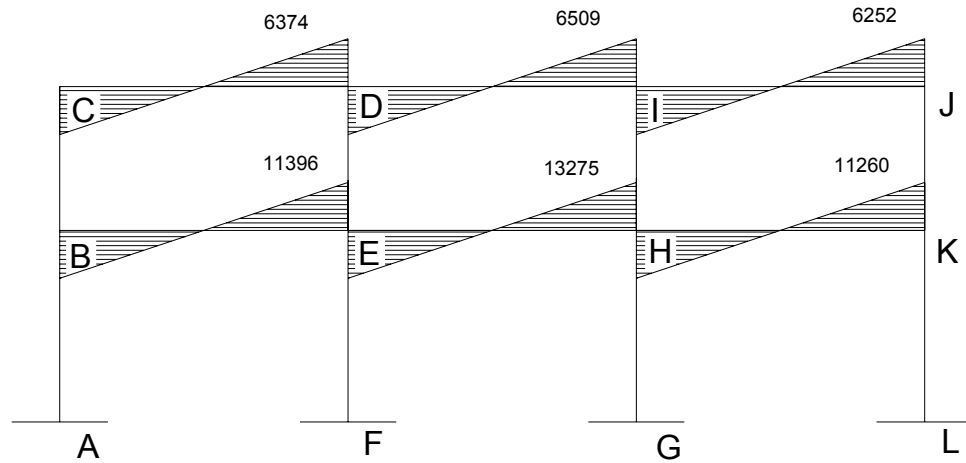


Figura 19. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) marco Y

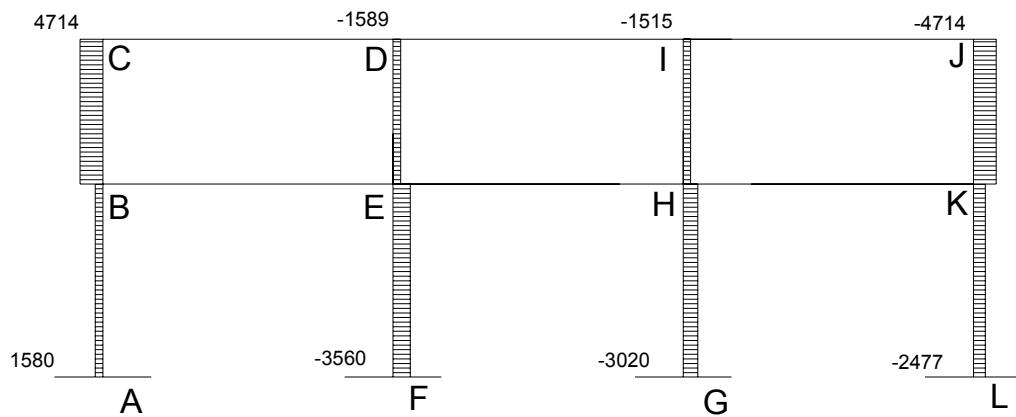


Figura 20. Diagrama de cortes últimos en vigas (Kg) marco X

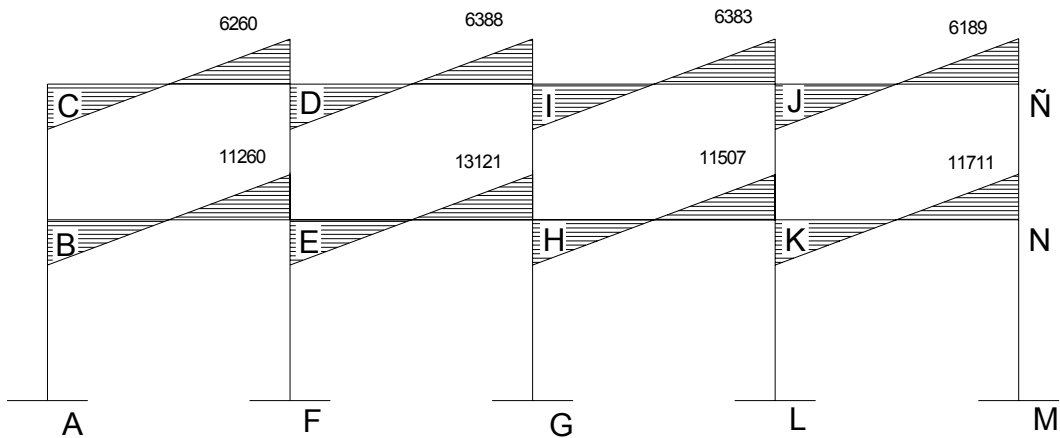
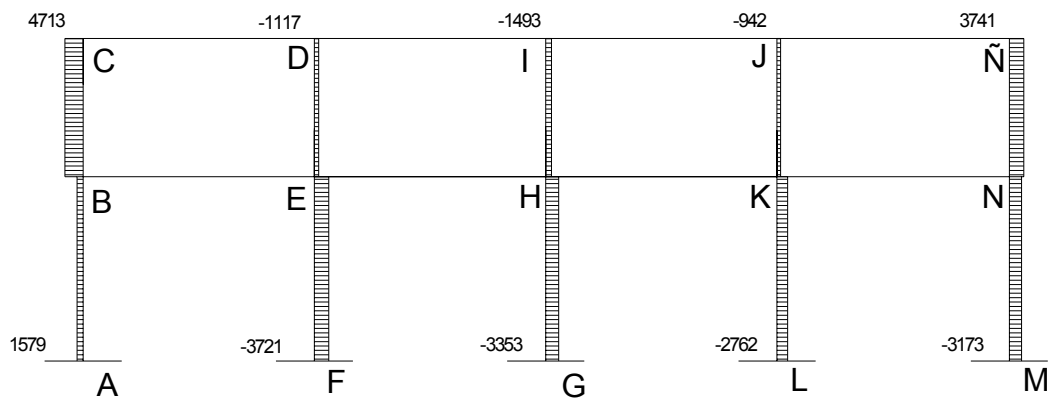


Figura 21. Diagrama de cortes últimos en columnas (Kg) marco sentido X



2.1.6.9. Estructuración

El diseño estructural consiste en definir las características de los elementos que componen una estructura.

La resistencia real es la característica particular más relevante de cualquier elemento estructural, esta debe ser lo mas alta posible para resistir, con buen margen de reserva, todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre aquél, durante la vida de la estructura, sin presentar falla o cualquier otro efecto. Es decir que el diseño estructural tiene el fin de dimensionar los elementos, para que la resistencia sea adecuada para soportar las fuerzas resultantes ante ciertos estados hipotéticos de sobrecarga, aplicando cargas mayores que las cargas que se espera que actúen en la realidad durante el servicio. En el diseño estructural de este proyecto, se aplicaron las siguientes especificaciones:

Materiales:

f_y	=	2,810	Kg/cm ²
f'_c	=	210	Kg/cm ²
E_s	=	2.1E6	Kg/cm ²
E_c	=	2.19E5	Kg/cm ²
$\gamma_{concreto}$	=	2,400	Kg/m ³
γ_{suelo}	=	1,710	Kg/m ³

Recubrimientos:

Cimentación	=	0.075 m
Columnas	=	0.03 m
Vigas	=	0.035
Losas	=	0.025 m

$$q_d = 442,960 \text{ Kg/m}^2$$

2.1.6.10. Análisis y diseño de las losas

Las losas son elementos estructurales que funcionan como cubierta o techo.

Por su espesor, pueden dividirse en. Cascarones ($t < 0.09$), planas ($0.09 \leq t \leq 0.15$) y nervuradas ($t < 0.15$).

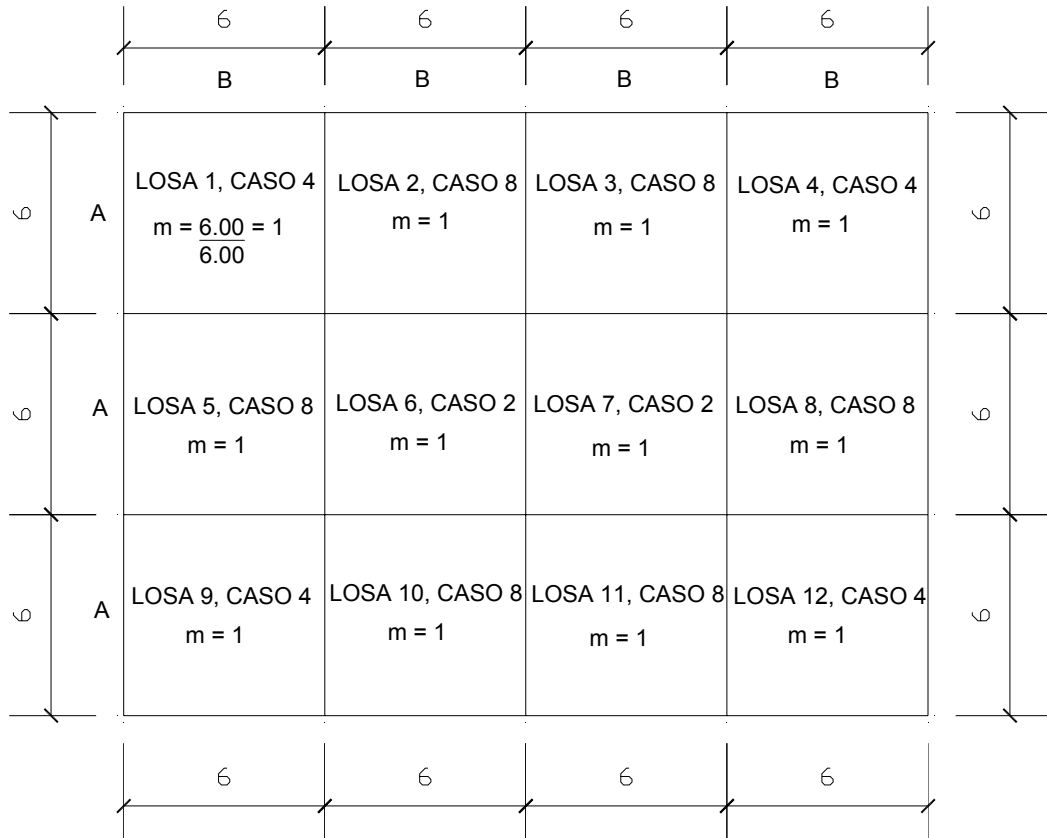
Para diseñarlas existen varios métodos, en este caso se utiliza el método 3 del ACI – 318 – 99.

2.1.6.10.1. Losas del nivel 1

A continuación se detalla el procedimiento para diseñar losas en dos direcciones:

- Datos: las dimensiones se muestran en la figura 21, las cargas en las figuras 5 y 6.
- Espesor de la losa (t): el espesor de losas $t = 0.15$ m
Ver la sección 2.1.6.2

Figura 22. Planta típica de distribución de losas



Carga última o carga de diseño

Losa 1

$$C_u = 1.4 ((2,400 \cdot 0.15) + 90) + 1.7(400)$$

$$C_u = 1,310 \text{ Kg/cm}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja unitaria de 1.00 metro de ancho:

Losa 1

$$CUu = 1,310 \text{ Kg/m}^2 \cdot 1.00 \text{ m}$$

$$CUu = 1,310 \text{ Kg/m}$$

Losa 2

$$CUu = 1,310 \text{ Kg/m}^2 * 1.00 \text{ m}$$

$$CUu = 1,310 \text{ Kg/m}$$

Momentos actuantes

Las fórmulas para calcular los momentos, son las siguientes:

$$M_{A(-)} = C * CUu * A^2 \qquad M_{A(+)} = C * CMUu * A^2 + C * CVUu * A^2$$

$$M_{B(-)} = C * CUu * B^2 \qquad M_{B(+)} = C * CMUu * B^2 + C * CVUu * B^2$$

Donde: C Coeficiente de tablas ACI
A Dimensión del lado corto considerado de la losa
B Dimensión del lado largo considerado de la losa

Relación m

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

$$m = \frac{6.00}{6.00} = 1.00 \text{ (losa 1)}$$

$$m = \frac{6.00}{6.00} = 1.00 \text{ (losa 2)}$$

Las losas actúan en dos sentidos

Cargas últimas:

$$CVU = 1.7 (400) = 680 \text{ Kg/m}^2$$

$$CMU = 1.4 (2,400 * 0.15 + 90) = 630 \text{ Kg/ m}^2$$

Utilizando las fórmulas y cálculos anteriores se procede a calcular los momentos respectivos:

Losa 1 (caso 4)

$$M_{A(-)} = 0.05 * 1310 * 6^2 = 2,358 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{A(+)} = 0.027 * 630 * 6^2 + 0.032 * 680 * 6^2 = 1,395.72 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0.05 * 1310 * 6^2 = 2,358 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0.027 * 630 * 6^2 + 0.032 * 680 * 6^2 = 1,395.72 \text{ Kg} - \text{m}$$

Losa 2 (caso 8)

$$M_{A(-)} = 0.033 * 1310 * 6^2 = 1,556.28 \text{ Kg} - \text{m}$$

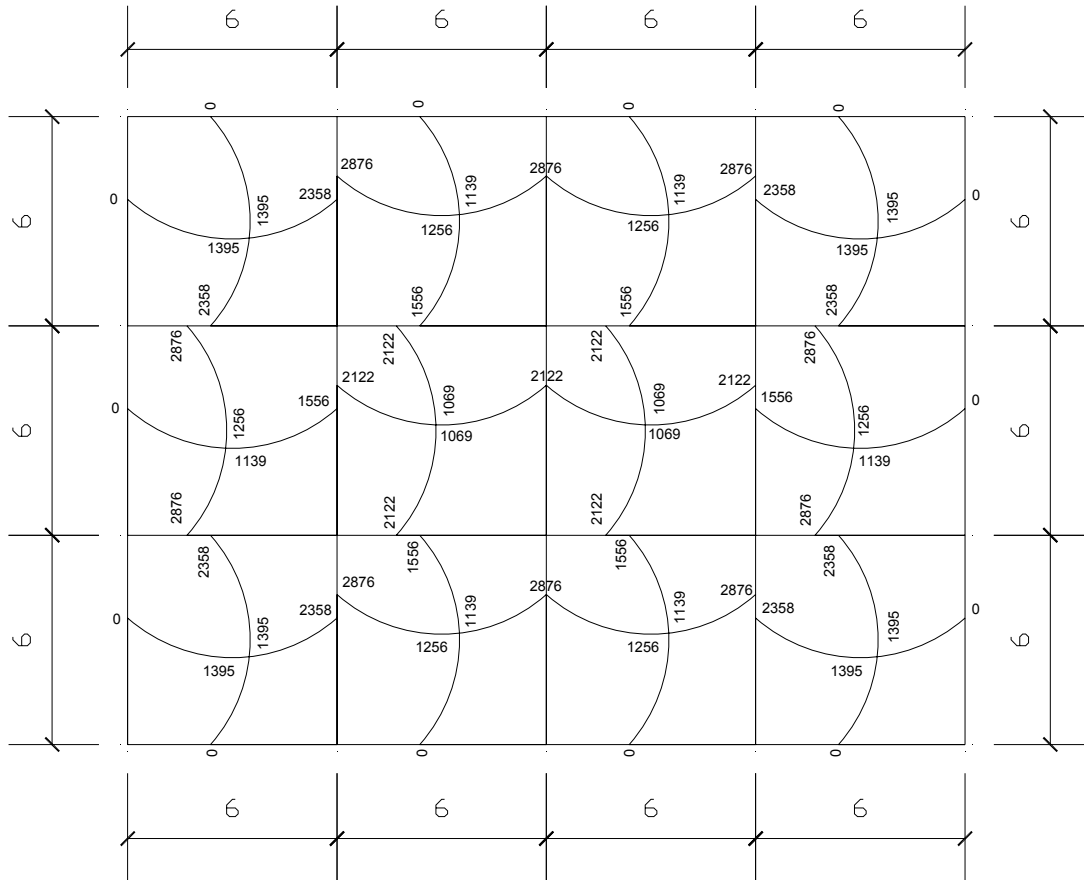
$$M_{A(+)} = 0.028 * 630 * 6^2 + 0.020 * 680 * 6^2 = 1,139.04 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(-)} = 0.061 * 1310 * 6^2 = 2,876.76 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(+)} = 0.023 * 630 * 6^2 + 0.030 * 680 * 6^2 = 1,256.04 \text{ Kg} - \text{m}$$

En la figura 22 se presentan los resultados de todos los momentos obtenidos en las losas.

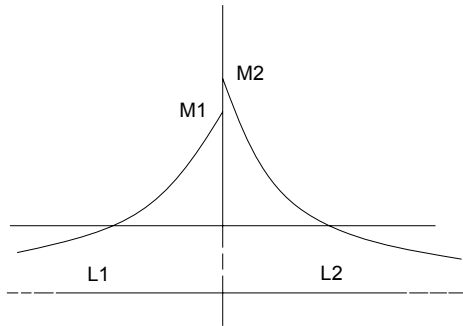
Figura 23. Planta de momentos actuantes en losas típicas nivel 1



Balance de momentos: cuando dos losas tienen un lado en común y tienen momentos diferentes, se deben balancear estos momentos antes de proceder a calcular los refuerzos. Se balancean de acuerdo a lo siguiente:

$$\text{Si } 0.80 * M_2 \text{ mayor} \leq M_1 \text{ menor} \rightarrow Mb = \frac{M_{2\text{Mayor}} + M_{1\text{Menor}}}{2}$$

Si $0.80 * M_2 \text{ mayor} > M_1 \text{ menor}$ → se balancean proporcionalmente a su rigidez y se procede de la siguiente manera:



$$K_1 = \frac{1}{L_1}$$

$$K_2 = \frac{1}{L_2}$$

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

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

L₁ y L₂ = Longitud de losa considerada

Tabla II. Balance de momentos

D_1	D_2
M_1	M_2
$+ D_1*(M_2 - M_1)$	$-D_2*(M_2 - M_1)$
$+ D_1*(M_2 - M_1) + M_1$	$-D_2*(M_2 - M_1) + M_2$
Mb	Mb

Balance de momentos entre losas 1 y 2

$$M_2 = 2,876 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_1 = 2,358 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$0.80(2,876) = 2,300 <$$

2,358 entonces:

$$Mb = \frac{2,876 + 2,358}{2}$$

$$Mb = 2,617 \text{ Kg} - \text{m}$$

Balance de momentos entre losas 5 y 6

$$M_2 = 2,122 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_1 = 1,556 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$0.80(2,122) = 1697 >$$

1,556 Kg-m → balancear por su rigidez

$$K_1 = 1/L_1 = 1/(6.00) = 0.166$$

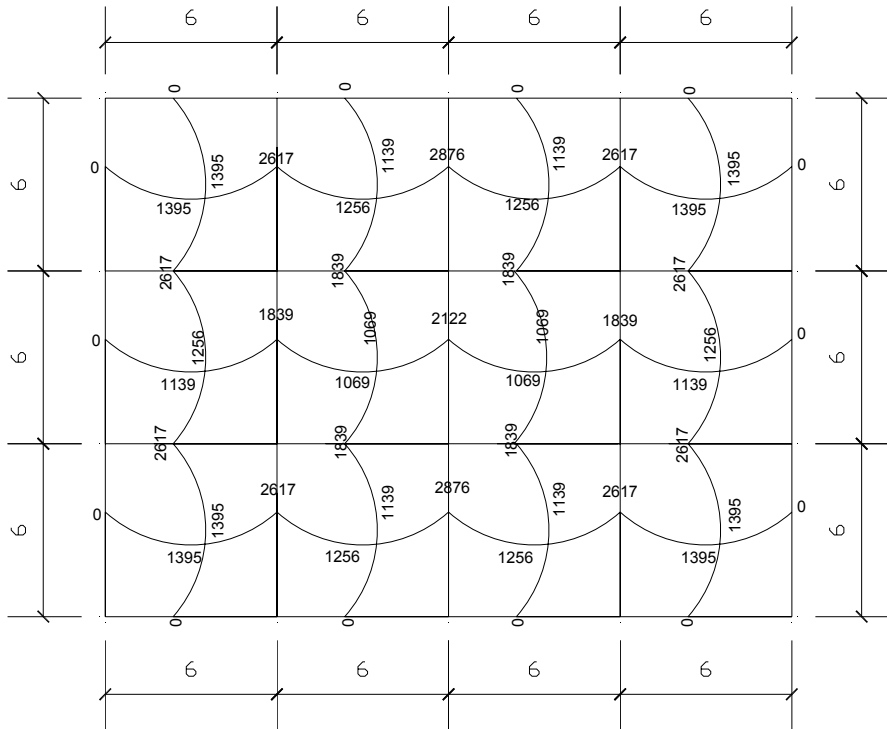
$$K_2 = 1/L_2 = 1/(6.00) = 0.166$$

$$D_1 = ((0.166)/(0.166+0.166)) = 0.50, \quad D_2 = ((0.166)/(0.166+0.166)) = 0.50$$

0.50	0.50
1,556	2,122
+ 0.50*(2,122-1556)	-0.50*(2,122-1556)
283	-283
1556+283 = 1839	2122-283 = 1839

Los resultados, al hacer el balance de momentos en todos los puntos necesarios pueden observarse en la figura 23.

Figura 24. Planta de momentos balanceados en las losas típicas nivel 1



Diseño del acero de refuerzo: el refuerzo para las losas se calcula como si se estuviera diseñando una viga con un ancho unitario de 1.00 m. El procedimiento que se sigue, es el siguiente:

- Cálculo de límites para el acero (losa 1)

Peralte efectivo "d"

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2} \qquad d = 15 - 2.54 - \frac{0.9525}{2} \qquad d = 11.98 \text{ cm}$$

$$As_{min} = 0.4 * 14.1 * \frac{b * d}{f_y}$$

Donde: b = ancho unitario (100 cm)

$$As_{min} = 0.4 * 14.1 * \frac{100 * 11.98}{2,810}$$

$$As_{min} = 2.40 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento S para As_{min} , proponiendo varillas No. 3 ($As = 0.71 \text{ cm}^2$)

$$\begin{array}{l} 2.40 \text{ cm} \quad \text{-----} \quad 100 \text{ cm} \\ 0.71 \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad S \quad \rightarrow \quad S = 30.00 \text{ cm} \end{array}$$

- Cálculo del momento que resiste el $As_{min} = 2.40 \text{ cm}^2$

$$MAS_{min} = 0.9 \left[As_{min} * f_y \left(d - \frac{As_{min} * f_y}{1.7 f'c * b} \right) \right]$$

$$MAS_{min} = 0.9 \left[2.40 * 2810 \left(11.98 - \frac{2.40 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right] = 71,567.21 \text{ Kg-cm}$$

$$MAS_{min} = 71,567.21 \text{ Kg-cm} * (1.00\text{m}/100\text{cm})$$

$$MAS_{min} = 715.67 \text{ Kg-m}$$

- El espaciamento de la armadura en las secciones críticas no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa.

Chequear el espaciamiento máximo $S_{m\acute{a}x} = 2t$

$S_{m\acute{a}x} = 2(0.15) = 0.30\text{m}$, entonces usar $S_{m\acute{a}x} = 0.30\text{ m}$

$$\begin{array}{l} AS_{m\acute{a}x} \quad \text{-----} \quad 100\text{ cm} \\ 0.71\text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad 30\text{ cm} \end{array} \quad AS_{m\acute{a}x} = 2.40\text{ cm}$$

- Cálculo de las áreas de acero requeridas para las losas típicas del nivel 1.

Para los momentos menores que resiste el $MAs_{m\acute{i}n}$, se usa $As_{m\acute{i}n}$ y con un espaciamiento de $S_{m\acute{a}x} = 0.30\text{ m}$; para los momentos mayores al $MAs_{m\acute{i}n}$ se calcula el área de acero con la fórmula siguiente:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

Donde:

Mu = momento último (Kg-m)

b y d = en cm

$f'c$ y fy = en Kg/cm²

As = cm²

$$As_{req} = \left[100 * 11.98 - \sqrt{(100 * 11.98)^2 - \frac{2,617 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2810} \right)$$

$$As_{req} = 9.19\text{ cm}^2$$

Los resultados se pueden observar en las tablas III y IV.

Tabla III. Áreas de acero requeridas en losas nivel, 1 eje X

Tipo de Momento	Momento (Kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm ²)	No. Var	ACI 318-99 Smáx 2t (cm)
(-)	2617	100	15	11.98	9.19	4	30
(-)	2876	100	15	11.98	10.17	4	30
(-)	1839	100	15	11.98	6.33	4	30
(-)	2122	100	15	11.98	7.36	4	30
(+)	1395	100	15	11.98	4.75	4	30
(+)	1256	100	15	11.98	4.26	4	30
(+)	1069	100	15	11.98	3.61	4	30
(+)	1139	100	15	11.98	3.85	4	30

Tabla IV. Áreas de acero requeridas en losas nivel 1, eje Y

Tipo de Momento	Momento (Kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm ²)	No. Var	ACI 318-99 Smáx 2t (cm)
(-)	2617	100	15	11.98	9.19	4	30
(-)	1839	100	15	11.98	6.33	4	30
(+)	1395	100	15	11.98	4.75	4	30
(+)	1256	100	15	11.98	4.26	4	30
(+)	1069	100	15	11.98	3.61	4	30
(+)	1139	100	15	11.98	3.85	4	30

Chequeo por corte: el cortante puede ser crítico en losas donde se aplica una carga concentrada, tal es el caso de las losas planas, en este caso, por el tipo de losa que se utiliza, dichos esfuerzos deben resistirse únicamente por el concreto, y se debe chequear si el peralte predimensionado es el correcto.

- Corte máximo actuante

CUu = Carga última unitaria

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{CUu * L}{2}$$

L = lado corto de la losa que se está analizando.

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{2,617 * 6.00}{2} \qquad V_{m\acute{a}x} = 7,852 \text{ Kg}$$

- Corte máximo resistente

$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'c} * t \qquad V_{res} = 45 * \sqrt{210} * 15$$

$$V_{res} = 9,781.68 \text{ Kg}$$

- Comparación de V_{res} con $V_{m\acute{a}x}$

Se debe chequear que el $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$ de lo contrario se tendrá que modificar t .

2.1.6.10.2. Losas del nivel 2

Para el cálculo de las losas del nivel 2 se utiliza el procedimiento descrito en el numeral 2.1.6.10 por lo que solo se presentan los resultados en las tablas V y VI.

Tabla V. Áreas de acero requeridas en losas nivel 2, eje X

Tipo de Momento	Momento (Kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm ²)	No. Var	ACI 318-99 Smáx 2t (cm)
(-)	1598	100	15	11.98	5.47	4	30
(-)	1756	100	15	11.98	6.04	4	30
(-)	1123	100	15	11.98	3.80	4	30
(-)	1296	100	15	11.98	4.41	4	30
(+)	808	100	15	11.98	2.72	4	30
(+)	705	100	15	11.98	2.36	4	30
(+)	624	100	15	11.98	2.10	4	30
(+)	573	100	15	11.98	1.92	4	30

Tabla VI. Áreas de acero requeridas en losas nivel 2, eje Y

Tipo de Momento	Momento (Kg-m)	Base "b" (cm)	Espesor "t" (cm)	Peralte "d" (cm)	As req (cm ²)	No. Var	ACI 318-99 Smáx 2t (cm)
(-)	1598	100	15	11.98	5.47	4	30
(-)	1123	100	15	11.98	3.80	4	30
(+)	808	100	15	11.98	2.72	4	30
(+)	705	100	15	11.98	2.36	4	30
(+)	624	100	15	11.98	2.10	4	30
(+)	573	100	15	11.98	1.92	4	30

2.1.6.11. Análisis y diseño de vigas

Son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y corte. Para el diseño de vigas, se debe tomar en cuenta, los tipos de fallas que pueden ocurrir:

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia F_y ; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura $0.85 F'_c$, la viga se agrietará fuertemente del lado de tensión, rechazando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman “**Subreforzadas**” y su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0.85 F'_c$, mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga F_y . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman “**Sobre-reforzadas**”.

Puede presentarse un tipo de falla, la cual ocurre simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcance su fatiga límite de compresión $0.85 F'_c$, a la vez que el acero llaga también a su límite F_y . A estas vigas se les da el nombre de “**Vigas Balanceadas**” y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

Viga tramo B – E

Para el diseño de vigas se utiliza el procedimiento siguiente:

Datos:

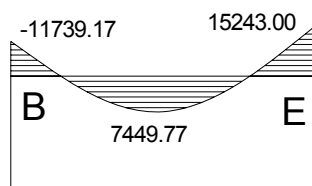


Diagrama de momento (Kg-m)

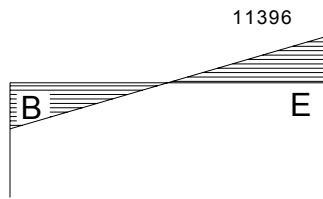


Diagrama de corte (Kg)

Sección = 0.30 x 0.45 m

Peralte efectivo (d) = 0.41

Longitud = 5.60 m

Tramo: B – E, eje Y

Límites de acero: cálculo de límites de acero máximo y mínimo

Área de acero mínimo = $As_{mín}$

$$As_{mín} = \rho_{mín} * b * d$$

$$As_{mín} = \left[\frac{14.1}{F_y} \right] * b * d$$

$$As_{mín} = \left[\frac{14.1}{2810} \right] * 30 * 41$$

$$As_{mín} = 6.17 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo = $As_{máx}$

$$\rho_{máx} = 0.5 \rho_{bal}$$

$$As_{máx} = \rho_{máx} * b * d$$

$$As_{máx} = 0.5 \left[\frac{0.85 * B_1 * f'_c}{f_y} * \frac{6,090}{f_y + 6,090} \right] * b * d$$

$B_1 = 0.85$ sí y solo sí $f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{y si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2 \quad \rightarrow \quad B_1 = 0.85 - \left[\frac{f'_c - 280}{70} \right] * 0.05$$

$$As_{m\acute{a}x} = 0.5 \left[\frac{0.85 * 0.85 * 210}{2,810} * \frac{6,090}{2,810 + 6,090} \right] * 30 * 41$$

$$As_{m\acute{a}x} = 22.72 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal: cálculo de áreas de acero según la fórmula siguiente:

Momento 11,739 Kg – m:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$As_{req} = \left[30 * 41 - \sqrt{(30 * 41)^2 - \frac{11,739 * 30}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$AS_{req} = 12.28 \text{ cm}^2$$

Luego se procede a distribuir las varillas de acero, de tal forma que, el área de éstas, supla lo solicitado en los cálculos de As , esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

Refuerzo cama superior al centro: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 33% del As calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $As_{m\acute{i}n}$.

$$As_{m\acute{i}n} \text{ en } M(-) \left\{ \begin{array}{l} 33\% * As_{req} (M-)_{izq} = 0.33 * 12.28 = 4.05 \text{ cm}^2 \\ 33\% * As_{req} (M-)_{der} = 0.33 * 16.42 = 5.42 \text{ cm}^2 \\ As_{m\acute{i}n} = 6.17 \text{ cm}^2 \\ As_{corrido} = 3 \text{ No. } 8 = 15.20 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

$$16.42 - 15.20 = 1.22 \text{ cm}^2$$

En cama superior: 3 No. 8 corridos + 1 No. 4 en $M(-)_{der}$

Refuerzo cama inferior en apoyos: colocar el mayor de los siguientes resultados tomando en cuenta un mínimo de dos varillas: 50 % del A_s calculado para el $M(+)$; 50% del A_s calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o $A_{s_{min}}$.

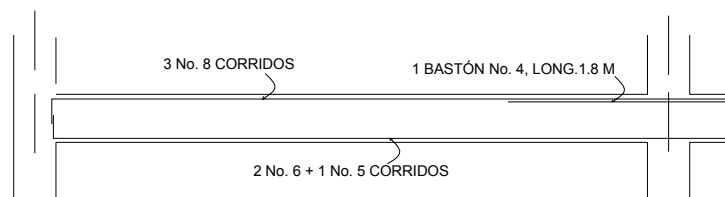
$$A_{s_{min}} \text{ en } M(+)\left\{ \begin{array}{l} 50\% * A_{s_{req}}(M-)_{izq} = 0.50 * 12.28 = 6.14 \text{ cm}^2 \\ 50\% * A_{s_{req}}(M-)_{der} = 0.50 * 16.42 = 8.21 \text{ cm}^2 \\ 50\% * A_{s_{req}}(M+)_{cen} = 0.50 * 7.54 = 3.77 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 6.17 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{corrido}} = 2 \text{ No. } 6 + 1 \text{ No. } 5 = 7.68 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$$

La diferencia entre A_s calculado y A_s corrido, en ambas camas, se coloca como bastones. El resultado se muestra en la tabla VII.

Tabla VII. Diferencia entre $A_{s_{calculado}}$ y $A_{s_{corrido}}$

MOMENTO (Kg-m)	$A_{s_{req}}$ (cm^2)	ACERO EN VARILLAS	A_s a usar (cm^2)
11,739	12.28	3 No. 8	15.20
15,243	16.42	3 No. 8 + 1 No.4	16.46
7449	7.54	2 No. 6 + 1 No. 5	7.68

Figura 25. Armado en viga



Acero transversal (estribos): también se le llama refuerzo en el alma, se coloca en forma de estribos, espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga.

Procedimiento de diseño:

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

Su fórmula es: $V_{cu} = \phi * 0.53 * \sqrt{f_c} * (b * c)$, donde $\phi = 0.85$ para corte

$$V_{cu} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * (30 * 41) = 8,030 \text{ Kg}$$

$$V_{cu} = 8,030 \text{ Kg}$$

Corte actuante, según el diagrama de corte último, viga tramo B – E

$$V_a = 11,396 \text{ Kg}$$

Comparar el corte que resiste el concreto V_{cu} con el corte actuante (V_a), si $V_{cu} \geq V_a$, la viga necesita estribos sólo por armado; y el espaciamiento de éstos es, $S_{\text{máx}} = d/2$, usando como mínimo varillas No. 3.

Como $d = 41 \text{ cm}$, entonces $S_{\text{máx}} = \frac{41}{2} = 20.50 \text{ cm}$, por lo tanto, $S_{\text{máx}} = 20 \text{ cm}$.

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte.

Para este caso, $V_{cu} = 8,030 \text{ Kg} < V_a = 11,396 \text{ Kg}$

Estribos por corte, el procedimiento de diseño es el siguiente:

Longitud de viga = 5.60 m

$$X' = \frac{\text{longitud de viga}}{2}$$

$$X' = \frac{5.6}{2} \qquad X' = 2.80 \text{ m}$$

$$X'' = \frac{V_u * X'}{V_{ac}} \qquad X'' = \frac{8,030 * 2.8}{11,396}$$

$$X'' = 1.97$$

Espaciamiento hasta X" será

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{ac}} = \frac{2 * 0.71 * 2,810 * 41}{11,396} = 14.35 \text{ cm}$$

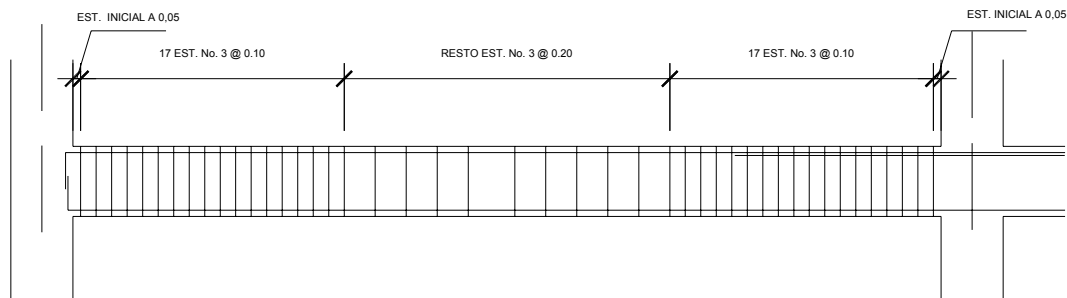
Se utiliza el S = 10 cm

El resto de estribos se diseña con el corte que resiste el concreto

$$S = \frac{2 * A_v * f_y * d}{V_{cu}} = \frac{2 * 0.71 * 2,810 * 41}{8,030} = 20.37 \text{ cm}$$

Se utiliza, $S_{\text{máx}} = 20 \text{ cm}$.

Figura 26. Espaciamiento de estribos



2.1.6.12. Análisis y diseño de las columnas

Son elementos estructurales, que sostienen principalmente cargas a compresión.

El refuerzo principal en las columnas, es longitudinal, paralelo a la dirección de la carga. Según el código ACI 318-99, sección 10.9.2, se requiere un mínimo de cuatro barras longitudinales, cuando éstas están encerradas por estribos regularmente espaciados y un mínimo de seis, cuando las barras longitudinales están encerradas por una espiral continua.

Para lograr incrementos en la capacidad de deformación en elementos sujetos a efectos principales de carga axial y flexión, se recomienda contemplar los siguientes aspectos para su diseño:

- Reducir la carga axial suficientemente, bajo la carga axial del estado de esfuerzos balanceados.
- Incrementar la cantidad de refuerzo longitudinal a compresión.
- Incrementar el confinamiento en el concreto del núcleo, con refuerzo lateral (espirales, ganchos, estribos).
- Reducir los esfuerzos por cortante al alcanzar la resistencia por flexión.

En este caso se diseñan por cada nivel únicamente las columnas críticas.

Procedimiento aplicado a la columna del nivel 1.

Columna típica nivel 1

A. Datos para diseño:

Sección 0.40 x 0.40 m

Lu = 2.55 m

Mx = 5,466 Kg-m

My = 4,776 Kg-m

Vc = 2,488 Kg

B. Carga axial:

- Carga última $CU = 1.4 CM + 1.7 CV$

$$CU \text{ nivel 2} = 1.4 (0.15 * 2,400 + 90) + 1.7 (100) = 800 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU \text{ nivel 1} = 1.4(0.15 * 2,400 + 90 + 210) + 1.7(400 + 250 + 300) = 2,539 \text{ Kg/m}^2$$

$$CU \text{ total} = CU \text{ nivel 2} + CU \text{ nivel 1} = 3,339 \text{ Kg/m}^2$$

- Factor de carga última

$$Fcu = CU / (CM + CV) = 3,339 / 2160 = 1.54$$

- Carga axial: $Pu = Alosas * CU + Ppvigas * Fcu$

$$Pu = (6 * 6) * 3,339 + (0.30 * 0.45 * 11.20 * 2,400) (1.54)$$

$$Pu = 125,792 \text{ Kg}$$

- Es importante establecer relaciones entre la altura, ancho y luz libre de los elementos, particularmente si se espera que el elemento exhiba una respuesta dúctil ante el sismo de diseño. Si el elemento es demasiado esbelto, puede ocurrir el pandeo lateral del borde comprimido. Si el elemento es demasiado robusto (poco esbelto), se torna difícil controlar la degradación de rigidez y resistencia que resulta de los esfuerzos de corte. Clasificación de columnas por su esbeltez (E): Columnas cortas $E < 21$, intermedias ($21 \leq E \leq 100$), y largas ($E > 100$).

Esta clasificación es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes y si son largas no se construyen.

Esbeltez de la columna en el sentido Y:

Tabla VIII. Datos de secciones de elementos

VIGA	
BASE	30
ALTURA	45

COLUMNA	
BASE	40
ALTURA	40

No. VIGA	LONGITUD (m)
1	5.6
2	5.6
3	5.6
4	5.6

COLUMNA	LONGITUD (m)
A	2.55
B	2.55

Inercia:

$$Inercia = I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad \text{donde: } h = \text{altura}$$

$$I_{viga} = \frac{30 \cdot 45^3}{12} = 227,812.5 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213,333 \text{ cm}^4$$

Tabla IX. Datos obtenidos

No. VIGA	LONGITUD (m)	INERCIA (cm ⁴)
1	5.6	227,812.5
2	5.6	227,812.5
3	5.6	227,812.5
4	5.6	227,812.5

COLUMNA	LONGITUD (m)	INERCIA (cm ⁴)
A	2.55	213,333
B	2.55	213,333

- Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

$$\text{Extremo superior: } \Psi = \frac{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right)_{columnas}}{\sum \left(\frac{Em * I}{L} \right)_{vigas}}$$

Donde:

$Em = 1$ (como todo el marco es del mismo material)

I = Inercias de cada elemento estructural

L = Longitud de cada elemento estructural

$$\Psi_a = \frac{\frac{1 * 213,333}{2.55} + \frac{1 * 213,333}{2.55}}{\frac{1 * 227,812.5}{5.6} + \frac{1 * 227,812.5}{5.6}} \quad \Psi_a = 2.056$$

Extremo inferior: $\Psi_b = 0$ (empotramiento en la base)

$$\text{Promedio } \Psi_p = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} = \frac{2.056 + 0}{2}$$

$$\Psi_p = 1.03$$

- Coeficiente K :

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p < 2$$

$$K = 0.9 * \sqrt{1 + \Psi_p} \quad \text{para } \Psi_p \geq 2$$

$$K = \frac{20 - 1.03}{20} * \sqrt{1 + 1.03} \quad K = 1.35$$

- Esbeltez de la columna

$$E = \frac{K * Lu}{\sigma};$$

Donde $\sigma = 0.30 * \text{lado menor}$, para columnas rectangulares

$$E = \frac{1.35 * 2.55}{0.30 * 0.40} = 28.68 \quad (\text{columna intermedia; } 21 < E < 100)$$

La esbeltez de esta columna, en el sentido X se determinó con el mismo procedimiento del sentido Y.

Según los resultados de E , la columna se clasifica como intermedia, por lo que, se deben magnificar los momentos actuantes.

Magnificación de momentos

Los momentos sin desplazamiento lateral no amplificados en los extremos de las columnas son sumados a los momentos por desplazamiento lateral amplificados en los mismos puntos. Generalmente, uno de los momentos extremos resultantes es el momento máximo en la columna. Sin embargo, en columnas esbeltas con elevadas cargas axiales el punto de momento máximo puede estar entre los extremos de la columna, de tal forma que los momentos extremos dejan de ser los momentos máximos.

Para este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de los desplazamientos laterales de los miembros, es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener valores que tomen en cuenta los efectos del desplazamiento.

Sentido Y

- Factor de flujo plástico del concreto:

$$\beta d = \frac{CMU}{CU} = \frac{924}{3,339} \quad \beta d = 0.276$$

- Total del material

$$EI = \frac{Ec * Ig}{2.5(1 + \beta d)}$$

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

$$Ig = \frac{b * h^3}{12}, \text{ inercia bruta del elemento}$$

$$EI = \frac{(15,100 * \sqrt{210}) * \left(\frac{40 * 40^3}{12}\right)}{2.5(1 + 0.276)} = 1.46E10 \text{ Kg-cm}^2 \rightarrow EI = 1,463 \text{ Ton-m}^2$$

- Carga crítica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * (EI)}{(K * Lu)^2} = \frac{\pi^2 * (1,463)}{(1.35 * 2.55)^2} = 1,313.95 \text{ Ton}$$

$$P_{cr} = 1,313.95 \text{ Ton}$$

- Magnificado de momento:

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_{cr}}\right)} \geq 1$$

Donde:

$\phi = 0.70$ para estribos y 0.75 para zunchos.

$$\delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{125.79}{0.70 * 1,313.95} \right)} = 1.16 \quad \delta_y = 1.16$$

- Momentos de diseño:

$$Md = \delta * Mu$$

$$Md_y = 1.16 * 4,776$$

$$Md_y = 5,541 \text{ Kg-m}$$

Sentido X

- Los resultados del sentido Y, son similares al sentido X,

$$Md_x = 1.16 * 5,466 =$$

$$Md_x = 6,340 \text{ Kg-m}$$

Refuerzo longitudinal

Las columnas están sometidas a carga axial y momento biaxial, por lo que se aplica el método de Bresler, el cual es sencillo y da cálculos exactos. El método consiste en que dado un sistema de cargas actuantes, se debe calcular el sistema de cargas resistentes.

A continuación se describe este método:

Límite de acero: según el código ACI 318-99, capítulo 10.9.1

- El área de acero en una columna debe estar dentro de los límites siguientes: $1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 0.01 (40 \cdot 40) = 16 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{máx}}} = 0.08(40 \cdot 40) = 128 \text{ cm}^2$$

Se utiliza el 2.5 %

$$2.5\% A_g = 0.025(1,600) = 40 \text{ cm}^2$$

Armado propuesto: 8 No. 8 = 8(5.07),

$$A_s = 40.54 \text{ cm}^2$$

Utilizando el diagrama de iteración para diseño de columnas (ver anexos), los valores son:

- Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{H_{\text{núcleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2 \cdot \text{rec}}{h} = \frac{0.40 - 2 \cdot 0.03}{0.40} =$$

$$\gamma = 0.85$$

- Valor de la curva:

$$\rho_{tu} = \frac{A_s \cdot f'_y}{A_g \cdot 0.85 f'_c} = \frac{40.54 \cdot 2,810}{(40 \cdot 40) \cdot 0.85 \cdot 210} = 0.39 \quad \rho_{tu} = 0.40$$

- Excentricidades:

$$e_x = M_{d_x} / P_u = 6,340 / 125,792 = 0.05$$

$$e_x = 0.05$$

$$e_y = M_{d_y} / P_u = 5,541 / 125,792 = 0.04$$

$$e_y = 0.04$$

- Con las excentricidades, se calcula el valor de las diagonales:

$$e_x/h_x = 0.05/0.40 = 0.126$$

$$e_x/h_x = 0.126$$

$$e_y/h_y = 0.04/0.40 = 0.11$$

$$e_y/h_x = 0.11$$

Con los valores obtenidos, se buscan los valores de los coeficientes K'_x y K'_y , siendo estos:

$$K'_x = 0.93$$

$$K'_y = 0.95$$

Cálculo de las resistencias de la columna a una excentricidad dada:

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_x :

$$P'_{u_x} = K'_x * \Phi * f'_c * b * h = 0.93 (0.70 * 210 * 40 * 40) =$$

$$P'_{u_x} = 218,736 \text{ Kg}$$

- Carga de resistencia de la columna a una excentricidad e_y :

$$P'_{u_y} = K'_y * \Phi * f'_c * b * h = 0.95 (0.70 * 210 * 40 * 40) =$$

$$P'_{u_y} = 223,440 \text{ Kg}$$

- Carga axial de resistencia para la columna:

$$P'_o = \Phi [0.85 * f'_c (A_g - A_s) + A_s * f'_y]$$

$$P'o = 0.70[0.85 * 210(1,600 - 40.54) + 40.54 * 2,810]$$

$$P'o = 274,596 \text{ Kg}$$

- Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{P'ux} + \frac{1}{P'uy} - \frac{1}{P'o}}$$

$$P'u = \frac{1}{\frac{1}{218,736} + \frac{1}{223,440} - \frac{1}{274,596}}$$

$$= 184,997.38 \text{ Kg}$$

$$P'u = 184,997.38 \text{ Kg}$$

Según este resultado $P'u > Pu$ por lo que el armado propuesto resiste las cargas aplicadas, caso contrario se deberá aumentar el área de acero, hasta que cumpla con la condición.

Acero transversal

En zonas sísmicas, como en Guatemala, se debe proveer suficiente ductilidad a las columnas, esto se logra por medio del confinamiento del refuerzo transversal en los extremos de la misma.

En los elementos con bajos niveles de la carga axial, la necesidad de armadura transversal de confinamiento disminuye y los requerimientos relativos a la prevención del pandeo de las barras longitudinales, se vuelven menos críticos.

Según el ACI 318-99, capítulo 2, son armaduras empleadas para resistir esfuerzos de corte y de torsión en un elemento estructural; pueden ser estribos, amarras, zunchos.

Refuerzo transversal

- Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

$$V_{cu} = \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * (b * d), \quad \text{donde } \phi = 0.85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu} = 0.85 * 0.53 \sqrt{210} * (40 * 37) = 9,661 \text{ kg}$$

Corte actuante figura 18

$$V_a = 2,477 \text{ Kg}$$

Comparar V_{cu} con V_a , usando los siguientes criterios:

Si $V_{cu} \geq V_a$, se colocan estribos a $S = d/2$

Si $V_{cu} < V_a$, se diseñan estribos por corte, para estas opciones la varilla mínima permitida es la No. 3.

Como $V_{cu} = 9,661 \geq V_a = 2,477 \rightarrow$ se colocan estribos a $S = d/2$

$$S = d/2 = 37/2 = 18.5 \text{ cm, entonces } S = 0.15 \text{ m}$$

- Refuerzo por confinamiento

Longitud de confinamiento: se toma la mayor de las siguientes opciones:

$$L_o = \begin{cases} Lu / 6 = 2.55 / 6 = 0.425 \\ Lado > columna = 0.40 \\ 0.45 \end{cases} \quad \text{Se toma } L_o = 0.45$$

Relación volumétrica

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \left(\frac{0.85 * f'_c}{f_y} \right) ; \text{ pero debe cumplir con: } \rho_s \geq 0.12 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right)$$

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{40 * 40}{34 * 34} - 1 \right) \left(\frac{0.85 * 210}{2,810} \right) = 0.01098;$$

$$0.12 \left(\frac{210}{2,810} \right) = 0.00897,$$

El valor ρ_s a utilizar será: 0.01098

Cálculo de espaciamiento entre estribos en la zona confinada

$$S_i = \frac{2A_v}{\rho_s * L_n} = \frac{2 * 0.71}{0.01098 * 34} = 3.8 \text{ cm}$$

Los resultados para las columnas típicas se presentan en la tabla X.

Figura 27. Armado en columna

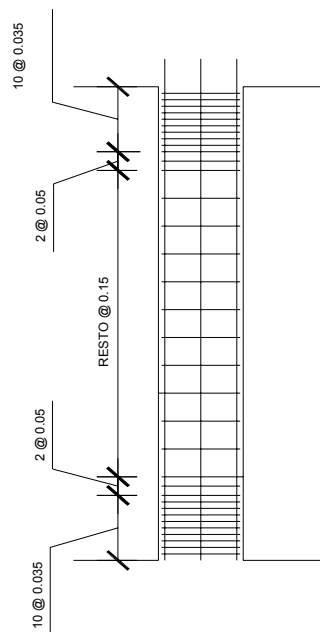


Tabla X. Refuerzo en columnas

GEOMETRÍA COLUMNA	REFUERZO LONGITUDINAL			REFUERZO TRANSVERSAL		
	CARGAS (Kg)	MOMENTOS (Kg-m)	REFUERZO LONGITUDINAL	CORTES (Kg)	CONFINAR (m)	REFUERZO
TIPO1 NIVEL 1 SECCIÓN 0.40 * 0.40	Pu=125,792	Mx=5,466	8 Var. No.8	Vax=2,762	Lo = 0.45	Est. No. 3, primeros 10 @ 0.035 m, siguientes 2 @ 0.05 m, en extremos resto @0.15 m
		My = 4,776		Vay=2,477		
	P'u=184,997	Mdx=6,340		Vcu=9,661	Si =0.035	
		Mdy=5,541				
TIPO1 NIVEL 2 SECCIÓN 0.40 * 0.40	Pu=34,061	Mx=2,828	8 Var. No.6	Vax=1,493	Lo = 0.45	Est. No. 3, primeros 10 @ 0.035 m, siguientes 2 @ 0.05 m, en extremos resto @0.15 m
		My = 1,565		Vay=1,515		
	P'u=129,163	Mdx=2,941		Vcu=9,661	Si =0.035	
		Mdy=1,627				

2.1.6.13. Análisis y diseño de cimientos

2.1.6.13.1. Zapata tipo 1

La cimentación es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno, la finalidad de la cimentación es sustentar estructuras, garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales.

Un cimiento, es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la construcción y la transmite al terreno por medio del ensanchamiento de su base, estas pueden ser superficiales, profundas y especiales.

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, la cual depende de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelos y la cimentación escogida. No obstante, un asentamiento no causará mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello. Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción. Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación. Por lo anterior, resulta más conveniente cargar el edificio en los extremos que en el centro y diseñar la cimentación, de tal manera que esta permanezca muy bien ligada entre sí.

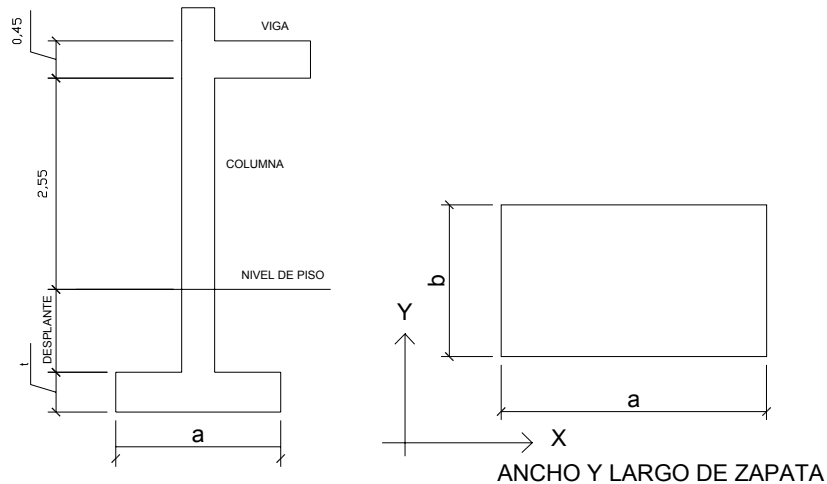
Si el peso de la construcción hace que las zapatas empiecen a juntarse, es mejor optar por la cimentación corrida o losas de cimentación.

Cuando el peso de un edificio es muy grande, al grado que el terreno es ya incapaz de soportarlo, será entonces necesario recurrir a los pilotes, pilas o cajones, para transmitir la carga a otros estratos más profundos y resistentes del suelo. Para este proyecto se usan zapatas aisladas.

Los datos para diseñar las zapatas, se toman del análisis estructural y del estudio de suelos realizado.

Datos para el diseño de la zapata tipo 1

Figura 28. Geometría de zapata tipo 1



$$M_x = 5,466 \text{ Kg-m}$$

$$M_y = 4,776 \text{ Kg-m}$$

$$P_u = 125,792 \text{ Kg}$$

$$F_{cu} = 1.54$$

$$q_d = 442.96 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma_{suelo} = 1.71 \text{ Ton/m}^3$$

Área de zapata: la losa de la zapata y su peralte, se dimensionan según las cargas aplicadas y las reacciones inducidas.

- Cargas de trabajo:

$$P' = P_u / F_{cu} = 125,792 / 1.54 =$$

$$P' = 81,683 \text{ Kg}$$

$$M'_x = M_x / F_{cu} = 5,466 / 1.54 =$$

$$M'_x = 3,549 \text{ Kg-m}$$

$$M'_y = M_y / F_{cu} = 4,776 / 1.54 =$$

$$M'_y = 3,101 \text{ Kg-m}$$

- Predimensionamiento

$$\sigma_{axial} = 1.5 * \frac{P'}{A} = \rho_{suelo} A_z = 1.5 * \frac{P'}{\rho_{suelo}} = 1.5 * \frac{81,683}{442,960} = 0.27 \text{ m}^2$$

$$\text{Raíz cuadrada del área} = \sqrt{0.27} = 0.51 \text{ m}$$

Usar una sección de 2.00 x 2.00, para un área de zapata

$$A_z = 4 \text{ m}^2$$

- Chequeo de presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}; \quad \text{Donde: } S_x = \frac{1}{6} * a * b^2 \quad S_y = \frac{1}{6} * b * a^2$$

q no debe ser negativa, ni mayor que el valor soporte del suelo (q_d)

$$S_x = \frac{1}{6} * (200)(200)^2 = 1.54 \text{ m}^3 \quad S_y = \frac{1}{6} * (200)(200)^2 = 1.54 \text{ m}^3$$

$$P = P' + P_{columna} + P_{suelo} + P_{zapata}$$

$$P = 81.63 + 1.54 + 6.84 + 4.32 =$$

$$P = 94.34 \text{ Ton}$$

$$q_{\text{mín}} = \frac{94.34}{4} - \frac{3.55}{1.54} - \frac{3.10}{1.54} = 18.59 \text{ Ton/m}^2 \text{ (no existe presión de tensión)}$$

$$q_{\text{máx}} = \frac{94.34}{4} + \frac{3.55}{1.54} + \frac{3.10}{1.54} = 28.59 \text{ Ton/m}^2 \text{ (no excede el } q_d)$$

- Presión última:

$$q_{dis} = q_{máx} * F_{cu} = 28.59 * 1.54 =$$

$$q_{dis} = 44.03 \text{ Ton}$$

Espesor de la zapata: según el ACI 318-99, capítulo 7. 7. 1, inciso a, el recubrimiento del refuerzo no debe ser menor que 0.075 m, cuando el concreto es colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él, también, considera la altura mínima de las zapatas sobre la armadura inferior no debe ser menor de 150 mm para zapatas apoyadas sobre el terreno, ni menor de

300 mm en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes. Este espesor debe ser tal que resista los esfuerzos de corte.

Asumir $t = 0.48$ m:

- Chequeo por corte simple: la sección crítica para esfuerzos de corte se localiza en un plano vertical, paralelo a la cara de la columna, la falla de las zapatas por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a d (peralte efectivo) del borde de la columna, por lo que se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

Peralte efectivo usando varilla No. 6:

$$d = t - \frac{\phi}{2} - rec \qquad d = 48 - \frac{1.91}{2} - 7.5$$

$$d = 38.00 \text{ cm}$$

Corte Actuante = V_a

$$V_{a_x} = A_x * q_{dis} = (.42 * 2.00) * 44.03 = 36.98 \text{ Ton}$$

$$V_{a_y} = A_y * q_{dis} = (.42 * 2.00) * 44.03 = 36.98 \text{ Ton}$$

Esfuerzo de corte que resiste el concreto (V_{cu}):

$$V_{cu} = \frac{\phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * (b * d)}{1,000}, \quad \text{donde } \phi = 0.85 \text{ para corte}$$

$$V_{cu_x} = \frac{0.85 * 0.53 \sqrt{210} * (200 * 38)}{1,000} \qquad V_{cu_x} = 49.61 \text{ Ton}$$

$$V_{cu_y} = \frac{0.85 * 0.53 \sqrt{210} * (200 * 38)}{1,000} \qquad V_{cu_y} = 49.61 \text{ Ton}$$

Comparar $V_{cu} > V_a$, en ambos ejes es mayor, por lo tanto, cumple.

- Chequeo por corte punzonante: la columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en ella alrededor del perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a $d/2$ del perímetro de la columna.

$$V_a = A * q_{dis} = (2.00*2.00 - 0.78*.78)*(44.03) = 149.33 \text{ Ton}$$

$$V_{cu} = \frac{\phi * 1.06 \sqrt{f'_c} * (\beta_o * d)}{1,000},$$

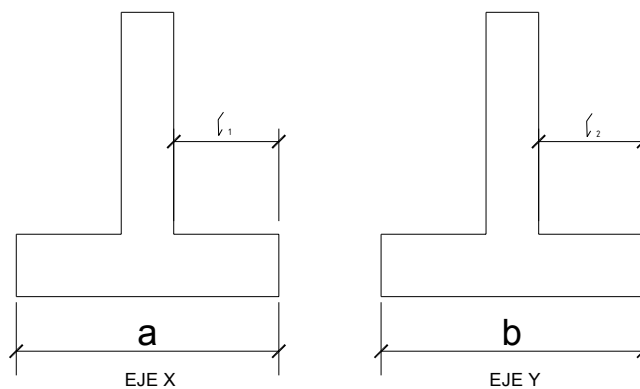
donde: $\phi = 0.85$ para corte y
 β_o = perímetro del área de punzonamiento

$$V_{cu} = \frac{0.85 * 1.06 \sqrt{210} * (78 * 4) * 38.00}{1,000}$$

$$V_{cu} = 154.80 \text{ Ton}$$

Comparar $V_{cu} > V_a \rightarrow V_{cu} = 154.80 > V_a = 149.33$, por lo tanto sí chequea.

Diseño de refuerzo: se calcula el refuerzo de la forma siguiente:



Donde $l_1 = \frac{a - col_x}{2};$

$l_2 = \frac{a - col_x}{2};$

$$\ell_1 = \frac{2.00 - 0.40}{2} = 0.80 \text{ m} \quad \ell_2 = \frac{2.00 - 0.40}{2} = 0.80 \text{ m}$$

Refuerzo en eje X

- Momento último: se toma la losa en voladizo:

$$Mu_x = \frac{qu * \ell_1^2}{2} = \left(\frac{44.03 * 0.8^2 * 1,000}{2} \right) = Mu_x = 14,091.48 \text{ Kg-m}$$

ℓ : distancia del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero:

$$As_{req} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu_x * b}{0.003825 * fc}} \right] * 0.85 * \left(\frac{fc}{fy} \right)$$

$$As_{min} = \frac{14.1}{fy} * b * d$$

Con $Mu = 14,091.48 \text{ Kg-m}$ $b = 100 \text{ cm}$ $d = 38.00 \text{ cm}$ No. var = 6

$$As_{req} = \left[100 * 38 - \sqrt{(100 * 38)^2 - \frac{14,091.48 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$As_{req} = 15.13 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = \frac{14.1}{2,810} * 100 * 38$$

$$As_{min} = 19.06 \text{ cm}^2$$

Se toma el mayor, $As_{min} = 19.06 \text{ cm}^2$, con varilla No. 6

No. de varillas a utilizar:

$$\text{Var * eje} = \frac{A_s}{\text{Área varilla}}$$

$$\text{Var * eje} = \frac{19.06}{2.85} = 6.69 \text{ varillas, se aproxima al mayor, Var * eje} = 7 \text{ No.6}$$

La separación entre varillas

$$S = \frac{b - rec}{\text{Var * eje}}$$

Donde $S < 0.30 \text{ m}$,

$$S = \frac{100 - 7.5}{7} = 13.2 \text{ cm, } \rightarrow S = 10 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Refuerzo en eje Y

Con varilla No. 6, el nuevo peralte efectivo es:

$$d_y = d - \frac{\phi_x}{2} - \frac{\phi_y}{2} = 38 - \frac{1.91}{2} - \frac{1.91}{2} = 36.09 \text{ cm}$$

- Momento último:

$$Mu_y = \frac{qu * \ell_1^2}{2} = \left(\frac{44.03 * 0.8^2 * 1,000}{2} \right) = Mu_y = 14,091.48 \text{ Kg-m}$$

ℓ₁: distancia media del rostro de la columna al borde de la zapata.

- Área de acero:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu_x * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

Con $M_u = 14,091.48$ Kg-m $b = 100$ cm $d = 36.09$ cm No. var = 6

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 36.09 - \sqrt{(100 * 36.09)^2 - \frac{14,091.48 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 15.99 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2,810} * 100 * 36.09$$

$$A_{s_{min}} = 18.11 \text{ cm}^2$$

Tomar el mayor, $A_{s_{min}} = 18.11 \text{ cm}^2$, con varilla No. 6 se tiene:

No. de varillas a utilizar.

$$\text{Var} * \text{eje} = \frac{A_s}{\text{Área varilla}}$$

$$\text{Var} * \text{eje} = \frac{18.11}{2.85} = 6.35 \text{ varillas, se aproxima al mayor, Var} * \text{eje} = 7 \text{ No.6}$$

Separación entre varillas de refuerzo

$$S = \frac{b - rec}{\text{Var} * \text{eje}}$$

Donde $S < 0.30$ m, usando varillas No. 6 se tiene:

$$S = \frac{100 - 7.5}{7} = 13.2 \text{ cm, } \rightarrow S = 10 \text{ cm (separación entre varillas)}$$

Tabla XI. Refuerzo en zapata tipo 1

ZAPATA	DATOS	DIMENSIONES	CORTE (Ton)	REFUERZO
T - 1	Mx = 5,466 Kg-m	a = 2.00 m	SIMPLE	Mu _x = 14,091.48
			Va _x = 36.98	As _{req} = 15.13 cm ²
	My = 4,766 Kg-m	b = 2.00 m	Va _y = 36.98	As _{min} = 19.06 cm ²
			Vcu _x = 49.61	No. 6 @ 0.10 m
	Pu = 125,792 Kg	A = 4.00 m ²	Vcu _x = 49.61	Mu _x = 14,091.48
			PUNZONANTE	As _{req} = 15.99 cm ²
Fcu = 1.54	t = 0.48 m	Va = 149.33	As _{min} = 18.11 cm ²	
		Vcu = 154.80	No. 6 @ 0.10 m	

2.1.7. Comparación del análisis y diseño estructural con programa ETABS

Los resultados obtenidos por el programa ETABS V8, se demuestran en los siguientes diagramas:

Figura 29. Diagrama de momentos últimos – marco Y –

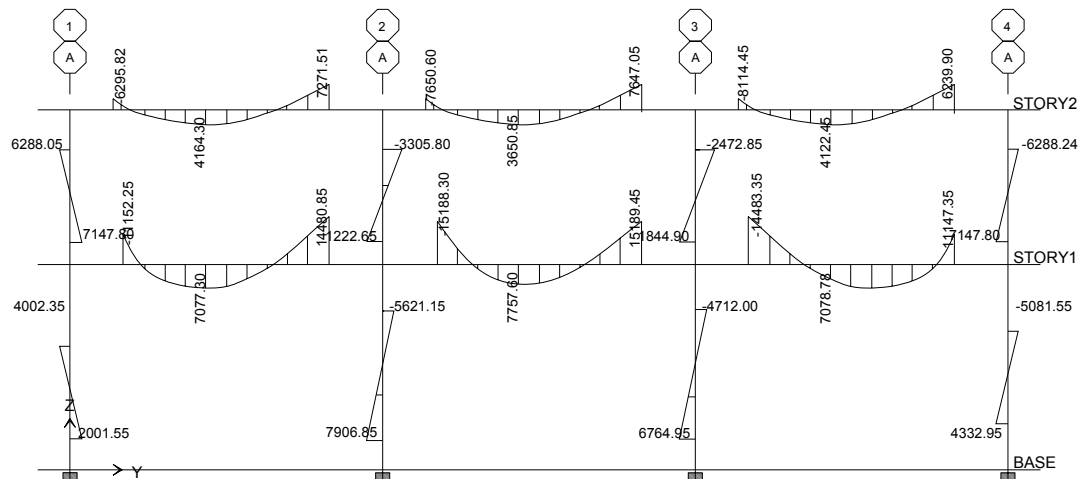


Figura 30. Diagrama de momentos últimos – marco X –

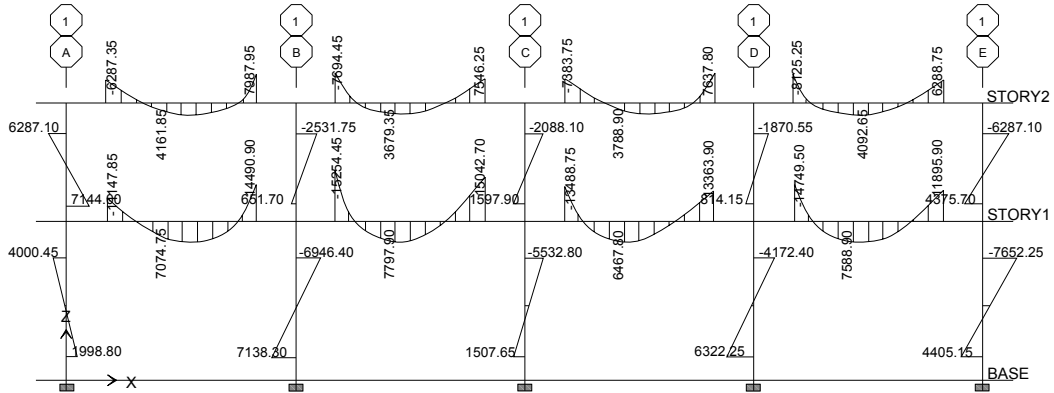


Figura 31. Diagrama de cortes en columnas – marco X –

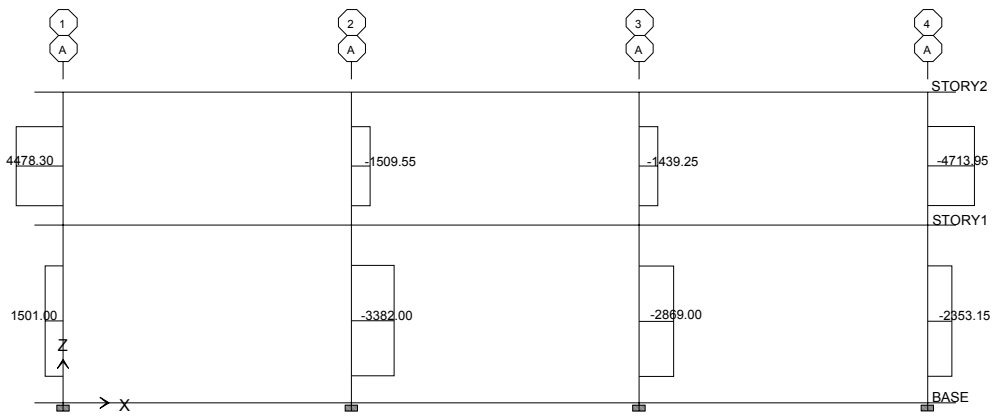


Figura 32. Diagrama de cortes en columnas – marco X –

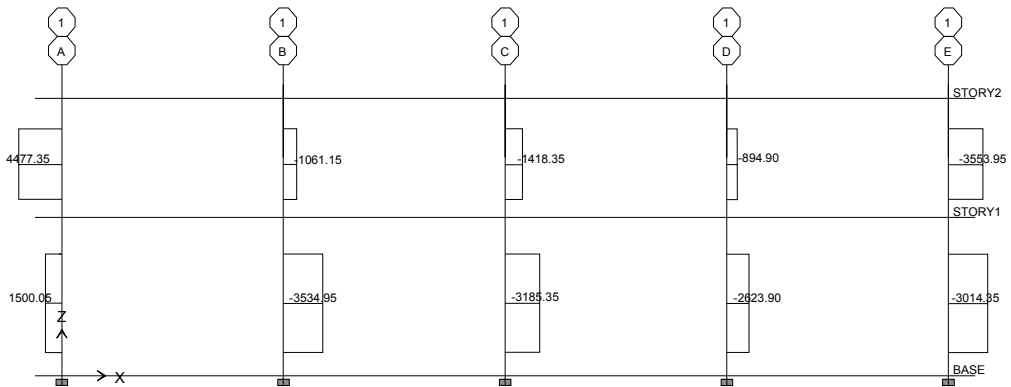


Figura 33. Isométrico de marcos rígidos

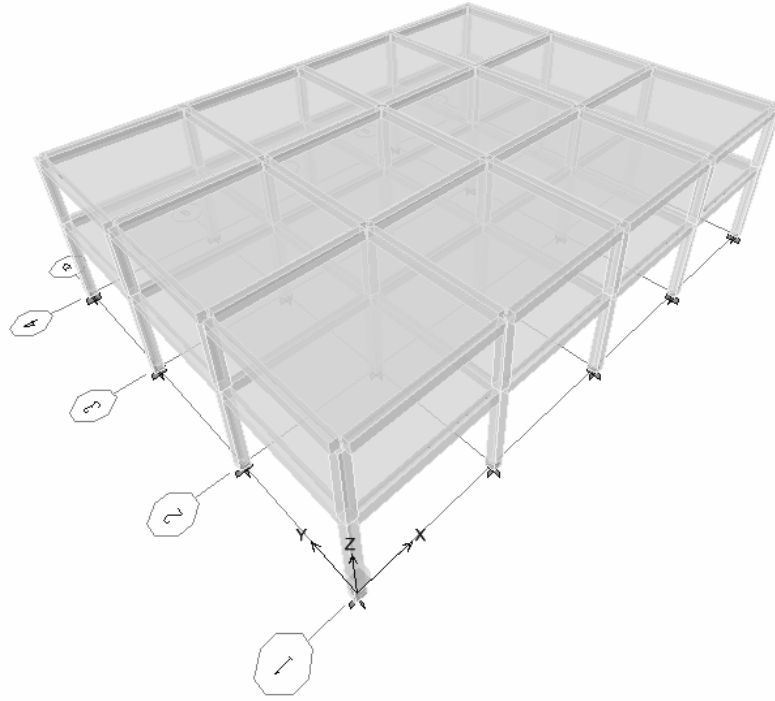
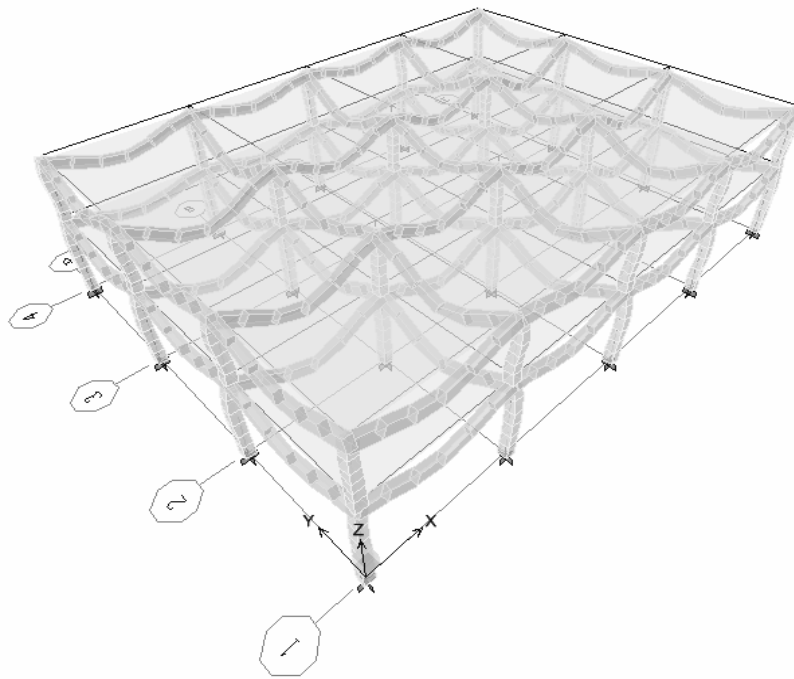


Figura 34. Isométrico de deformaciones en marcos rígidos



2.1.8. Planos constructivos

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos constructivos:

- Planta de distribución
- Planta de cotas
- Elevaciones y secciones
- Planta de cimentación
- Detalles de muros
- Detalles de cimentación
- Planta de losas y vigas
- Detalle de gradas
- Planta de agua potable
- Planta de drenajes
- Planta de energía eléctrica (iluminación y fuerza)

Ver anexos.

2.1.9. Presupuesto

Se elaboró a base de precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

Costo directo: está conformado por el costo de los materiales y mano de obra.

Costo indirecto: en este se incluyen los renglones como dirección técnica, administración y utilidades, se consideró un 30% del costo directo.

Para el efecto se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal.

Tabla XII. Presupuesto de edificio municipal

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	PRIMER NIVEL				
1	TRABAJOS PRELIMINARES	M2	449.00	Q 20.00	Q 8,980.00
2	ZAPATAS	U	20.00	Q 1,778.40	Q 35,568.00
3	CIMIENTO CORRIDO	ML	284.50	Q 167.10	Q 47,539.00
4	COLUMNAS Y SOLERAS	ML	1,194.10	Q 180.26	Q 215,244.20
5	LEVANTADO DE BLOCK	M2	899.00	Q 163.43	Q 146,925.00
6	VIGAS	ML	173.60	Q 403.23	Q 70,001.00
7	LOSA	M2	449.00	Q 344.56	Q 154,707.00
8	MODULO DE GRADAS	M2	25.70	Q 331.15	Q 8,510.50
	SEGUNDO NIVEL				
9	COLUMNAS Y SOLERAS	ML	826.00	Q 237.38	Q 196,072.00
10	LEVANTADO DE BLOCK	M2	726.00	Q 163.95	Q 119,030.00
11	VIGAS	ML	173.60	Q 337.96	Q 58,669.00
12	LOSA	M2	449.00	Q 344.56	Q 154,707.00
	PRIMER Y SEGUNDO NIVEL				
13	INSTALACIÓN DE A.P. Y DRENAJES	GLOBAL	1.00	Q 44,220.00	Q 44,220.00
14	INSTALACIÓN DE DRENAJE PLUVIAL	GLOBAL	1.00	Q 25,000.00	Q 25,000.00
15	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	GLOBAL	1.00	Q 24,000.00	Q 24,000.00
16	REPELLO	M2	3,250.00	Q 46.98	Q 152,670.00
17	CERNIDO	M2	3,250.00	Q 39.29	Q 127,680.00
18	PISO	M2	787.00	Q 222.12	Q 174,810.00
19	AZULEJO	M2	23.60	Q 123.47	Q 2,914.00
20	PUERTAS Y VENTANERÍA	GLOBAL	1.00	Q 198,800.00	Q 198,800.00
21	PINTURA	GLOBAL	1.00	Q 50,900.00	Q 50,900.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q 2,016,946.70
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				Q 605,084.01
	TOTAL DEL PROYECTO				Q 2,622,030.71

2.1.10. Cronogramas de ejecución

Sirven para definir la duración de la ejecución del proyecto. Ver anexos.

2.2. Diseño del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez.

2.2.1 Descripción del proyecto

La selección del sistema que se va a utilizar se hace de acuerdo con la fuente disponible y la capacidad económica de la comunidad, para costear la operación y mantenimiento del mismo, ya que el sistema más económico y conveniente de construir es el de gravedad, por lo que se verificó en primer lugar si las condiciones del terreno permiten realizar este sistema, lo cual es satisfactorio, debido a la topografía del lugar; por eso se utilizará el sistema de abastecimiento de agua por gravedad, para lo cual se cuenta con un nacimiento de brote definido, una línea de conducción, un tanque de almacenamiento y una línea de distribución, cajas y sus respectivas válvulas, caja rompe presión, y 59 conexiones domiciliarias en los cantones San Lorencito y Chitá, municipio de Zunilito, Suchitepéquez.

2.2.2. Fuente de abastecimiento de agua

Para dotar de agua potable a los cantones San Lorencito y Chitá, se hará uso del nacimiento 2, ubicado en el cantón San Lorencito, el cual se constató que el agua es sanitariamente segura.

2.2.3. Caudal de aforo

El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará si la fuente de agua es suficiente para abastecer a toda la población.

Los aforos se deben realizar en época seca o de estiaje. El método que más se utiliza para aforar manantiales con corrientes menores o iguales a 5 lt/s es el volumétrico por lo exacto que representa su aplicación; el aforo que se obtuvo del nacimiento 2 fue de 3.85 lt/s.

2.2.4. Calidad del agua

La calidad del agua se exige de acuerdo con el uso que se le asignará. En este caso, se trata de agua para consumo humano, por lo que debe ser sanitariamente segura; se debe cumplir para ello, con las normas de calidad físico-químicas y bacteriológicas, lo cual debe demostrarse con un certificado emitido por un laboratorio.

La calidad del agua varía de un lugar a otro, de acuerdo con las diferencias climáticas, clases de suelos que el agua remueve y las sustancias que la misma absorbe en su recorrido.

Para determinar la calidad sanitaria del agua, es necesario efectuar un análisis físico - químico y un examen bacteriológico, bajo las normas COGUANOR NGO 29001; mientras que los muestreos para los mismos deben realizarse bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29002 h18 y 29002 h19, respectivamente.

Cuando las aguas no llenan los requisitos de potabilidad, según especificaciones COGUANOR NGO 29001, éstas deberán ser tratadas mediante procesos adecuados, entre los que se pueden mencionar: el desarenamiento, sedimentación, filtración y desinfección. Este último debe adoptarse en todos los sistemas públicos, para asegurar la calidad del agua, principalmente si se determina que existe contaminación bacteriológica.

Se realizó el examen fisicoquímico y bacteriológico, para determinar la potabilidad del agua, por lo cual se determinó que desde el punto de vista de la calidad física y química, el agua cumple con la norma y que bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I, la que determina que la calidad bacteriológica no exige más que un simple tratamiento de desinfección. El resultado se muestra en los anexos.

2.2.5. Levantamiento topográfico

La topografía, para un proyecto de agua potable, define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno.

Dicha topografía se compone de planimetría y nivelación, los cuales se pueden realizar con teodolito y nivel de precisión, respectivamente, si se trata de un levantamiento de primer orden. Si la topografía no es muy complicada, se puede desarrollar un levantamiento de segundo orden, empleando únicamente teodolito para la planimetría y nivelación; esto se conoce como método taquimétrico.

Después de realizar un caminamiento tentativo en una hoja cartográfica, y hecho un recorrido en la comunidad en estudio para conocer las condiciones topográficas del lugar, la dispersión de viviendas, el posible recorrido de la línea de conducción y la línea de distribución; se determinó realizar un levantamiento de segundo orden, debido a la posición de la fuente respecto a la comunidad lo permite.

Planimetría

Es la manifestación de la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario; en ese caso, se adoptó el método de conservación de azimut; para esto se consideró un norte arbitrario como referencia. El equipo utilizado es el siguiente:

- a) Teodolito Sokkia DT 600
- b) Metro
- c) Estadal
- d) Plomada
- e) Brújula

Altimetría

La nivelación se realizó, a través de un método indirecto, que 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.

Una de las partes más importantes del trabajo topográfico es la inspección preliminar que se debe realizar, con la finalidad de observar factores que puedan determinar el diseño hidráulico del sistema de agua.

2.2.6. Cálculo de la población futura

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la población futura o de diseño por medio del método geométrico.

- Se obtienen datos oficiales de la comunidad en estudio, consultando los censos de población.

- Se investiga la población existente en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana al inicio del período de diseño. Para el caso de los cantones San Lorencito y Chitá, existen datos oficiales para el año inicial (2005) por lo que se realizó un censo poblacional teniendo un resultado de 354 habitantes.
- Se obtiene la tasa de crecimiento anual de la población. La cual es del 3.5%.
- Se define el período de diseño para el cual se desea la población futura o de diseño. El período de diseño para el proyecto es de 21 años.
- Se calcula la población futura o diseño con la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población al final del periodo de diseño (habitantes)

Po = Población en el año inicial del período de diseño (habitantes)

r = Tasa de crecimiento anual (%)

n = Período de diseño (años)

De acuerdo a lo anterior para los cantones San Lorencito y Chitá se tiene:

$$P_{2028} = 354 * (1 + 0.035)^{21}$$

$$P_{2028} = 730 \text{ hab.}$$

2.2.7. Período de diseño

Es el número de años, para el cual el sistema va proporcionar un servicio satisfactorio a la población. Es recomendable que éste no sea menor de 20 años; además, se debe contemplar un período adicional por concepto de planificación, financiamiento, diseño y construcción, aproximadamente de 1 año, por lo que en este proyecto, se tomó un período de diseño de 21 años.

2.2.8. Dotación y tipo de servicio

Esta se establece en función de aspectos importantes, como son la demanda de la comunidad, la cual está en función a sus costumbres, que están regidas por la cultura y el clima que afecta a la zona; otro aspecto es la disponibilidad del caudal de la fuente, la capacidad económica de la comunidad para costear el mantenimiento y operación del sistema. En el país, existen varias instituciones que se dedican al diseño y ejecución de acueductos y cada una propone diferentes especificaciones o criterios que pueden servir de apoyo para seleccionar la dotación. Entre las dotaciones y tipos de servicio más recomendados, están:

Tabla XIII. Dotación de agua recomendada

DOTACIÓN	TIPO DE SERVICIO
De 30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
De 40 a 50	Llenacántaros en el clima frío
De 50 a 60	Llenacántaros en clima cálido
De 60 a 80	Conexión predial en clima frío
De 100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y en zonas urbanas marginales
De 150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y colonias no residenciales
De 200 a 250	Colonias residenciales

Para el proyecto, se tomó una dotación de 100 lt/hab/día.

2.2.9. Factores de consumo

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.

Factor de día máximo (FDM)

Este 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, y se recomienda utilizarlo de la forma siguiente:

- Para poblaciones menores de 1,000 habitantes un FDM de 1.4 a 1.5
- Para poblaciones mayores de 1,000 habitantes un FDM de 1.2 a 1.3

Para el proyecto de los cantones San Lorencito y Chitá, se utilizó un factor de día máximo de 1.4, ya que la población actual es de 354 habitantes.

Factor de hora máxima (FHM)

Éste, como el anterior, depende de la población que se está estudiando y de sus respectivas costumbres. El factor de hora máxima sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo. El FHM puede variar de 2 a 5. Para sistemas rurales, se puede considerar de la forma siguiente:

- Para poblaciones menores de 1,000 habitantes, un FHM de 2.4 a 2.5
- Para poblaciones mayores de 1,000 habitantes, un FHM de 2.2 a 2.3

Para el proyecto de los cantones San Lorencito y Chitá, se utilizó un factor de día máximo de 2.4, por la cantidad de habitantes que tiene la comunidad.

El motivo por el que se toman factores altos para poblaciones menores, es porque en estas cantones, las actividades son realizadas por lo regular los mismos días y a la misma hora. Esto hace que la demanda suba, lo que requiere un factor máximo.

Factor de gasto

Es el consumo de agua que se da por vivienda. Con este factor, 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 los tramos del proyecto que se va a diseñar.

$$\text{Factor de gasto (FG)} = \frac{Qd(lt/s)}{\text{No. de viviendas}}$$

2.2.9.1. 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 consumo diarios, se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día.

El consumo medio diario, para el proyecto de los cantones San Lorencito y Chitá se calculó de la forma siguiente:

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} * \text{dotación}}{86,400s / día}$$

Donde:

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

$$Q_m = \frac{730 \text{ Hab.} * 100}{86,400 \text{ s / día}} = 0.85 \text{ lt/s}$$

2.2.9.2. 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 la línea de conducción, y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular incrementándole un porcentaje denominado factor día máximo.

$$Q_c = Q_m * FDM$$

Donde:

Q_c = Caudal máximo diario o caudal de conducción

Q_m = Consumo medio diario o caudal medio

FDM = Factor día máximo

El caudal de conducción para los cantones San Lorencito y Chitá es el siguiente:

$$Q_c = 0.85 * 1.4 = 1.19 \text{ lt/s}$$

El caudal de diseño es $Q_c = 1.19 \text{ lt/s}$; la línea de conducción se diseñó con el caudal de aforo $Q_c = 3.85 \text{ lt/s}$, por dos situaciones: 1) para aprovechar toda la cantidad de agua que hay en el nacimiento y evitar que haya rebalse en el mismo, 2) por cuestiones económicas, para que una futura ampliación del proyecto no represente empezar desde el nacimiento.

2.2.9.3. Caudal máximo horario

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la red de distribución; 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 tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_d = Caudal máximo horario o caudal de distribución

Q_m = Consumo medio diario o caudal medio

FHM = Factor hora máxima

El caudal de distribución para los cantones San Lorencito y Chitá es el siguiente:

$$Q_d = 0.85 * 2.4 = 2.04 \text{ lt/s}$$

El caudal de diseño es $Q_d = 2.04 \text{ lt/s}$, pero se diseñó con el caudal de aforo $Q_d = 3.85 \text{ lt/s}$, por las observaciones antes indicadas.

$$FG = \frac{3.85 \text{ lt/s}}{59 \text{ viviendas}} = 0.065 \frac{\text{lt/s}}{\text{vivienda}}$$

2.2.10. Parámetros de diseño

Población actual	354 habitantes
Población futura	730 habitantes
Período de diseño	21 años
Dotación	100 lts/hab/día
Caudal necesario	3.85 lts/seg
Caudal de conducción	3.85 lts/seg
Factor día máximo	1.4
Factor hora máximo	2.4
Factor de gasto	0.065 $\frac{lt/s}{vivienda}$

Diseño de tuberías

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados, a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weisbach o Hazen & Williams. Para el proyecto estudiado, se aplicó la segunda mencionada, por proporcionar resultados más aproximados:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$
$$D = \left[\frac{1743.811141 * L * Q^{1.85}}{H_f * C^{1.85}} \right]^{1/4.87}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga (m)

Q = Caudal en la tubería (lt/s)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro (pulgadas)

C = Coeficiente de rugosidad en la tubería

Para optimizar diámetros mayores en tramos de tubería, en función a la carga disponible, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$L_{\phi 2} = \frac{L * (Hf - Hf_{\phi 1})}{(Hf_{\phi 2} - Hf_{\phi 1})}$$

$$L_{\phi 1} = L - L_{\phi 2}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga permisible

Hf_{φ1} = Pérdida de carga provocada por el diámetro mayor

Hf_{φ2} = Pérdida de carga provocada por el diámetro menor

L_{φ1} = Longitud de tubería de diámetro mayor

L_{φ2} = Longitud de tubería de diámetro menor

Tipo de tuberías

En sistemas de acueductos, se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie.

La tubería HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, y 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 altas presiones, se recomienda utilizar en cuanto sea posible tubería PVC de alta presión y HG sólo donde el PVC no soportará la presión, o donde las características del terreno no permitan su empleo, ya que su costo es alto.

Diámetro de tuberías

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo con el tipo de sistema que se trate; para todo diseño, se debe utilizar el diámetro interno de la tubería.

Coefficiente de fricción

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams, para el diseño hidráulico con tubería PVC, se puede utilizar un coeficiente de fricción (C), 140 a 160, y se recomienda un $C = 140$ cuando se duda de la topografía $C = 150$, para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para tuberías de HG, puede utilizarse un $C = 100$. En caso de utilizar otras fórmulas, se deben utilizar coeficientes de fricción equivalentes a las mismas.

2.2.11. Diseño de la línea de conducción

De acuerdo con la ubicación y la naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía de la región, la línea de conducción puede definirse como el conjunto de tuberías que inicia desde las obras de captación, hasta el tanque de distribución, la cual está diseñada a trabajar a presión. Para la línea de conducción se debe seleccionar la clase y diámetro de tubería que se ajuste a la máxima economía, siempre y cuando la capacidad de la tubería sea suficiente para transportar el caudal de día máximo.

Es conveniente incrementar la longitud horizontal de la misma en un porcentaje de 2 a 5, de acuerdo con la pendiente del terreno, cuanto más quebrado sea, mayor será el porcentaje; para el proyecto, se tomó un 5% debido a la topografía.

Para lograr el mayor funcionamiento, a través de la línea de conducción, pueden requerirse cajas rompe presión, válvulas de expulsión de aire, válvulas de limpieza, llaves de paso, reducciones, codos, entre otros.

Cada uno de estos elementos precisa de un diseño, según las condiciones y características particulares.

Presiones y velocidades

La presión hidrostática en la línea de conducción se recomienda mantenerla en lo posible, debajo de 80 m.c.a., ya que arriba de ésta es conveniente prestar especial atención; la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 m.c.a.; la presión hidrodinámica en la línea de distribución no debe ser mayor de 60 m.c.a.

Ejemplo de cálculo:

De E-9 a E-19

Cota inicial del terreno	1882.22
Cota final del terreno	1816.17
Longitud	420 * 1.05 = 441 metros
Caudal (Q)	3.85 lt/s
C = 140	
Hf = 66.05 m	

Luego aplicando la fórmula de Hazen & Williams y sustituyendo valores, se obtiene el diámetro adecuado para la longitud de tubería indicada en los datos anteriores:

$$D = \left[\frac{1743.811141 * 441 * 3.85^{1.85}}{66.05 * 140^{1.85}} \right]^{1/4.87} = 1.74 \text{ plg} \begin{cases} 2'' \\ 1\frac{1}{2}'' \end{cases}$$

Para D = 2"

$$Hf = \frac{1743.811141 * 441 * 3.85^{1.85}}{140^{1.85} * 2^{4.87}} = 34.09 \text{ m}$$

Para D = 1½ "

$$Hf = \frac{1743.811141 * 441 * 3.85^{1.85}}{140^{1.85} * \left(1\frac{1}{2}\right)^{4.87}} = 138.40 \text{ m}$$

Utilizando la fórmula para calcular una tubería con dos diámetros diferentes, se tiene:

Longitud para tubería de 1½"

$$L_2 = \frac{441 * (66.05 - 34.09)}{(138.40 - 34.09)} = 135.12 \text{ m}$$

Longitud para tubería de 2"

$$L_1 = 441 - 135.12 = 305.88 \text{ m}$$

Aplicando Hazen & Williams

51 tubos = 305.88 metros de 2" Hf = 23.65

23 tubos = 135.12 metros de 1½" Hf = 42.40

De acuerdo con los resultados, el tramo estará formado por 51 tubos PVC de 2" de 160 PSI, equivalente a 305.88 metros y 23 tubos PVC de 1½" de 160 PSI, equivalentes a 135.12 metros, colocando en el cambio de tubería un reductor de campana PVC de 2" a 1½".

2.2.12. Diseño del tanque de almacenamiento

Volumen del tanque

El objetivo del tanque de almacenamiento es compensar las horas de mayor demanda y según UNEPAR el volumen se encuentra entre 25 % y 40 % del consumo máximo diario en sistemas por gravedad.

Para efecto del diseño se asume un 30 % del consumo máximo diario, para tal efecto se utiliza la fórmula siguiente:

$$V = \frac{30\% * Q_m * 86,400 \text{seg}}{1,000}$$

$$V = \frac{0.30 * 0.85 * 86,400 \text{seg}}{1,000}$$

$$V = 22.03 \text{ m}^3$$

Para efectos de diseño, el volumen del tanque será de 25 m³ y conforme la geología del terreno, se construirá de concreto ciclópeo con especificaciones en el plano constructivo.

Diseño estructural de la cubierta

La estructura de cubierta se diseñará con una losa de concreto reforzado y con las siguientes dimensiones.

Dimensiones de la losa

Las dimensiones de la losa se muestran a continuación:

Longitud = 5.00 m

Ancho = 4.00 m

Haciendo uso del código ACI y el método 3 que dice:

Coefficiente de momentos

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

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4}{5} = 0.80$$

Como $0.80 > 0.50$, entonces la losa se diseña en dos sentidos.

Espesor de la losa

b) Cálculo del espesor de la losa (t)

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{2(5.00 + 4.00)}{180} =$$

$$t = 0.10 \text{ m}$$

Integración de cargas

c) Cálculo de cargas

Carga muerta

Es el peso propio de toda la estructura.

$$CM = Pp \text{ losa} + \text{sobre peso}$$

$$Pp \text{ losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * t * 1.00 \text{ m}$$

$$Pp \text{ losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} * 1.00 \text{ m}$$

$$Pp \text{ losa} = 240 \text{ Kg/m}$$

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

$$CM = 240 \text{ Kg/m} + 60 \text{ Kg/m} = 300 \text{ Kg/m}$$

Carga viva

Son las fuerzas externas que actúan en la estructura.

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

Cargas últimas

Es la sumatoria de cargas vivas y muertas afectadas por un factor de seguridad. El factor para carga muerta es un 40 % más, y para la carga viva un 70%.

$$CM_u = 300 \text{ Kg/m} * 1.40 = 420 \text{ Kg/m}$$

$$CV_u = 100 \text{ Kg/m} * 1.70 = 170 \text{ Kg/m}$$

$$C_U = CM_u + CV_u$$

$$C_U = 420 \text{ Kg/m} + 170 \text{ Kg/m}$$

$$C_U = 590 \text{ Kg/m}$$

d) Cálculo de momentos

Momentos que actúan en la losa

Los momentos pueden ser positivos o negativos, conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo a la posición de giro.

$$M_{A(+)} = C * CM_u * A^2 + C * CV_u * A^2$$

$$M_{A(+)} = 0.068 * 420 * 4^2 + 0.068 * 170 * 4^2$$

$$M_{A(+)} = 641.92 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{A(-)} = M_{A(+)} / 3$$

$$M_{A(-)} = 641.92 \text{ Kg} - \text{m} / 3$$

$$M_{A(-)} = 213.97 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(+)} = C * CM_u * B^2 + C * CV_u * B^2$$

$$M_{B(+)} = 0.016 * 420 * 5^2 + 0.016 * 170 * 5^2$$

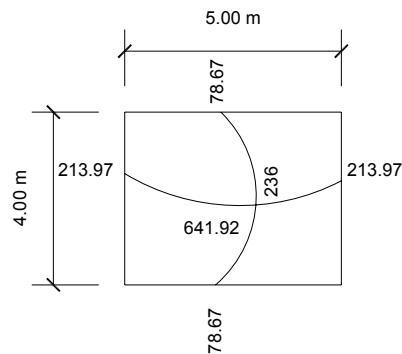
$$M_{B(+)} = 236 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_{B(-)} = M_{B(+)} / 3$$

$$M_{B(-)} = 236 \text{ Kg} - \text{m} / 3$$

$$M_{B(-)} = 78.67 \text{ Kg} - \text{m}$$

Figura 35. Diagrama de momentos



Acero mínimo y espaciamiento

Cálculo de acero mínimo ($A_{s_{min}}$)

$$A_{s_{min}} = 0.4 * 14.1 * \frac{b * d}{f_y}$$

Donde:

b = 1.00 Franja unitaria

d = t - recubrimiento

d = 10 - 2.5 cm

d = 7.5 cm

$$A_{s_{min}} = 0.4 * 14.1 * \frac{100 * 7.5}{2,800}$$

$$A_{s_{min}} = 1.51 \text{ cm}^2$$

Cálculo del espaciamiento:

$$1.51 \text{ cm} \quad \text{-----} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \quad \text{-----} \quad \rightarrow \quad S \quad \quad S = 47.01 \text{ cm}$$

Pero $S_{m\acute{a}x} = 2 * t$

$S_{m\acute{a}x} = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$

Calculando el acero para los momentos:

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right)$$

Donde:

Mu = momento último (Kg-m)

b y d = en cm

$f'c$ y f_y = en Kg/cm²

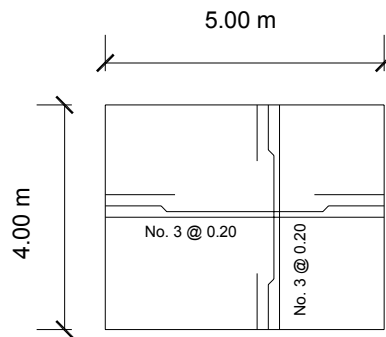
As = cm²

La tabla de resultados de los momentos y espaciamientos se presenta a continuación:

Tabla XIV. Área de acero y espaciamiento

Momento Kg-m	As cm2	S cm	S máx cm	No. Varilla
213.97	1.14	62.28	20	3
641.92	3.51	20.22	20	3
78.67	0.41	173.17	20	3
236	1.26	56.34	20	3

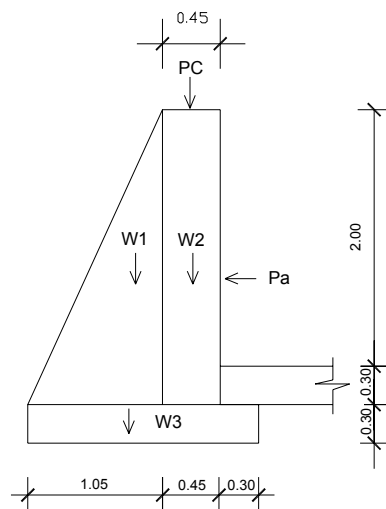
Figura 36. Diagrama de refuerzo



Diseño estructural del muro

Por las características geográficas del terreno se diseñará muros de gravedad, para la construcción del tanque de almacenamiento.

Figura 37. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro



Donde:

Peso específico del agua $\gamma_{\text{agua}} = 1,000 \text{ Kg/m}^3$

Coefficiente de fricción $C_f = 0.60$

Base = $C_f * H$

Base = $0.60 * 2.30 \text{ m}$

Base = 1.38 m

Base = 1.50 m

Peso específico del muro $\gamma_{\text{muro}} = 2,000 \text{ Kg/m}^3$

Peso específico del suelo $\gamma_{\text{suelo}} = 1,710 \text{ Kg/m}^3$

Valor soporte del suelo $V_s = 442,960 \text{ Kg/m}^2$

Peso específico del concreto $\gamma_{\text{concreto}} = 2,400 \text{ Kg/m}^3$

Integración de cargas que soportan los muros: La tabla con los datos de la integración de cargas se presenta a continuación:

Tabla XV. Integración de cargas

Figura	W (Kg) = $\gamma_{\text{muro}} * \text{Área}$	Brazo (m)	M (Kg-m)
1	$2,000 * 0.5 * 2.30 * 1.05 = 2,415$	$2/3 * 1.05 = 0.70$	1,690.5
2	$2,000 * 0.45 * 2.30 = 2,070$	$1.05 + (0.45/2) = 1.275$	2,639.25
3	$2,000 * 0.30 * 1.80 = 1,080$	$1.80/2 = 0.90$	972

$\Sigma (Wr) = 5,565 \text{ Kg}$

$\Sigma (Mr) = 5,301.75 \text{ Kg-m}$

Cargas de la losa y de la viga hacia el muro

Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga del lado menor sobre el muro.

$$W_{\text{losa}} = \frac{CU * A}{L}$$

$$W_{losa} = \frac{590 * 4}{4}$$

$$W_{losa} = 590 \text{ Kg / m}$$

Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga sobre el muro.

$$W_{viga} = \gamma_{concreto} * b_v * h_v$$

$$W_{viga} = 2,400 * 0.15 * 0.20$$

$$W_{viga} = 72 \text{ Kg / m}$$

Suma de cargas uniformemente distribuidas (W_{lv})

$$W_{lv} = W_{losa} + W_{viga}$$

$$W_{lv} = 590 + 72$$

$$W_{lv} = 662 \text{ Kg / m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria (P_c)

$$P_c = 662 * 1$$

$$P_c = 662 \text{ Kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual P_c (M_c)

$$M_c = 662 \text{ Kg} * ((0.5 * 0.45 \text{ m}) + 1.05 \text{ m})$$

$$M_c = 844.05 \text{ Kg - m}$$

Carga total (W_t)

$$W_t = 5,565 + 844.05$$

$$W_t = 6409.05 \text{ Kg}$$

Fuerza activa

$$Fa = \frac{\gamma_{agua} * h^2}{2}$$

$$Fa = \frac{1,000 * 1.80^2}{2}$$

$$Fa = 1,620 \text{ Kg}$$

- Chequeo del muro contra volteo:

$$Mv = Fa * \frac{h}{3}$$

$$Mv = 1620 * \left(\frac{1}{3} * 1.80 + 0.60 \right) \quad Mv = 1,944.00 \text{ Kg}$$

Verificación contra volteo:

$$Fs = \frac{Mr}{Mv}$$

$$Fs = \frac{5,301.75}{1944}$$

$$Fs = 2.72$$

2.72 > 1.5, por lo tanto, si chequea contra volteo.

- Chequeo del muro contra deslizamiento

$$Ff = Wt * \text{coeficiente de fricción}$$

$$Ff = 6,409.05 * 0.60$$

$$Ff = 3,845.43 \text{ Kg}$$

Verificación contra deslizamiento:

$$F_s = \frac{F_f}{F_a}$$

$$F_s = \frac{3,845.43}{1620}$$

$$F_s = 2.37$$

2.37 > 1.5, por lo tanto, si chequea contra deslizamiento.

Coordenadas de la resultante

$$X = \frac{(Mr - Mv)}{W}$$

$$X = \frac{(5,301.75 - 1,944)}{6,409.05}$$

$$X = 0.5239 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - X$$

$$e = \frac{1.8}{2} - 0.5239$$

$$e = 0.376 \text{ m}$$

Cálculo de presión sobre el suelo

$$P = \frac{Wt}{A} * \left(1 + 6 * \frac{e}{b}\right)$$

$$P = \frac{6,409.05}{1.8 * 1} * \left(1 + 6 * \frac{0.376}{1.8}\right)$$

$$P = 8,023.18 \text{ Kg/m}^2$$

Como $8,023.18 \text{ Kg/m}^2 < 442,960 \text{ Kg/m}^2$, el suelo resiste la presión del muro.

2.2.13. Sistema de desinfección

La desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos presentes en el agua mediante la aplicación directa de medios físicos o químicos, con el propósito de proveer de agua libre de bacterias, virus y amebas para los habitantes de los cantones San Lorencito y Chitá, por lo que se debe proceder a la desinfección de la misma.

La filtración es un método físico, aunque por sí solo no garantiza la calidad del agua. Otro método que destruye microorganismos patógenos que suelen encontrarse en el agua es la ebullición. El sistema de rayos ultra violeta también suele utilizarse, pero este método es de muy alto costo. Los métodos químicos más empleados para a desinfección son: el yodo, la plata y cloro.

El cloro es un poderoso desinfectante que tiene la capacidad de penetrar en las células y de combinarse con las sustancias celulares vivas y es el más común en sistemas de acueductos rurales.

Cloración

Es el procedimiento que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipoclorito de calcio o sodio y tabletas de tricloro). Este método es el de más fácil aplicación y el más económico, por lo que es el más usado en el área rural.

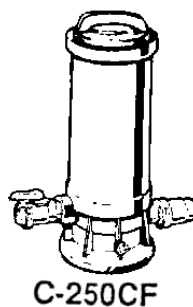
Tabletas de tricloro

Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que se disuelven por erosión y disolución normal causado por agua, con un tamaño de 3" de diámetro, por 1" 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.

Alimentador automático de tricloro

El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, las que depende del caudal requerido para el proyecto, el modelo a utilizar se muestra a continuación:

Figura 38. Alimentador automático de tricloro



Fuente: Almacén Americano. Guía de instalación y operación de hipocloradores automáticos. Pág. 2.

De entre los tres derivados de cloro se eligió las tabletas a través del alimentador automático, dado que este método es mucho más económico en cuanto a su costo y operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas cloro que es otra opción en el mercado.

Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es la siguiente:

$$G = \frac{C * M * D}{\%C}$$

Donde:

G = Gramos de tricloro

C = Miligramos por litro

M = Litros de agua a tratarse por día

D = Número de días que durará

% C = Concentración de cloro

Se determina la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un período de 15 días.

$$G = \frac{0.001 * 332,640 * 15}{0.9}$$

$$G = 5,544 \text{ gr}$$

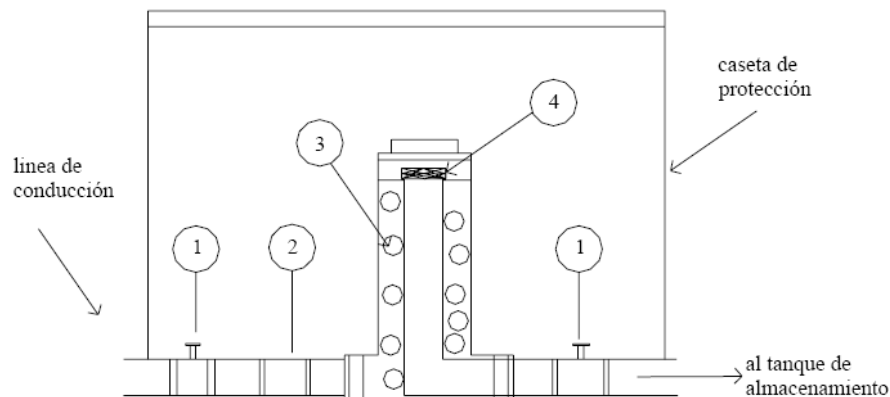
Esto quiere decir, que se necesitan 5,544 gramos de tricloro, equivalente a 28 tabletas para 15 días, para lo cual se requiere de un alimentador automático modelo C-250CF, con capacidad para 28 tabletas máximo.

Instalación del alimentador automático de tricloro

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.

En este proyecto se hará la instalación del hipoclorador en paralelo con la tubería de conducción, tal como se muestra en la figura 32, entre la caja de válvula de entrada y el tanque de almacenamiento; este sistema permite que en forma directa se inyecte la solución a la tubería, con esto se logra una mezcla más homogénea en menor tiempo dentro del tanque de almacenamiento.

Figura 39. Instalación del alimentador automático de tricloro



1. Válvula de paso
2. Válvula de cheque
3. Ubicación de las pastillas de tricloro
4. Filtro para solución

2.2.14. Diseño de la línea de distribución

Una línea de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el consumidor, y su función sanitaria es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad aceptable, por lo que se debe tratar antes de entrar a la misma.

Para el diseño de redes de distribución, es necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución debe hacerse, mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.
- La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las normas establecidas, para facilitar así su mantenimiento.

Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

Red ramificada o abierta

Es la que se construye en forma de árbol, la cual se recomienda cuando las casas están dispersas. En este tipo de red, los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten otros secundarios. Para el diseño de la red de distribución, se utilizan las fórmulas que se describen anteriormente, utilizadas en el diseño de la línea de conducción.

Red en forma de malla o de circuito cerrado

Es cuando las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Esta técnica funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos, y permite la circulación del agua. En una red en forma de malla, la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross, que se considera balanceado cuando la corrección el caudal es menor del 1% del caudal que entra.

Para el proyecto en estudio, el diseño de la red de distribución, por la ubicación de las viviendas, será abierta, esto quiere decir que este sistema constará solamente de una línea principal y toda la población se abastecerá con conexiones domiciliarias.

Ejemplo de cálculo:

De E-19 a E-24

Cota inicial del terreno	1816.17
Cota final del terreno	1715.53
Longitud	652 * 1.05 = 684.60 metros
Caudal (Q)	2.04 lt/s
C = 140	
Hf = 34.29 m	

Luego aplicando la fórmula de Hazen & Williams y sustituyendo valores, se obtiene el diámetro adecuado para la longitud de tubería indicada en los datos anteriores:

$$D = \left[\frac{1743.811141 * 684.60 * 2.04^{1.85}}{34.29 * 140^{1.85}} \right]^{1/4.87} = 1\frac{1}{2} \text{ plg}$$

Para D = 1½"

$$H_f = \frac{1743.811141 * 684.60 * 2.04^{1.85}}{140^{1.85} * 1 \frac{1}{2}^{4.87}} = 34.29 \text{ m}$$

Aplicando Hazen & Williams

119 tubos = 684.60 metros de 1½" Hf = 34.29

De acuerdo con los resultados, el tramo estará formado por 119 tubos PVC de 1½" de 160 PSI, equivalentes a 684.60 metros.

2.2.15. Obras hidráulicas

Caja de válvulas: Antes de seleccionar las válvulas, se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, costo y disponibilidad, la caja de válvulas se colocará al principio de la red de distribución o en los lugares donde se considere necesario.

Válvula de aire: El objetivo de esta válvula es extraer el aire que se va acumulando dentro de la tubería; debe colocarse en la línea de conducción después de una depresión y en la parte más alta donde el diseño hidráulico lo indique. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, protegida con una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado. Se necesitará de 1 válvula, colocada en E-17.

Válvula de compuerta: Son las válvulas de aislamiento de mayor uso en los sistemas de distribución, principalmente por su costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están abiertas totalmente.

Tienen un valor limitado como válvulas de control, por el desgaste del asiento y la desviación, y mucho uso del disco de la compuerta, aguas abajo. Además el área abierta y el volumen de circulación por la válvula no son proporcionales al porcentaje de apertura de la válvula, en apertura parcial. La corrosión, la acumulación de sólidos, la formación de tubérculos, las grandes diferencias de presión y la expansión térmica, provocan dificultades para abrir las válvulas de compuerta, normalmente cerradas, o al cerrar las válvulas de compuerta normalmente abiertas. La inspección y operación periódica de las válvulas que funcionan con poca frecuencia evitan muchas dificultades en su operación. Se colocó este tipo de válvulas en la presa de captación, caja rompepresión y tanque de almacenamiento.

Caja rompe presión: La caja rompe presión, es un tipo de obra que sirve para evitar grandes presiones en la tubería. En el diseño del proyecto se requiere 1 caja rompe presión, misma que se construirá con mampostería de piedra y se colocará en la E -29.

2.2.16. Conexiones domiciliarias

Las componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. El tipo de distribución es domiciliar en su totalidad y se construirá conforme lo especifican los planos.

2.2.17. Planos del sistema de abastecimiento de agua potable

Para este proyecto se elaboraron los siguientes planos constructivos:

- Planta – perfil de línea de conducción
- Planta – perfil de línea de distribución
- Detalle caja válvula de aire y caja rompe presión
- Detalle acometida domiciliar y presa de captación
- Detalle tanque de almacenamiento y especificaciones de diseño

Ver anexos.

2.2.18. Presupuesto

Se elaboró a base de precios unitarios, tomando en cuenta lo siguiente:

Costo directo: está conformado por el costo de los materiales y mano de obra.

Costo indirecto: en este se incluyen los renglones como dirección técnica, administración y utilidades, se consideró un 30% del costo directo.

Para el efecto se tomaron como base los precios de los materiales y mano de obra que se trabajan en la cabecera municipal.

Tabla XVI. Presupuesto de sistema de agua potable

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO
1	PRESA DE CAPTACIÓN	1	U	Q 14,531.00	Q 14,531.00
2	LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	3984.62	ML	Q 27.87	Q 111,053.00
3	VÁLVULAS DE AIRE	1	U	Q 2,075.00	Q 3,350.00
4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	1	U	Q 32,275.00	Q 32,275.00
5	CAJAS ROMPE PRESIÓN	1	U	Q 1,170.25	Q 2,340.50
6	CONEXIONES DOMICILIARES	59	U	Q 316.36	Q 18,665.00
7	CLORADOR	1	U	Q 2,100.00	Q 2,100.00
	TOTAL COSTOS DIRECTOS				Q 184,314.50
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS				Q 55,294.35
	TOTAL DEL PROYECTO				Q 239,608.85

2.2.19. Especificaciones técnicas

Limpieza, chapeo y desmonte

Consiste en cortar, desraizar, quemar y retirar de los sitios de construcción los árboles, arbustos, hierba o cualquier otra clase de residuos dentro de las áreas de construcción, así como eliminar todo objeto que pueda poner en peligro la ejecución de los trabajos a realizarse.

La línea para la instalación de tubería deberá en todo caso estar limpia, libre de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 2.00 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.

En el área ocupada por el tanque, además de la limpieza, desmonte y desenraíce el ejecutor eliminará la capa vegetal hasta la profundidad que indique el supervisor.

El área donde se construyan los tanques estará completamente libre de vegetación y materia orgánica. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser dispuesto donde no ocasiona daño a las propiedades vecinas o deberá ser incinerado.

Previo a la limpieza del terreno, deberá observarse las medidas de impacto ambiental sobre el sector y/o terreno, para la disposición de material sobrante producto de la limpieza del proyecto, para evitar dificultades en la ejecución.

Trazo, excavación, zanjeo y relleno

Trazo: La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados en el campo por el ejecutor, de acuerdo a los planos que le sean proporcionados asumiendo la responsabilidad total por las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de los trabajos. Para las referencias de los trazos y niveles, el ejecutor deberá construir los bancos de nivel y los mojones que sean necesarios, procurando que su localización sea la adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento.

Excavación: Es la operación de extraer y remover el material dentro de los límites de la construcción, para luego ser incorporados o ser clasificados como material sobrante, por estar así indicado en los planos o por tratarse de material inapropiado. La excavación se hará manual o con máquina dependiendo de la magnitud de trabajo o bien a través de una combinación de ambas. Dichos materiales deberán ser removidos en un ancho y profundidad que defina el supervisor, hasta llegar a un estrato que considere adecuado.

La tubería será colocada con una base de materiales estables, cuidadosamente conformados para que pueda asentarse la parte inferior de la misma, cuando menos en un 10% de su altura total, y en toda su longitud. Cuando la tubería se coloca en zanja, ésta deberá ser suficiente ancha cuando este terminada y conformada par recibir la tubería, darle espacio de trabajo a la colocación, arreglo de juntas y permitir compactación eficiente del relleno y material de fundición abajo y a los lados del tubo. Los anchos en la excavación son indicados en la siguiente tabla:

Tabla XVII. Anchos y profundidades de excavación

Diámetro de tuberías	Ancho de la excavación (metros)	Profundidad de zanjeo (metros)
2 ½"	0.78	0.80
2"	0.71	0.80
1 ½"	0.71	0.80

El relleno alrededor y debajo de la tubería, debe ser hecho de materiales libres de fragmentos grandes de roca, en capas de 15 cm de material suelto apisonado a mano hasta llegar a 60 cm de altura; de este punto para arriba se podrá hacer el relleno en capas de 20 cm.

Se permitirá que opere equipo pesado sobre la tubería solo si el relleno ha sido hecho correctamente y hasta que esté cubierta por lo menos con 50 cm de material.

Ningún pavimento o material de superficie se pondrá sobre cualquier tubería hasta que el relleno haya sido perfectamente compactado.

Colocación de tubería

Las tuberías enterradas pueden apoyarse sobre el terreno natural al fondo de la zanja, el cual debe ser nivelado y estar libre de elementos que puedan causar concentraciones de cargas o en un lecho de material selecto compactado; esta última condición se exigirá cuando el terreno natural no sea adecuado para soportar la tubería.

Ninguna tubería de aguas negras deberá pasar sobre otra de agua potable. La distancia mínima entre tuberías será de 0.20 m cuando se cruzan y 0.40 m cuando son paralelas y en todo caso la de agua potable sobre la de aguas negras.

Para evitar movimientos laterales, la tubería debe acunarse adecuadamente con las paredes de la zanja.

Toda la tubería debe ser instalada en la alineación definida en los planos y de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados para no tener que esforzarla a posiciones diferentes posteriormente a su colocación.

Las uniones, accesorios, válvulas y chorros deberán ser instalados utilizando el método de trabajo más adecuado y siguiendo las instrucciones del fabricante. En los casos de uniones con empaque de hule, se usará el lubricante adecuado. Para las uniones con tornillos, éstos deberán apretarse paulatinamente, en los lados opuestos hasta lograr una junta impermeable. Si en una tubería galvanizada el recubrimiento fuere dañado al roscar o apretar los tubos, se deberá aplicar pintura anticorrosiva. La junta del tubo de HG es roscada, por lo que se deberá linear bien los tubos a unir de tal forma que no se dañen las roscas de unión.

La tubería que no se encuentre en su verdadera alineación o que muestre asentamiento excesivo después de colocada, se deberá quitar y colocar correctamente sin ninguna compensación extra.

Las tuberías que queden empotradas en losas y muros de concreto armado, deben colocarse del lado interno del refuerzo y nunca entre desplazamientos en el momento de la fundición.

Al finalizar la instalación de tuberías, deberá efectuarse una prueba que garantice la ausencia de fugas.

Recubrimientos

Los recubrimientos de la tubería se deberán hacer con concreto ciclópeo, con un espesor mínimo de 15 cm a todo el rededor del tubo.

Conexiones domiciliarias

Estas deberán ser construidas de acuerdo con los planos del proyecto, las cuales generalmente constan de dos partes: caja de registro y acometida domiciliar.

Enconfrado y desenconfrado

Toda formaleta deberá ser de acuerdo a forma y diseño para el que se debe tomar en cuenta las cargas que puedan presentarse durante el proceso de construcción, considerando la concentración de personal, equipo y materiales. Se construirá correctamente con madera u otro material en buen estado, en forma ajustada y nivelada de acuerdo a los requisitos siguientes:

En los cimientos se usará encofrado en las caras laterales, pudiendo omitirse únicamente cuando las condiciones del terreno permitan la excavación de zanjas firmes y rectangulares.

Los parales deben nivelarse con pilones de madera, que faciliten la remoción sin producir esfuerzos al concreto y que eviten asentamientos al momento de la fundición. Deben embrairse en ambos sentidos. Para las losas se emplearan parales cuya sección de 2" x 3" con una separación mínima de 0.70 m en ambos sentidos.

Los entarimados para las losas deben estar bien nivelados, plomeados, ajustados a las medidas y ser resistentes, formados por tablas de 1" de espesor mínimo, en buen estado, contando con la debida autorización del supervisor. El desencofrado se hará de 2 a 28 días después de la fecha de función, según la tabla siguiente:

Tabla XVIII. Tiempos de desencofrado

ELEMENTO	TIEMPO PARA DESENCOFRAR
Paredes y superficies verticales	2 días
Columnas	3 días
Losas y vigas hasta de 3 metros de luz	7 días
Losas y vigas de más de 3 metros de luz	3 días adicionales a los primeros 7 por cada metro más de luz (preferiblemente 28 días)
Voladizo hasta de 1.20 metros	14 días (deberá dejarse apuntalado parcialmente)
Voladizo de más de 1.20 metros	6 días adicionales a los 14 días primeros por cada ½ metro más de longitud (preferiblemente 28 días)

Los tiempos de desencofrado indicados en la tabla anterior, podrán reducirse únicamente cuando se utilicen acelerantes de fraguado, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Especificaciones de materiales y productos

Los materiales y productos utilizados para la construcción del sistema de agua potable deberán ser de clase y calidad aceptables, de manera que llenen los requisitos mínimos para tener la resistencia requerida establecida por las normas.

Cemento: El cemento a usarse para el concreto será Pórtland tipo I, de uso general, norma ASTM C-150.

Agregados: El agregado fino podrá ser arena de río, artificial o de origen volcánico, libres de materia orgánica, que cumpla con la norma ASTM C-33. El tamaño máximo para el agregado grueso será de 1 ½", pero no mayor de $\frac{2}{3}$ del espacio libre mínimo entre barras de refuerzo, $\frac{1}{5}$ de la menor dimensión entre formaletas ó $\frac{1}{3}$ del espesor de losa.

Agua: Deberá estar libre de materia orgánica u otras sustancias nocivas al concreto. Norma ASTM T-26.

Acero de refuerzo: Las barras de refuerzo para mampostería serán grado 40, y deberán llenar los requerimientos de la norma ASTM A-615. El acero de refuerzo para concreto será grado 60, y se regirá por las especificaciones de la norma ASTM A-615, A-185 Y A-497.

Recubrimientos: El refuerzo tendrá los recubrimientos de concreto mínimos que se indican a continuación:

- Cimiento en contacto con el suelo 7.50 cm.
- Estructuras expuestas al agua, 5.00 cm.
- Vigas, columnas, soleras, 2.50 cm.

Armado del acero de refuerzo

Deberá efectuarse con mano de obra especializada, la distribución y colocación del acero de refuerzo debe estar completamente de acuerdo a los planos, éstas deben cumplir con las especificaciones del código ACI vigente.

El acero debe quedar debidamente asegurado, con el fin de evitar posibles desplazamientos al momento de la fundición. Todas las tuberías que queden empotradas en las fundiciones, deberán colocarse sobre el refuerzo y nunca entre este y la formaleta; para proporcionar el recubrimiento adecuado entre el refuerzo y la formaleta podrá utilizarse tacos de concreto o elevadores de metal, no siendo aceptables los últimos para refuerzo de cimiento u otras estructuras en contacto con el terreno o la intemperie.

Antes de efectuar la fundición de cimientos, vigas, losas, columnas, muros, etc., deberá colocarse el refuerzo de todos los elementos que se unan a estos, debiendo quedar anclados y soportados para mantener la posición de diseño.

El acero de refuerzo debe estar limpio de grasa, escamas de oxidación y cualquier otra sustancia que reduzca su adherencia con el concreto.

Mezcla de concreto

Concreto ciclópeo: material compuesto de piedra bola en un 33%, con un 67% de concreto. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y pedrín en una proporción 1:2:3.

Concreto: material compuesto de cemento arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:2, o con una proporción que garantice una resistencia f_c igual a 210 kg/cm^2 (3,000 PSI).

Mampostería de piedra: material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será de sabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.

Alisado: material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.

Repello: material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

El concreto podrá ser mezclado en planta o en obra, debiendo cumplir con los requerimientos generales siguientes:

- Las proporciones de materiales se medirán por métodos aceptados por el supervisor y el uso de aditivos debe ser previamente aprobado.
- Todo el equipo que se utilice debe estar en buen estado y de no ser así podrá ser rechazado por el supervisor.

- No se aceptará la utilización de concreto que haya desarrollado un fraguado inicial.
- Para el mezclado a máquina, el tiempo de mezclado después que todos los materiales estén dentro de la mezcladora deberá estar entre 1 ½ y 3 minutos, y el tiempo que transcurra desde que se termine el mezclado hasta que se coloque el concreto en la formaleta, no excederá de 30 minutos a menos que se usen aditivos o se tomen precauciones especiales para retardar el fraguado inicial. Los métodos que se empleen para transportar el concreto no deben producir la segregación de la mezcla.
- El concreto se colocará en forma continua e ininterrumpida, manteniendo la superficie nivelada en alturas no mayores de 45 cm. No se permitirá depositar el concreto desde alturas mayores de 1.50 m de caída libre.
- Cuando las fundiciones no puedan llevarse a cabo sin interrupciones, la superficie donde se interrumpa deberá dejarse limpia y rugosa, debiendo tratarse adecuadamente con agua de cemento y preferiblemente un adherente antes de continuar la fundición.
- El concreto deberá ser vibrado con unidades de inmersión y solamente en casos especialmente calificados por emergencias podrá usarse varillas de hierro con punta redondeada y diámetro no menor de 3/8". Deberá cuidarse que los vibradores no toquen el acero de refuerzo.
- Cuando el concreto sea transportado por medios mecánicos, éstos no deben transmitir golpes o vibraciones en las formaletas. Se deberá tomar las precauciones necesarias para proteger el concreto durante las fundiciones bajo fuertes lluvias.
- El concreto se colocará sobre superficies húmedas, limpias y libres de corrientes de agua, no se permitirá depositar el concreto sobre fangos blandos, superficies secas o porosas o sobre rellenos que no hayan sido consolidados adecuadamente.

- El concreto que se haya endurecido antes de ser colocado, será rechazado y no podrá ser utilizado en ninguna fundición de la obra.
- El supervisor podrá suspender u ordenar la demolición del elemento estructural que no llene los requerimientos para las normas constructivas.

Curado y protección

El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares, lluvia y de cualquier otro agente exterior que pueda dañarlo. Deberá mantenerse húmedo por lo menos durante los primeros veintiocho días después de su colocación. Para eso se cubrirá con una capa de agua, o con una cubierta saturada de agua, o por cualquier otro método que mantenga constantemente húmeda la superficie del concreto.

El agua para el curado deberá estar limpia y libre de elementos que puedan dañar el concreto.

Acabados

Son tratamientos que se hacen a los muros de mampostería, o de concreto que queden expuestos, colocando capas de materiales resistentes para protegerlos, ayudar a su limpieza, fácil mantenimiento y conservación, lo mismo para lograr efectos decorativos. Sobre pisos y losas se debe efectuar un acabado final durante la fundición, antes de que el concreto haya secado.

2.2.20. Cronogramas de ejecución

Sirven para definir la duración de la ejecución del proyecto. Ver anexos.

2.2.21. Operación y mantenimiento

2.2.21.1. Programa de operación y mantenimiento

El sistema de agua potable se puede comparar con una máquina que el buen funcionamiento depende de que cada una de sus partes funcione bien. No es solo un sistema de tuberías por donde entra, pasa y sale el agua en las conexiones. Existen tres razones importantes para efectuar la operación.

1. La cantidad y calidad del agua de las fuentes, sean estas de lagos, laguna, ríos o aguas subterráneas, constituye el primer factor para el buen funcionamiento del sistema, cuidar las fuentes y captar el agua en las presas, pozos perforados constituye la base fundamental del sistema.
2. Un tanque lleno es la primera condición para que se conduzca el agua hasta los lugares más altos y apartados de la comunidad.
3. La presión del agua se logra con el manejo de válvulas. El abrir o cerrar válvulas permiten que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema, tanto en los lugares bajos como altos.

Importancia del mantenimiento del sistema de agua potable

Existen dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento preventivo: Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, éste se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

Figura 40. Mantenimiento preventivo



Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 19.

Recomendaciones para dar mantenimiento a algunas partes del sistema

En la captación de la fuente: Durante el invierno, se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes, esto se hará para detectar desperfectos y el estado de limpieza de la misma y para corregir algún problema encontrado. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, suelo, piedra o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse a cada dos meses teniendo cuidado que no existan rajaduras, filtraciones y que las tapaderas de visita estén en su respectivo lugar y en buen estado. Si existiera empozamiento de agua, deberá hacer canales de desagüe para drenar el agua y evitar contaminación. Al notar derrumbes o deslaves que afecten el tanque de captación o de almacenamiento el comité deberá actuar de forma inmediata.

Figura 41. Limpieza de tanque de captación

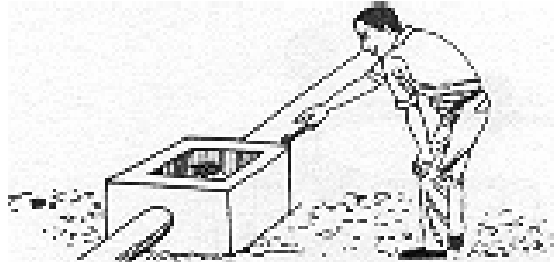


Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 20.

Revisión de la línea de conducción:

- Observar si hay deslizamiento o hundimiento en el suelo.
- Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.
- Abrir las válvulas de limpieza para evitar los sedimentos existentes.
- Verificar el buen estado y funcionamiento del flotador, de tal manera que permita la entrada de agua.

Figura 42. Revisión de tuberías



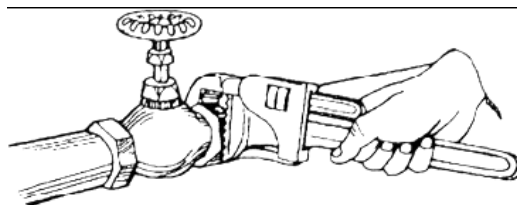
Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 21.

Revisión de válvulas:

- Revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las válvulas lentamente para evitar daños a la tubería debido a las altas presiones.
- Observar que no haya fuga, ruptura o falta de limpiezas, si existieran deben repararse o cambiarse.

Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

Figura 43. Revisión de válvulas

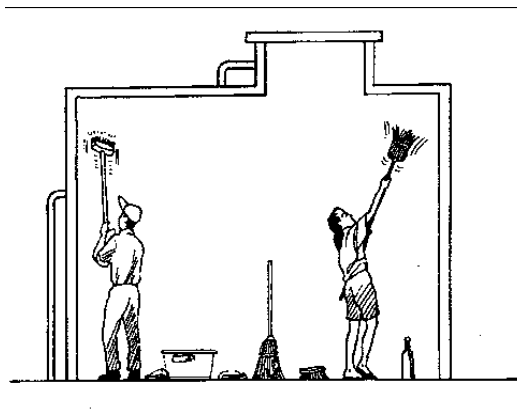


Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 22.

Revisión del tanque de almacenamiento:

- Es importante realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga grietas o filtraciones.
- Revisar que la escalera que conduce a la parte superior, se encuentre en buenas condiciones.
- Inspeccionar que la tapa de visita esté en buenas condiciones.
- Verificar que el tanque esté limpio y con suficiente agua.
- Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

Figura 44. Limpieza de tanques



Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 22.

Mantenimiento correctivo: Como mantenimiento correctivo se entiende todas aquellas acciones que se ejecuten para reparar daños en el equipo e instalaciones ya sean estos causados por accidentes o deterioro a causa del uso, dentro del mantenimiento correctivo se encuentran:

Reparación de tubería de hierro galvanizado: Si en la tubería existe fuga por rotura, hay que excavar un metro a la izquierda y un metro a la derecha (si en caso estuviera enterrado) por donde pasa la tubería y luego cortar el tubo, quitar el pedazo dañado, hacer una rosca con la tarraja, seleccionar o hacer el niple según la parte dañada, ponerle una camisa de dos pulgadas y una unión universal de 2 pulgadas, usar pegamento o cinta de teflón, camisa de dos pulgadas, niple de hierro galvanizado (hg), unión universal.

Figura 45. Revisión de tubería de hierro galvanizado



Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 23.

Reparación de tubería PVC: Si en la tubería de PVC existe fuga, hay que excavar 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha, y luego hacer un niple con un traslape de 2 pulgadas y eliminar el agua de la zanja y tubería (trabajar en seco), esperar media hora para hacer circular el agua y probar las presión en las uniones.

Otras reparaciones: Para reparaciones complejas o más difíciles de realizar es necesario contar con fontaneros con un poco más de experiencia, por lo que se recomienda a los comités de ser necesario coordinar con las municipalidades o con UNEPAR-INFOM.

Herramientas básicas para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua:

Palas, piochas, marcos para sierra, sierra para metales, llaves cangrejo de 18 pulgadas, llave inglesa de 18 pulgadas, tenazas, carretillas, tarrajas, martillo.

Figura 46. Herramientas



Fuente: Cruz Roja guatemalteca. Módulo educativo: operación y mantenimiento de sistemas de agua. Pág. 24.

2.2.21.2. Costos de operación y mantenimiento

Costo de operación (O): Este costo representa el pago al fontanero por revisión de la tubería y conexiones domiciliare. Asumiendo que el fontanero recorrerá 3 Km. de línea al día revisándola minuciosamente y podrá revisar 20 conexiones al día, además se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización.

$$O = ((\text{long. tubería} * 1/3 * \text{jornal}) + (\text{No. conexiones} * 1/20 * \text{Jornal}))1.43$$

$$O = ((6.00 * 1/3 * Q75.00) + (59 * 1/20 * Q75.00))1.43$$

$$O = Q 530.00$$

Costo de mantenimiento (M): Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario cambiar los ya instalados o para la ampliación de los mismos. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$M = \frac{0.004 * \text{costo total del proyecto}}{20}$$

$$M = \frac{0.004 * Q267,675.85}{20}$$

$$M = Q 55.00$$

2.2.21.3. Propuesta de tarifa

La tarifa calculada es la suma de los costos anteriores, dividido el número de viviendas:

$$\text{Tarifa} = \left(\frac{O + M}{\text{No. de viviendas}} \right)$$

$$\text{Tarifa} = \left(\frac{Q530.00 + Q55.00}{59} \right)$$

$$\text{Tarifa} = Q 10.00$$

2.2.22. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental (EIA), es un estudio de todos los impactos relevantes, positivos y negativos, de una acción propuesta sobre el medio ambiente. Se refiere a la predicción de los cambios ocasionados por el proyecto durante su fase de ejecución, funcionamiento y abandono. Se logra determinar de manera preventiva los impactos negativos y positivos que puede ocasionar un proyecto, y se pueden definir medidas correctivas para minimizar los efectos que ocasionarían los impactos negativos.

En el proyecto del sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, se empleará el formato de evaluación ambiental proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Tabla XIX. Evaluación ambiental inicial



EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Este proyecto se encuentra dentro de la categoría de Electricidad, Gas y Agua; en la división 4100, refiriéndose a diseño, construcción y operación de proyectos derivados de las concesiones y autorizaciones de agua, siendo las fuentes manantiales, dentro del renglón B2, considerándose como un proyecto de</p>

<p>aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>moderado a bajo impacto ambiental/riesgo ambiental.</p> <p>Firma y sello de recibido MARN</p>
--	--

I. INFORMACION LEGAL
<p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Sistema de agua potable para los cantones San Lorencito y Chitá, Zunilito, Suchitepéquez.</p>
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</p> <p>Rudi Eduardo Edelman, Alcalde Municipal.</p> <p>B) De la empresa:</p> <p><u>Razón social:</u></p> <p>Municipalidad de Zunilito, Suchitepéquez.</p> <p><u>Nombre Comercial:</u></p> <p>Municipalidad de Zunilito, Suchitepéquez.</p> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha _____ de _____ constitución:</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad: cantón San Lorencito y cantón Chitá, Zunilito, Suchitepéquez.</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT): 421219-3</p>
<p>I.3 Teléfono 7879-3334 ó 5564-5441 Fax 7879-3334 Correo electrónico: www.zunilito@inforpressca.com</p>
<p>I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: cantón San Lorencito y cantón Chitá.</p>

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

Oficina Municipal de Planificación, OMP, ubicada en la 4^a. Calle a un costado de la Iglesia Católica, Zunilito, Suchitepéquez.

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes: **En la etapa de Construcción:** En el nacimiento 2 del cantón San Lorencito, se construirá una presa de captación y se introducirán 3,984.62 metros de tubería para la conducción y distribución del agua potable, se construirán 2 válvulas de aire, 6 válvulas de limpieza, 2 cajas rompe presión, 1 tanque de almacenamiento de 50 m³, se instalará un equipo de cloración y 59 conexiones domiciliarias. **En la etapa de Operación:** La municipalidad será la entidad encargada de darle el mantenimiento a dicha obra, contratando personal capacitado para evitar fallas en el sistema de agua potable. **Abandono al proyecto:** La empresa constructora deberá responsabilizarse para que en el tiempo convenido se ejecute y se haga entrega del proyecto.

Etapas de:

II.1 Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia ** Adjuntar planos 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima / insumos - Maquinaria - Productos y subproductos - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Acciones a tomar en caso de cierre

II.3 Ocupación del proyecto

a) Longitud total del proyecto: 3,984.62 metros

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE: finca Colima SUR : finca El Carmen
 ESTE: finca El Carmen OESTE : finca El Carmen

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

Descripción	Dirección (Norte, Sur, Este, Oeste)	Distancia al sitio del proyecto
Viviendas	ESTE, OESTE	3.00 – 5.00 metros
Iglesias	ESTE	200.00 metros
Centro Educativo	ESTE, SUR	500.00 metros
Campo de fútbol y parque municipal	SUR	1.00 Km

II.5 Dirección del viento:

Vientos de norte, este, sur, sureste y noreste con velocidad de 40 Km/h.

II.7 Datos laborales

a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras

b) Número de empleados por jornada: 10 personas.

c) Otros datos laborales, especifique: Se tendrá un bodeguero, cuidará herramientas y materiales cerca de donde se construirá el proyecto.

II.8 Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes y otros...

	Tipo	SI / NO	Cantidad (mes, día, hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u Observaciones	Forma de Almacenamiento
	Agua	Si	300 lt/día	Servicio de agua Municipal	Para la elaboración de concreto y limpieza de las herramientas	Se utilizará agua en cantidades, racionadas de acuerdo a las necesidades de uso durante la ejecución del proyecto	No almacenará agua por largos periodos de tiempo, y se hará en depósitos herméticos, donde no permita la reproducción de insectos que puedan causar enfermedades
Combustibles	Gasolina	Si	1 gal/día	Construtora	Para el uso de mezcladora y vehículos para fletes	Se evitarán derrames de gasolina para no contaminar los recursos naturales y el medio ambiente.	Se almacenará con cuidado, tomando en cuenta que es inflamable por lo que se debe identificar el recipiente.
	Diesel						
	Bunker	NO	----	----	-----	-----	-----
		NO	----	----	-----	-----	-----
	Glp	NO	----	----	-----	-----	-----
		NO	----	----	-----	-----	-----
Otros							
Lubricantes	Solubles	NO	----	----	-----	-----	-----
	No Solubles	NO	----	----	-----	-----	-----
Refrigerantes	No aplica	---	----	----	-----	-----	-----
Otros		---	----	----	-----	-----	-----

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- a) Número de vehículos: 02
- b) Tipo de vehículo: Mercedes Benz tipo camión
- c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa: Los vehículos no tendrán área específica para su estacionamiento, ya que estos solo vendrán llevarán los materiales que se necesiten.

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades.

Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares donde se pueden generar los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Sí aplica en, en cantidades mínimas, por el uso de concretas y vehículos para fletes.	En los alrededores del proyecto, pero el impacto se causaría en un área corta, pues no se espera contaminar de manera excesiva.	Para evitar el daño al ambiente a causa de gases, humo y monóxido de carbono, se utilizará maquinaria en buen estado, para minimizar la contaminación.
	Ruido	Si aplica, al utilizar la maquinaria para la construcción.	Se generaran impactos y molestias a los vecinos del lugar.	Se deberá utilizar maquinaria en buen estado, para terminar los trabajos en el tiempo acordado y no atrasar la obra para seguir causando molestias.
	Vibraciones	No aplica, por ser un proyecto de agua potable.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.

Continúa	Abastecimiento de agua	Si aplica, pues se necesitará para la elaboración de concreto mezclado en obra y limpieza de materiales.	El agua se utilizará racionalmente, exclusivamente para cubrir las necesidades del proyecto y no afectará a los vecinos ni al ambiente.	Se evitara el uso excesivo de este líquido, utilizando solamente lo necesario para realizar los trabajos de construcción.
	Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	No aplica, porque las aguas residuales están conectadas al drenaje principal.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Si aplica, pues se generarán aguas residuales provocadas por la elaboración de concreto y limpieza de materiales.	A lo largo de todo el proyecto.	Se orientará a los trabajadores, para que cuando elaboren material, eviten utilizar agua en exceso, para no derramar la mezcla de estos materiales, que posteriormente no puedan limpiar.
	Mezcla de las aguas residuales anteriores	No aplica, pues solo se generarán mezclas de las agua antes mencionadas.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Agua de lluvia	Si aplica, en los casos cuando los materiales se queden a la intemperie y no sean cubiertos para evitar que se causen aguas residuales.	En el área de construcción del proyecto.	Se infundirá el orden y la limpieza a los trabajadores y encargados de dicho proyecto, así también, a los habitantes de los cantones beneficiados. Se tratará de cubrir todos los imprevistos, para que cuando ocurra una tormenta, no se derrame el material, causando contaminación de suelos y ríos, además se evitarán pérdidas económicas.
Agua				

Continúa	Desechos sólidos (basura común)	Si aplica, pues se utilizarán materiales empacados con plástico, papel, entre otros.	El impacto se causará en toda el área de construcción del proyecto.	Se educará a los trabajadores, para que al terminar la jornada laboral, limpien el área y depositen todos los desechos sólidos en un lugar específico.
Suelo	Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	No aplica, por el tipo de proyecto, ya que no se utilizan materiales que tengas estas características.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Modificación del relieve o topografía del área.	No aplica, pues no se alterará la topografía del terreno en la introducción de la tubería para el sistema de agua potable.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No aplica, pues no habrá necesidad de talar árboles, ni destruir la flora del municipio.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Fauna (animales)	No aplica, ya que no se expondrá la vida de animales que habitan los alrededores del área de construcción.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
	Ecosistema	No aplica, pues no se destruirá el hábitat de las especies.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.
Visual	Modificación del paisaje	No aplica, porque no se modificará ni la topografía, ni el paisaje, ya que no se verán cambios significativos en el área.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.	No aplica, pues no se generará ningún impacto ambiental.

Continúa	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Si aplica, pues se mejorará la calidad de vida de los vecinos beneficiados y se evitarán enfermedades causadas por la falta de agua potable en sus viviendas.	En el entorno del área del proyecto, y dentro de las viviendas de los habitantes de los cantones San Lorencito y Chitá.	No aplica, ya que para este aspecto la construcción del proyecto mejoraría las condiciones sociales, económicas y culturales del lugar.
Social				

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes): No aplica, pues solo se trabajará en jornada diurna y no se utilizará maquinaria que necesite energía eléctrica.

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio.
- b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los pobladores.
- c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Cuando se realicen las excavaciones, y se despidan polvo a causa del suelo, se podrá presentar algún tipo de enfermedad respiratoria en algunos de los vecinos, y cuando se utilice maquinaria para elaboración de concreto habrá molestias a causa del ruido.

VI.2 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
- d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () f) Incendio ()
- g) Otro ()

Detalle la información explicando el por qué? En la ejecución del proyecto la comunidad no tendrá ningún riesgo, debido a que será un proyecto de abastecimiento de agua potable, y las probabilidades de que sucedan son despreciables.

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: A causa de los materiales de construcción, podrían presentarse enfermedades respiratorias y molestias por los ruidos de maquinarias.

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?

SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: A los trabajadores se les proporcionarán mascarillas, para impedir que el polvo, provocado por los materiales y el suelo, afecte su salud. Y también contarán con guantes, y botas de hule para que la piel no tenga un contacto directo con la mezcla de materiales.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Dotar de equipo para la protección de los trabajadores, educarlos para que se trabaje con orden y limpieza, y contar con un botiquín de primeros auxilios para cubrir alguna emergencia.

2.2.23. Evaluación socioeconómica

Es comparar, si los recursos que se estiman pueden ser utilizados por el proyecto y los resultados esperados del mismo, con el propósito de determinar si dicho proyecto se adecua o no a los fines u objetivos perseguidos y permita la mejor asignación de los recursos de la sociedad.

En ese sentido, la evaluación socioeconómica busca identificar el aporte de un proyecto al bienestar económico nacional, es decir, medir la contribución de éste al cumplimiento de múltiples objetivos socioeconómicos nacionales, como el crecimiento del producto nacional, la generación de empleo y la producción o el ahorro de divisas, para determinar si se justifica éste, teniendo en cuenta los usos alternativos que pueden tener los mismos recursos.

Esta evaluación permite incorporar de beneficio social el impacto a nivel macroeconómico del país. Para los países subdesarrollados es de importancia que el proyecto no solamente sea rentable desde el punto de vista financiero, sino que presente aportes significativos para la sociedad y el país.

Ciertos proyectos sociales no cumplen con la rentabilidad financiera mínima, pero son básicos para solventar necesidades de grupos marginados y mantener un equilibrio social adecuado. La evaluación socioeconómica permite efectuar una priorización de alternativas de proyectos de acuerdo a su valor social.

En cuanto a proyectos privados, su principal objetivo es que la empresa forme una imagen positiva ante la sociedad, es decir que genera beneficio su creación. Toma en cuenta factores como: beneficio a terceras personas, cantidad de fuentes de empleo, mejora a la comunidad, acreditación del lugar.

Los aspectos que se desean conocer son:

- La cantidad de fuentes de empleo que puede llegar a producir e ingresos que obtendría un trabajador.
- La mejora a comunidades aledañas incrementando el valor de terrenos, movimientos económicos.
- Factores positivos que deja la empresa como donaciones a centros de beneficencia o deportes.

2.2.23.1. Valor presente neto

Es el valor descontado de los ingresos netos de cada periodo y es la diferencia entre el valor presente de los ingresos esperados de una inversión y el valor presente de los egresos que la misma ocasiona.

Toma en cuenta el valor tiempo de dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, deben ser actualizados a la fecha del inicio del proyecto.

2.2.23.2. Tasa interna de retorno

Es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la tasa interna de retorno más alta es la preferida.

Está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto es igual a cero. También se puede decir que es la tasa de interés que hace que el valor presente neto del proyecto sea igual a cero. Esta tasa es un criterio de rentabilidad y no de ingreso monetario neto como lo es el valor presente neto.

Se determinó que para este tipo de proyecto no aplican las evaluaciones cuantitativas para proyectos productivos, solamente las evaluaciones cuantitativas para proyectos sociales, por lo que se hace un análisis de costo – eficiencia.

$$\text{Costo – eficiencia actual} = \frac{\text{Costo total}}{\text{No. de beneficiarios}}$$

$$\text{Costo – eficiencia actual} = \frac{Q\ 267,675.85}{354\ \text{hab.}} = Q\ 756.15$$

El costo-eficiencia actual, es de Q 756.15 por beneficiario.

El costo-eficiencia anual, para una vida útil de 21 años es de Q 36.00 por beneficiario.

$$\text{Costo – eficiencia proyectado} = \frac{Q\ 267,675.85}{730\ \text{hab.}} = Q366.70$$

El costo-eficiencia proyectado, es de Q 366.70 por beneficiario.

CONCLUSIONES

1. Los diseños realizados contribuirán al desarrollo del municipio de Zunilito, Suchitepéquez, dando solución a los problemas que aquejan a la comunidad.
2. El diseño del edificio municipal llena las expectativas de la población, pues es funcional, seguro y con mejores instalaciones, además las personas podrán hacer sus trámites de una forma rápida y se podrán resguardar con mayor seguridad los documentos de carácter oficial.
3. El sistema más económico y conveniente para el diseño del sistema de agua potable es el de gravedad, con este medio se estará abasteciendo a la población de los cantones San Lorencito y Chitá.
4. El programa de operación y mantenimiento prepara al personal selecto para dicho trabajo, o bien a la población beneficiada, para que puedan evitar y reparar daños en el sistema de agua potable.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Zunilito, Suchitepéquez:

- a) Se deben construir los proyectos de acuerdo a los planos constructivos y especificaciones técnicas, para alcanzar los resultados esperados durante el periodo para el que fueron diseñados.
- b) Es importante promover la participación de la población beneficiada con los proyectos, en la construcción, operación y mantenimiento de los mismos, para que estos puedan ser autosostenibles.
- c) Darle uso adecuado a las instalaciones del edificio municipal.
- d) Se debe educar y concientizar a la población, respecto al uso racional y adecuado del servicio de agua potable.
- e) Es necesario proveer a la población, agua libre de bacterias, virus y amebas, por lo que se debe garantizar el proceso de desinfección de la misma.
- f) Para obtener un buen funcionamiento en el sistema de agua potable y un óptimo servicio, es conveniente pagar una tarifa, apropiada a la capacidad económica de la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, Jadenon. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones. Tesis, Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1996.
2. Estrada González, Luis Arnoldo. Diseño de edificio para oficinas municipales y alcantarillado sanitario de los cantones Tercero y Cuarto de la cabecera municipal de San Juan Alotenango, Sacatepéquez. Trabajo de Graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2005. 187 pp.
3. López Osoy, Luis Gustavo. Diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea El Rincón Cidral, en el municipio de Amatitlán. Trabajo de Graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2003. 93 pp.
4. Méndez Ramos, Liggia Milithza. Diseño de edificio escolar de dos niveles aldea Nuevo San Antonio y sistema de abastecimiento de agua potable Aldea Chiquival Viejo, municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango. Trabajo de Graduación, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2004. 212 pp.
5. Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios ACI 318-99.

APÉNDICE

- Ensayo de compresión triaxial
- Análisis físico químico sanitario
- Examen bacteriológico
- Gráfica de diseño de columnas
- Planos constructivos edificio municipal
- Cronograma de ejecución edificio municipal
- Planos constructivos sistema de agua potable
- Cálculo hidráulico
- Cronograma de ejecución sistema de agua potable



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

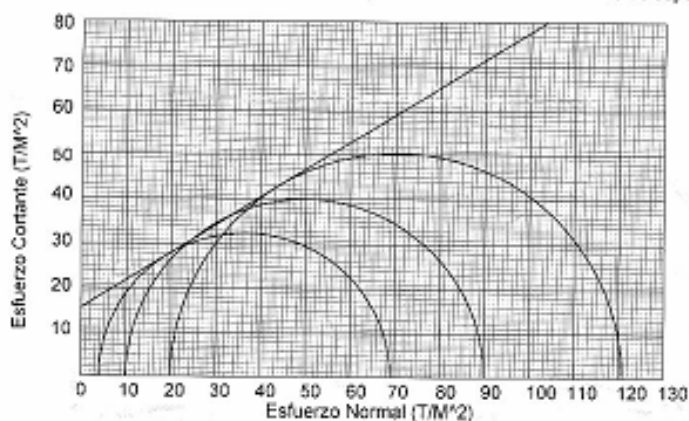
INFORME No.: 344 S.S. O.T.No.: 22,106

INTERESADO: Maria del Rosario Muñoz Maldonado

PROYECTO: Trabajo de Graduación - EPS

UBICACION: Cantones San Lorenzo y Chitá, Zunilillo, Suchitepequez.

pozo: 1 Profundidad: 2,00 m FECHA: 03 de septiembre de 2007



PARAMETROS DE CORTE:

ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 31,83^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 15,6 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Limo arenoso color café

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2,5" X 5,0"

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	63,08	83,88	100,80
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2,5	4,0	5,5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1,71	1,71	1,71
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1,99	1,99	1,99
HUMEDAD (%H)	16,9	16,9	16,9



Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR-GRUPOSAC

Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

O.T. No. 22 151		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 22 969
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA		PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	María del Rosario Muñoz		DEPENDENCIA:	U.S.A.C		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Calle San Lorenzo		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2007-08-29, 10 h 34 min		
FUENTE:	Nacimiento 2		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2007-08-30, 18 h 20 min		
MUNICIPIO:	Zunil		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Sacatepéquez					
RESULTADOS						
1. ASPECTO:	Claro		4. OLORES:	Indeciso		7. TEMPERATURA (de al momento de recolección):
2. COLOR:	01,00 Unidades		5. SABOR:	-----		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:
3. TURBIDEZ:	00,22 UNT		6 potencial de Hidrogeno (pH):	05,60 unidades		80,00 unidades
SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS
1. AMONIACO (NH ₃)		00,11	6. CLORUROS (Cl)		10,00	11. SÓLIDOS TOTALES
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)		00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)		00,08	12. SÓLIDOS VOLÁTILES
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)		11,22	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)		01,00	13. SÓLIDOS Fijos
4. CLORO RESIDUAL		----	9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN
5. MANGANESO (Mn)		00,00	10. DUREZA TOTAL		28,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS
						27,00
						11,00
						16,00
						81,00
						42,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)						
HIPOXIDOS		CARBONATOS	BICARBONATOS		ALCALINIDAD TOTAL	
mg/L		mg/L	mg/L		mg/L	
00,00		00,00	40,00		40,00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.L. - A.W.W.A. M.E.F. 20th EDITION 2005, NORMA COGLANER NDO 4 618 | SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 2001 | AGUA POTABLE Y SUS DERIVADOS GUATEMALA.

Guatemala, 2007-09-12

Vo Bo. 
 Ing. Oswaldo Rogelio Escobar Alvarez
 DIRECTOR CIU.SAC


 Zenón Muñoz Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 22 151		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-293 999	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>María del Rosario Muñoz</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Cantón San Lorencito</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-08-29; 10 h 45 min</u>		
FUENTE:	<u>Nacimiento 2</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-08-30; 10 h 30 min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Zunilite</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Suchitepéquez</u>	SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</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	FORMACION 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 GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		1 600	1 600

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH EDICIÓN 2005. NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

Guatemala, 2007-09-12

Vo.Bo. 
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CIUSAC


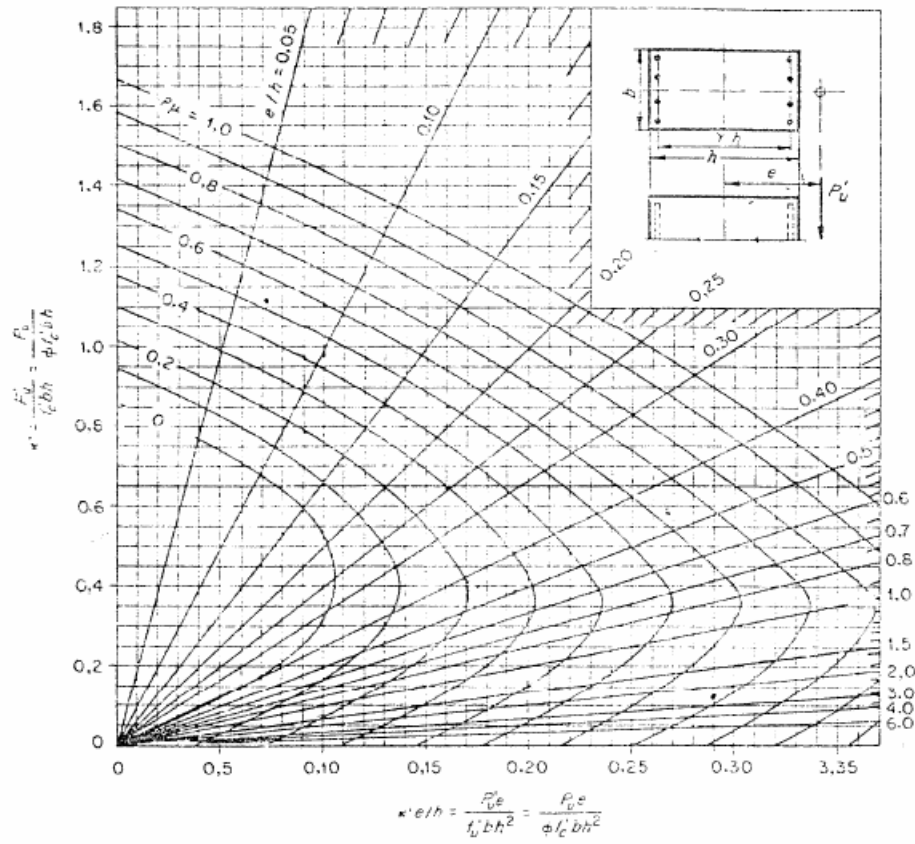

 Zenón Mucó Santos
 Ing. Química Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



Diagrama de iteraciones para diseño de columnas rectangulares

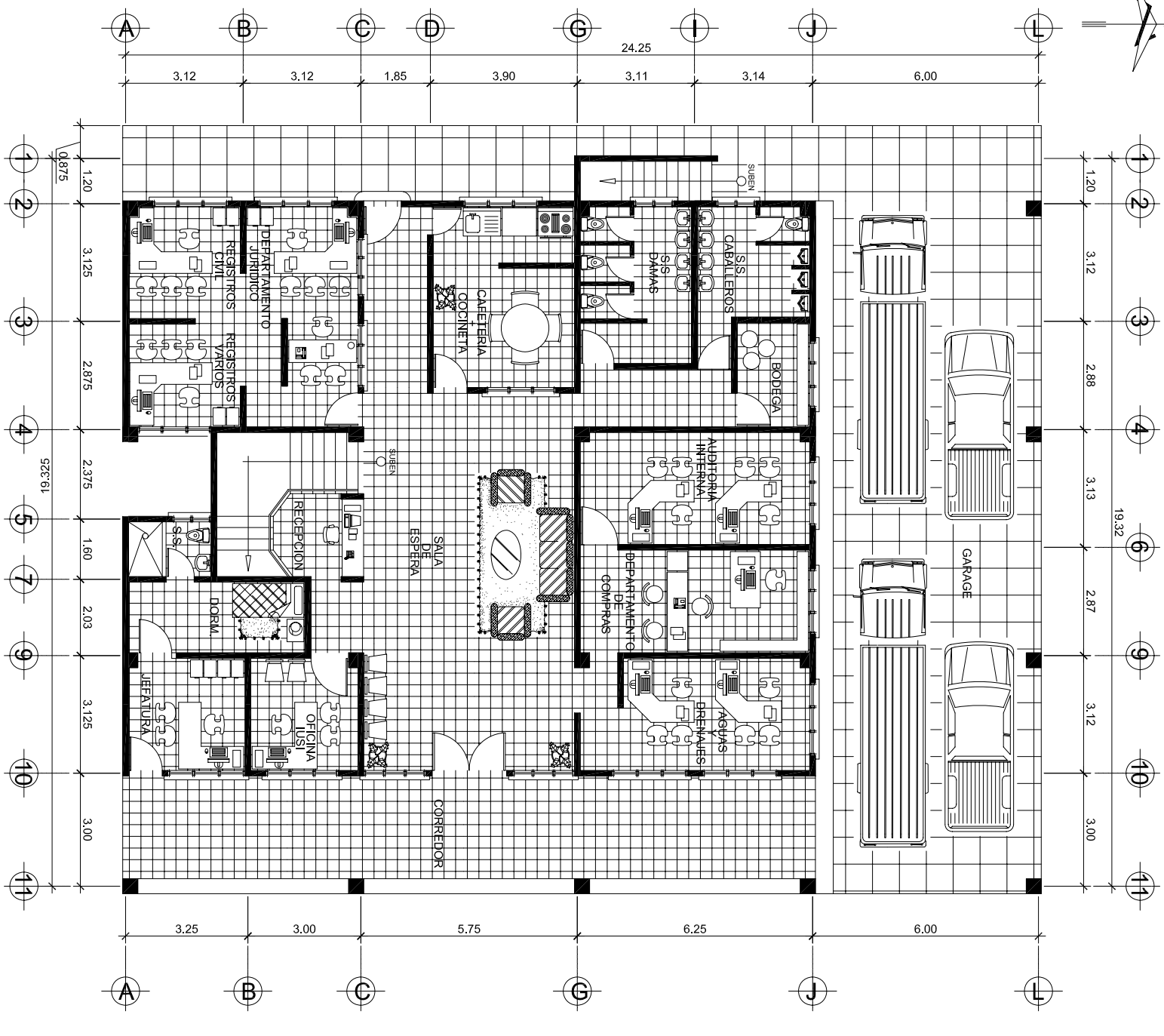


Cálculo hidráulico

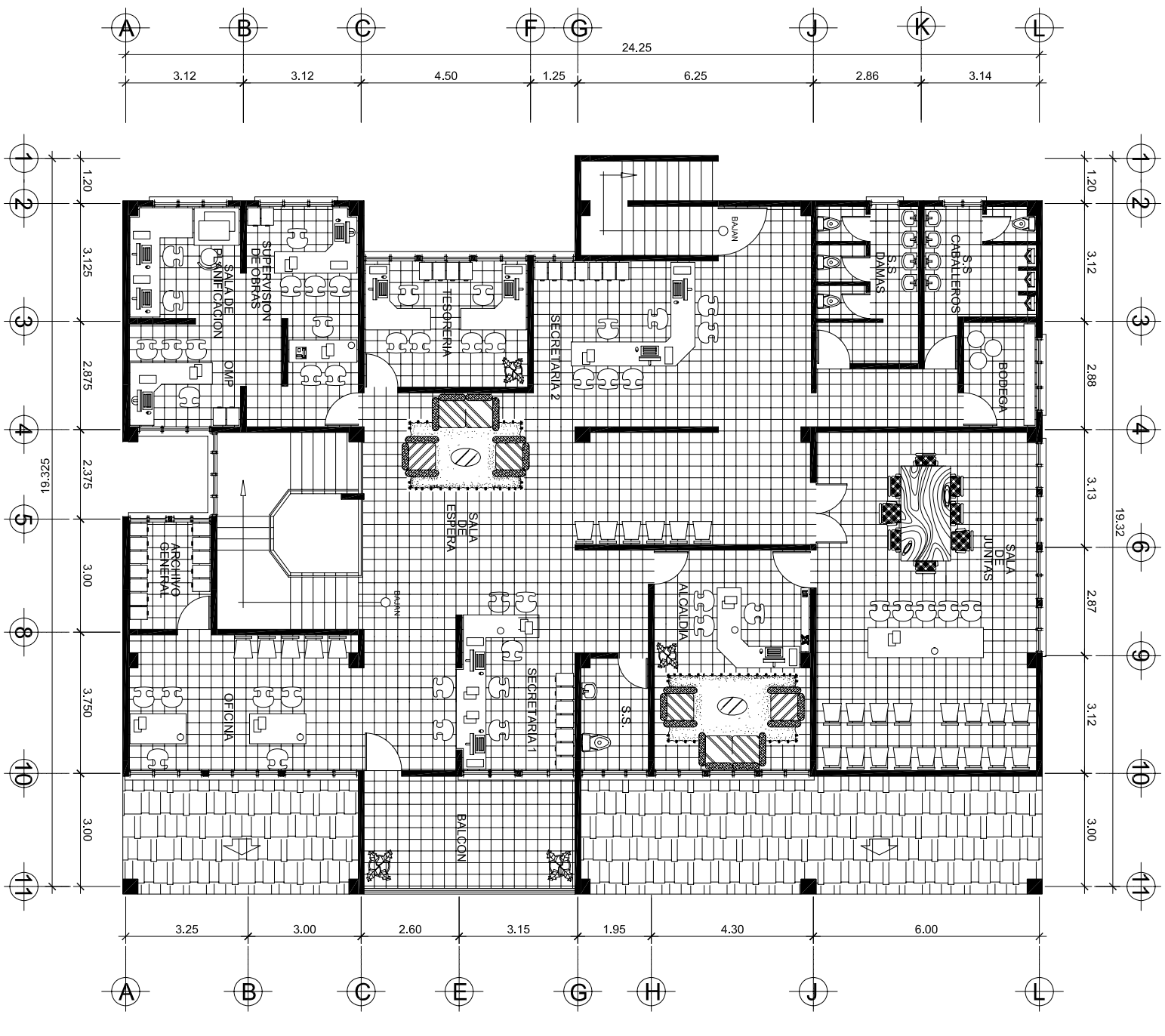
Tramo Eo	Tramo Ef	DH m	Lreal m	Øcom "	Clase Tubo	C H&W	Caudal Lt/s	V m/s	Hf m	Cota de terreno		Cota piezométrica		Presión		Presión trabajo
										CTo	CTf	CPo	CPF	Hd	He	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN																
E-0	E-1	30	31.5	2 1/2	PVC	140	3.85	1.216	0.82	1904	1902.75	1904	1903.18	0.43	1.25	160
E-1	E-5	170	178.5	2 1/2	PVC	140	3.85	1.216	4.66	1902.75	1896.85	1903.18	1898.52	1.24	5.9	160
E-5	E-9	140	147	2	PVC	140	3.85	1.9	11.36	1896.85	1882.22	1898.52	1887.16	3.27	14.63	160
E-9	E-19	420	441	2	PVC	140	3.85	1.9	34.09	1882.22	1816.17	1887.16	1816.17	31.96	66.05	160
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN																
E-19	E-24	652	684.6	1 1/2	PVC	140	2.04	1.79	66.35	1816.17	1715.53	1816.17	1749.82	34.29	100.64	160
E-24	E-29	180	189	1 1/2	PVC	140	2.04	1	4.51	1715.53	1696.2	1749.82	1696.2	14.82	19.33	160
E-29	E-31	220	231	2	PVC	140	2.04	1	5.52	1696.2	1678.19	1696.2	1690.68	12.49	18.01	160
E-31	E-52	1278.49	1342.41	2	PVC	140	2.04	1	32.05	1678.19	1639.32	1690.68	1658.63	6.82	38.87	160
E-52	E-59	216.98	227.83	1 1/2	PVC	140	2.04	1.79	22.08	1639.32	1594.04	1658.63	1636.55	32.2	45.28	160
E-59	E-67	589.92	619.41	2	PVC	140	2.04	1	14.79	1594.04	1546.53	1636.55	1621.76	32.72	47.51	160

Cronograma de ejecución sistema de agua potable

No.	REGLÓN	Mes			
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	Presa de captación				
2	Línea de conducción y distribución				
3	Válvulas de aire				
4	Válvulas de limpieza				
5	Tanque de almacenamiento				
6	Cajas rompe presión				
7	Conexiones domiciliarias				
8	Clorador				



PLANTA BAJA



DISTRIBUCION
ESC: 1/75

PLANTA ALTA



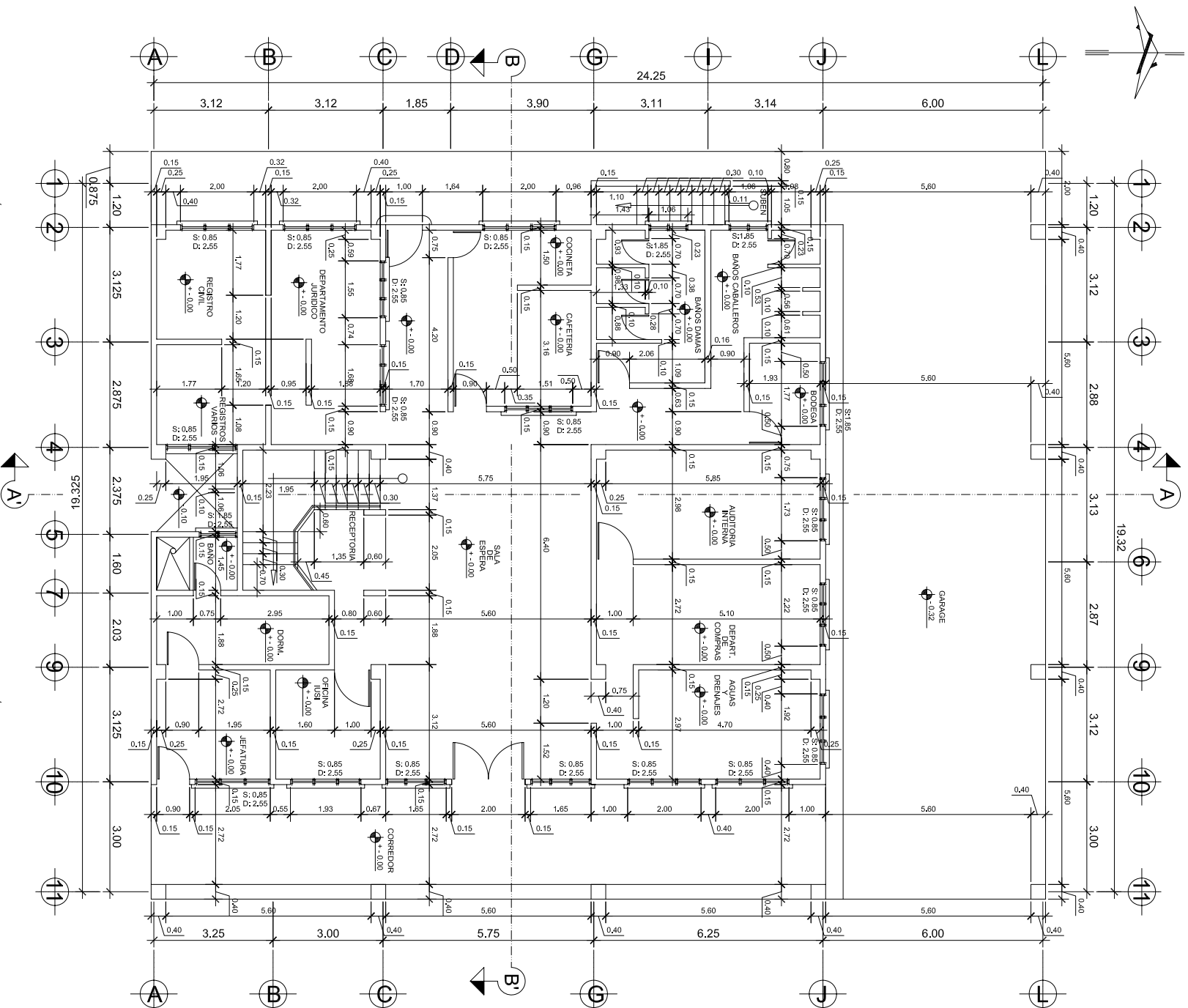
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL
UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ

CONTENIDO: PLANO DE DISTRIBUCION
ESTUDIANTE: MARA DEL ROSARIO MUÑOZ

INDICADA: ESCALA: 2003 - 1/2551
Voz: Bn.

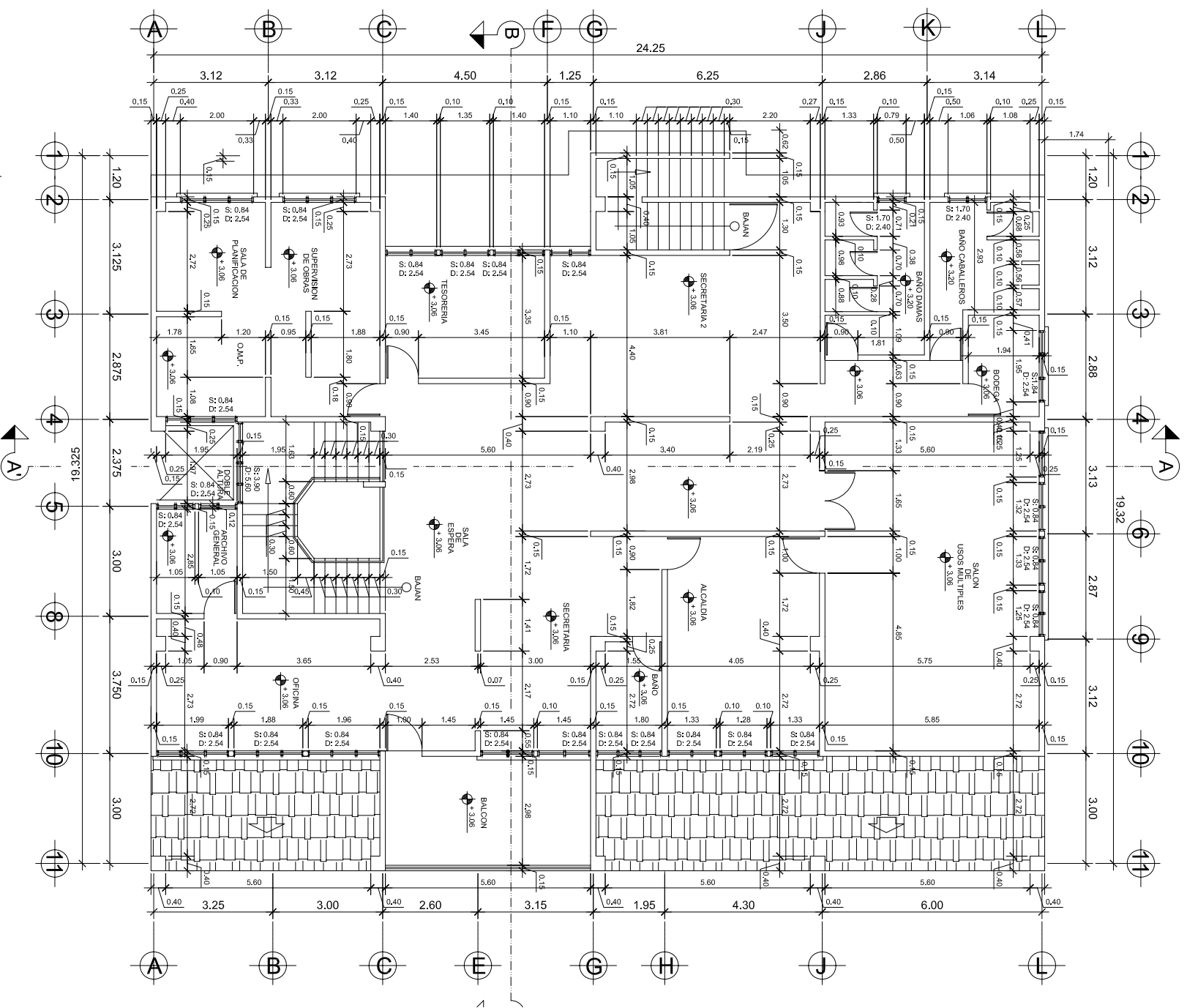
FECHA: ENERO / 2008
HOJA No. 1/15
ING. CINTURBA, ALBERTO VEJIZ
ING. COLLA, OSCAR
ASESOR - SUPERVISOR EFERS



PLANTA BAJA

COTAS

ESQ: 1:75
 NOTA:
 VER SECCIONES
 EN HOJA No. 3/15



PLANTA ALTA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL

CONTENIDO:
PLANO DE COTAS

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
 ENERO / 2008

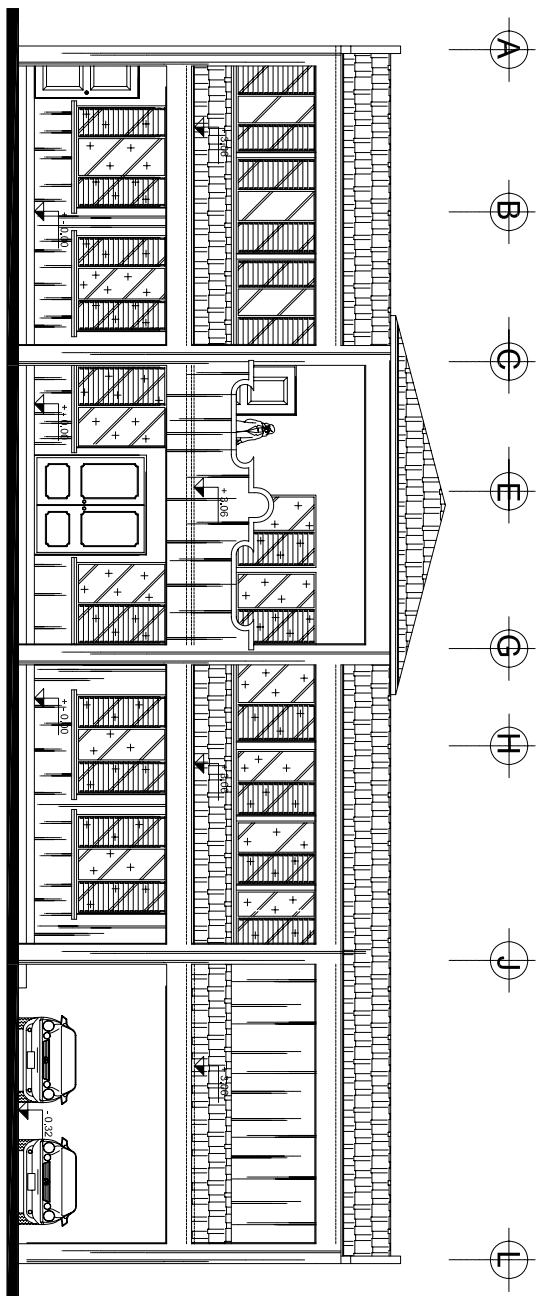
UBICACION:
ZUMILITO, SUCHITEPEQUEZ

ESTUDIANTE:
MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ

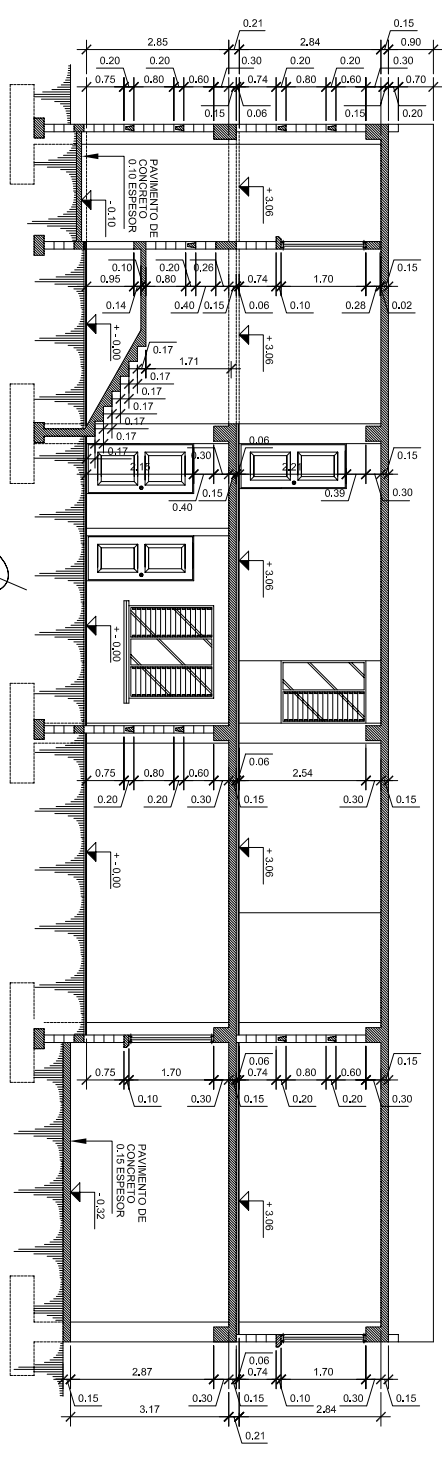
CARRIL:
 2003 - 12651

HOJA No. **2/15**

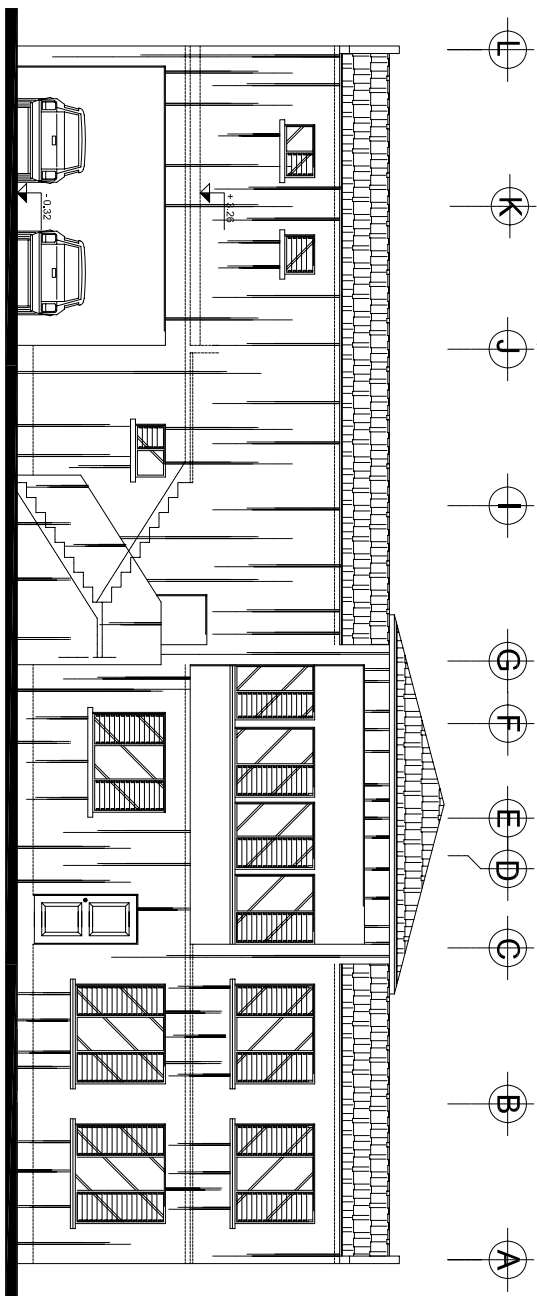
ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ
 ASESOR SUPERVISOR EPS



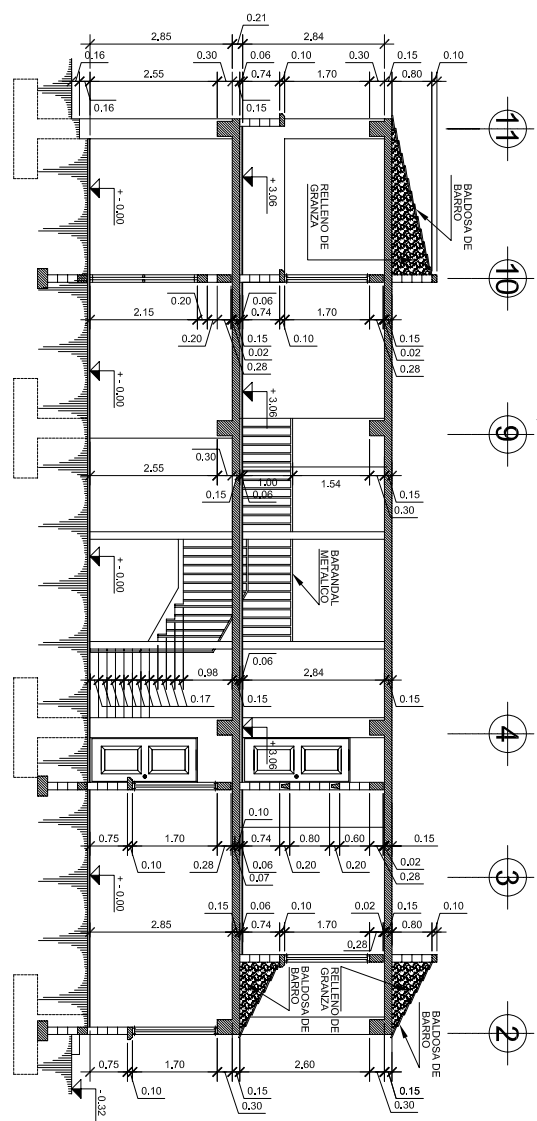
ELEVACION FRONTAL
ESC: 1/75



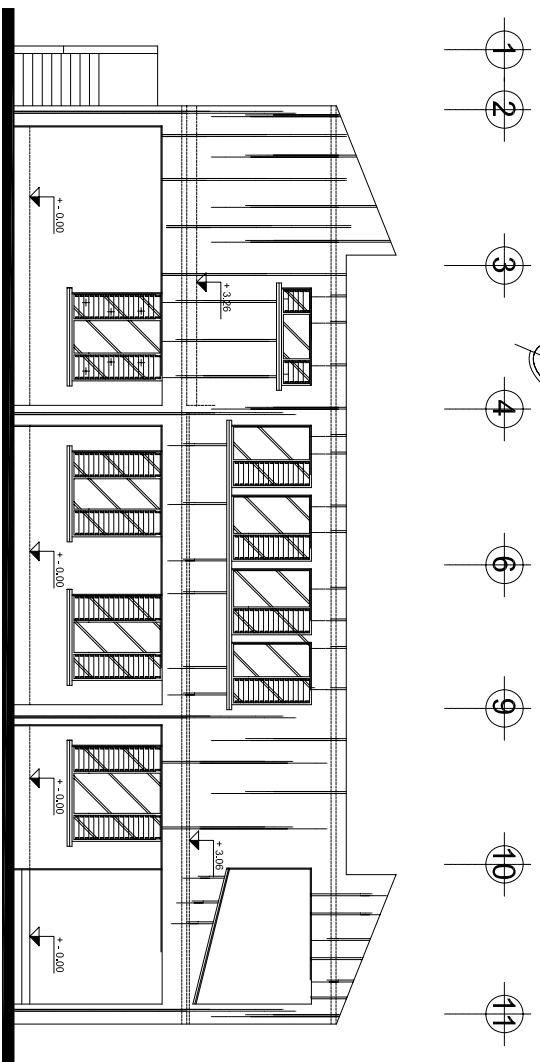
SECCION A - A'
ESC: 1/75



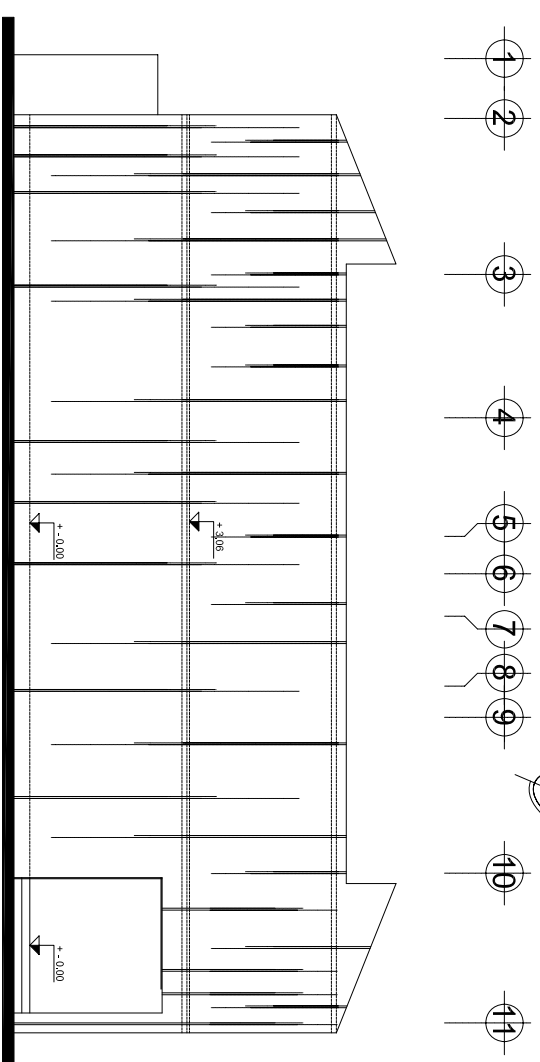
ELEVACION POSTERIOR
ESC: 1/75



SECCION B - B'
ESC: 1/75



ELEVACION LATERAL DERECHA
ESC: 1/75



ELEVACION LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL

UBICACION:
ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ

CONTENIDO:
ELEVACIONES + SECCIONES

ESTUDIANTE:
MARIA DEL ROSARIO MUNOZ

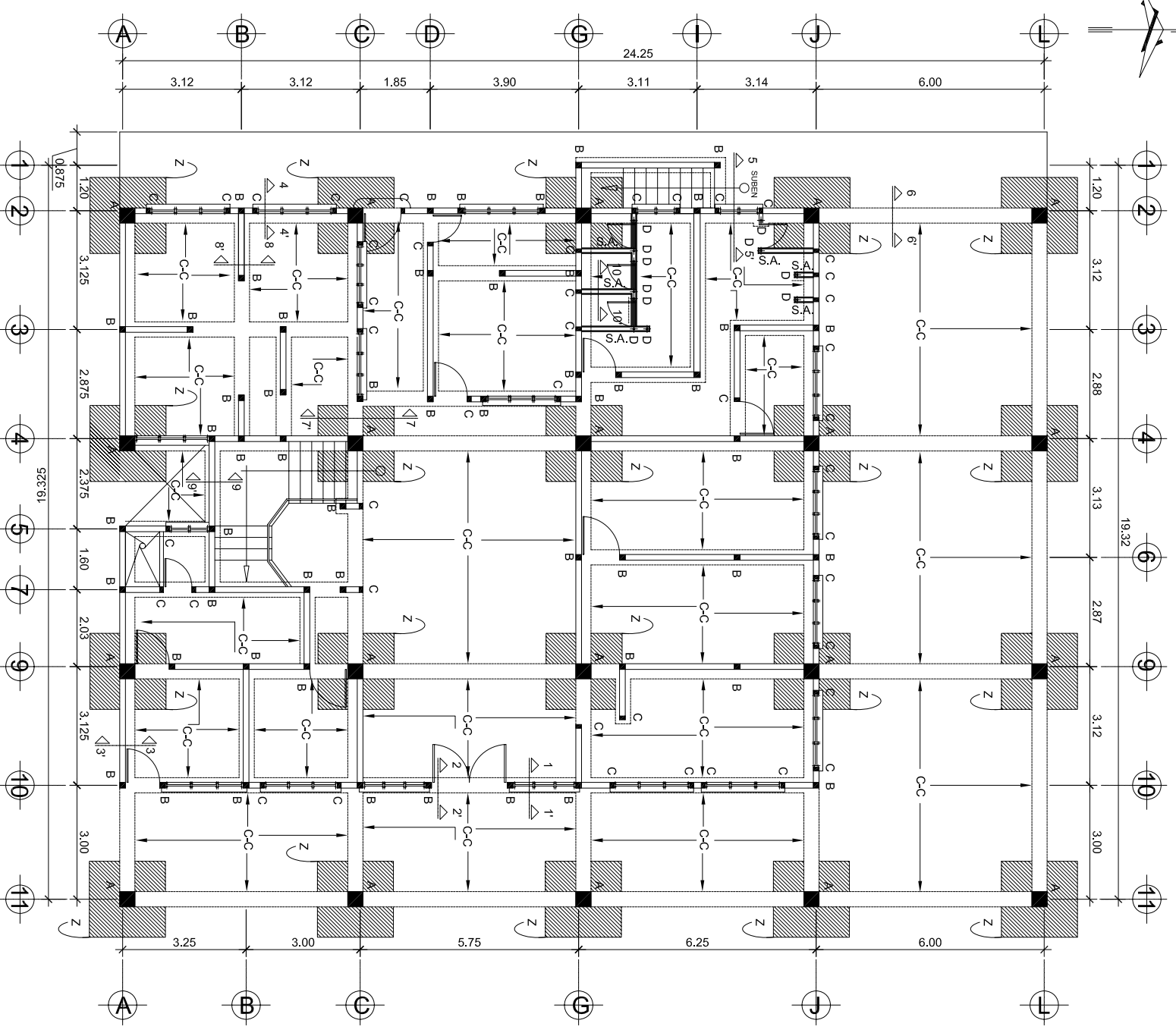
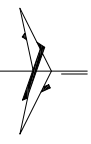
INDICADA

Voz/Bo.

FECHA:
ENERO / 2008

HOJA No. 3/15

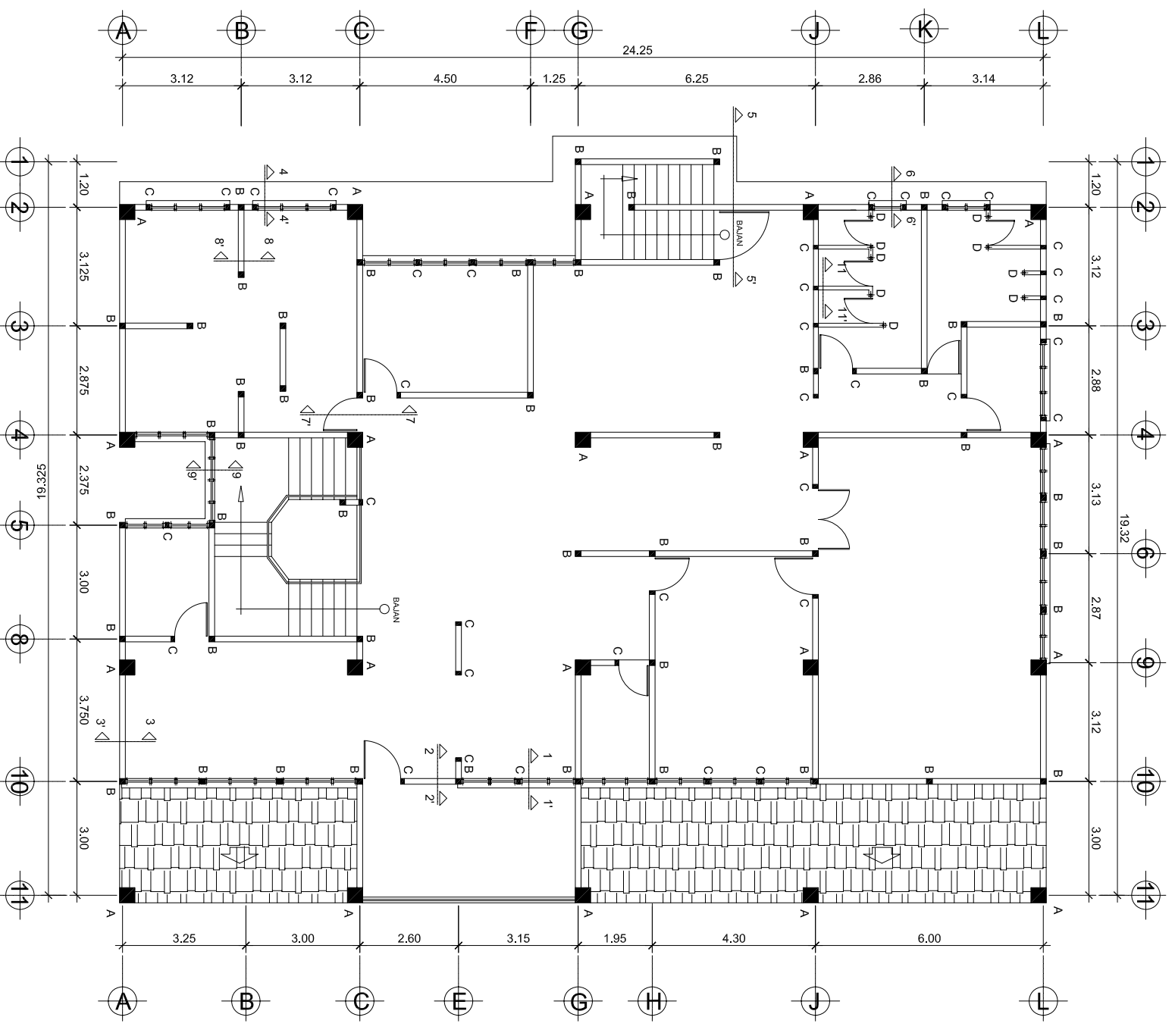
ING. CARLOS ALBERTO VELEZ
COL. 688
ASESOR - SUPERVISOR EFES



PLANTA BAJA

CIMENTACION

NOTA:
VER DETALLES Y CORTES DE MUROS
EN HOJA No. 5/15 Y 6/15



PLANTA ALTA

SIMBOLOGIA

- C-C = CIMIENTO CORRIDO
- 1 = CORTE DE MURO
- 1' = SOLERA DE AMARRE
- S.A. = S.O. = SOLERA DE AMARRE
- A, B, C, D = TIPO DE COLUMNA
- Z = ZAPATA



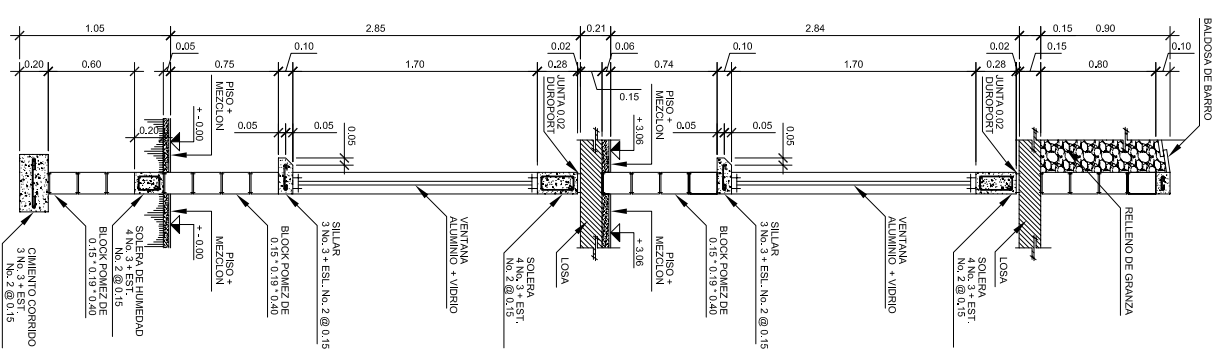
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL
DISEÑADOR: ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ

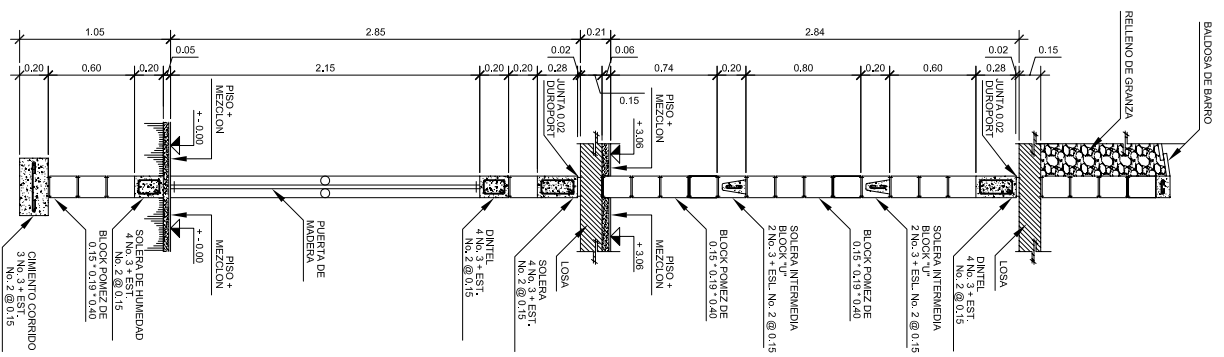
CONTENIDO: PLANO DE CIMENTACION
ESTUDIANTE: MARLA DEL ROSARIO MUNOZ

ESCALA: INDICADA
CANAL: 2003 - 12651
VAB: Bn.

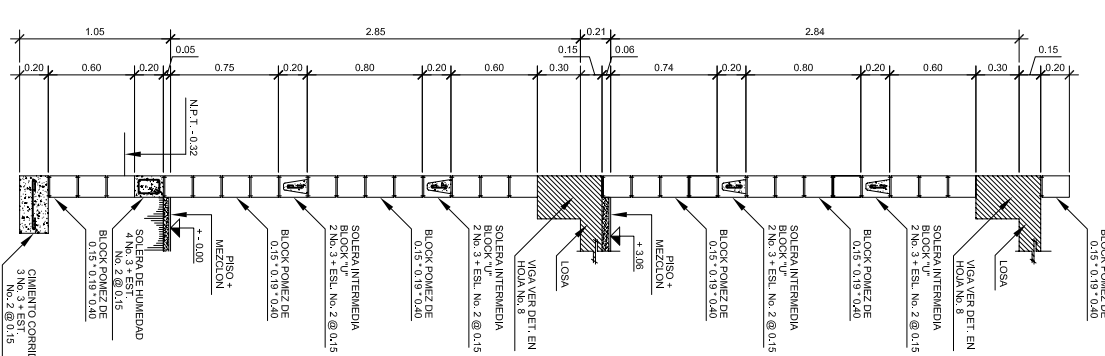
FECHA: ENERO / 2008
HOJA No. 4/15
ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ
ASESOR: COORDINADOR EN JEFE



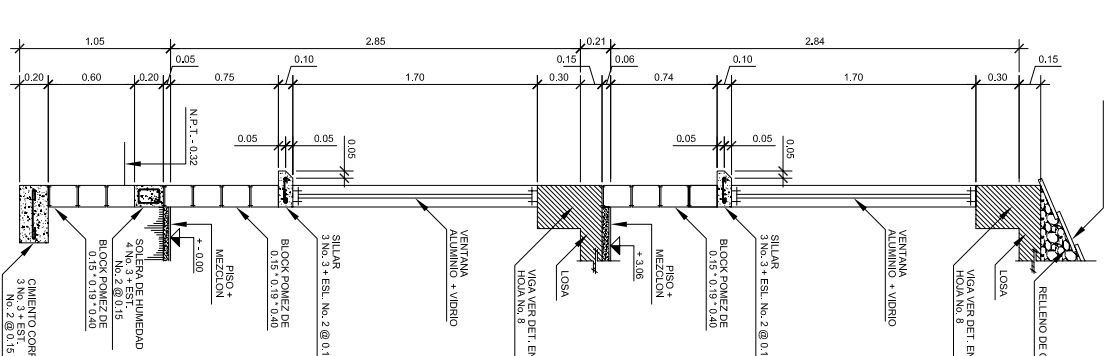
CORTE 1 - 1'
ESC: 1:25



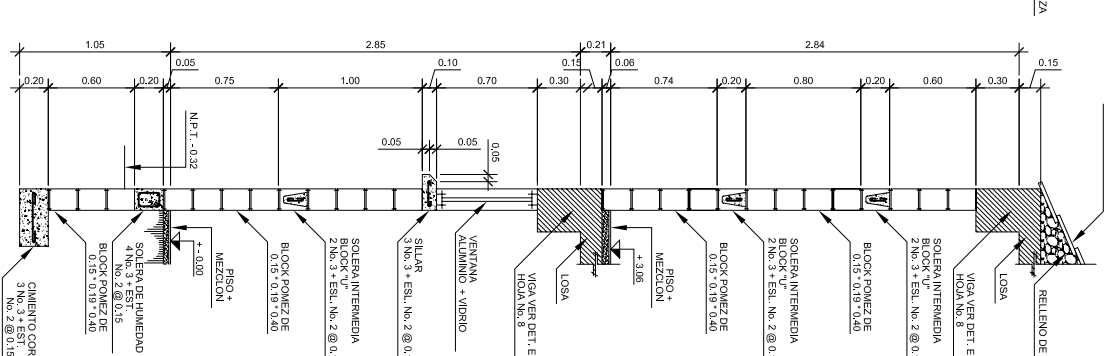
CORTE 2 - 2'
ESC: 1:25



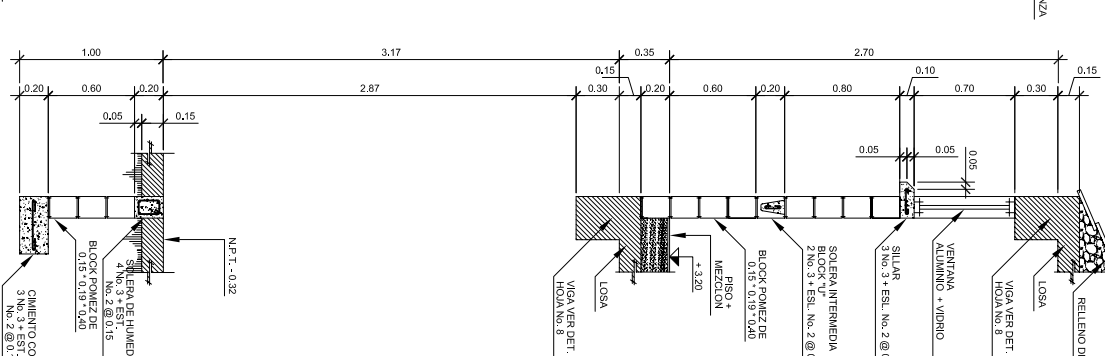
CORTE 3 - 3'
ESC: 1:25



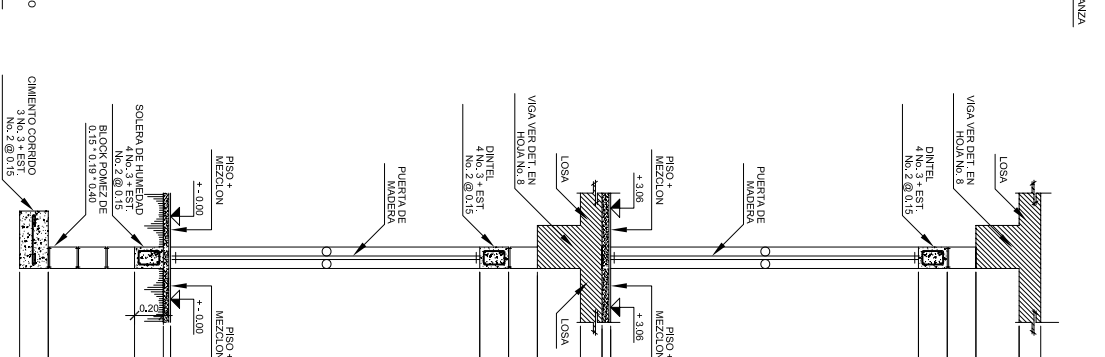
CORTE 4 - 4'
ESC: 1:25



CORTE 5 - 5'
ESC: 1:25



CORTE 6 - 6'
ESC: 1:25



CORTE 7 - 7'
ESC: 1:25

MATERIALES

Cemento Portland: para uso general en la construcción 4000 PSI, que corresponde a una resistencia mínima a los 28 días. Los locales o bodegas para el almacenaje de cemento deben ser sitios adecuados en los que éstos queden debidamente protegidos de la lluvia y de la humedad.

Agregado Fino (arena de río): proceda de depósitos de ríos, por lo que debe estar libre de contaminantes, de capas de arcilla o calcáreas, a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

Agregado Grueso (pedrín de 3/4" y 1/2"): proceda de depósitos de ríos, debe estar libre de contaminantes, material orgánico, arcilla, entre otras sustancias perjudiciales, a fin de obtener un agregado de calidad uniforme.

Los agregados se almacenan en forma de pilas, estas deben formarse sobre bases firmes, las que deben permitir el drenaje hacia afuera de las pilas, estar libres de maleza u otro tipo de vegetación y permanecer inalteradas durante todo el tiempo que dure el aplomamiento.

Agua: El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados, debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, alcaliz, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. El agua de mar o aguas salobres y de pantanos no deben usarse para concreto reforzado.

Acero de Refuerzo: Acero legítimo grado 40, de las dimensiones y formas mostradas en los detalles. El acero de refuerzo debe almacenarse por encima del nivel del terreno, sobre plataformas u otros soportes de madera u otro material adecuado y debe ser protegido hasta donde sea posible contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Block pomez y block U de 0.14 x 0.19 x 0.39, de arena y cemento, con una resistencia mínima de 50 Kg/ cm².

Mortero para la unión de blocks y juntas entre muros y columnas, será sabilla, de proporción 1:1 (1 de cemento y 1 de arena).

Formatear: serán de madera, lo suficientemente rígidas para evitar deformaciones al ser sometidas al peso del concreto y cargas de trabajo durante la fundición. Serán adecuadamente colocadas para garantizar que mantengan su forma y posición durante el uso.

Curado del concreto: todo el concreto acabado de colocarse, se protegerá de los rayos solares, corrientes de agua y cualquier otro agente exterior que pudiera dañarlo. Después que el fraguado ha concluido, el concreto debe mantenerse húmedo por tiempo no menor de siete días, para ello se cubrirá con una capa de agua o con una cubierta saturada de agua que mantenga constantemente húmeda la superficie del concreto.

Limpieza final: al terminar los trabajos y antes de la recepción definitiva del proyecto, se debe remover toda la obra falsa, los materiales excavados o utilizados, los desechos, la basura y las construcciones temporales, dejando al sitio de la obra y el área adyacente, limpios y presentables.

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL
UBICACION:	ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTINUDO:	DETALLES DE MUROS 1 - 1' AL 7 - 7'
ESTUDIANTE:	MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA:	INDICADA
CARRIL:	2003 - 12651
FECHA:	ENERO / 2008
HOJA No:	5/15
ASESOR:	ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ ING. CIVIL MARCO ANTONIO ASESOR: SUZANNY BRUNER EPS

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

CARGA MUERTA:

PESO DEL CONCRETO	2,400 Kg / m ³
PESO DE ACABADOS	90 Kg / m ²
PESO DE MUROS	210 Kg / m ²

CARGA VIVA:

EN TECHO	100 Kg / m ²
EN OFICINAS	250 Kg / m ²
EN VESTIBULO	450 Kg / m ²
EN ARCHIVO	600 Kg / m ²
EN SALONES	300 Kg / m ²

f _y	= 2810	Kg / cm ²
f' _c	= 210	Kg / cm ²
ES	= 2,1 E 6	Kg / cm ²
Ec	= 2,19 E 5	Kg / cm ²
Yconcreto	= 2,400	Kg / cm ²
Ysuelo	= 1,710	Kg / cm ²
dd	= 442,960	Kg / m ²
Vs	= 23,442	Kg

RECURBIMIENTOS

ACI 318 - 99	CAPITULO 7.7.1
CIMENTACION	= 0,075 m
VIGAS	= 0,035 m
COLUMNAS	= 0,030 m
LOSAS	= 0,025 m

GANCHOS SISMICOS
 ACI 318 - 99
 CAPITULO 21.1
 - Doblez no menor a 135°
 - Ganchos con extensión de 6 veces el Φ (pero no menor a 0,075 m)

LONGITUD DE DESARROLLO

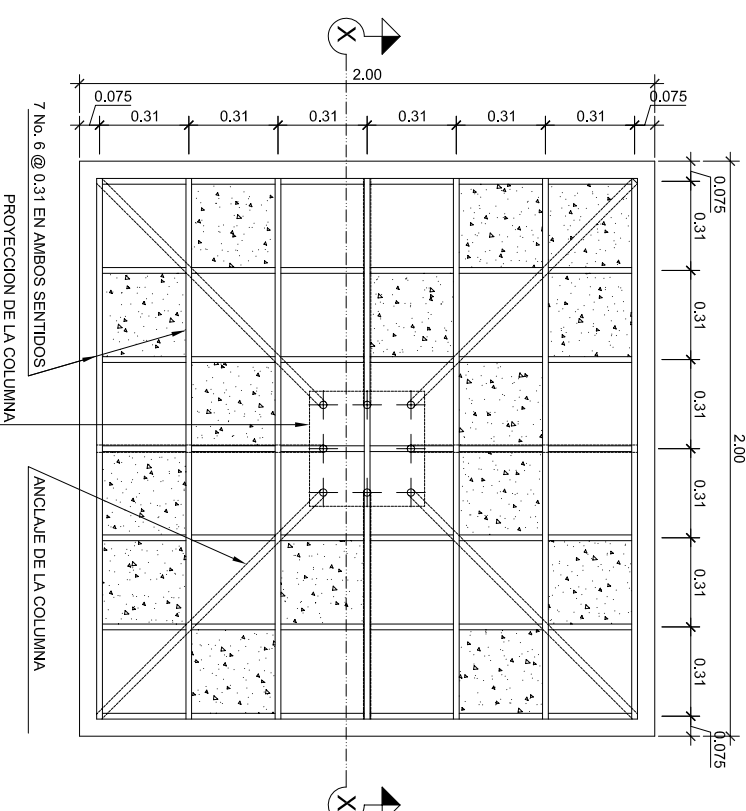
ACI 318 - 99
 CAPITULO 7.1
 Para ganchos de 90° = 12 veces el Φ de la barra
 Para ganchos de 180° = 4 veces el Φ de la barra
 CAPITULO 12.11
 Para momento positivo en vigas
 CAPITULO 12.12
 Para momento negativo en vigas = 12 veces el Φ de la barra
 CAPITULO 12.16.1
 Traslape en columnas no menor de 0,30 m

ZONA SISMICA

Segun la evaluación del Código Sísmico, el país está dividido en 4 zonas sísmicas, el municipio de Zunilito, Suchitupéquez, se encuentra en la zona 4.2, es la de mayor intensidad, pues se va acercando al Océano Pacífico.

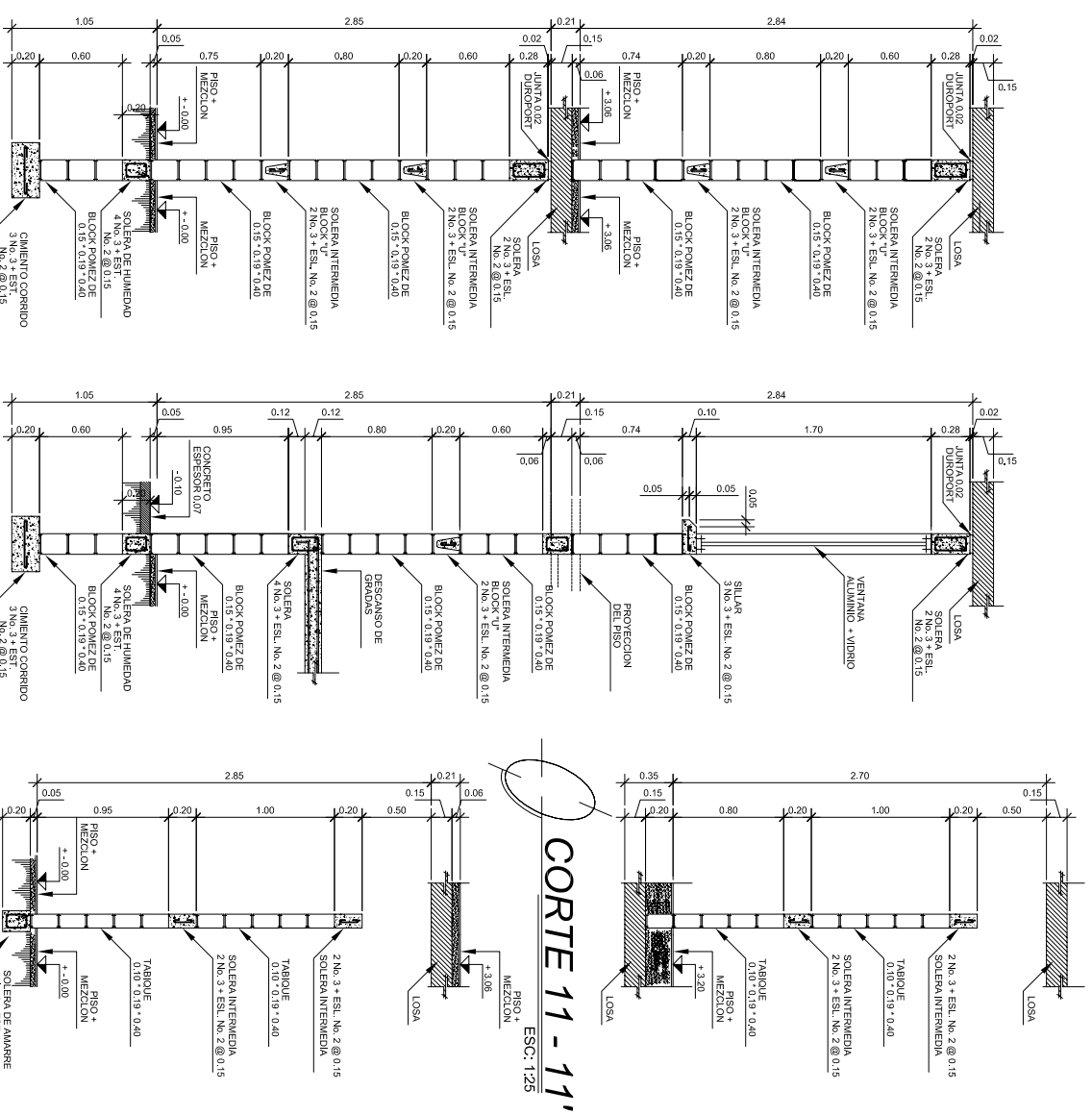
Se consideran tres niveles de intensidad sísmica: frecuente (Af), severa (Ae) y extrema (Ae). El nivel correspondiente a terremoto severo es el del nivel base. El terremoto frecuente es asignado a un nivel de aceleración más bajo en cada zona sísmica. El terremoto extremo es el evento que producirá un 30% de incremento en los niveles de aceleración con respecto a Ae. Presentándose de la siguiente manera:

Zona Sísmica	Io	Ao	Af	Ae
4.2	4	0,30 g	0,15 g	0,39 g



PLANTA ZAPATA - Z

ESC: 1:125



CORTE 8 - 8'

ESC: 1:25

CORTE 9 - 9'

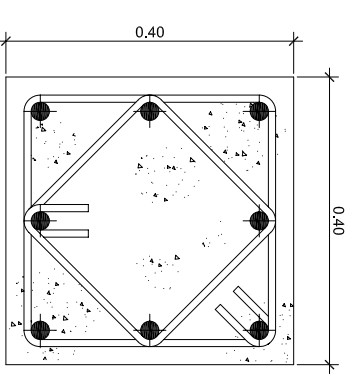
ESC: 1:25

CORTE 10 - 10'

ESC: 1:25

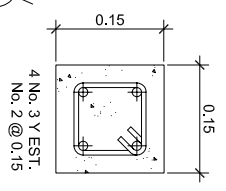
CORTE 11 - 11'

ESC: 1:25



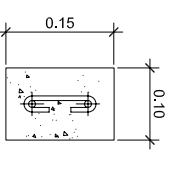
COLUMNA - A

ESC: 1:25



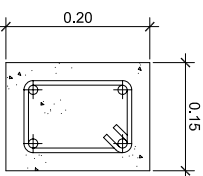
COLUMNA - B

ESC: 1:25



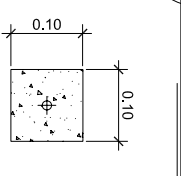
COLUMNA - C

ESC: 1:25



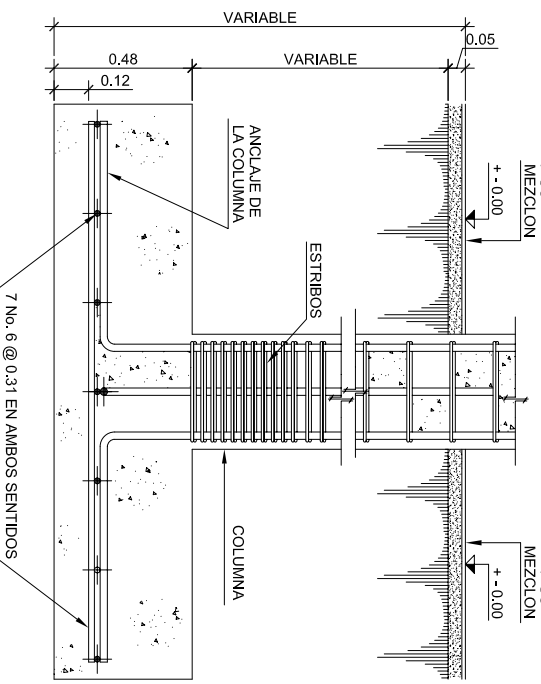
SOLETA DE AMARRE - S.A

ESC: 1:25



COLUMNA - D

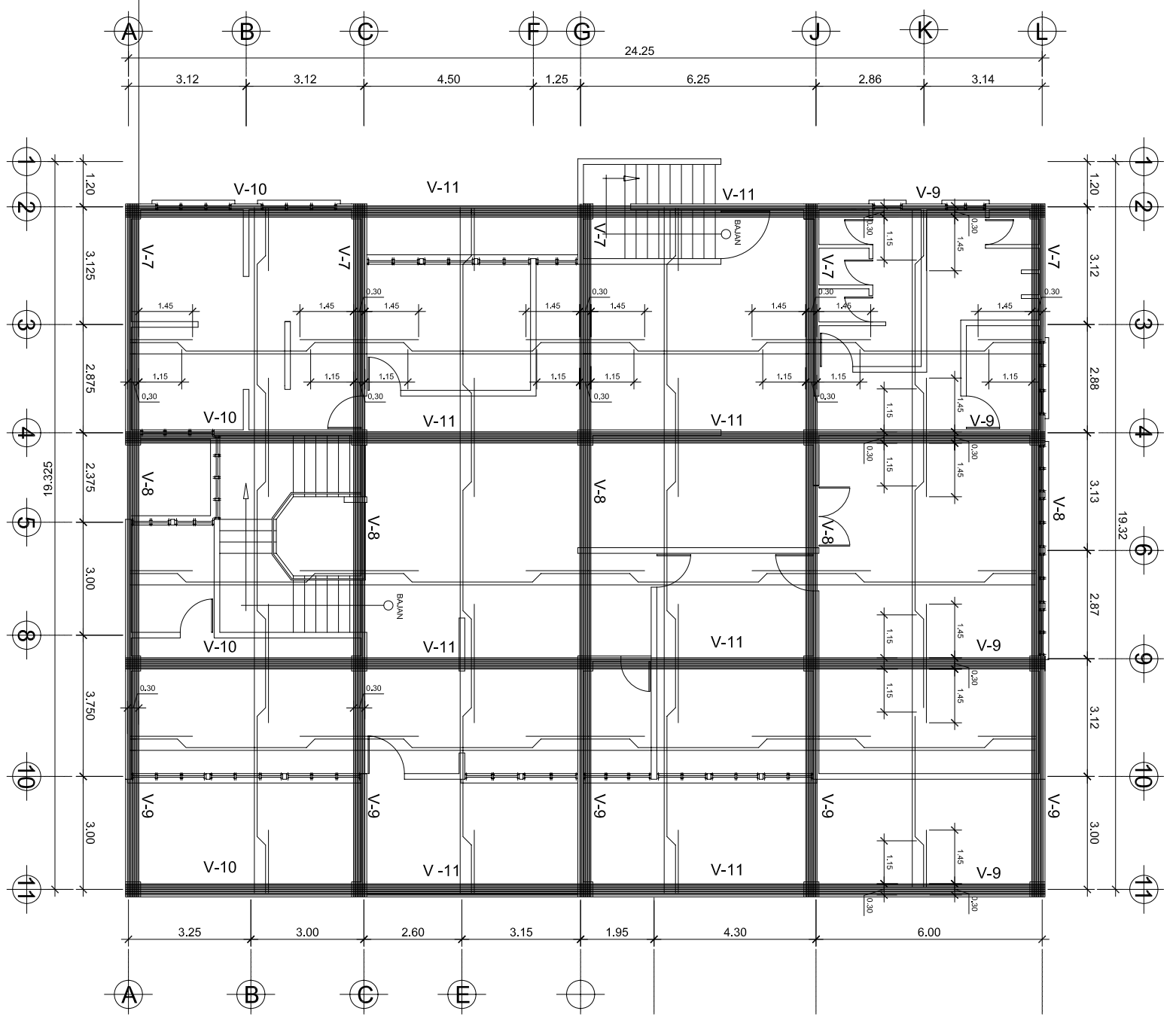
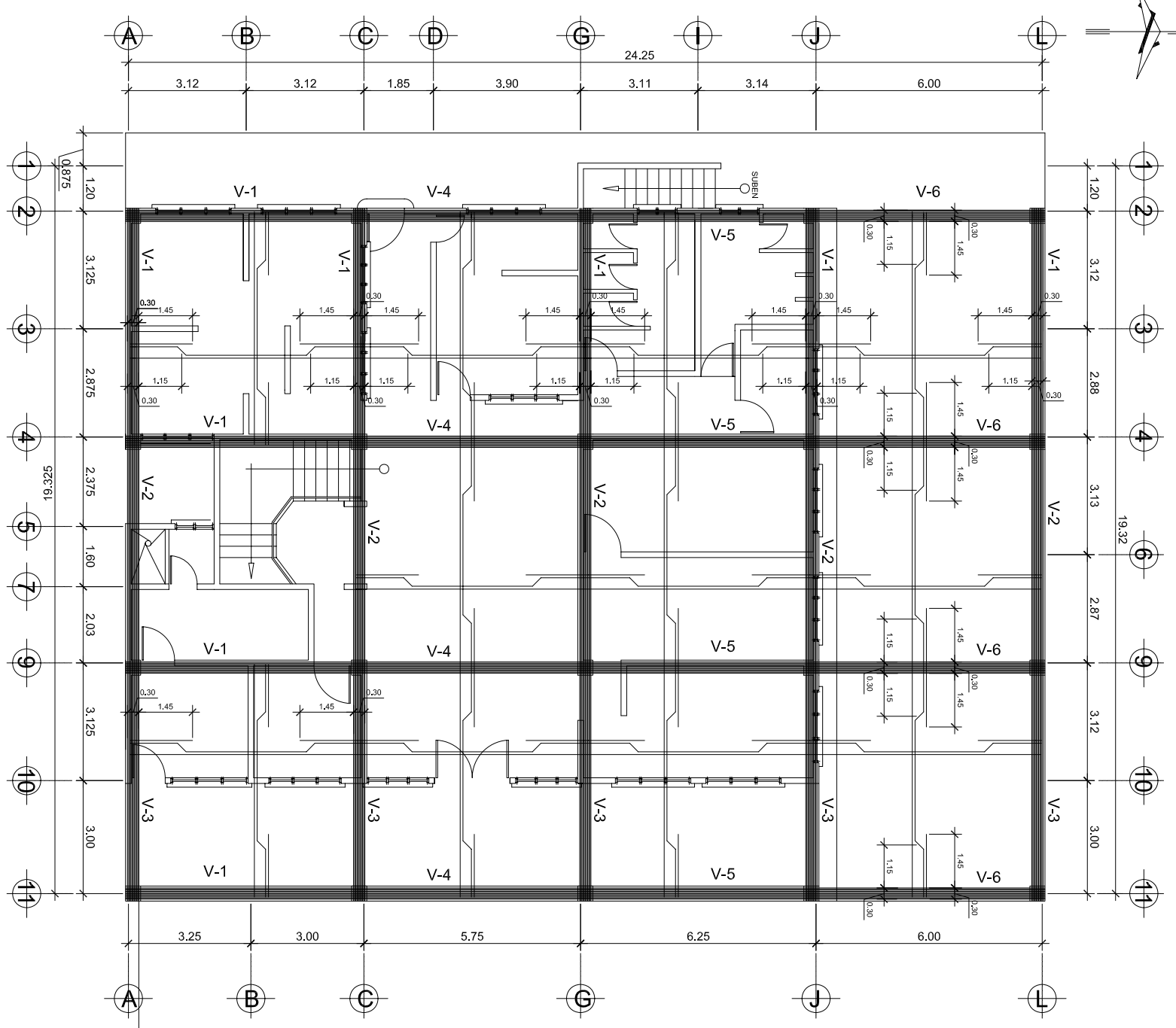
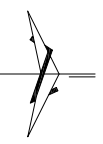
ESC: 1:25



SECCION X - X'

ESC: 1:125

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL		UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ	
CONTENIDO: DETALLES DE CIMENTACION Y MUROS 8 - 8', AL - 10' - 10'		ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ	
ESCALA: INDICADA	CANTON: 2003 - 12651	VIGAS:	
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 6/15	ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ COL. NCS 559 ASESOR - SUZUMI INGENIEROS	



PLANTA BAJA

LOSAS

ESC: 1/75

PLANTA ALTA

SIMBOLOGIA

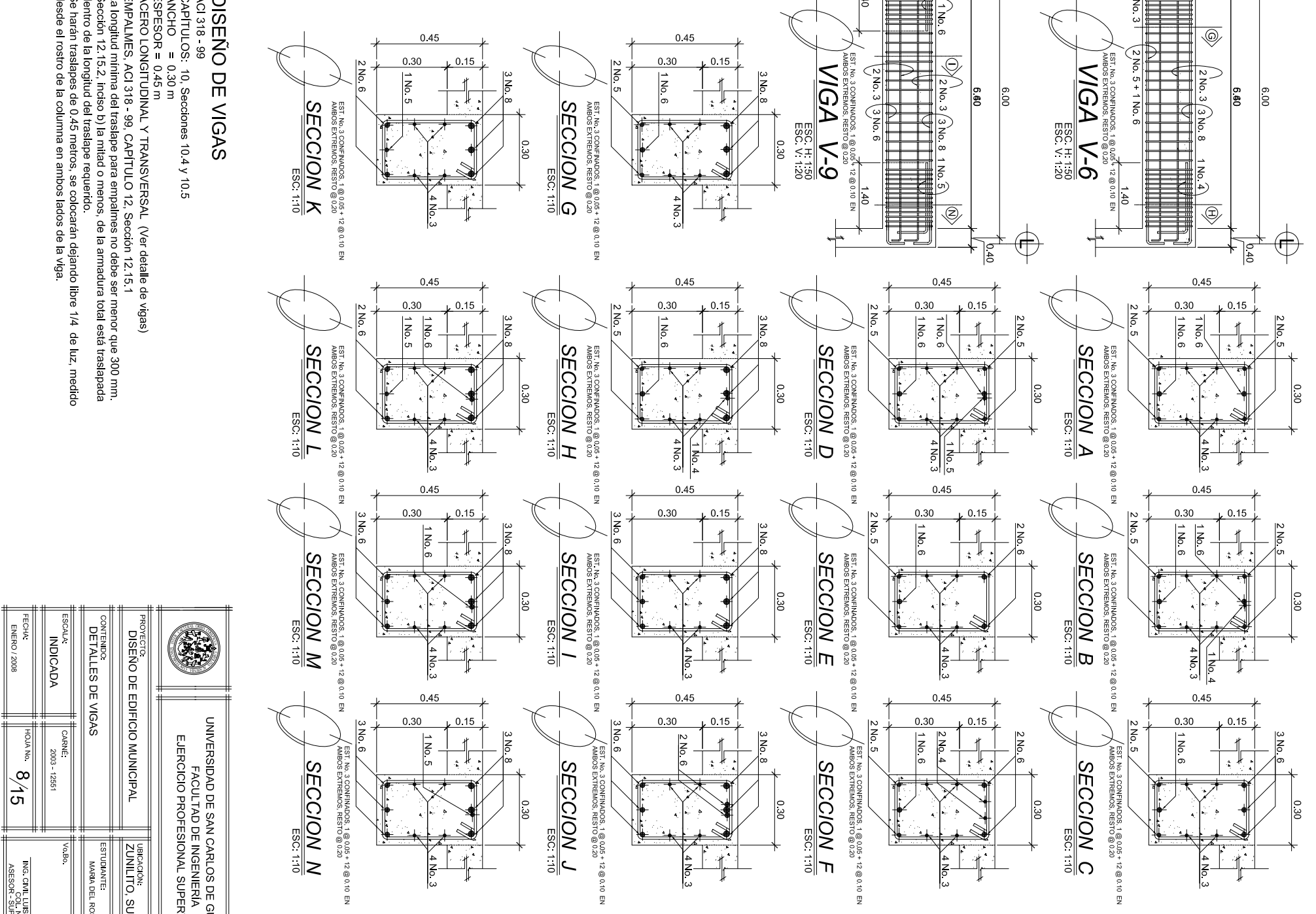
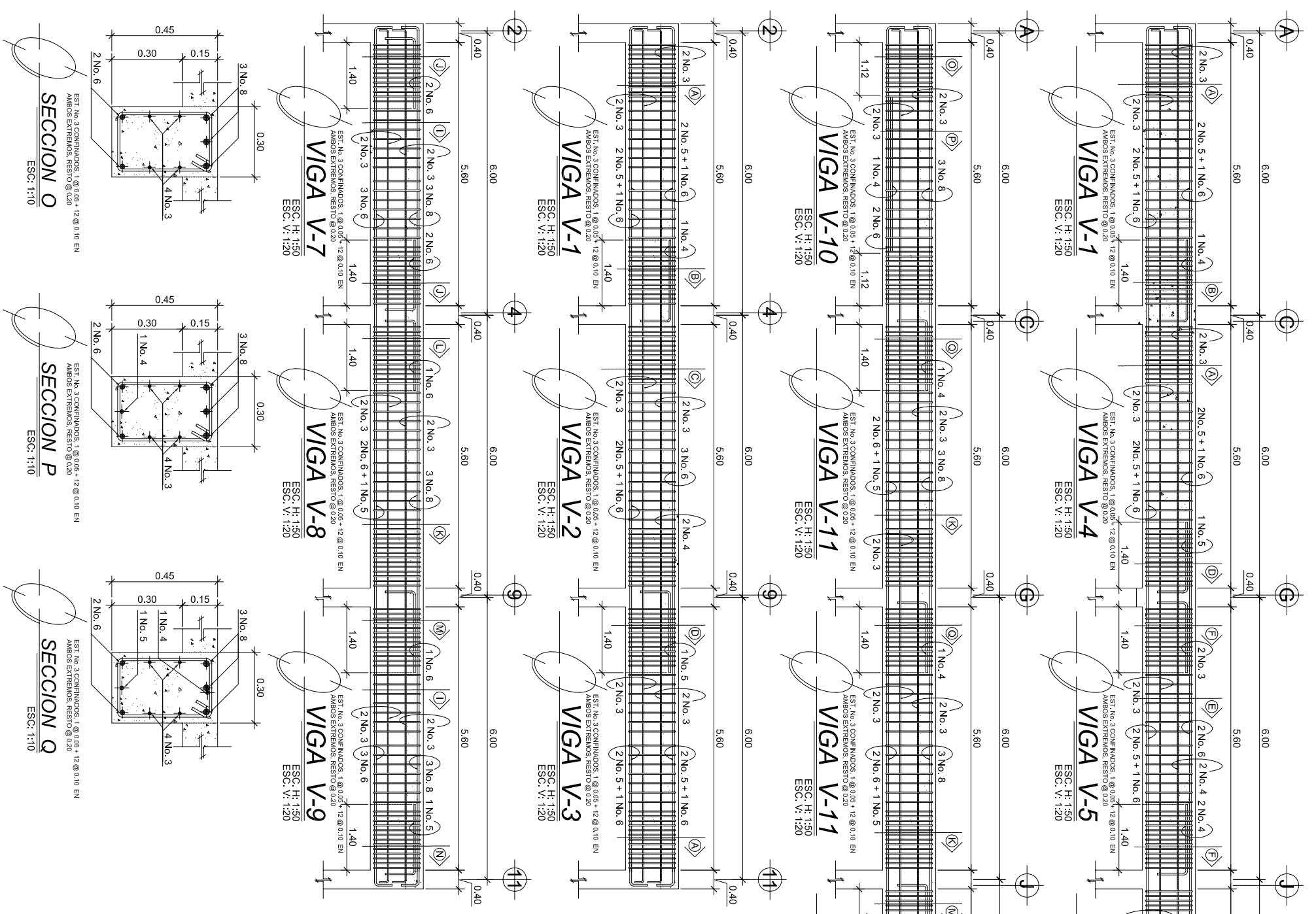
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

DISEÑO DE LOSAS
 METODO 3 ACI 318 - 99
 CAPTULOS: 7, Sección 7.6.5; 9, Sección 9.5.3; Y
 13.
 ESPESOR DE LOSAS = 0.15 m
 TENSIÓN #4 @ 0.30 m (1/4 L + doblar a 45°)
 BASTÓN #4 @ 0.30 m (1/5 L)
 RIEL #4 @ 0.30 m

NOTA:
 VER DETALLES DE GRADAS EN HOJA No. 9/15
 VER DETALLES DE VIGAS EN HOJA No. 8/15

= BASTONES No. 4 @ 0.30
 = TENSIONES No. 4 @ 0.30
 = RIELES No. 4 @ 0.30
 = VIGA TIPO

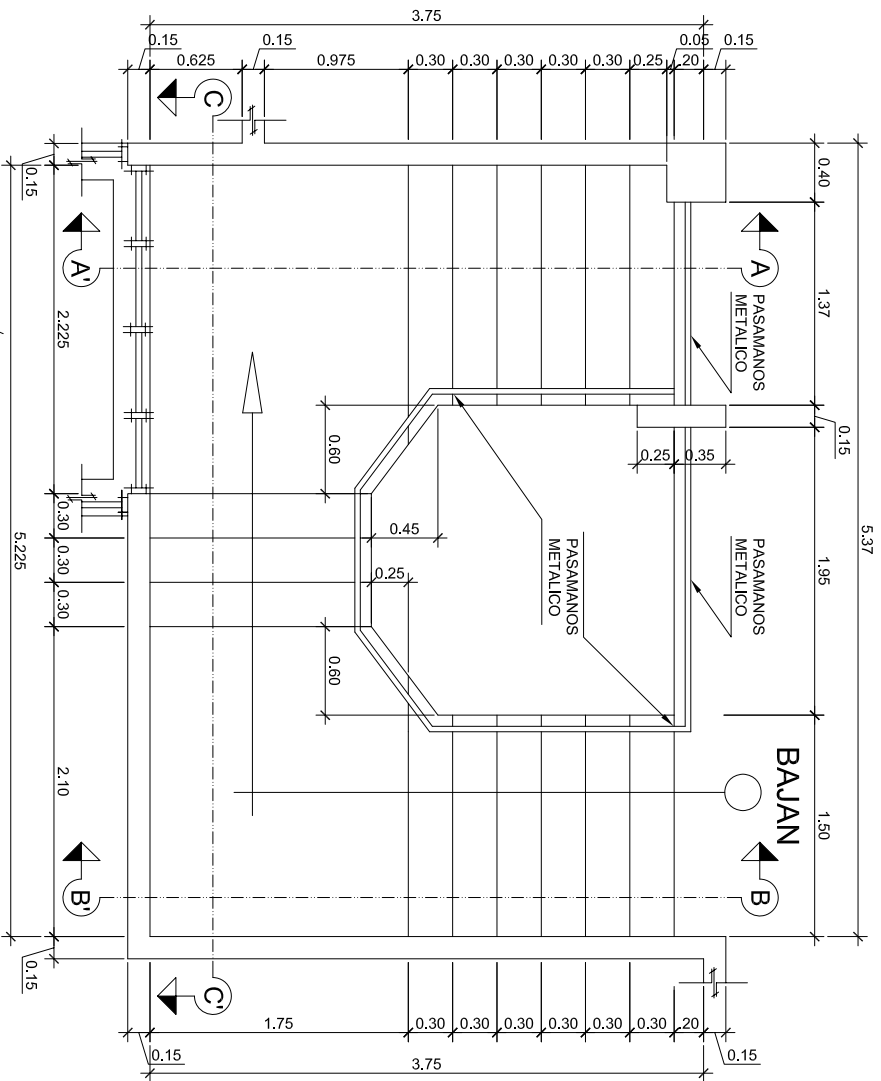
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION:	ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO:	PLANO DE LOSAS Y VIGAS	ESTUDIANTE:	MARBA DEL ROSARIO MUÑOZ
INDICADA:		CARRIL:	2003 - 12651
FECHA:	ENERO / 2008	HOJA No.:	7 / 15
		ING. CIVIL LUIS ALFARO VELEZ ASESOR SUPERVISOR EPS	



DISEÑO DE VIGAS

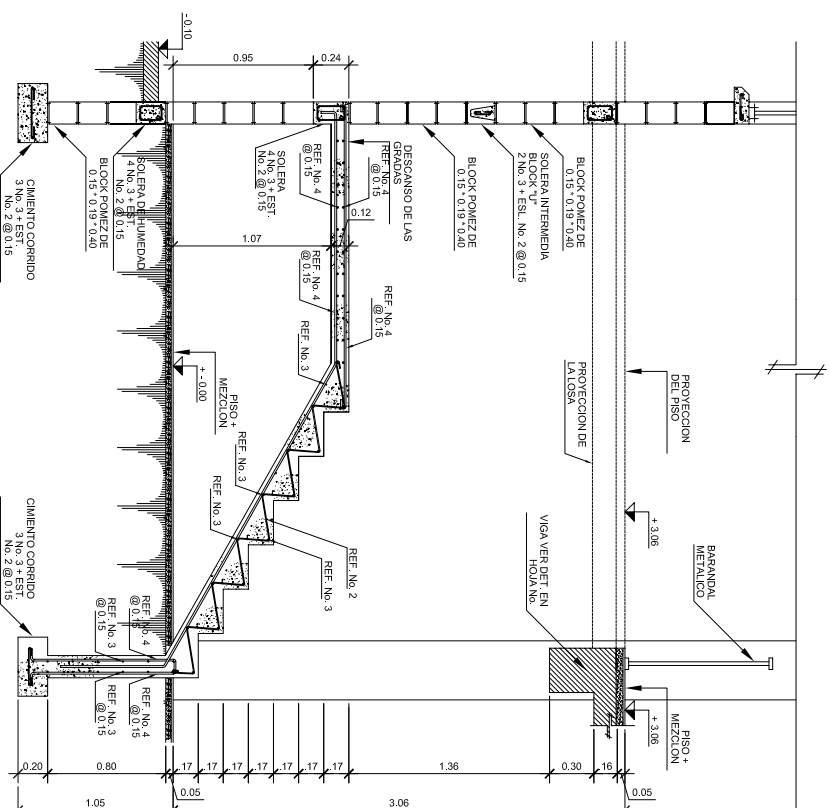
ACI 318 - 99
CAPITULOS: 10, Secciones 10.4 y 10.5
ANCHORO = 0.30 m
ESPESOR = 0.45 m
ACERO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (Ver detalle de vigas)
EMPALMES, ACI 318 - 99, CAPITULO 12, Sección 12.15.1
La longitud mínima del trasape para empalmes no debe ser menor que 300 mm.
Sección 12.15.2, inciso b) la mitad o menos, de la armadura total está traslapada dentro de la longitud del trasape requerido.
Se harán traslapes de 0.45 metros, se colocarán dejando libre 1/4 de luz, medido desde el rostro de la columna en ambos lados de la viga.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL		UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ	
CONTENIDO: DETALLES DE VIGAS		ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUNOZ	
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12851	VABs.	
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 8/15		ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ COORDINADOR ASESOR: SUZUMI IZABERR



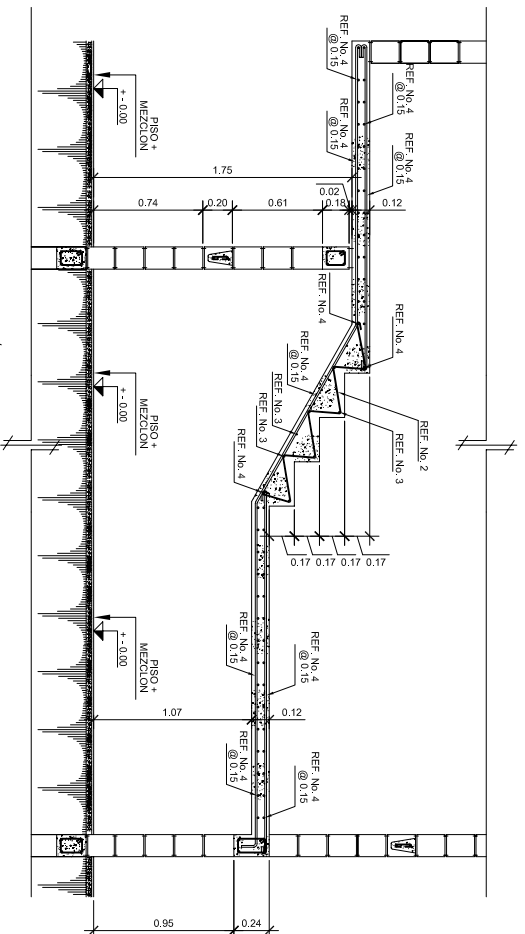
PLANTA DE LAS GRADAS

ESC: 1:25



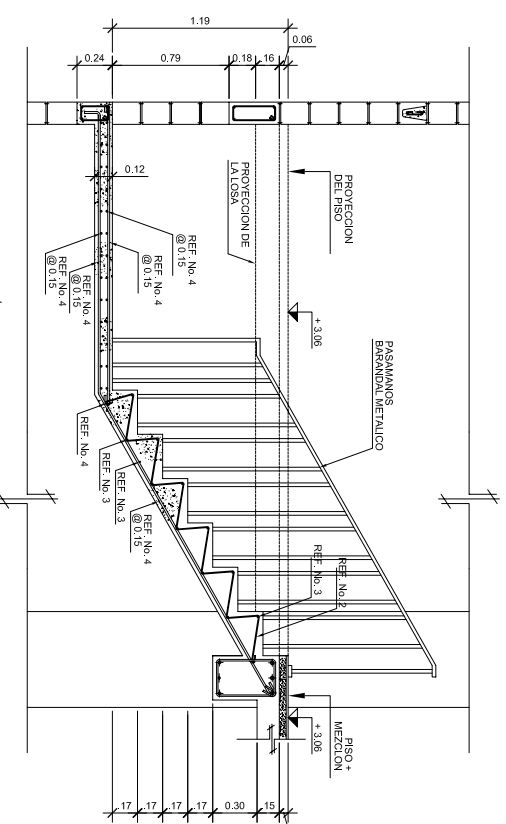
SECCION A - A'

ESC: 1:25



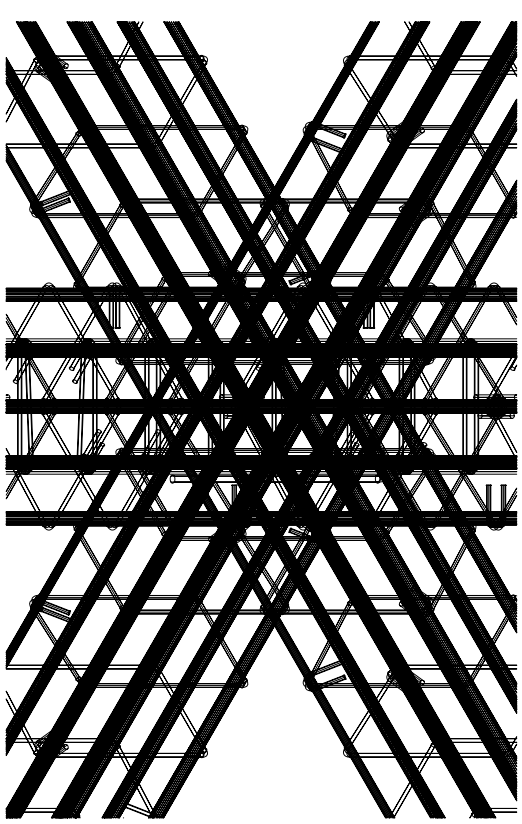
SECCION C - C'

ESC: 1:25



SECCION B - B'

ESC: 1:25



DETALLE ISOMETRICO UNION VIGAS CON COLUMNA

ESC: 1:25

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
1	2.00	2.10	2	MADERA DOBLE HOJA
2	0.90	2.10	14	MADERA
3	1.00	2.10	6	MADERA
4	0.80	2.10	2	MADERA
5	0.70	2.10	8	MADERA
6	0.75	2.10	1	MADERA

PLANILLA DE VENTANAS					
TIPO	SILLAR	DINTEL	UNIDADES	ANCHO	ALTO
1	0.85	2.55	9	2.00	1.70
2	0.85	2.55	4	1.75	1.70
3	0.85	2.55	5	1.65	1.70
4	1.85	2.55	1	1.05	0.70
5	1.85	2.55	2	1.06	0.70
6	0.84	2.54	6	2.00	1.70
7	0.84	2.54	5	1.50	1.70
8	0.84	2.54	3	1.05	1.70
9	0.84	2.54	7	1.30	0.50
10	1.84	2.54	1	2.00	0.70
11	0.84	2.54	1	1.80	1.70
12	1.70	2.40	2	1.06	0.70

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL

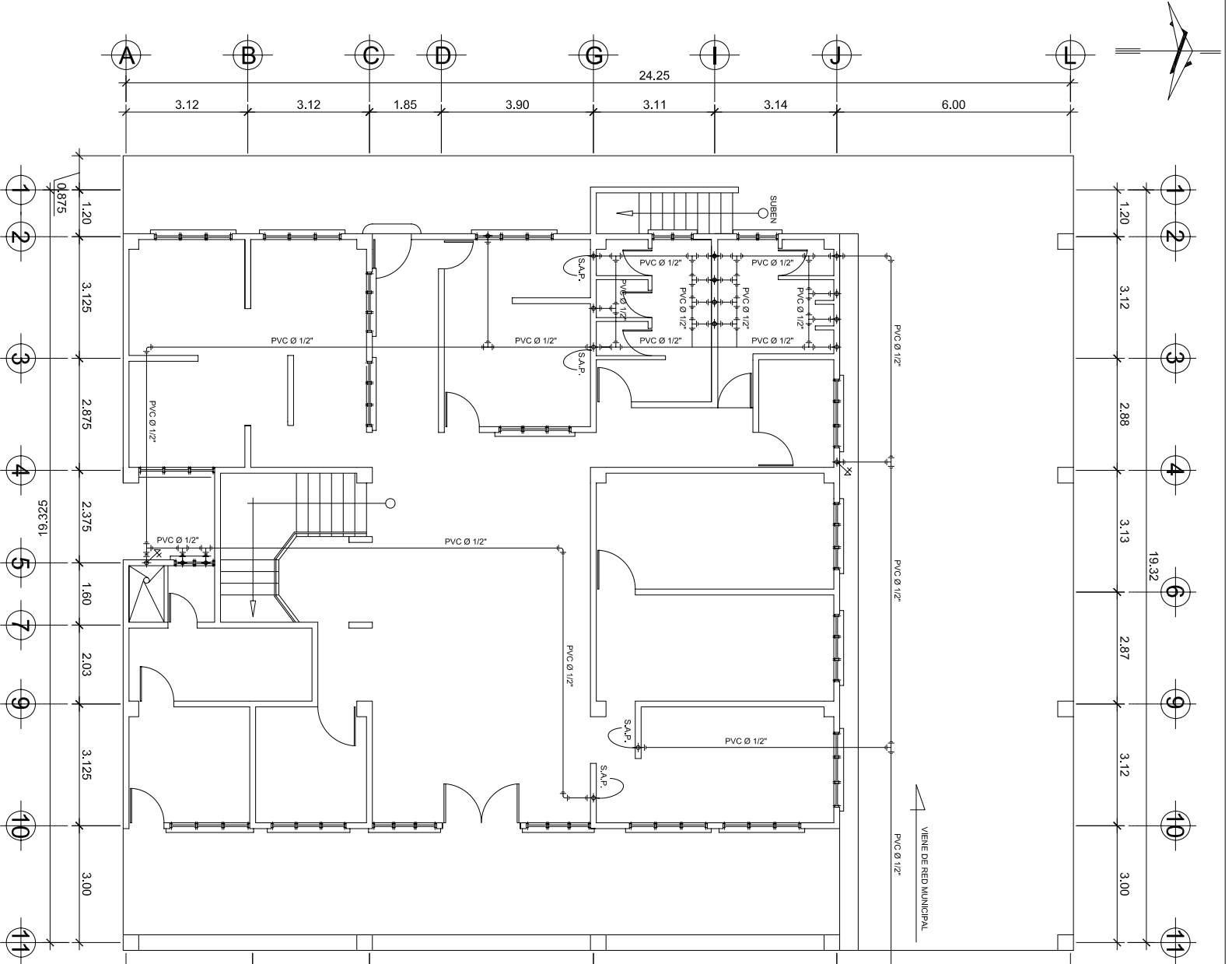
CONTENIDO: DETALLE ESTRUCTURAL VIGA UNION COLUMNA, DETALLES DE GRADAS + PLANILLAS PUERTAS Y VENTANAS

INDICADA

FECHA: ENERO / 2008

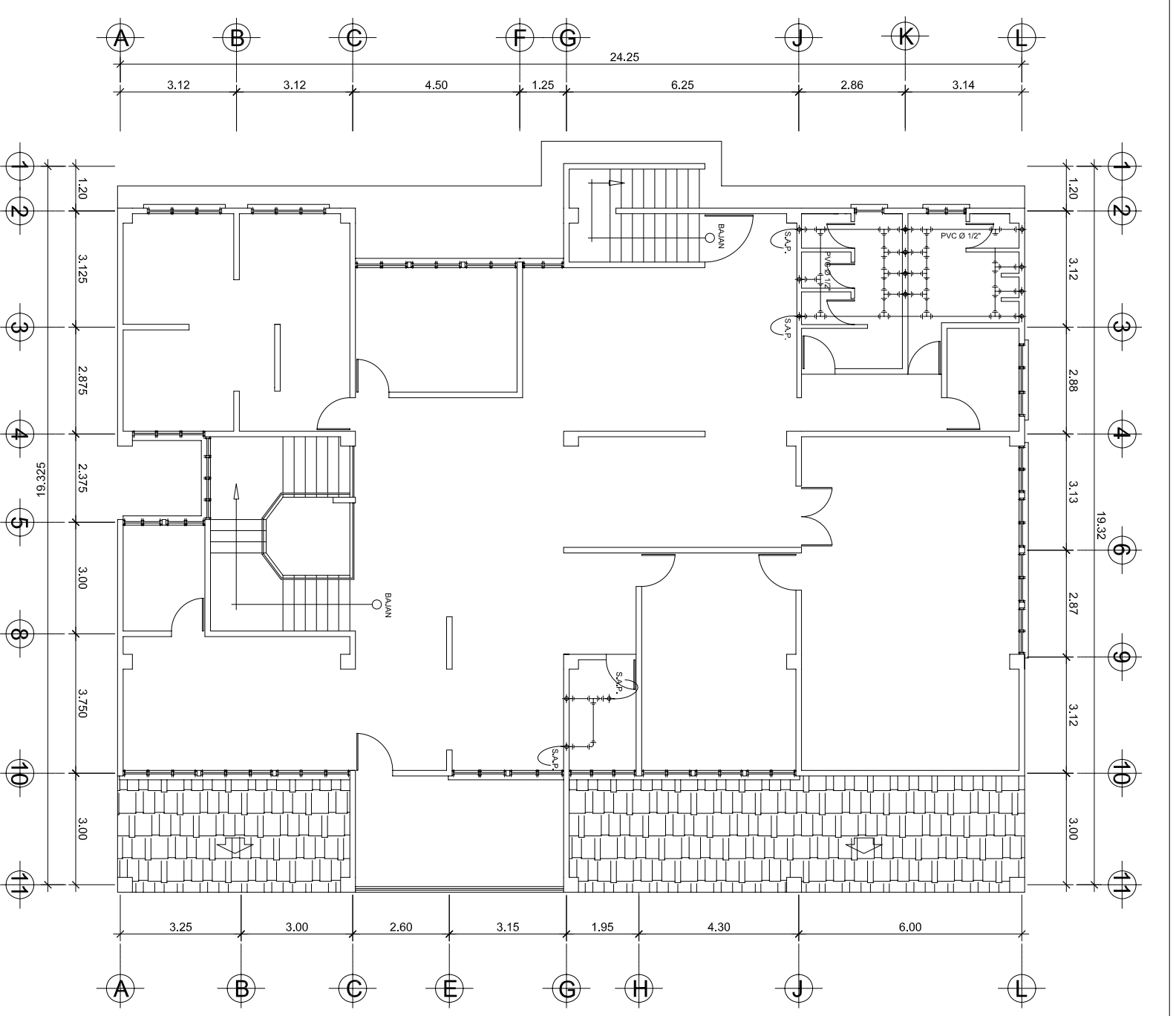
HOJA No. 9/15

ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ
COORDINADOR GENERAL
ASESOR: SUPERVISOR EPS



PLANTA BAJA

ESC: 1/75



PLANTA ALTA

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

- LA TUBERIA DE INSTALACION HIDRAULICA SERA DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC), PARA UNA PRESION DE TRABAJO DE 160 PSI, Y DEBERA SATISFACER LAS NORMAS COMERCIALES STANDARD 256-56 Y ASTM 2466-67 O ASTM-D-2241.
- EL DIAMETRO DE LA TUBERIA, LAS DIMENSIONES DE TUBERIA Y LOS CIRCUITOS QUE SE GENERAN, SE MUESTRAN EN LA PLANTA.
- CUALQUIER CAMBIO DE DIAMETRO POR CONDICIONES ESPECIALES ENCONTRADAS EN EL CAMPO DEBERA SER AUTORIZADA POR EL SUPERVISOR.
- LOS ARTEFACTOS SANITARIOS COMO INODOROS Y LAVAMANOS SERAN American Standard, LINEA STANDARD. TODOS LOS ARTEFACTOS SERAN DE COLOR BLANCO.

NOTA:
VER DETALLE DE INSTALACIONES
EN HOJA NO. 15/15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
⊠	LLAVE DE COMPUERTA	↕	CODO A 90° VERTICAL	S.A.P.	SUBIDA DE AGUA POTABLE
⊠	LLAVE DE PASO	↔	CODO A 90° HORIZONTAL	⊠	GRIFO, (CHORRO)
□	CONTADOR	↕↕	TEE VERTICAL	⊠	TEE HORIZONTAL
—	TUBERIA PARA AGUA FRIA P.V.C. 1/2" Ø	↕↕	TEE VERTICAL	⊠	TEE HORIZONTAL

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
↕	CODO A 90° VERTICAL	↕↕	TEE VERTICAL
↔	CODO A 90° HORIZONTAL	⊠	TEE HORIZONTAL

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
S.A.P.	SUBIDA DE AGUA POTABLE	⊠	GRIFO, (CHORRO)
⊠	TEE HORIZONTAL		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL

CONTENIDO:
PLANO DE INSTALACIONES AGUA POTABLE

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ENERO / 2008

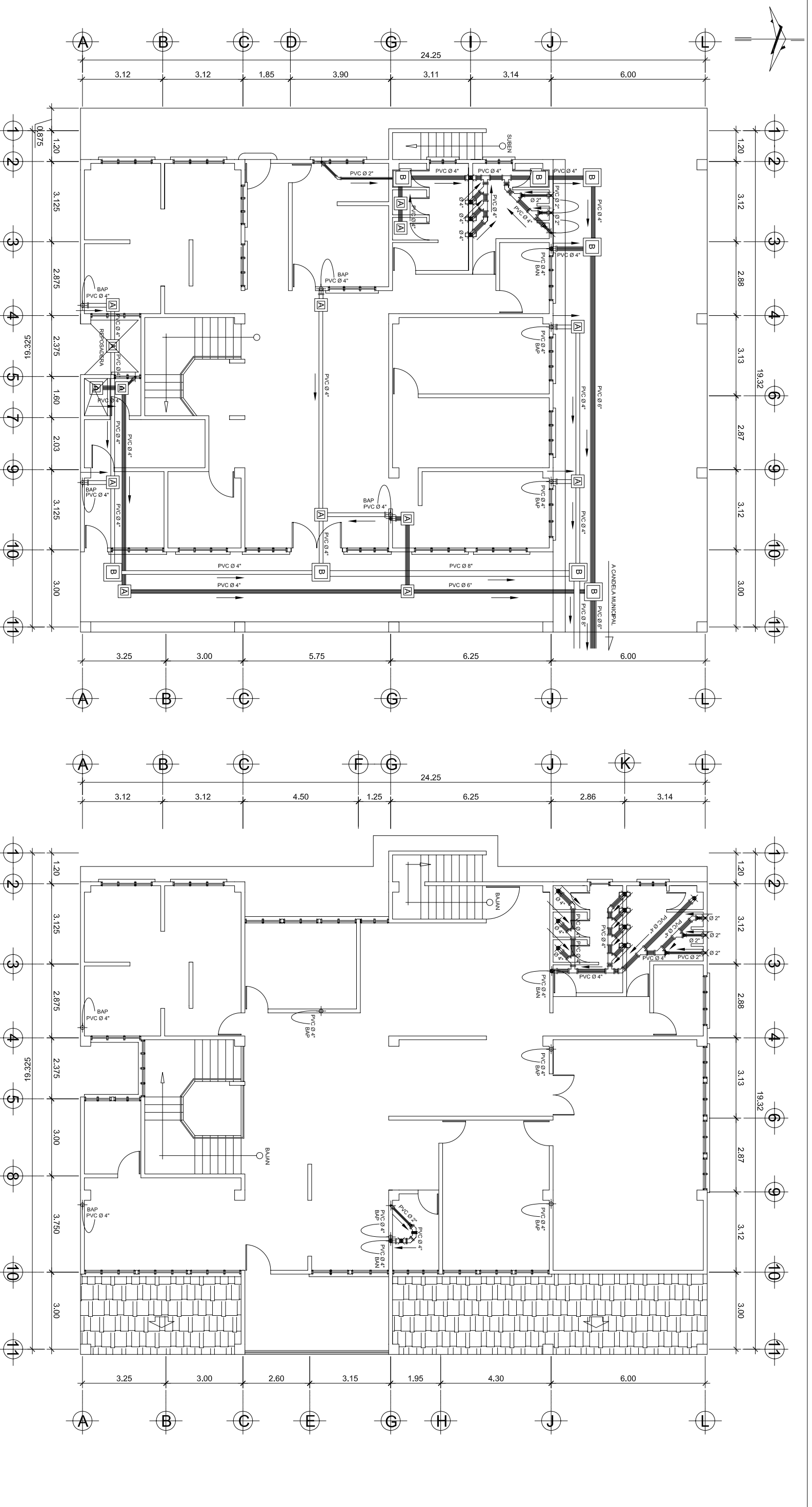
URDIDOR:
ZUNILITO SUCHITEPEQUEZ

ESTUDIANTE:
MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ

CARRER:
2003 - 12551

HOJA No. 10/15

ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ
ASESOR SUPERVISOR EPS



PLANTA BAJA

DRENAJES

ESC: 1:75

PLANTA ALTA

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

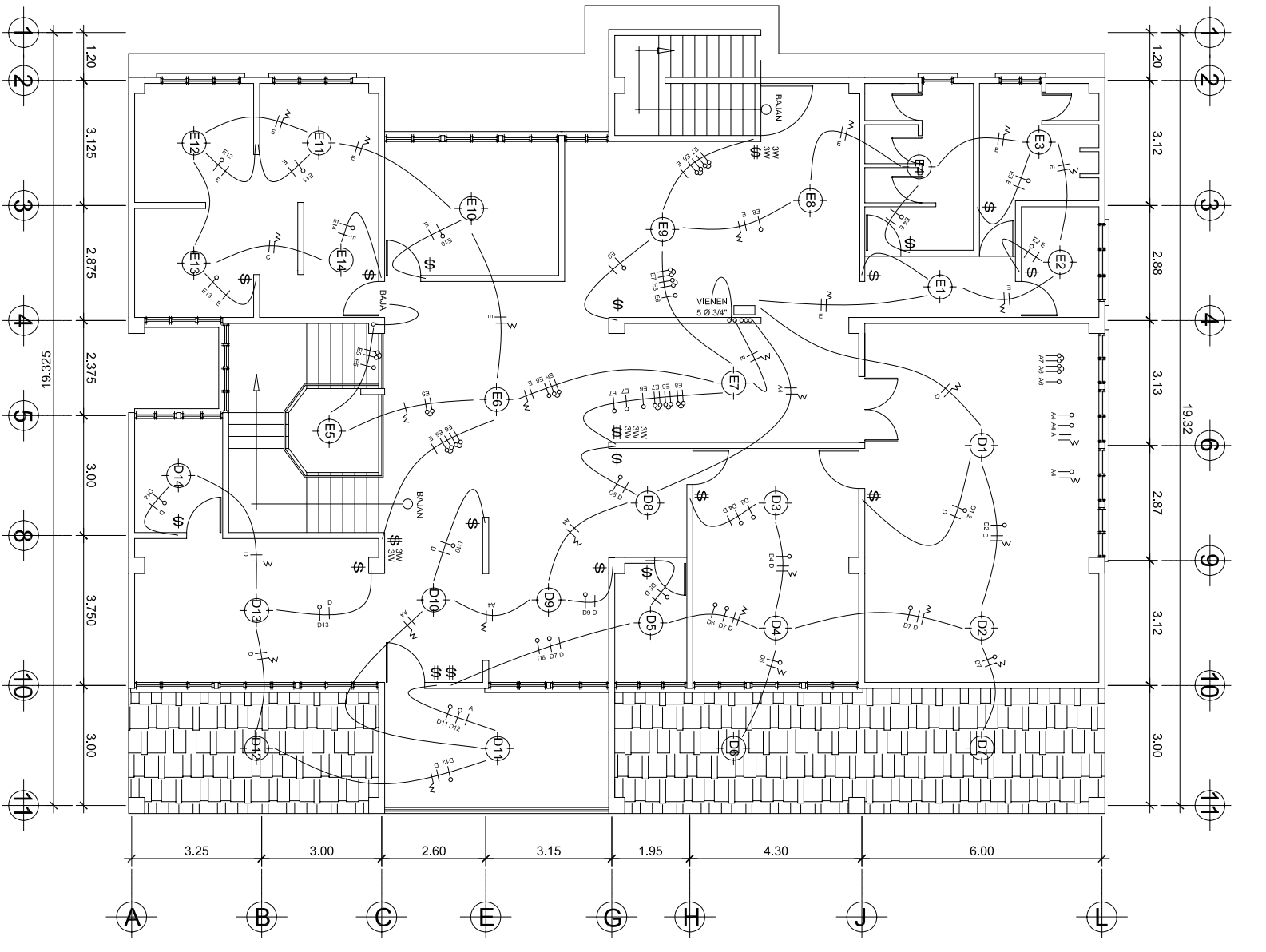
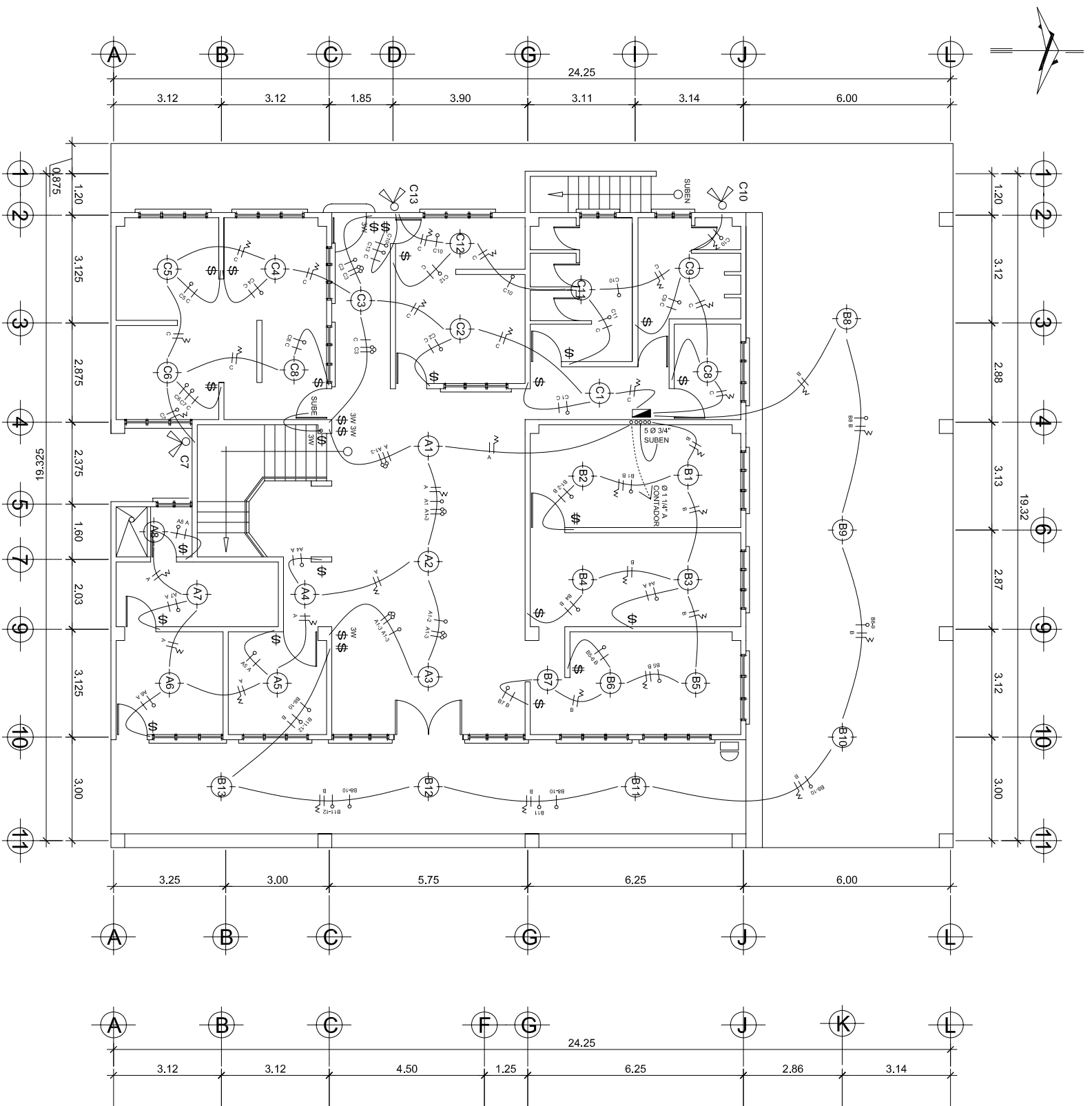
- LA TUBERIA DE INSTALACION HIDRAULICA SERA DE COLOR ROJO DE POLIVINILO (PVC), PARA UNA PRESION DE TRABAJO DE 160 PSI. Y DEBERA SATISFACER LAS NORMAS COMERCIALES STANDARD 298-56 Y ASTM 2466-67 O ASTM-D-2241.
- EL DIAMETRO DE LA TUBERIA, LAS DIMENSIONES DE TUBERIA Y LOS CIRCUITOS QUE SE GENERAN, SE MUESTRAN EN LA PLANTA.
- CUALQUIER CAMBIO DE DIAMETRO POR CONDICIONES ESPECIALES ENCONTRADAS EN EL CAMPO DEBERA SER AUTORIZADA POR EL SUPERVISOR.
- LOS ARTEFACTOS SANITARIOS COMO INODOROS Y LAVAMANOS SERAN AMERICAN STANDARD, LINEA STANDARD. TODOS LOS ARTEFACTOS SERAN DE COLOR BLANCO.

SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO
TUBERIA DE AGUAS NEGRAS		YEE A 45° HORIZONTAL		CODO 90° VERTICAL		CAJA DE 0.40' x 0.40', PROF. 0.40	
TUBERIA DE AGUAS PLUVIALES		TEE 90° HORIZONTAL		CODO 45° HORIZONTAL		INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE	
BAJADA DE AGUAS NEGRAS		TEE 90° VERTICAL		REDUCIDOR DE Ø 4" - 2"		SIFON TERMINAL	
BAJADA DE AGUAS PLUVIALES		TEE 90° BOCABAJO A 0.45 SOBRE NIVEL DEL PISO		CAJA DE 0.30' x 0.30', PROF. 0.30			

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO: PLANO DE INSTALACIONES DRENAJES	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12651
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 11/15
ING. CIVIL LUIS ALVARO VEJZ COORDINADOR ASESOR: SUAREZ BARRERA	

NOTA:
VER DETALLE DE INSTALACIONES
EN HOJA NO. 15/15



PLANTA BAJA

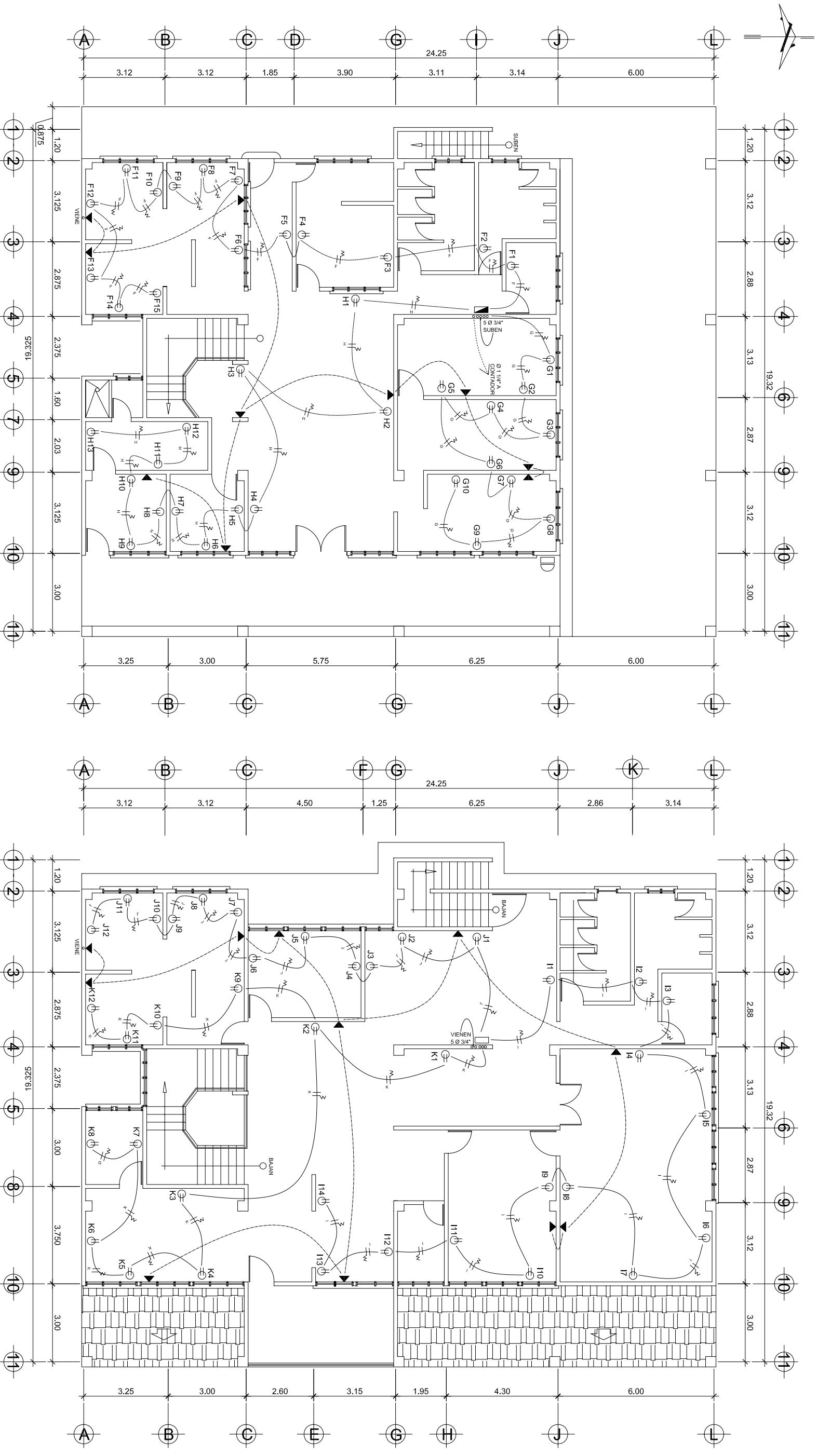
ILUMINACION

ESC: 1:75

PLANTA ALTA

SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR		LAMPARA EN CIELO		INTERRUPTOR TRIPLE		RETORNO CAL. 14 AWG.
	TABLERO, 4 CIRCUITOS		REFLECTOR DOBLE EN PARED		INTERRUPTOR THREE WAY		PUENTE THREE WAY CAL. 14 AWG
	POLIDUCTO EN PARED O CIELO DIAMETRO Ø 3/4"		INTERRUPTOR SIMPLE		CONDUCTOR POSITIVO CAL. 12 AWG		CAJA DE REGISTRO 4" * 6" * 6"
	IDENTIFICACION DE CIRCUITOS		INTERRUPTOR DOBLE		CONDUCTOR NEUTRO CAL. 12 AWG		POLIDUCTO SUBTERRANEO

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL		UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ	
CONTENIDO: PLANO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (ILUMINACION)		ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUNOZ	
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12851	VOB: Ba.	
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 12/15	ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ COL. INGENIEROS ASESOR. SUCHITEPEQUEZ	



PLANTA BAJA

FUERZA

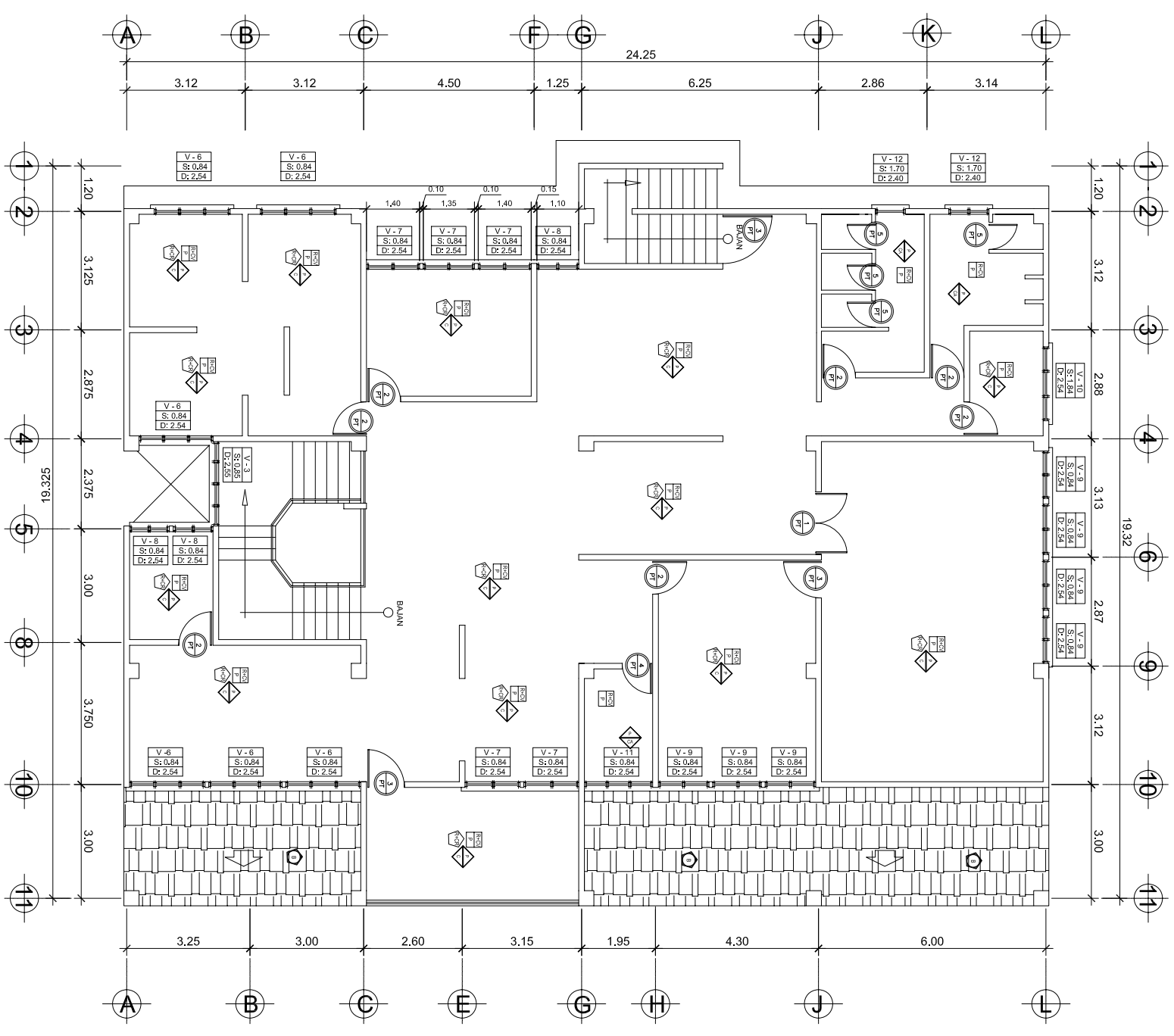
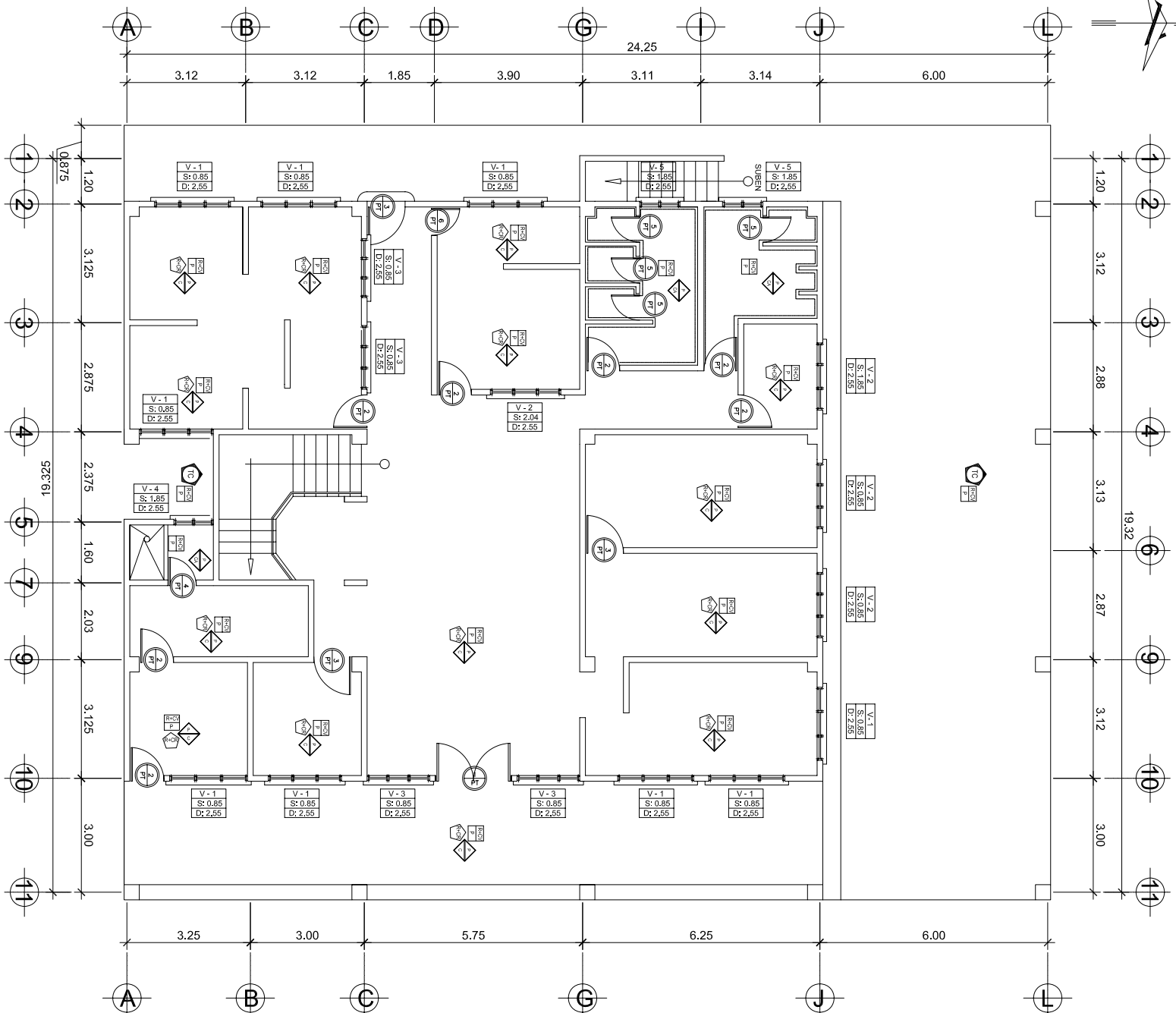
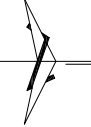
ESC: 1/75

PLANTA ALTA

SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR		CONDUCTOR PARA TELEFONO, T.V. CABLE, INTERCOMUNICADOR		CONDUCTOR POSITIVO CAL. 10 AWG
	TABLERO, 4 CIRCUITOS		IDENTIFICACION DE CIRCUITOS		CONDUCTOR NEUTRO CAL. 10 AWG
	POLIDUCTO EN PARED O CIELO DIAMETRO Ø 3/4"		TOMACORRIENTE		
	POLIDUCTO SUBTERRANEO DIAMETRO Ø 3/4"		TOMA DE TELEFONO, T.V. CABLE, INTERNET		

CIRCUITOS			CIRCUITOS			CIRCUITOS					
CIRCUITO	UNID.	FLUPON	USO	CIRCUITO	UNID.	FLUPON	USO	CIRCUITO	UNID.	FLUPON	USO
A	8	1 * 20	ILUMINACION P.B.	E	14	1 * 20	ILUMINACION P.A.	I	14	1 * 30	FUERZA P.A.
B	13	1 * 20	ILUMINACION P.B.	F	15	1 * 30	FUERZA P.B.	J	12	1 * 30	FUERZA P.A.
C	13	1 * 20	ILUMINACION P.B.	G	10	1 * 20	FUERZA P.B.	K	12	1 * 30	FUERZA P.A.
D	14	1 * 20	ILUMINACION P.A.	H	13	1 * 30	FUERZA P.B.	L	0	0	SIN USO

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL			
CONTENIDO: PLANO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA)			
ESCALA:	INDICADA	CARNE:	VABR
FECHA:	ENERO / 2008	HOLAJA No.:	13/15
ING. CIVIL LUIS ALFARO VELEZ ASESOR SUPERVISOR EPS		INGENIERO ZUMILITO SUCHITEPEQUEZ	



PLANTA BAJA

ACABADOS

PLANTA ALTA

ESC: 1/75

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:

- TORNOS LO MUROS SON DE BLOCK DE POMEZ DE 0.14 x 0.19 x 0.39 DE 50 Kg / cm² CON ACABADO INTERIOR DE REPELLO + CERINDO + PINTURA STANDARD EN MUROS Y SE APLICARÁ 2 VECES.
- PISO DE PRIMERA CALIDAD CERÁMICO NACIONAL DE 0.30 x 0.30 M.
- LOS AZULEJOS DE 0.20 x 0.25 LLEGAN A UNA ALTURA DE 1.20 SMP. RESTO CERINDO VERTICAL.
- TODOS LOS TIPOS DE PUERTAS SON DE MADERA DE CEDRO TRATADA Y BARINZADA.
- TODOS LOS TIPOS DE VENTANAS SON DE ALUMINIO MILL FINISH, COLOR A ESCOGER.
- TODOS LOS TIPOS DE VENTANAS TIENEN VIDRIO DE 0.005 MT. DISEÑO Y COLOR A ESCOGER.
- EL RECUBRIMIENTO DEL TECHO SERÁ DE IMITACION TEJLA EN LOS TECHOS INCLINADOS.

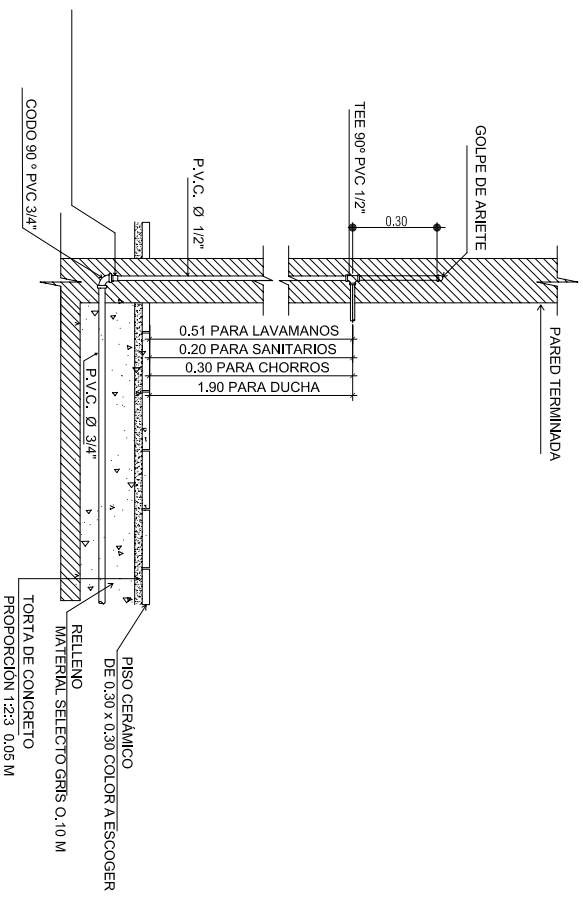
NOTA: VER PLANILLAS DE PUERTAS Y VENTANAS + SIMBOLOGIA EN HOJA No. 9/15

SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO
PUERTA TIPO		PISO CERAMICO	
REPELLO + CERINDO VERTICAL EN PARED		PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE	
ACABADO EN CIEGO REPELLO + CERINDO REMOINENDADO		AZULEJO DE 0.20 X 0.25 INASTA 1.20 S.M.T. RESTO BARRANDILLO SANITARIO	
BALDOSAS DE BARRO		TORTA DE CEMENTO	

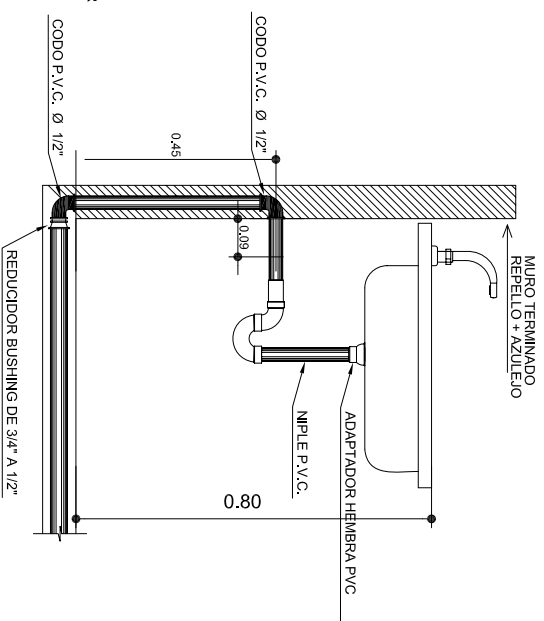


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

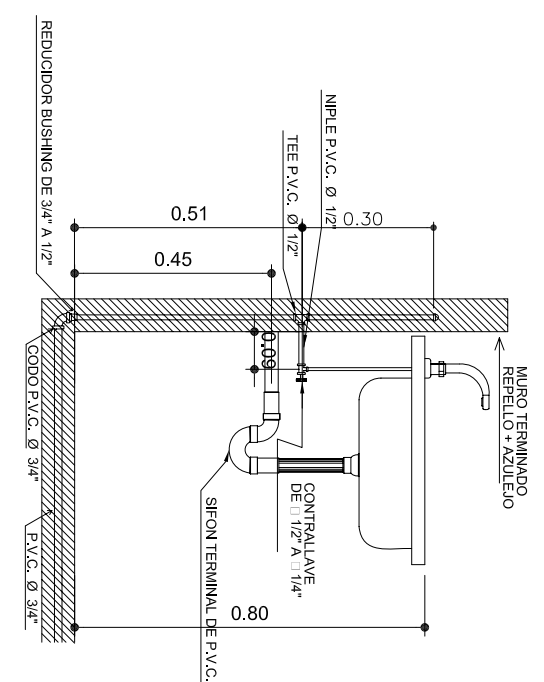
PROYECTO:	DISEÑO DE EDIFICIO MUNICIPAL	UBICACION:	ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO:	PLANO DE ACABADOS	ESTUDIANTE:	MARLA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA:	INDICADA	CARRIL:	2003 - 12551
FECHA:	ENERO / 2008	HOJA No.:	14/15
		ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ	ASESOR. SUPERVISOR EPS



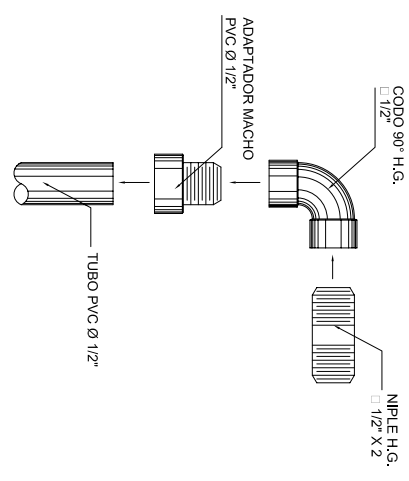
ALTURA DE TUBERÍA A ABASTOS
ESCALA GRÁFICA



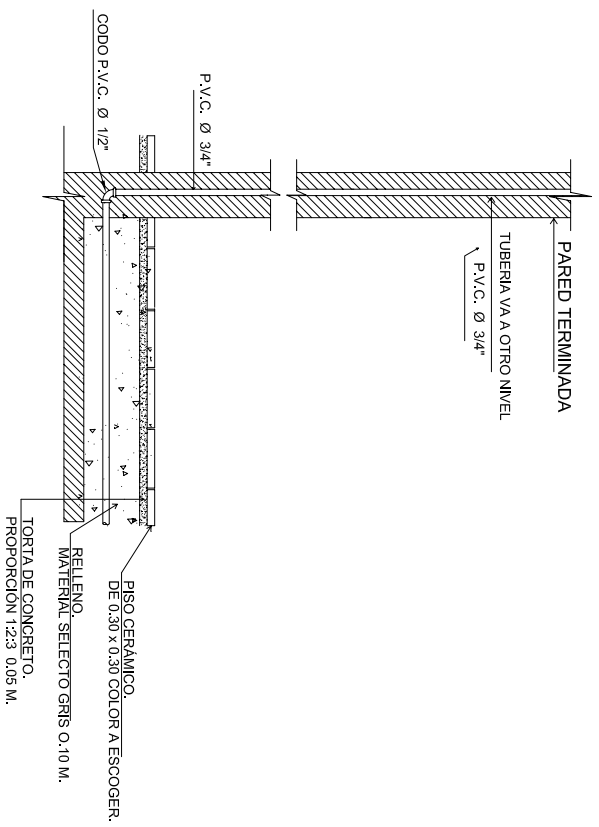
DRENAJE EN LAVAMANOS
ESCALA GRÁFICA



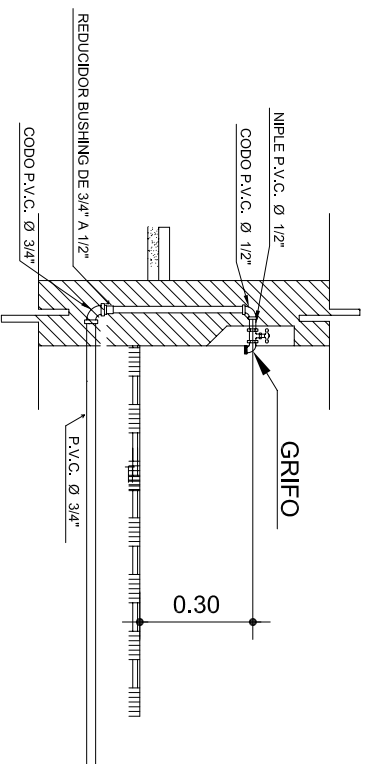
AGUA POTABLE EN LAVAMANOS
ESCALA GRÁFICA



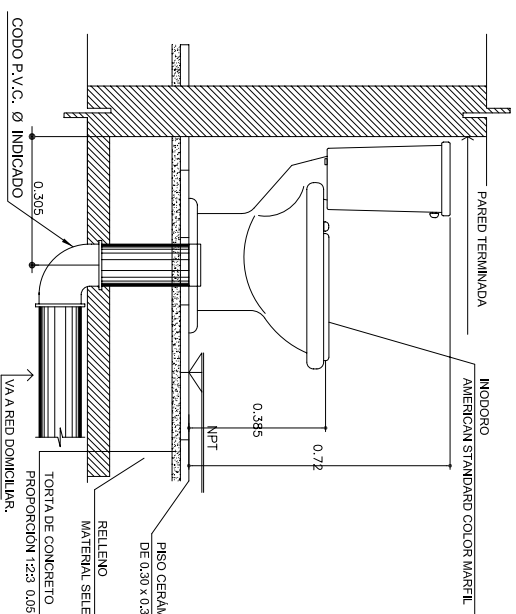
DETALLE DE ACOMETIDA DE ARTEFACTOS
ESCALA GRÁFICA



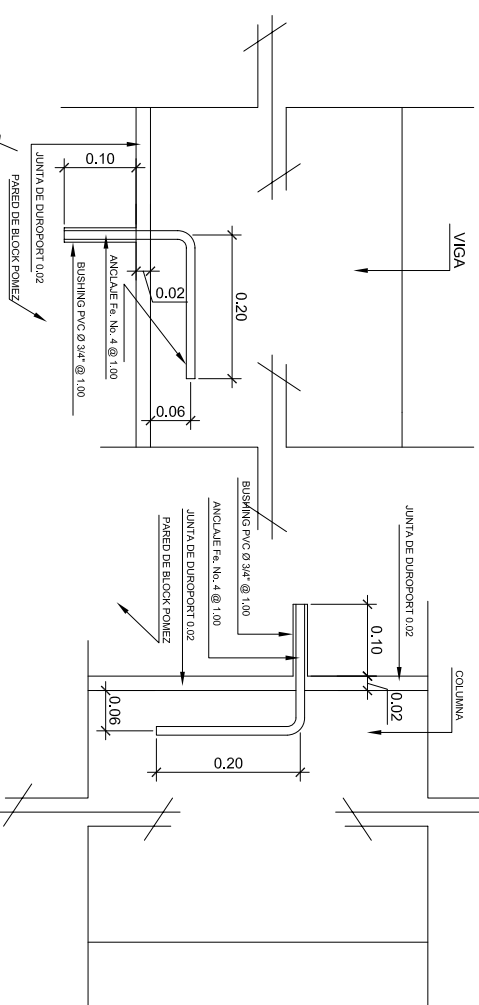
DETALLE DE TUBERÍA HACIA SEGUNDO NIVEL
ESCALA GRÁFICA



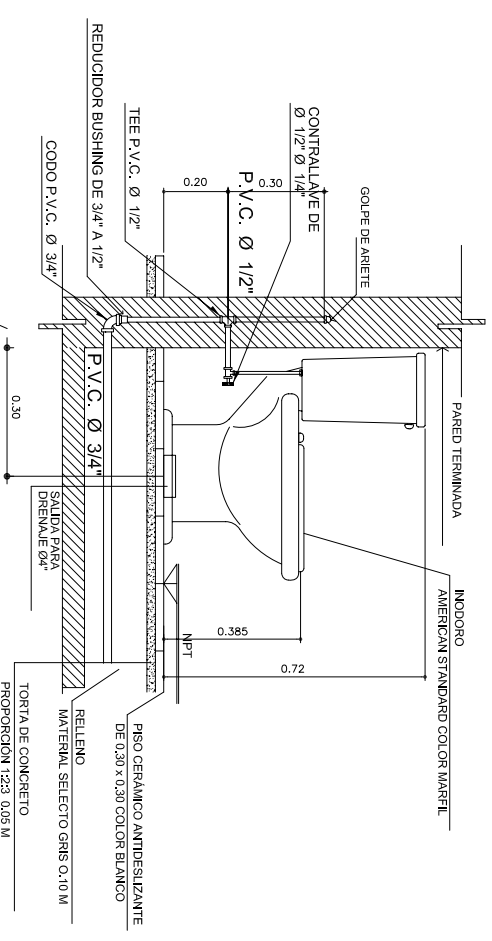
DETALLE DE GRIFO
ESCALA GRÁFICA



DRENAJE EN SANITARIO
ESCALA GRÁFICA

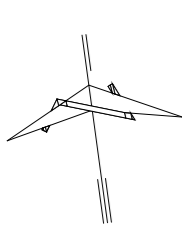


DETALLE DE BUSHING REMATE MURO VIGA-COLUMNA
ESC: 1:25

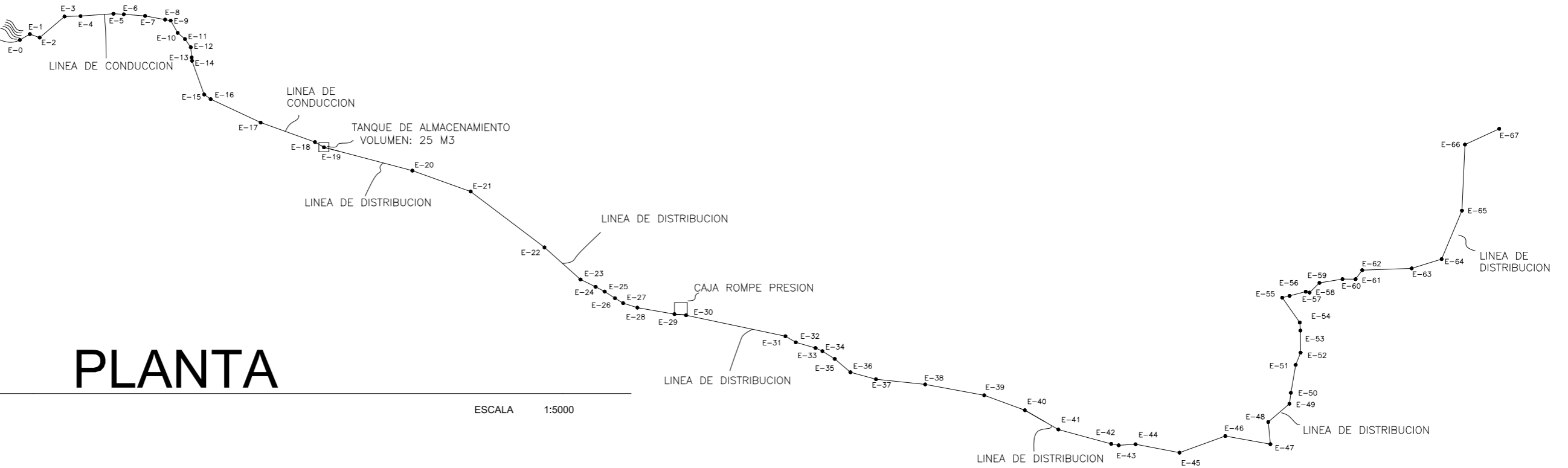


AGUA POTABLE EN SANITARIO
ESCALA GRÁFICA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
CONTENIDO:	DETALLE BUSHING MURO VIGA-COLUMNA	ESTUDIANTE:	MAIRA DEL ROSARIO MUÑOZ
FECHA:	ENERO / 2008	HOJA No.:	15/15
ESCALA:	INDICADA	CARNE:	2003 - 12851
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		VIGILANTE:	
FACULTAD DE INGENIERIA		ING. CIVIL LUIS ALFARO VEJIZ	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		ASESOR: SUZANNEN BERGERS	

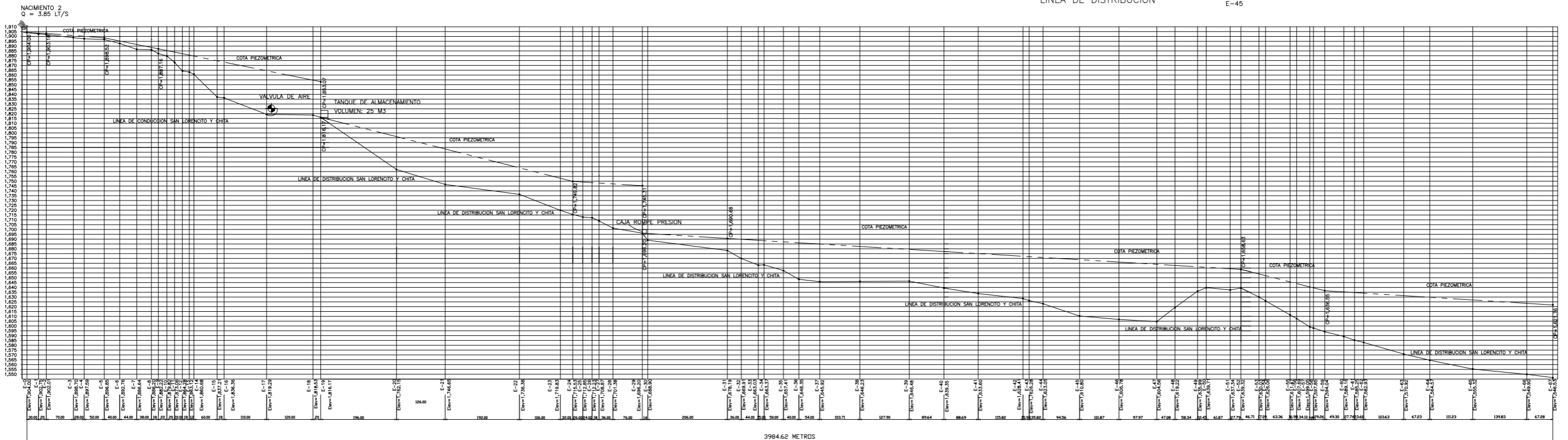


CAPTACION
NACIMIENTO 2
Q = 3.85 LT/S



PLANTA

ESCALA 1:5000




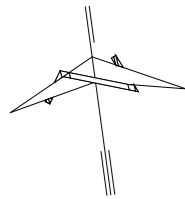
E-0 A E-19 LINEA DE CONDUCCION SAN LORENCO Y CHITA
LINEA PIEZOMETRICA Q = 3.85 LT/S

E-19 A E-67 LINEA DE DISTRIBUCION SAN LORENCO Y CHITA
LINEA PIEZOMETRICA Q = 2.04 LT/S

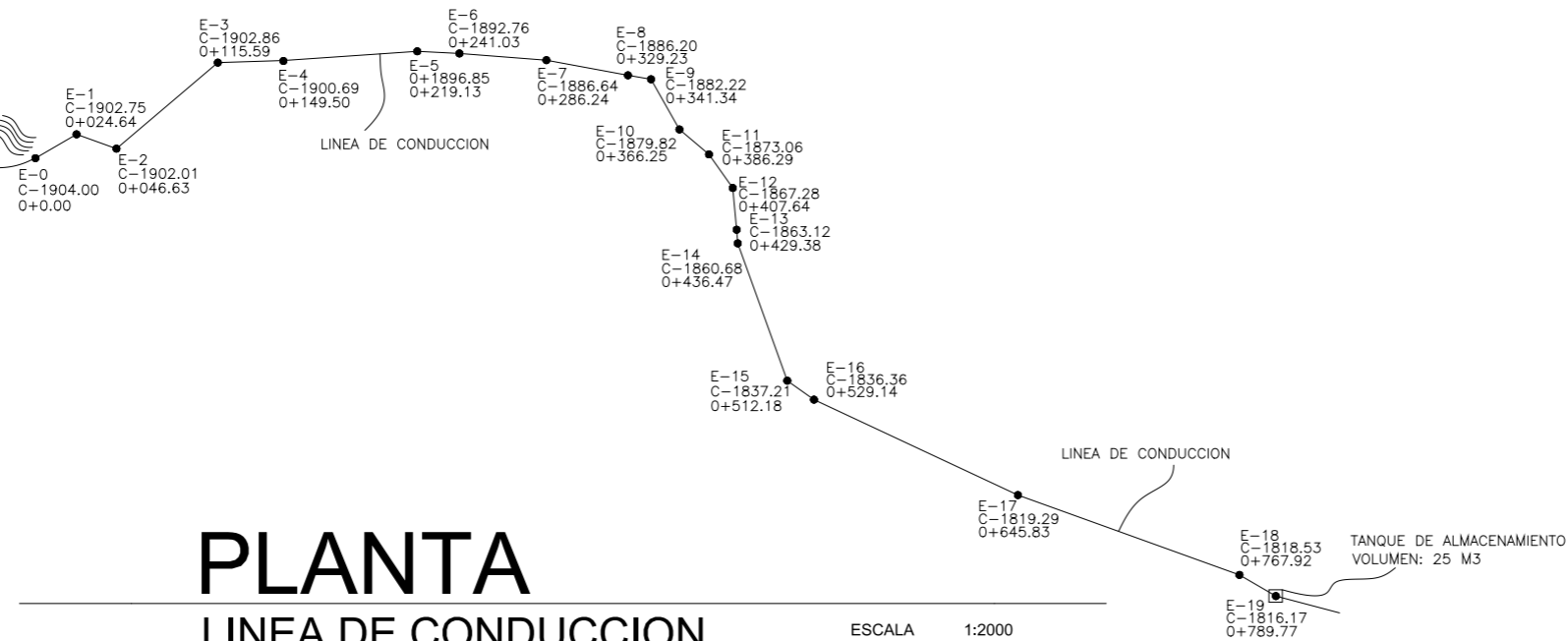
PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1:5500
ESCALA VERTICAL 1:2000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO:	UBICACION:
		DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCO Y CHITA	ZUNILITO, SUCHITEPEQUEZ
CONTENIDO:		ESTUDIANTE:	
PLANTA-PERFIL GENERAL		MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ	
ESCALA:	CARNE:	Vo.Bo.	
INDICADA	2003 - 12551		
FECHA:	HOJA No.	ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ	
ENERO / 2008	1/8	COL. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS	



CAPTACION
NACIMIENTO 2
Q = 3.85 LT/S



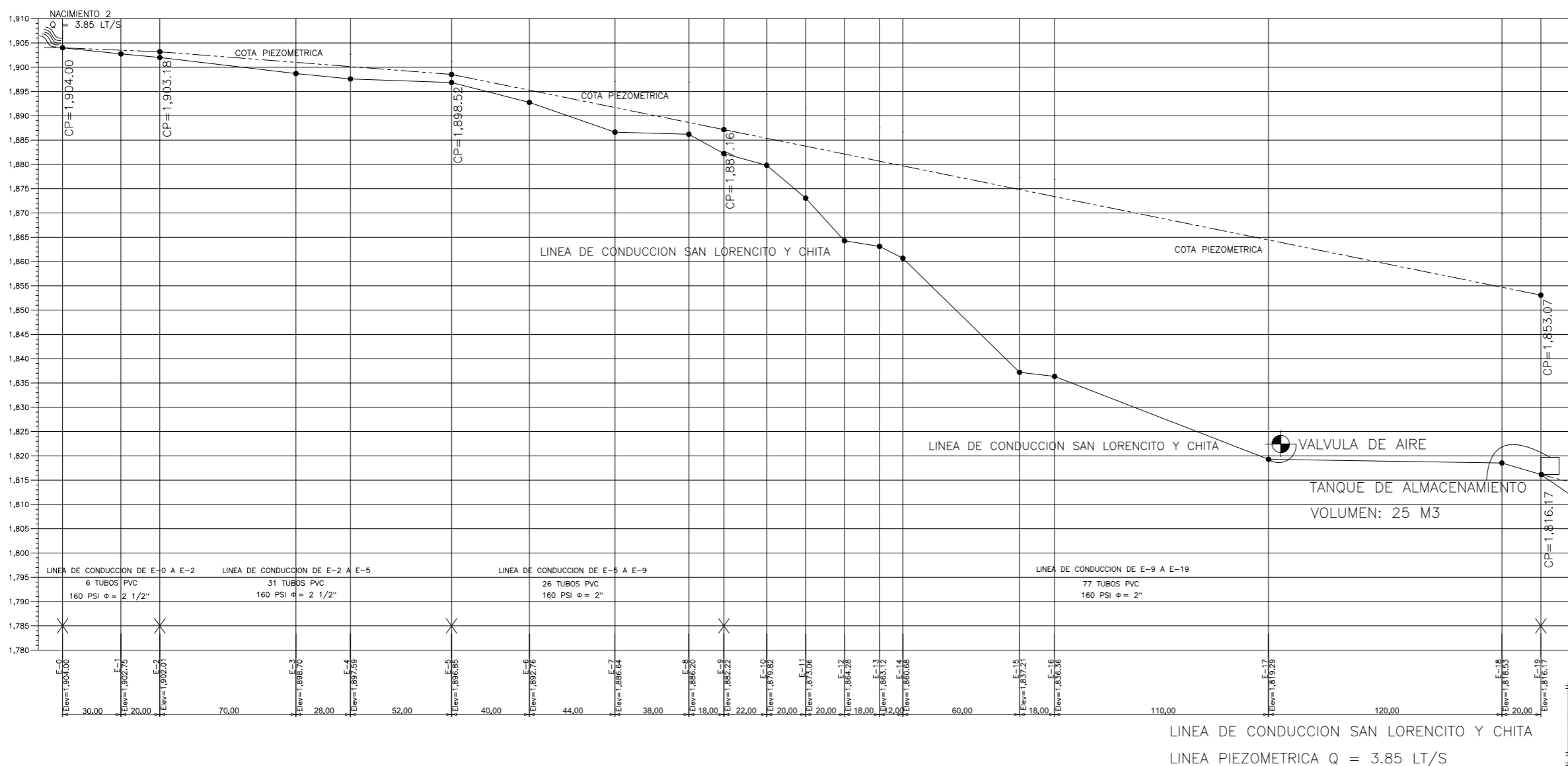
PLANTA

LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1:2000

CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						Y	X
						0.0000	0.0000
	1		N 59°50'21.26" E	24.640	1	12.3798	21.3042
0	2		S 70°11'17.20" E	21.990	2	4.9267	41.9926
1	3		N 49°39'23.78" E	68.960	3	49.5691	94.5524
2	4		N 88°11'38.98" E	33.910	4	50.6377	128.4456
3	5		N 86°04'01.65" E	69.630	5	55.4135	197.9116
4	6		S 87°05'54.07" E	21.900	6	54.3049	219.7836
5	7		S 85°33'36.63" E	45.210	7	50.8051	264.8579
6	8		S 79°30'50.35" E	42.990	8	42.9811	307.1299
7	9		S 80°15'00.52" E	12.110	9	40.9303	319.0650
8	10		S 29°32'11.87" E	29.910	10	14.9074	333.8100
9	11		S 49°47'24.30" E	20.040	11	1.9698	349.1143
11	12		S 35°20'25.89" E	21.350	12	-15.4461	361.4639
12	13		S 05°17'23.67" E	21.740	13	-37.0935	363.4682
13	14		S 04°40'52.38" E	7.090	15	-44.1598	364.0468
14	15		S 19°49'08.52" E	75.710	14	-115.3854	389.7163
15	16		S 54°38'03.98" E	16.960	16	-125.2017	403.5468
16	17		S 64°54'52.28" E	116.690	17	-174.6747	509.2302
17	18		S 70°10'34.44" E	122.090	18	-216.0789	624.0851
18	19		S 59°48'50.37" E	21.850	19	-227.0652	642.9722

LONGITUD = 789.77 m



PERFIL

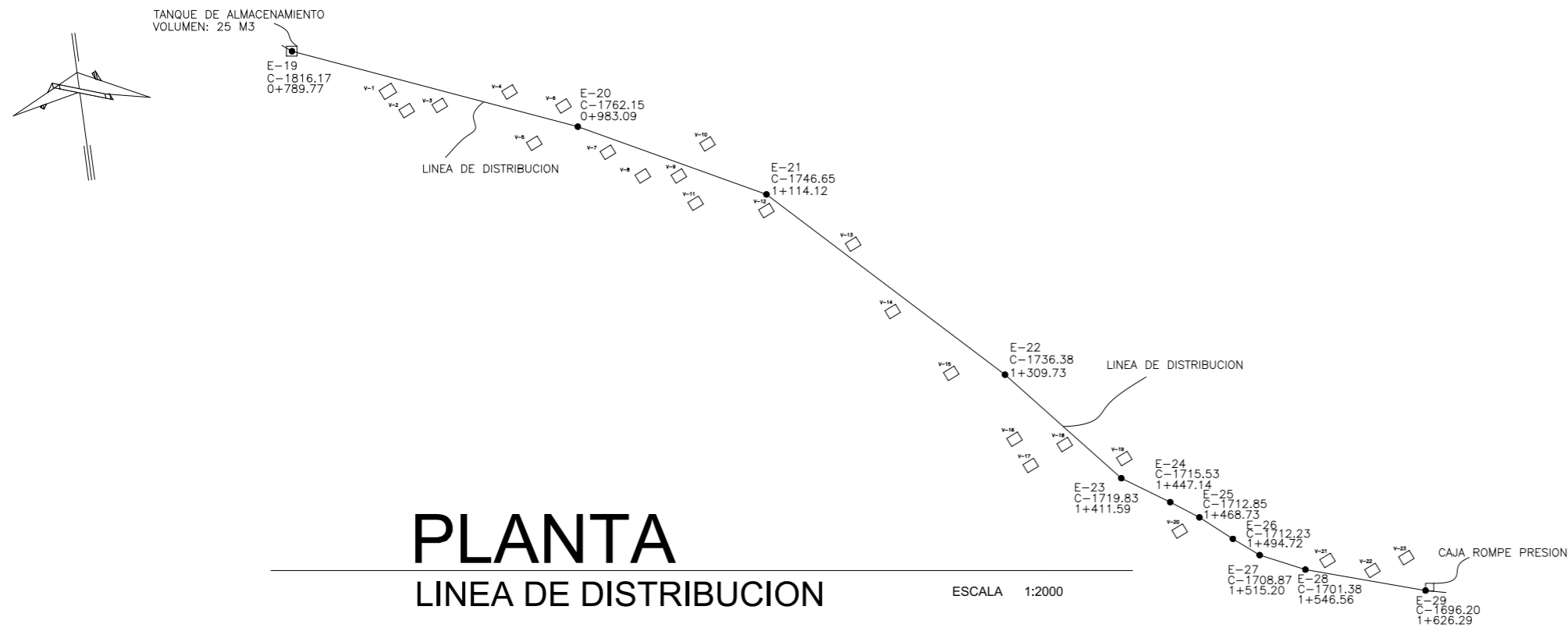
LINEA DE CONDUCCION

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:550

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
0+115.59	DISTANCIA ACUMULADA

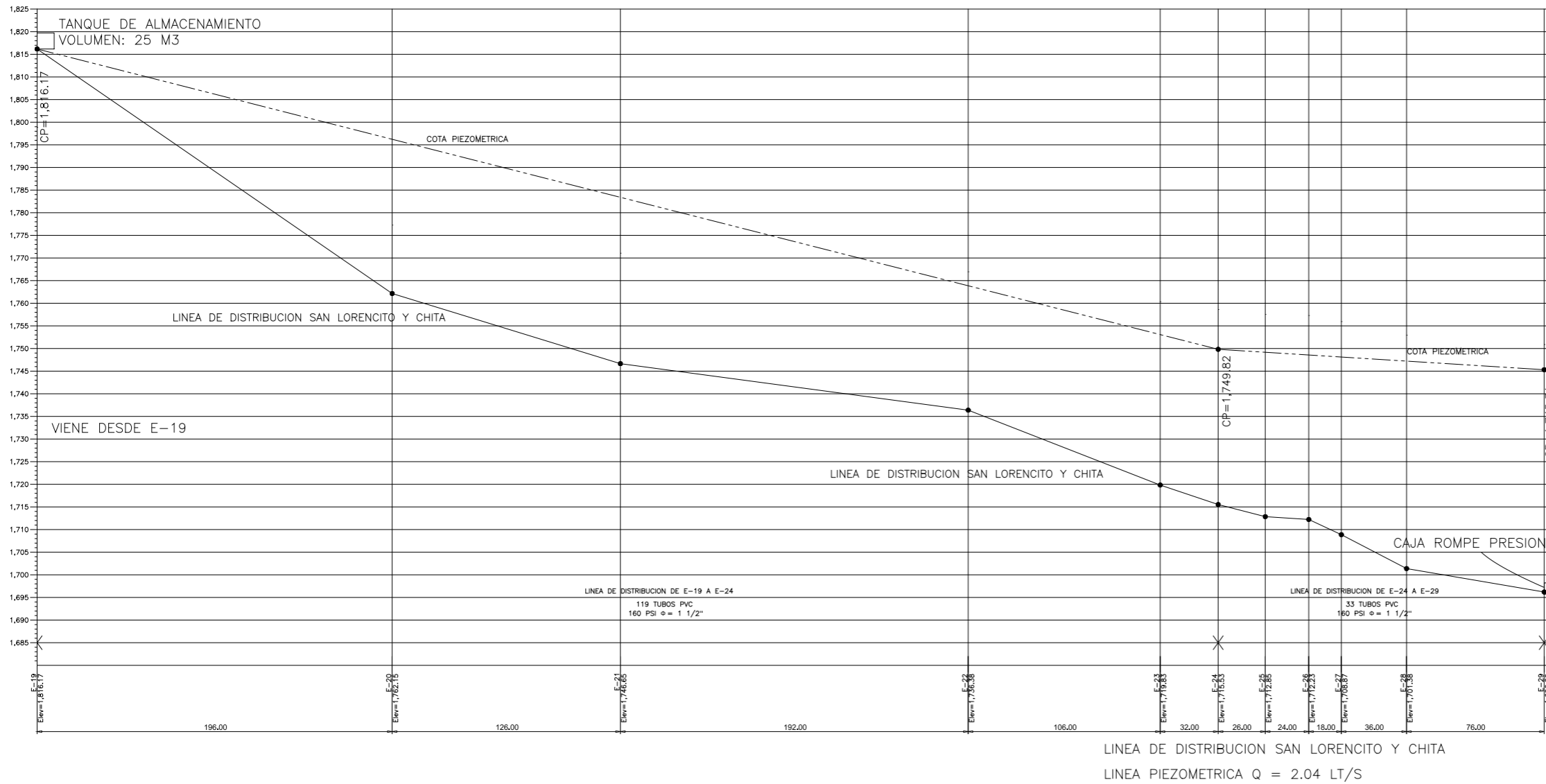
DE E-19 A E-29 VER HOJA SIGUIENTE
VER CONTINUACION EN HOJA SIGUIENTE

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITA	UBICACION: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION E-0 A E-19	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12551
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 2/8
ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ COL. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS	



CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						Y	X
	19		S 59°48'50.37" E	21.850	19	-227.0652	642.9722
	19	20	S 75°12'20.72" E	193.320	20	-276.4292	829.8835
	20	21	S 70°13'07.92" E	131.030	21	-320.7735	953.1817
	21	22	S 52°53'50.07" E	195.610	22	-438.7745	1,109.1914
	22	23	S 48°17'03.58" E	101.860	23	-506.5557	1,185.2254
	23	24	S 63°55'43.89" E	35.550	24	-522.1794	1,217.1582
	24	25	S 62°27'42.03" E	21.590	25	-532.1614	1,236.3021
	25	26	S 57°13'02.71" E	25.990	26	-546.2337	1,258.1527
	26	27	S 58°48'33.78" E	20.480	27	-556.8401	1,275.6723
	27	28	S 72°22'28.96" E	31.360	28	-566.3356	1,305.5601
	28	29	S 80°05'35.00" E	79.730	29	-580.0530	1,384.1012

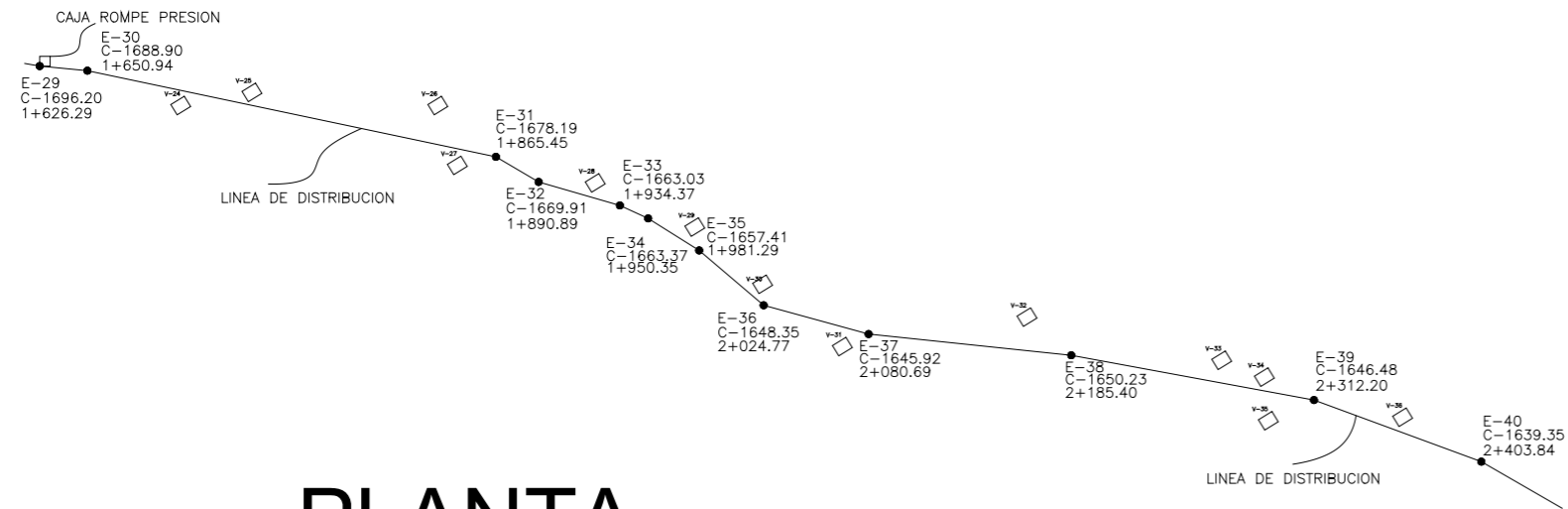
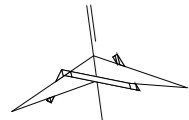
LONGITUD = 1,626.29 m



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
0+115.59	DISTANCIA ACUMULADA

DE E-29 A E-40 VER HOJA SIGUIENTE
VER CONTINUACION EN HOJA SIGUIENTE

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITA	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-19 A E-29	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNÉ: 2003 - 12551
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 3/8 ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ COL. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS



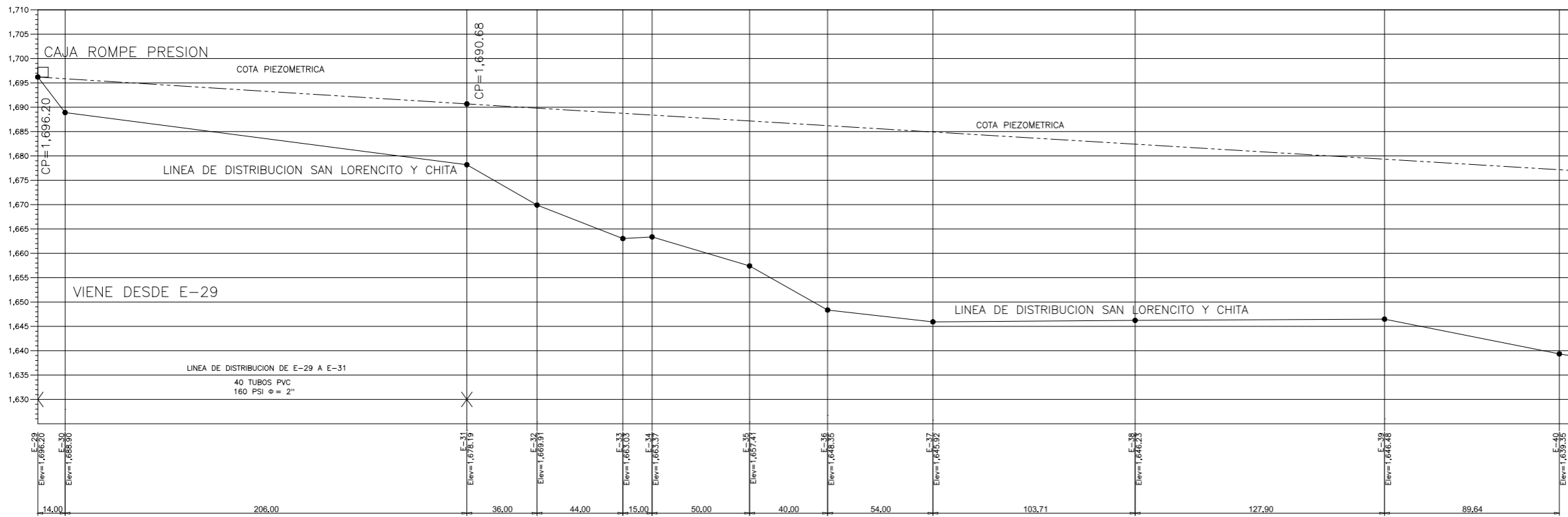
CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						Y	X
	29		S 80°05'35.00" E	79.730	29	-580.0530	1,384.1012
	29	30	S 84°26'51.64" E	24.650	30	-582.4380	1,408.6356
	30	31	S 78°05'38.42" E	214.510	31	-626.6928	1,618.5309
	31	32	S 59°31'55.67" E	25.440	32	-639.5923	1,640.4580
	32	33	S 73°51'53.00" E	43.480	33	-651.6757	1,682.2253
	33	34	S 69°21'56.83" E	15.980	34	-658.3365	1,696.7509
	34	35	S 57°52'36.42" E	30.940	35	-674.7886	1,722.9542
	35	36	S 49°37'42.82" E	43.480	36	-702.9524	1,756.0799
	36	37	S 74°39'51.37" E	55.920	37	-717.7418	1,810.0087
	37	38	S 84°00'57.57" E	104.710	38	-728.6579	1,914.1482
	38	39	S 79°32'52.68" E	126.800	39	-751.6610	2,038.8442
	39	40	S 69°47'53.58" E	91.640	40	-783.3068	2,124.8467

LONGITUD = 2,403.84 m

PLANTA

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:2000



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
0+115.59	DISTANCIA ACUMULADA

DE E-40 A E-52 VER HOJA SIGUIENTE
VER CONTINUACION EN HOJA SIGUIENTE

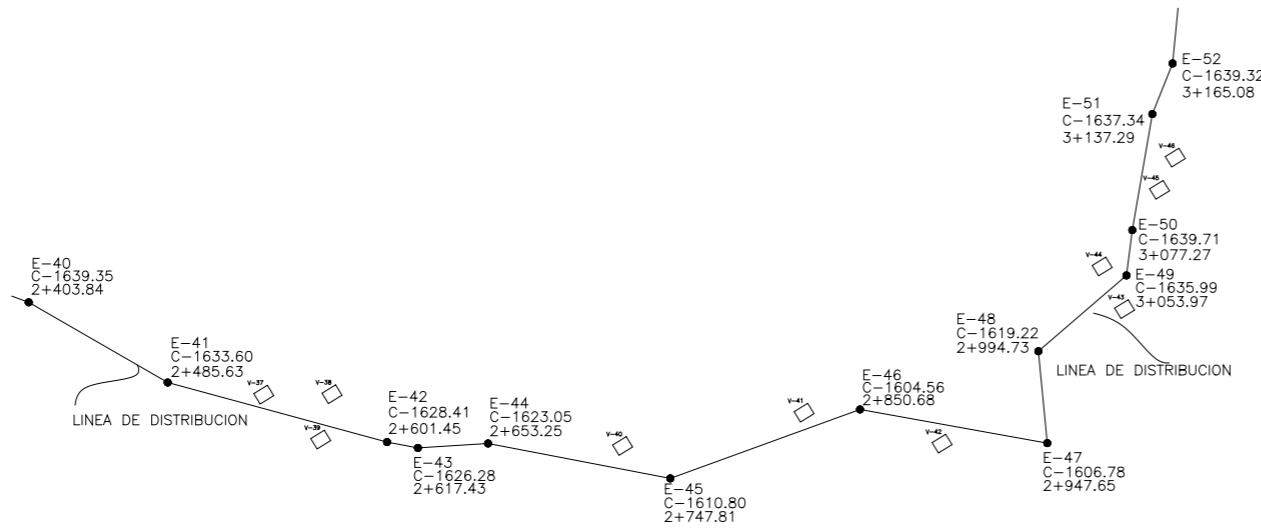
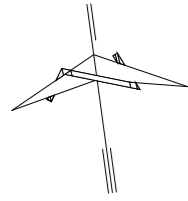
LINEA DE DISTRIBUCION SAN LORENCITO Y CHITA
LINEA PIEZOMETRICA Q = 2.04 LT/S

PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:550

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITA	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-29 A E-40	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ	
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12551	Vo.Ba.
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 4/8	ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ C.O.L. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS



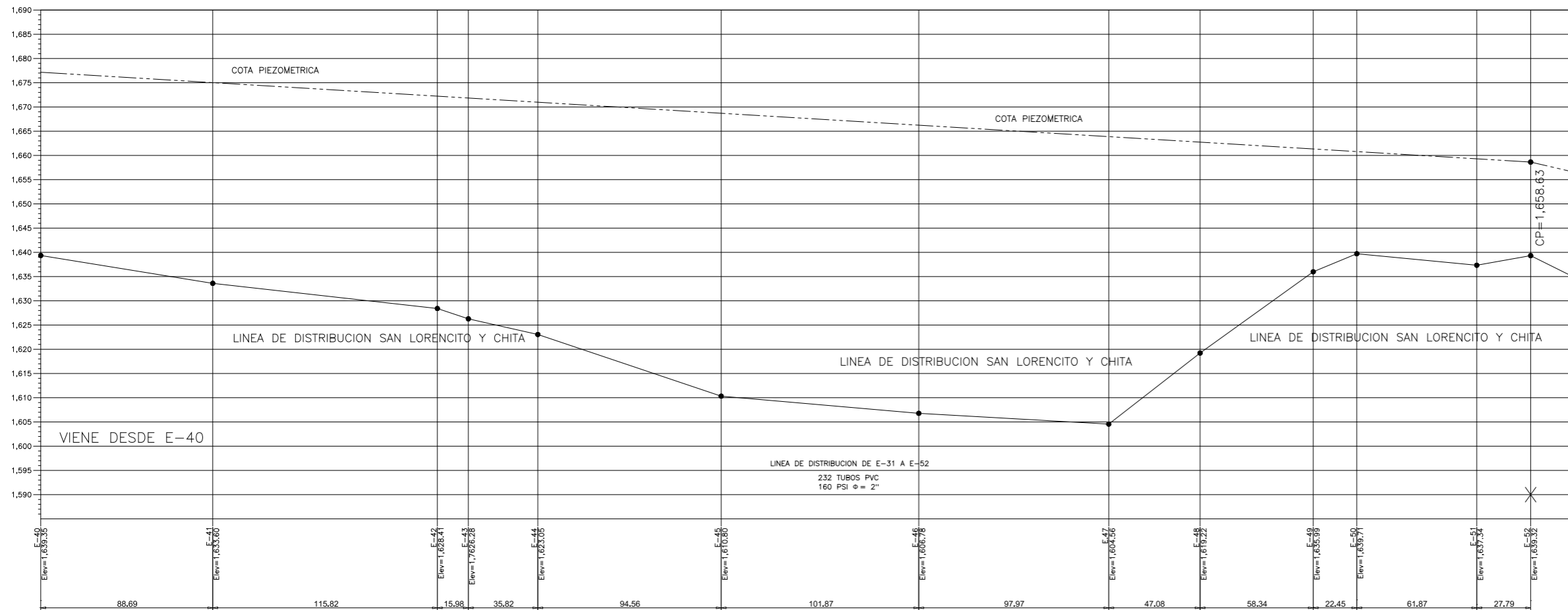
CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
					Y	X
40	40	S 69°47'53.58" E	91.640	40	-783.3068	2,124.8467
40	41	S 60°01'15.77" E	81.790	41	-824.1757	2,195.6939
41	42	S 74°47'45.60" E	115.820	42	-854.5503	2,307.4600
42	43	S 79°19'12.46" E	15.980	43	-857.5117	2,323.1632
43	44	N 86°23'24.88" E	35.820	44	-855.2565	2,358.9122
44	45	S 79°08'30.76" E	94.560	45	-873.0695	2,451.7792
45	46	N 70°01'07.32" E	102.870	46	-837.9174	2,548.4569
46	47	S 79°47'48.35" E	96.970	47	-855.0947	2,643.8934
47	48	N 05°33'03.15" W	47.080	48	-808.2355	2,639.3393
48	49	N 49°16'39.15" E	59.240	49	-769.5876	2,684.2361
49	50	N 07°20'55.54" E	23.300	50	-746.4790	2,687.2163
50	51	N 09°47'46.63" E	60.020	51	-687.3341	2,697.4285
51	52	N 21°46'53.44" E	27.790	52	-661.5282	2,707.7405

LONGITUD = 3,165.08 m

PLANTA

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:2000



PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

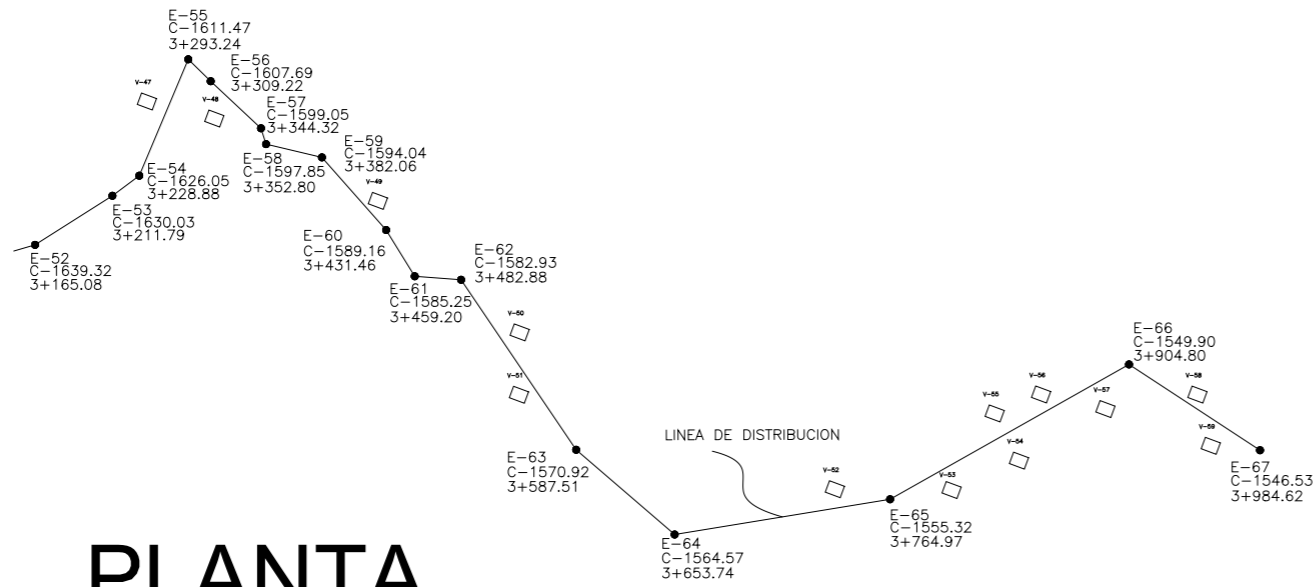
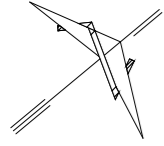
ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:550

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
0+115.59	DISTANCIA ACUMULADA

DE E-52 A E-67 VER HOJA SIGUIENTE
VER CONTINUACION EN HOJA SIGUIENTE

LINEA DE DISTRIBUCION SAN LORENCITO Y CHITA
LINEA PIEZOMETRICA Q = 2.04 LT/S

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITA	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-40 A E-52	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12551
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 5/8
ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ COL. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS	



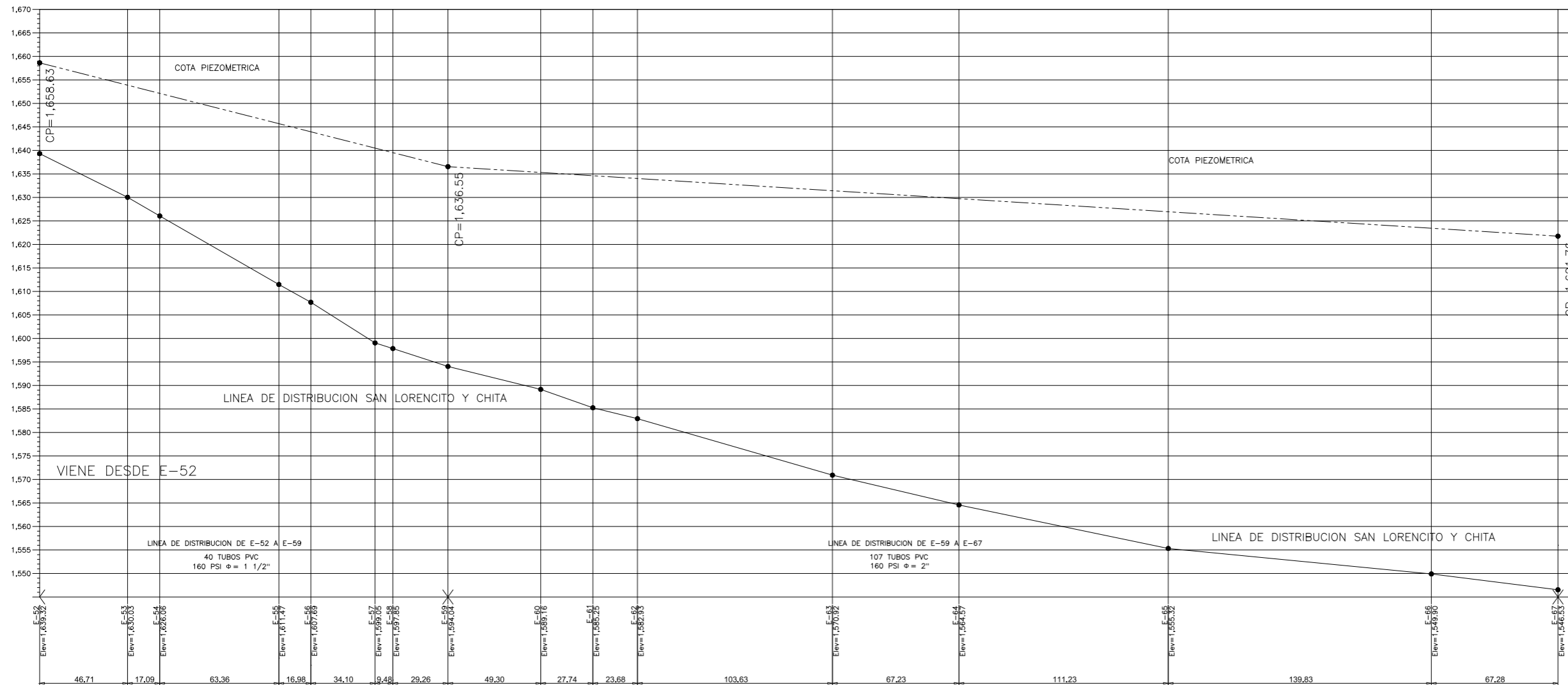
PLANTA

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:2000

CUADRO DE CONSTRUCCION							
LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
						Y	X
	52	53	N 21°46'53.44" E	27.790	52	-661.5282	2,707.7405
	52	53	N 05°37'41.06" E	46.710	53	-615.0433	2,712.3213
	53	54	N 01°15'04.09" E	17.090	54	-597.9574	2,712.6945
	54	55	N 29°08'57.32" W	64.360	55	-541.7484	2,681.3456
	55	56	N 82°24'03.01" E	15.980	56	-539.6351	2,697.1853
	56	56	N 81°09'03.63" E	35.100	56	-534.2357	2,731.8675
	56	58	S 69°46'04.47" E	8.480	58	-537.1683	2,739.8243
	58	59	N 51°22'38.90" E	29.260	59	-518.9046	2,762.6844
	59	60	N 86°33'54.18" E	49.400	60	-515.9447	2,811.9956
	60	61	S 83°41'40.92" E	27.740	61	-518.9913	2,839.5678
	61	62	N 42°18'01.54" E	23.680	62	-501.4770	2,855.5049
	62	63	S 86°02'54.31" E	104.630	63	-508.6874	2,959.8861
	63	64	N 78°44'37.17" E	66.230	64	-495.7594	3,024.8421
	64	65	N 28°44'21.55" E	111.230	65	-398.2311	3,078.3243
	65	66	N 08°34'34.86" E	139.830	66	-259.9647	3,099.1768
	66	67	N 71°16'28.39" E	79.820	67	-234.3397	3,174.7717

LONGITUD = 3,984.62 m




NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA
	ESTACION TOPOGRAFICA
	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
0+115.59	DISTANCIA ACUMULADA

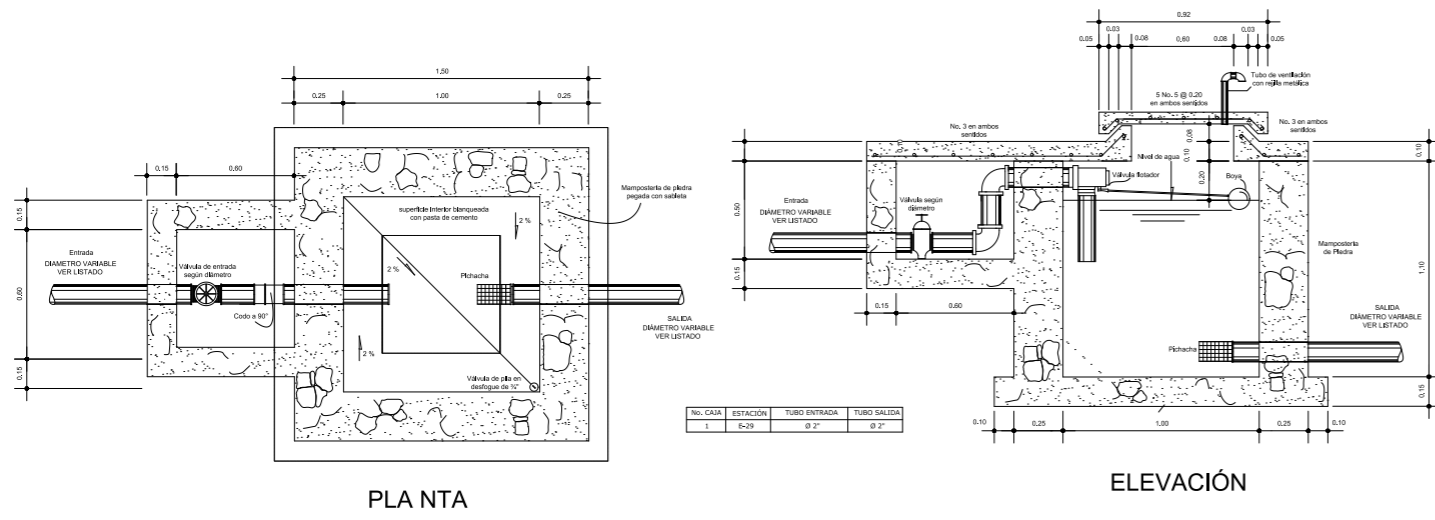
PERFIL

LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL 1:1500
ESCALA VERTICAL 1:550

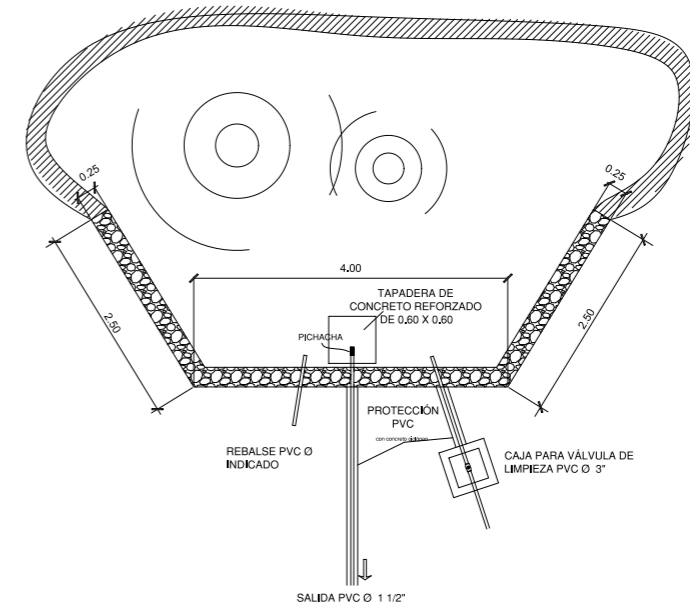
LINEA DE DISTRIBUCION SAN LORENCITO Y CHITA
LINEA PIEZOMETRICA Q = 2.04 LT/S

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITA	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN E-52 A E-67	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12551
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 6/8 ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ C.O.L. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS



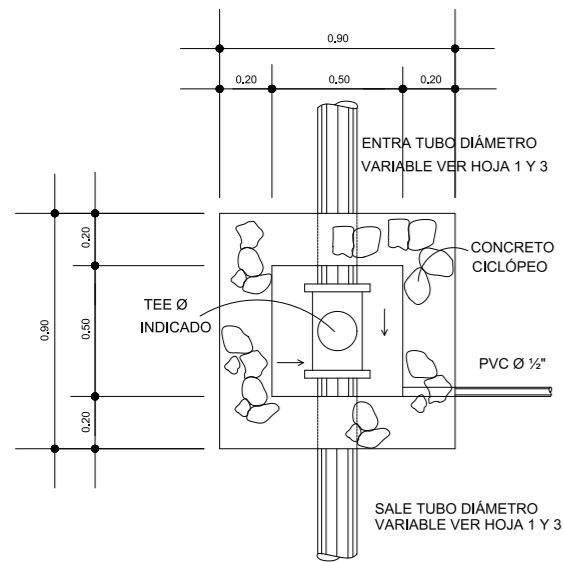
CAJA ROMPE PRESION

ESCALA 1:20



PLANTA PRESA DE CAPTACION

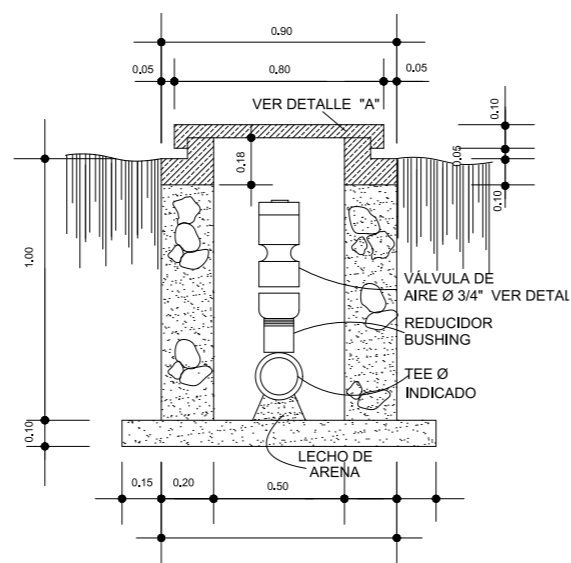
ESCALA 1:50



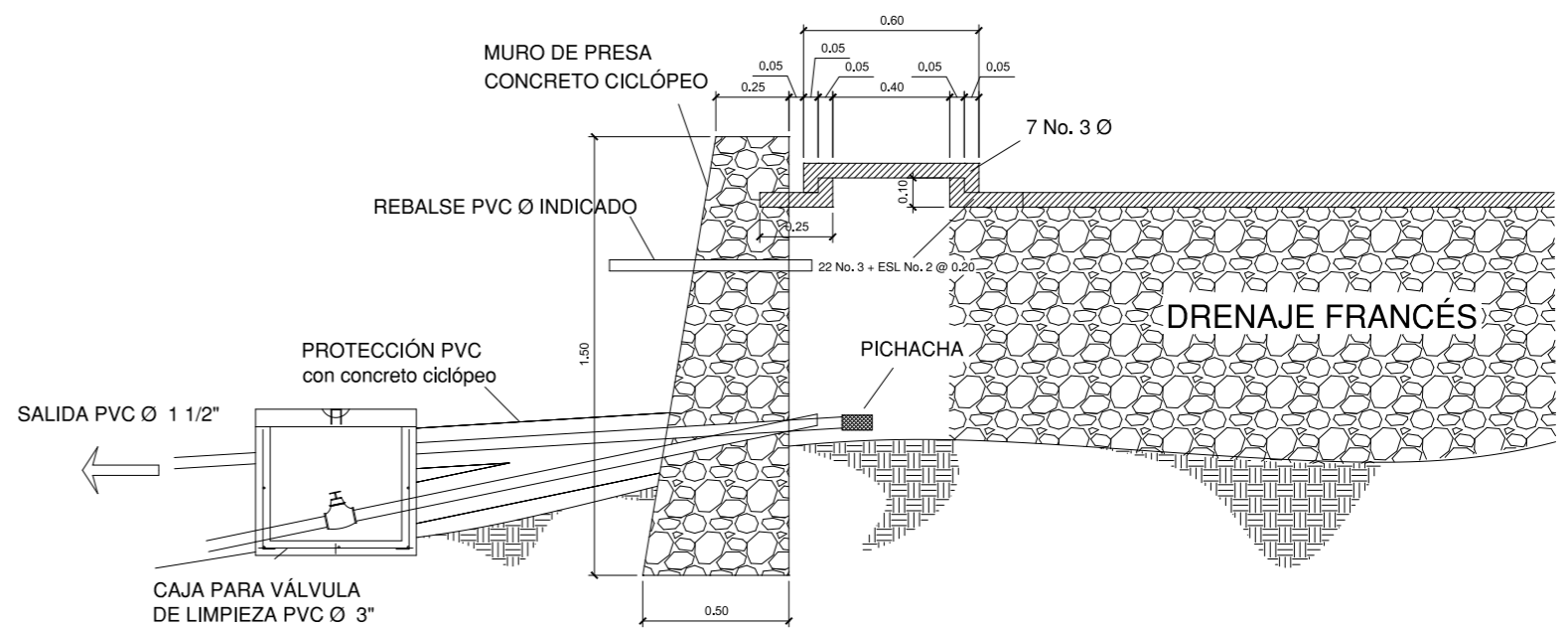
PLANTA

CAJA VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:15

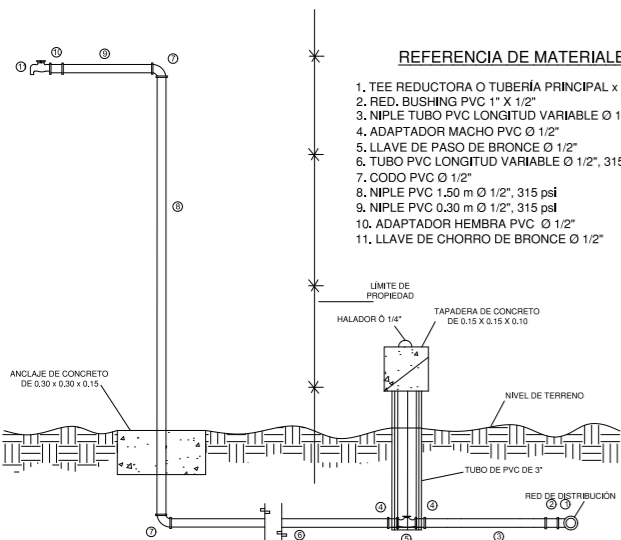


ELEVACION



SECCION PRESA DE CAPTACION

ESCALA 1:15

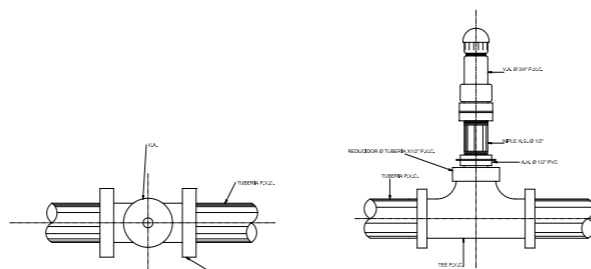


ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA 1:15

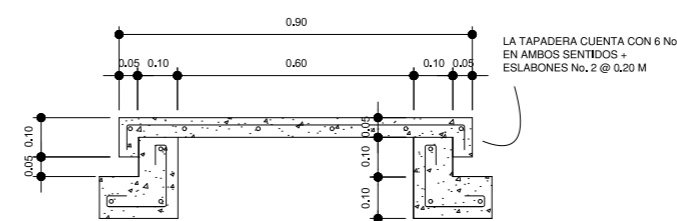
REFERENCIA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA O TUBERÍA PRINCIPAL x Ø 1" PVC
2. RED. BUSHING PVC 1" X 1/2"
3. NIPLE TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2", 315 psi
4. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
5. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
6. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2", 315 psi
7. CODO PVC Ø 1/2"
8. NIPLE PVC 1,50 m Ø 1/2", 315 psi
9. NIPLE PVC 0,30 m Ø 1/2", 315 psi
10. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
11. LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"



PLANTA - ELEVACION VALVULA DE AIRE

SIN ESCALA




DETALLE "A"

VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:10

NOTA:

- EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE SER DE 210 kg/cm²
- LAS CAJAS DEBEN QUEDAR A NIVEL CON EL SUELO
- LAS TAPADERAS DEBEN QUEDAR FIRMEMENTE COLOCADAS
- EL MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DRENAJE FRANCÉS, SEGÚN LA SECCIÓN 605.04 DEL LIBRO AZUL, PUEDE SER PIEDRA DE CANTO RODADO, MATERIAL DE CANTERA, O MATERIAL DE DESECHOS ADECUADOS, PERO TENIENDO SIEMPRE CUIDADO DE NO USAR MATERIAL DELEZNABLE O QUE ESTÉ RECUBIERTO DE GRUMOS O TERRONES DE ARCILLA, PUDIENDO SER DE CUALESQUIERA FORMA Y DIMENSIONES. ESTE MATERIAL NO DEBE TENER NINGUNA GRANULOMETRÍA DEFINIDA.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LORENCITO Y CHITÁ	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ
CONTENIDO: - CAJA VALVULA DE AIRE - CAJA ROMPE PRESION	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ
ESCALA: INDICADA	CARNÉ: 2003 - 12551
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 7/8 ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ C.O.L. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS

ESPECIFICACIONES GENERALES

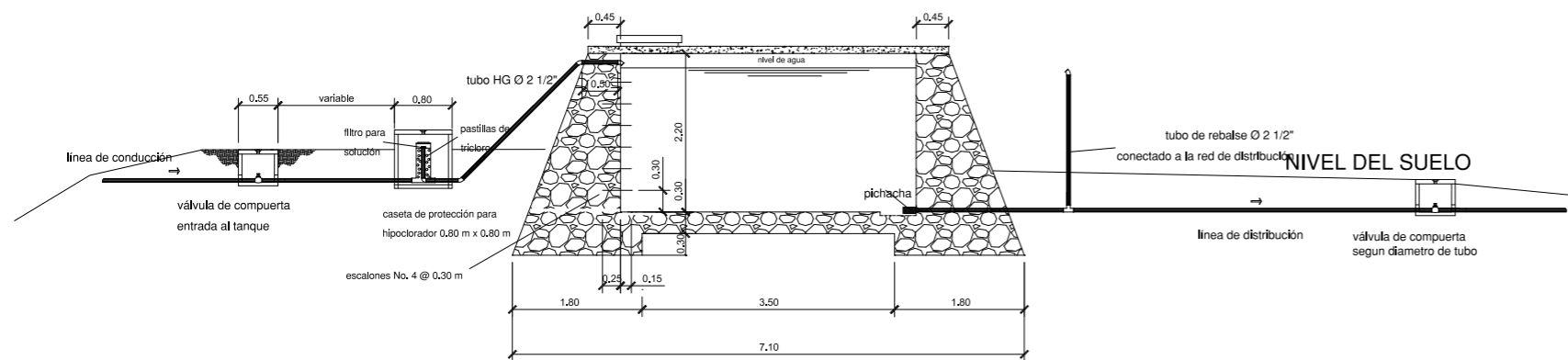
La línea para la instalación de tubería deberá en todo caso estar limpia, libre de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 2.00 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.

El área donde se construyan los tanques estará completamente libre de vegetación y materia orgánica. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser dispuesto donde no ocasiona daños a las propiedades vecinas.

La excavación se hará manual o con máquina dependiendo de la magnitud de trabajo o bien a través de una combinación de ambas.

La tubería será colocada con una base de materiales estables, cuidadosamente conformados para que pueda asentarse la parte inferior de la misma, cuando menos en un 10% de su altura total, y en toda su longitud.

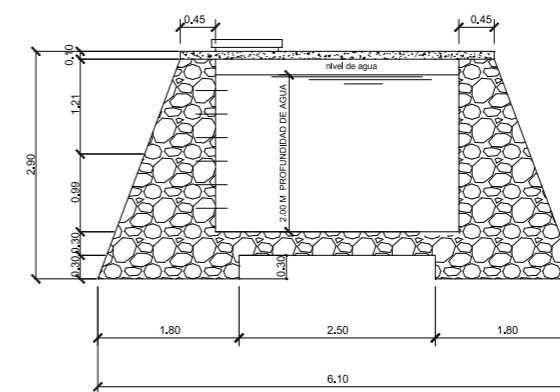
Anchos y profundidades de excavación:



SECCIÓN LONGITUDINAL

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

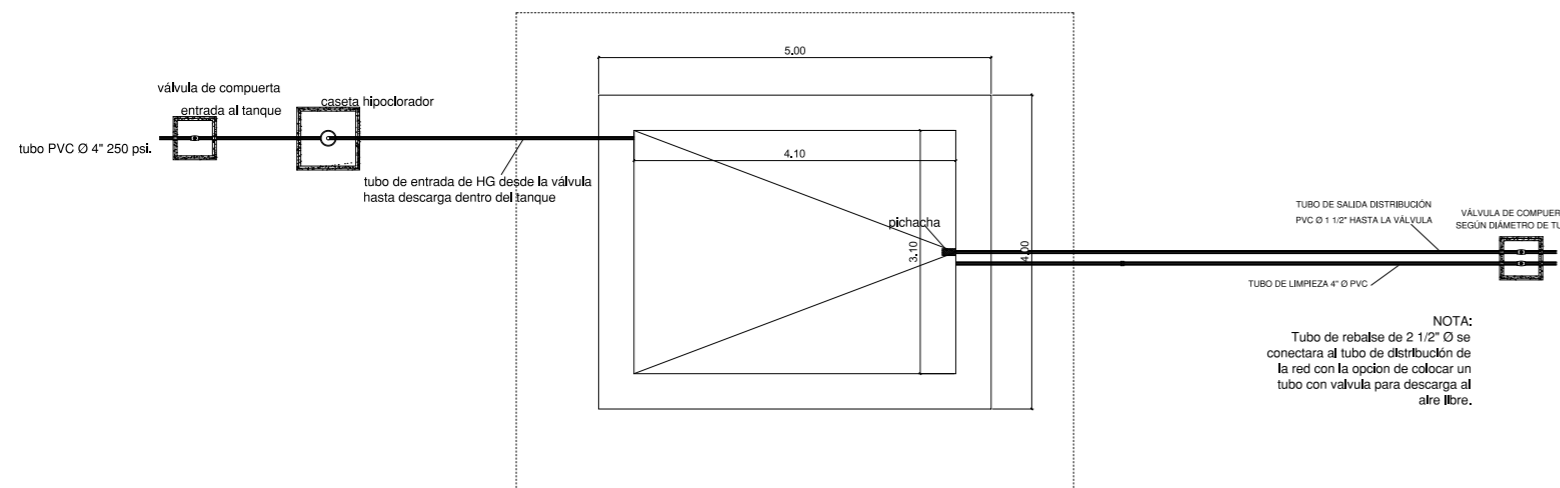
ESCALA 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

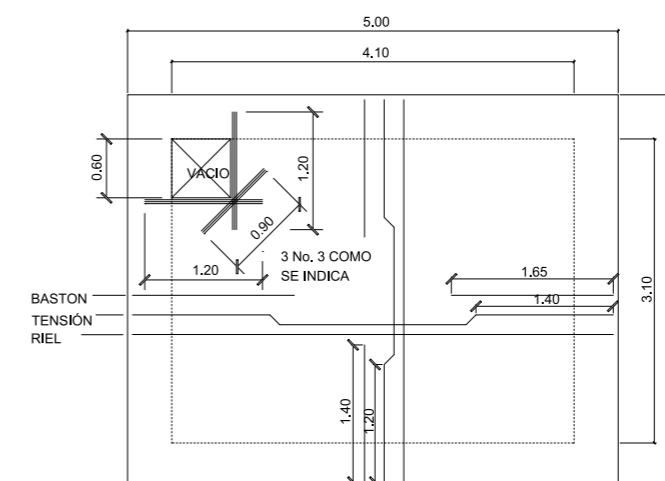
ESCALA 1:50



PLANTA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ESCALA 1:50



ARMADO DE LOSA

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ESCALA 1:40

Ningún pavimento o material de superficie se pondrá sobre cualquier tubería hasta que el relleno haya sido perfectamente compactado.

Colocación de la tubería:

Ninguna tubería de aguas negras deberá pasar sobre otra de agua potable. La distancia mínima entre tuberías será de 0.20 m cuando se cruzan y 0.40 m cuando son paralelas y en todo caso la de agua potable sobre la de aguas negras.

Para evitar movimientos laterales, la tubería debe acunarse adecuadamente con las paredes de la zanja.

Toda la tubería debe ser instalada en la alineación definida en los planos y de acuerdo con las dimensiones y niveles indicados para no tener que esforzarla a posiciones diferentes posteriormente a su colocación.

Las uniones, accesorios, válvulas y chorros deberán ser instalados utilizando el método de trabajo más adecuado y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los recubrimientos de la tubería se deberán hacer con concreto ciclópeo, con un espesor mínimo de 15 cm a todo el rededor del tubo.

Encofrado:

Se construirá correctamente con madera u otro material en buen estado, en forma ajustada y nivelada de acuerdo a los requisitos siguientes:

En los cimientos se usará encofrado en las caras laterales, pudiendo omitirse únicamente cuando las condiciones del terreno permitan la excavación de zanjas firmes y rectangulares.

Los parales deben nivelarse con pilones de madera, que faciliten la remoción sin producir esfuerzos al concreto y que eviten asentamientos al momento de la fundición.

Los parales deben embrañarse en ambos sentidos. Para las losas se emplearán parales cuya sección de 2" x 3" con una separación mínima de 0.70 m en ambos sentidos.

Los entarimados para las losas deben estar bien nivelados, plomeados, ajustados a las medidas y ser resistentes, formados por tablas de 1" de espesor mínimo, en buen estado, contando con la debida autorización del supervisor.

Colocación del concreto:

No se aceptará la utilización de concreto que haya desarrollado un fraguado inicial.


Para el mezclado a máquina, el tiempo después de que todos los

después de que todos los materiales estén dentro de la mezcladora deberá estar entre 1 ? y 3 minutos, y el tiempo que transcurra desde que se termine el mezclado hasta que se coloque el concreto en la formaleta, no excederá de 30 minutos a menos que se usen aditivos.

El concreto se colocará en forma continua e ininterrumpida, manteniendo la superficie nivelada en alturas no mayores de 45 cm. No se permitirá depositar el concreto desde alturas mayores

El relleno alrededor y debajo de la tubería, debe ser hecho de materiales libres de fragmentos grandes de roca, en capas de 15 cm de material suelto apisonado a mano hasta llegar a 60 cm de altura; de este punto para arriba se podrá hacer el relleno en capas de 20 cm.

Se permitirá que opere equipo pesado sobre la tubería solo si el relleno ha sido hecho correctamente y hasta que esté cubierta por lo menos con 50 cm de material.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS CANTONES SAN LÓRENZITO Y CHITÁ	UBICACIÓN: ZUNILITO, SUCHITEPÉQUEZ	
CONTENIDO: - TANQUE DE ALMACENAMIENTO - ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	ESTUDIANTE: MARIA DEL ROSARIO MUÑOZ	
ESCALA: INDICADA	CARNE: 2003 - 12551	VºBº:
FECHA: ENERO / 2008	HOJA No. 8/8	ING. CIVIL LUIS ALFARO VÉLIZ C.O.L. No. 5383 ASESOR - SUPERVISOR EPS