



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

**DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO
URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**

Carlos Rolando Cardona Villatoro

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, marzo 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO
URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ROLANDO CARDONA VILLATORO
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERERSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BALNCO, RETALHULEU, RETALHULEU

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2012.



Carlos Rolando Cardona Villatoro



Guatemala, 24 de octubre de 2013
Ref.EPS.DOC.1163.10.13

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

Estimado Ingeniero Merck Cos.

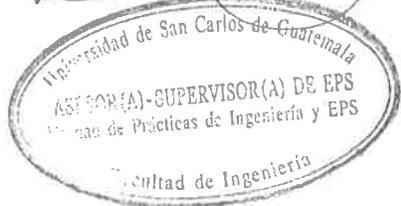
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Rolando Cardona Villatoro** con carné No. **200815362**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU.**

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 Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil


c.c. Archivo
LGAV/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
16 de enero de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO. RETALHULEU, RETALHULEU, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Rolando Cardona Villatoro, con Carnet No.200815362, 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 INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Modelo 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
3 de febrero de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Rolando Cardona Villatoro, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfro 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 INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 06 de marzo de 2014
Ref.EPS.D.105.03.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Rolando Cardona Villatoro**, quien fue debidamente asesorado y supervisado 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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Rolando Cardona Villatoro, titulado **DISEÑO DE MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL SAN MARTÍN DE PORRES Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Rolando Cardona Villatoro** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
Mis padres	María Esther Villatoro de Cardona y Hugo Rolando Cardona Paiz.
Mis hermanos	Andrea Mayté Cardona Villatoro y Hugo Ricardo Cardona Villatoro.
Mi novia	Olga María Divas Pensamiento.
Mi familia en general	Con mucho afecto.
Mis amigos	Por su sincera amistad.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Quien da la sabiduría, el conocimiento y la inteligencia.
Mis padres	Por los sabios consejos y apoyo incondicional.
Mis hermanos	Por la confianza y cariño sincero.
Mi familia en general	Por el apoyo y confianza depositados en mí a lo largo de la carrera.
Mi novia	Olga María Divas, por el apoyo y amor incondicional.
Mis amigos	Por la amistad sincera y apoyo a lo largo de la carrera.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa casa de estudios.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
JUSTIFICACIÓN.....	XXI
RESUMEN.....	XXIII
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del centro de Retalhuleu.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Localización y ubicación	2
1.1.3. Topografía	2
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Población actual	4
1.1.6. Actividades económicas	4
1.2. Monografía de Caballo Blanco	5
1.2.1. Antecedentes históricos.....	5
1.2.2. Localización y ubicación	6
1.2.3. Topografía	6
1.2.4. Clima	7
1.2.5. Población actual	7
1.2.6. Actividades económicas	7

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del mercado municipal San Martín de Porres, Retalhuleu, Retalhuleu	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.1.1.	Situación actual.....	10
2.1.1.1.1.	Locatarios actuales..	10
2.1.1.2.	Localización.	11
2.1.1.3.	Estudio topográfico.	11
2.1.1.4.	Estudio de suelos.....	11
2.1.2.	Diseño del mercado	12
2.1.2.1.	Diseño arquitectónico.....	12
2.1.2.1.1.	Determinar y delimitar zonas del mercado	13
2.1.2.1.2.	Distribución de ambientes	13
2.1.2.1.3.	Área de parqueos	14
2.1.2.1.4.	Área comercial	14
2.1.2.2.	Diseño estructural.	15
2.1.2.2.1.	Predimensionamiento de los elementos.....	15
2.1.2.2.2.	Integración de cargas	23
2.1.2.2.3.	Análisis de marcos por Método del Portal	44
2.1.2.2.4.	Análisis de marcos por Método de Kani..	48

	2.1.2.2.5.	Envolvente de momentos	61
	2.1.2.2.6.	Comprobación de resultados utilizando SAP-2000	66
	2.1.2.2.7.	Losas.....	68
	2.1.2.2.8.	Vigas	75
	2.1.2.2.9.	Columnas	84
	2.1.2.2.10.	Cimentación	95
	2.1.2.2.11.	Diseño de instalaciones.....	111
2.1.3.		Evaluación de Impacto Ambiental	119
2.1.4.		Presupuesto	121
2.1.5.		Cronograma de ejecución.....	122
2.1.6.		Planos.....	124
2.2.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu	125
	2.2.1.	Descripción del proyecto	125
	2.2.2.	Situación actual	125
	2.2.3.	Localización de la fuente	126
	2.2.4.	Calidad del agua.....	126
		2.2.4.1. Análisis físico-químico	126
		2.2.4.2. Análisis bacteriológico	127
	2.2.5.	Aforo	129
	2.2.6.	Levantamiento topográfico	129
	2.2.7.	Período de diseño	130
	2.2.8.	Cálculo de población	131
	2.2.9.	Determinación de caudal de diseño	132
		2.2.9.1. Caudal medio diario.....	134

2.2.9.2.	Caudal máximo diario	134
2.2.9.3.	Caudal de bombeo	135
2.2.9.4.	Caudal máximo horario	135
2.2.10.	Diseño	136
2.2.10.1.	Tipo de tubería	136
2.2.10.2.	Diseño línea de conducción.	138
2.2.10.3.	Tanque de almacenamiento.....	140
2.2.10.4.	Equipo de bombeo.....	142
	2.2.10.4.1. Verificación golpe de ariete	143
	2.2.10.4.2. Potencia de la bomba	144
	2.2.10.4.3. Especificaciones del equipo de bombeo	146
2.2.10.5.	Desinfección del agua.....	146
2.2.10.6.	Red de distribución.	146
2.2.11.	Tarifa	159
2.2.12.	Evaluación de Impacto Ambiental	159
2.2.13.	Presupuesto	161
2.2.14.	Cronograma de ejecución de la obra	161
2.2.15.	Operación y mantenimiento	162
2.2.16.	Propuesta de tarifa	163
2.2.17.	Evaluación Socioeconómica	163
2.2.17.1.	Valor Presente Neto (VPN)	164
2.2.17.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).	166

CONCLUSIONES	169
RECOMENDACIONES.....	171
BIBLIOGRAFÍA.....	173
ANEXOS.....	175

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fragmento de mapa 1:50 000 IGN, Retalhuleu.....	2
2.	Hidrografía del Municipio de Retalhuleu.....	4
3.	Fragmento de mapa 1:50 000 IGN, Caballo Blanco.....	6
4.	Planta arquitectónica mercado San Martín de Porres	16
5.	Sección de viga	17
6.	Sección de columna	18
7.	Ubicación de viga secundaria	20
8.	Viga secundaria	21
9.	Viga secundaria primer y segundo nivel.....	22
10.	Área tributaria para viga eje E.....	32
11.	Distribución de carga muerta en vigas marco A, E	40
12.	Distribución de carga viva en vigas marco A, E	41
13.	Distribución de carga muerta en vigas marco 1,6	42
14.	Distribución de carga viva en vigas marco 1,6	43
15.	Fuerzas laterales para el marco A, E	44
16.	Corte para el tercer nivel	45
17.	Diagrama de iteraciones	52
18.	Esquema de orden de iteraciones.....	56
19.	Esquema de modelado en programa SAP-2000.....	66
20.	Deformada 3D SAP-2000.....	67
21.	Capacidad de momento de secciones rectangulares.....	70
22.	Diagrama de armado de losa tercer nivel.....	72
23.	Diagrama de armado de losa primer y segundo nivel	75

24.	Diagrama de viga de ejemplo	76
25.	Diagrama de corte y momento.....	77
26.	Armado de viga para tercer nivel eje X.....	79
27.	Refuerzo transversal para viga tercer nivel eje x.....	82
28.	Detalle de armado de viga T tercer nivel	84
29.	Área tributaria para columna C2	86
30.	Sección de columna tercer nivel	90
31.	Armado de columna tercer nivel	93
32.	Armado de columna segundo nivel.....	94
33.	Armado de columna primer nivel	94
34.	Tipos de zapatas.....	97
35.	Vista en planta de zapata	100
36.	Dimensiones de zapatas.....	102
37.	Diagrama de corte y momento de zapata combinada.....	108
38.	Diagrama de corte y momento de rampa de carga.....	110
39.	Diagrama de flujo de caja	164

TABLAS

I.	Distribución de cargas	34
II.	Rigidez y momentos de empotramiento en los elementos.....	50
III.	Momentos finales de los elementos.....	54
IV.	Comparación de momentos con carga sísmica	60
V.	Envolvente de momentos marco A, E.....	63
VI.	Coeficientes de losa tercer nivel	69
VII.	Coeficientes de losa primer y segundo nivel.....	73
VIII.	Unidades de gasto y caudal.....	112
IX.	Unidades de descarga	114
X.	Diámetro del colector	114

XI.	Niveles de iluminación.....	117
XII.	Presupuesto por renglones de trabajo	122
XIII.	Cronograma de ejecución de la obra	123
XIV.	Análisis bacteriológico.....	128
XV.	Periodo de diseño	130
XVI.	Caudal en puntos de consumo.....	147
XVII.	Distribución de caudales en red	149
XVIII.	Diámetro y pérdida de carga	152
XIX.	Primera y segunda iteración Método de Cross	154
XX.	Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable	161
XXI.	Cronograma sistema de abastecimiento de agua potable	162

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
Av	Altura de la viga
As	Área de acero
Av	Área de la varilla
At	Área tributaria
P^t	Carga de trabajo
Wm	Carga muerta distribuida
P	Carga puntual
CU	Carga última
CUT	Carga ultima total
Q	Caudal
Qdis	Caudal de diseño
Qm	Caudal medio
CM	Centro de masa
CR	Centro de rigidez
K	Coefficiente de longitud efectiva
Co	Cohesión
K	Constante para diseño de curvas verticales
P	Cuantía de acero
Ø	Diámetro
A%	Diferencia algebraica de pendientes
V	Esfuerzo de corte
Vr	Esfuerzo de corte resistido

Fy	Esfuerzo del fluencia para el acero
T	Espesor
Ex	Excentricidad
FCU	Factor de carga última
Fs	Factor de seguridad
Fa	Fuerza activa sobre muro
Fs	Fuerza de sismo
Hp	Fuerza pasiva sobre muro
I	Inercia
Psi	Libras por pulgada cuadrada
L	Longitud
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo elasticidad del acero
M	Momento
Mact	Momento activo sobre muro
MB	Momento balanceado
Mcm	Momento de carga muerta
M(-)	Momento negativo
Mcv	Momento por carga viva
M(+)	Momento positivo
MU	Momento último
D	Peralte efectivo
Hf	Pérdida de energía por fricción
W	Peso
Wc	Peso específico del concreto
Q	Presión sobre el suelo por debajo de la zapata
Rec	Recubrimiento
M	Relación entre lado corto y lado largo en losas
f'c	Resistencia última del concreto

Ton	Tonelada
Vs	Valor soporte
Vol	Volumen

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, 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.
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 dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Carga estática	También es llamada presión estática y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompepresión, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
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. Estas pueden estar total o parcialmente en el sitio o no estar presentes, y pueden cambiar la ubicación.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
Cimiento corrido	Es el que se construye debajo de un muro.
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 las necesidades.
Desinfección	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando el desarrollo.
Dotación	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer las 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 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.

Perdida de carga	Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
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.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el mercado San Martín de Porres se encuentra en funcionamiento pero el servicio que se brinda a la población es de baja calidad. Esto porque el sistema de agua potable con el que cuenta el mercado se encuentra en estado colapsado, así como también son deficientes el sistema de drenaje sanitario y el manejo de desechos sólidos, por lo que es sumamente necesario realizar un nuevo diseño del mercado San Martín de Porres ubicado en la zona 1 del municipio de Retalhuleu.

El mercado San Martín de Porres es un foco de contaminación para el centro de Retalhuleu, específicamente para la zona 1, dicha contaminación es producida por malos olores originados por basura que se deposita en los alrededores del mercado por no haber un plan de recolección de sólidos, motivos por los cuales es de suma importancia realizar un diseño integral del mercado para la posterior ejecución.

Por otra parte, actualmente la comunidad de Caballo Blanco, ubicada a treinta y cinco kilómetros de la cabecera departamental de Retalhuleu, no cuenta con un servicio de agua potable para el centro urbano, donde reside la mayor población.

No existe ningún sistema de distribución de agua potable para toda la comunidad de Caballo Blanco, por lo que la gente se ve obligada a perforar pozos y sin un sistema de alcantarillado también se ven obligados a la construcción de letrinas para realizar las necesidades. El agua que consumen no tiene tratamiento alguno y estando el nivel freático en época de verano a

cuatro metros y en invierno a tan sólo cincuenta centímetros del suelo se contamina el manto freático haciendo que el agua que llega a los pobladores no sea apta para el consumo, lo que conlleva problemas de salud a los habitantes de la comunidad.

Por los problemas anteriormente expuestos, es necesario el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco desde la captación, tratamiento, conducción y distribución, para que sea implementado.

RESUMEN

En el presente proyecto se pretende mejorar la calidad de vida de las personas que residen en comunidades de Retalhuleu, particularmente en la zona 1 de Retalhuleu y en el centro urbano de Caballo Blanco, lugares donde se ha priorizado y se ha detectado la necesidad de apoyarles con proyectos de infraestructura.

El municipio de Retalhuleu cuenta con el mercado San Martín de Porres, el cual se encuentra en muy malas condiciones. El diseño del mercado San Martín de Porres ya se encuentra obsoleto. Hace ya más de 80 años del diseño y construcción, por lo que actualmente se ve la necesidad de realizar un nuevo diseño. El área de terreno con la que se cuenta para dicho diseño es de aproximadamente 1 457 m² por planta lo que lleva a una construcción total de aproximadamente 4 371 m², incluyendo dos niveles de sótano de parqueos y dos niveles de piso de plaza, beneficiando a un tercio de la población del municipio de Retalhuleu, que son aproximadamente 28 800 personas.

Caballo Blanco es una de las comunidades del municipio de Retalhuleu que tienen mayor población, sin embargo carece de un servicio de agua potable y las personas tienen que realizar viajes largos para conseguir el líquido vital, por lo que se propone realizar el proyecto de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Caballo Blanco, siendo el objetivo primordial del proyecto brindar un líquido sanitariamente seguro y amigable para los sentidos. La longitud aproximada del proyecto es de 15 km. Se realizará un diseño completo del sistema de abastecimiento de agua potable, desde la captación hasta la red de distribución.

OBJETIVOS

General

Diseñar el mercado municipal San Martín de Porres y el sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu, Retalhuleu.

Específicos

1. Elaborar un diagnóstico de la situación actual del mercado municipal San Martín de Porres.
2. Evaluar fortalezas y debilidades del mercado municipal San Martín de Porres y con base en los resultados proponer soluciones.
3. Capacitar al personal de la alcaldía auxiliar de Caballo Blanco para el adecuado mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Estudiar el comportamiento de consumo de agua que tienen los habitantes del centro urbano de Caballo Blanco para poder determinar una dotación adecuada.
5. Evaluar las condiciones de terreno del centro urbano de Caballo Blanco para determinar el mejor sistema de abastecimiento de agua potable para dicho lugar.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil puede ser de gran apoyo para el desarrollo integral de las comunidades de Guatemala, por lo que el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en dicha rama es sumamente importante, pues se da un asesoramiento técnico a las diversas entidades gubernamentales que muchas veces no lo tienen.

A continuación se presenta el detalle de dos proyectos que serán de gran beneficio para comunidades del municipio de Retalhuleu, los cuales nacieron a partir de la priorización de las necesidades del municipio. Los proyectos son diseño del mercado municipal San Martín de Porres y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu, ambos son proyectos sumamente necesarios que le brindarán una mejor calidad de vida a los vecinos que residen en el sector.

Se realizará una propuesta del diseño del mercado San Martín de Porres, el cual se encuentra en el centro del municipio de Retalhuleu, provee un servicio a un tercio de la población. Actualmente el mercado se encuentra en mal estado, por lo que se propone el diseño de un edificio de cuatro niveles, de los cuales dos serán para parqueos y dos de área comercial.

La comunidad del centro urbano de Caballo Blanco no cuenta con un servicio básico de agua potable, por lo que la realización de un proyecto de este tipo se hace sumamente necesaria para mejorar la condición de vida de la población actual y futuras generaciones que residen en dicho lugar.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del centro de Retalhuleu

El centro urbano de Retalhuleu le pertenece al municipio del mismo nombre, que a la vez es la capital del departamento de Retalhuleu es conocido por la gente local como “la capital del mundo”, posee una gran belleza natural y está ubicado en una región con excelente clima, lo que lo hace ser un destino muy atractivo.

1.1.1. Antecedentes históricos

La cabecera de Retalhuleu es uno de los 107 centros poblados del municipio, los otros se distribuyen en aldeas, caseríos y fincas, siendo el centro urbano de Retalhuleu el de más importancia en el municipio y departamento.

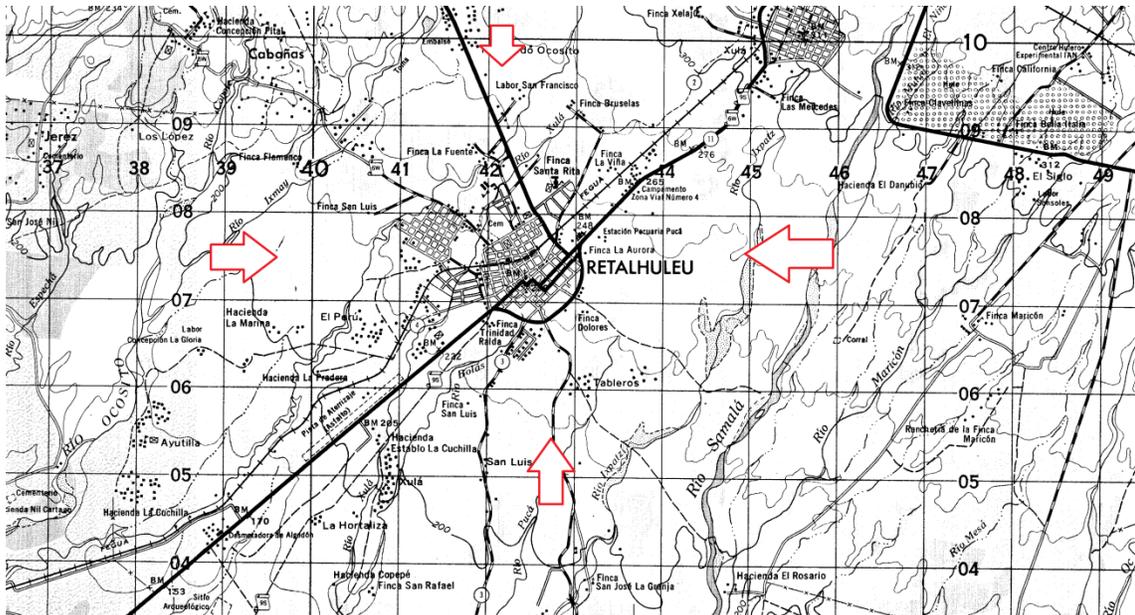
Etimológicamente Retalhuleu quiere decir “señal sobre la tierra”, según el Diccionario de voces de Guatemala, editado por el licenciado Jorge Luis Arriola, quien hace la aclaración que como se escribe actualmente lo que significa es “señal de hoyos en la tierra”.

En la época de la colonia, Retalhuleu formó parte del territorio correspondiente al ayuntamiento de Guatemala era llamado tal como el antiguo nombre autóctono Retalhuleu. En la actualidad se puede afirmar que Retalhuleu es uno de los departamentos más ricos de la costa pacífica de Guatemala, con gran prosperidad y belleza, siendo el centro urbano uno de los lugares más importantes históricamente.

1.1.2. Localización y ubicación

El centro urbano de Retalhuleu se encuentra en el municipio del departamento de Retalhuleu a una altura sobre el nivel del mar de 240 metros, en las coordenadas geodésicas: latitud $14^{\circ} 32' 14,93''$ y longitud $91^{\circ} 41' 00,00''$

Figura 1. Fragmento de mapa 1:50 000 IGN, Retalhuleu



Fuente: fragmento de hoja 1859 I del Instituto Geográfico Nacional.

1.1.3. Topografía

La topografía del centro de Retalhuleu es plana, por ser un lugar cercano al océano Pacífico, con leve inclinación en el terreno de norte a sur. El río Bolas atraviesa el centro urbano de Retalhuleu creando leves cambios de pendiente en las orillas, por lo que las administraciones municipales anteriores se han visto en la necesidad de realizar la construcción de varios puentes para

comunicar calles y avenidas del pueblo, así como un embovedado con doble propósito, pues se utiliza para el paso peatonal entre calles y como plaza para ventas.

1.1.4. Clima

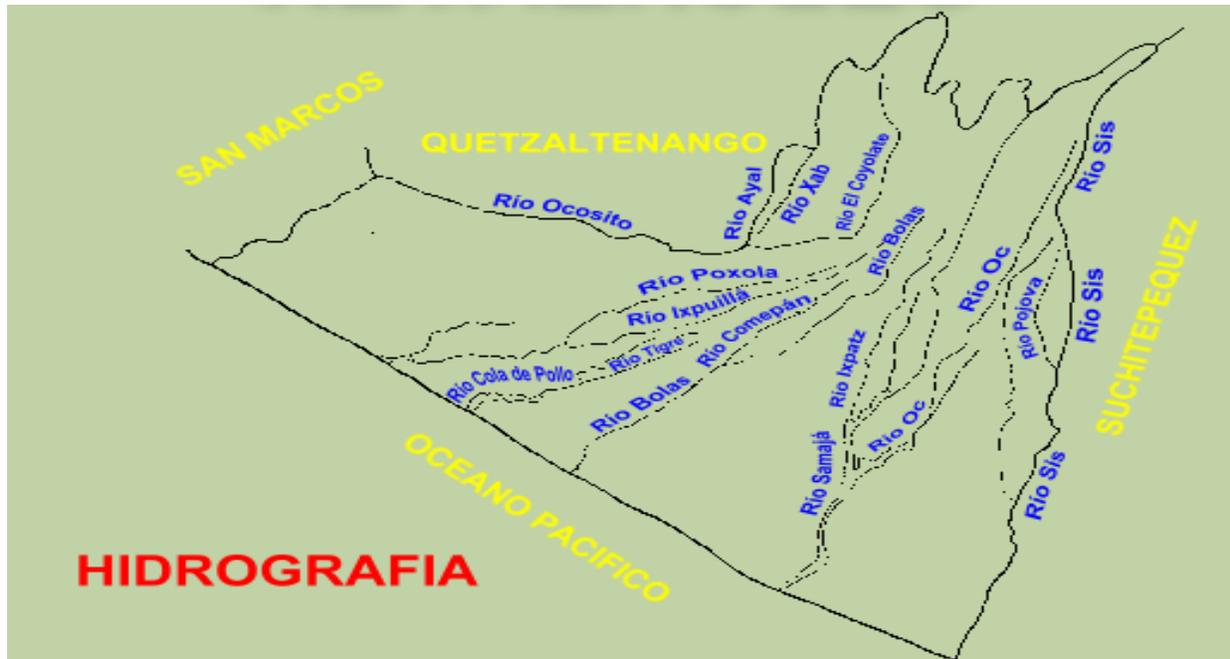
El clima del centro del municipio de Retalhuleu es cálido la mayor parte del tiempo se encuentra entre los 20,3 grados centígrados y 41 grados centígrados, la época lluviosa es famosa en la región por las torrenciales lluvias, además de tormentas eléctricas y fuertes vientos.

El promedio anual de precipitaciones de los últimos 10 años es de 2 903,80 mm. El municipio se caracteriza por dos estaciones; verano e invierno.

Las lluvias comienzan en mayo y concluyen en noviembre y por lo regular son abundantes. El verano se inicia en diciembre y termina a finales de abril, en este período la temperatura alcanza la mayor intensidad que es de 40 grados centígrados.

En el municipio existe diversidad de recursos hidrológicos utilizados en su mayoría para regadíos del cultivo de maíz, ajonjolí, tomate y papaya.

Figura 2. **Hidrografía del Municipio de Retalhuleu**



Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), Retalhuleu.

1.1.5. Población actual

El municipio de Retalhuleu tiene según proyecciones 87 303 habitantes, de los cuales 37 541 se estima que viven en la ciudad, la cual es la capital del municipio, la mayoría de habitantes son ladinos mestizos y el idioma predominante es el español.

1.1.6. Actividades económicas

Las actividades económicas de la ciudad de Retalhuleu son diversas, entre las principales actividades se encuentra el comercio. El centro de Retalhuleu cuenta con tres mercados, siendo el más importante por la ubicación

y dimensiones el de la terminal de buses, los otros son mercados cantonales, llamados así por estar ubicados en cantones, los cuales son el mercado San Martín de Porres conocido como el mercadito y San Nicolás, conocido como la galera.

Además del comercio en los mercados mencionados, el centro de Retalhuleu cuenta con centros comerciales, hospitales, locales comerciales, restaurantes, ferreterías y todos los servicios básicos para proveer una buena calidad de vida a los habitantes.

1.2. Monografía de Caballo Blanco

Caballo Blanco es catalogado actualmente como un parcelamiento del municipio de Retalhuleu del departamento de Retalhuleu, tiene la mayoría de requisitos para ser nombrado municipio, lo que le falta es un sistema de abastecimiento de agua potable y un sistema de drenaje sanitario, pues no cuenta con dichos servicios.

1.2.1. Antecedentes históricos

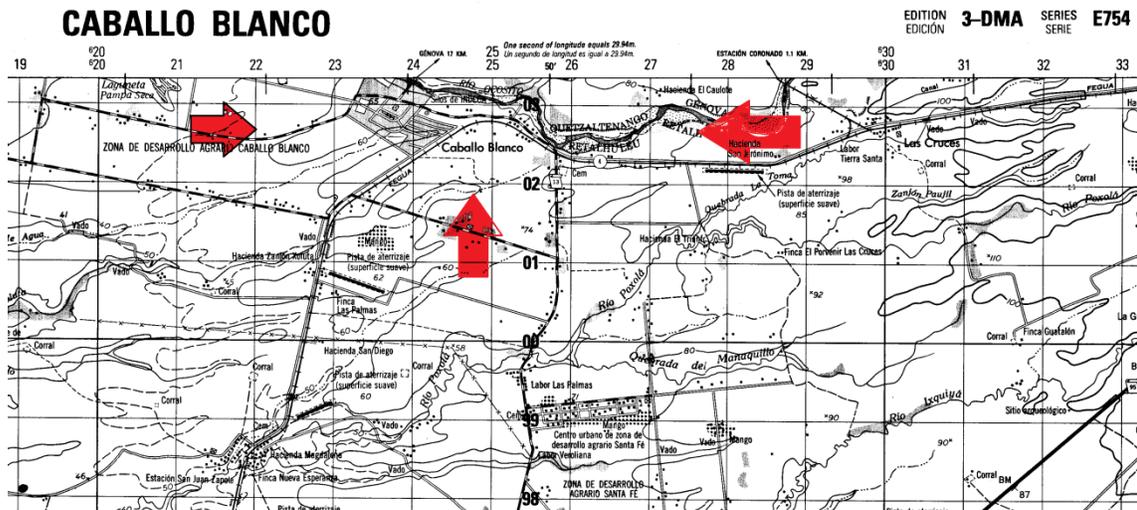
Caballo Blanco es una comunidad del municipio de Retalhuleu siendo la más poblada después del centro urbano de Retalhuleu, cuenta con bastante comercio, entre lo que se puede mencionar restaurantes, locales comerciales, ferreterías, farmacias, mercado, venta de motocicletas, entre otros.

El pueblo de Caballo Blanco es prospero, cuenta con una cantidad de habitantes como para ser nombrado municipio, pero le hacen falta servicios básicos como lo son el agua potable y drenajes.

1.2.2. Localización y ubicación

La comunidad de Caballo Blanco se encuentra ubicada en el municipio del departamento de Retalhuleu a una altura sobre el nivel del mar de 72 metros, en las coordenadas geodésicas: latitud $14^{\circ} 29' 51,17''$ y longitud $91^{\circ} 51' 00,44''$.

Figura 3. Fragmento de mapa 1:50 000 IGN, Caballo Blanco



Fuente: fragmento de hoja 1859 III del Instituto Geográfico Nacional.

1.2.3. Topografía

El terreno de Caballo Blanco es bastante plano, esto por estar cercano a las costas del Pacífico, por lo que también tiene leves inclinaciones de norte a sur.

Otro de los datos importantes de la comunidad de Caballo Blanco es que a orillas del pueblo se encuentra el cauce del río Ocosito, el cual también pasa por el centro de Retalhuleu.

1.2.4. Clima

El clima del centro urbano de Caballo Blanco es caluroso se encuentra entre los 26 a 42 grados centígrados, el parcelamiento Caballo Blanco está situado en el municipio de Retalhuleu, por lo que la precipitación promedio anual es de 2 903,80 mm, caracterizándose por contar con época seca y época lluviosa.

Las lluvias comienzan en mayo y concluyen en noviembre. El verano se inicia en diciembre y termina a finales de abril, el parcelamiento está situado a un costado del río Ocosito, el cual delimita el departamento de Quetzaltenango y Retalhuleu.

1.2.5. Población actual

Actualmente la comunidad de Caballo Blanco cuenta con una población total de 30 314 habitantes, de los cuales 5 465 residen en el centro urbano.

1.2.6. Actividades económicas

La principal actividad económica del centro urbano de Caballo Blanco es la agricultura, anteriormente se tenían muchas siembras de algodón, cardamomo, tabaco y milpa, pero con la llegada del auge de la siembra de caña de azúcar la mayoría de los terrenos se arrendan para ser utilizadas con este propósito. Existe abundante comercio en el centro urbano de Caballo Blanco, se cuenta con un mercado que comercializa productos de la canasta básica, ferreterías, farmacias, tiendas, abarroterías, restaurantes, gasolinera, *carwashy* venta de motocicletas.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del mercado municipal San Martín de Porres, Retalhuleu, Retalhuleu

A continuación se detalla el diseño del mercado municipal San Martín de Porres, el cual se encuentra en el centro urbano de Retalhuleu, ubicado a media cuadra del parque central del municipio.

2.1.1. Descripción del proyecto

Se realizará el diseño del mercado San Martín de Porres en el centro urbano de Retalhuleu, el cual se pretende que tenga dos niveles de piso de plaza para los vendedores, clientes y demás visitantes. También se incorporará al diseño un nivel de parqueo subterráneo.

El diseño se pretende realizar con marcos rígidos resistentes a momentos, la edificación tendrá un total de tres niveles, incluyendo de para parqueos subterráneos.

El diseño deberá contemplar las instalaciones especiales que necesita un mercado para el correcto funcionamiento, así como la correcta distribución de espacios y para entregarles a los locatarios actuales los puestos de venta además de generar locales nuevos.

2.1.1.1. Situación actual

Deberá realizarse el diseño del mercado San Martín de Porres ubicado en la zona 1 del municipio de Retalhuleu, puesto que en la actualidad el servicio que se brinda a la población es de baja calidad, esto porque el sistema de agua potable que con el que cuenta el mercado se encuentra en estado colapsado, así como también son deficientes el sistema de drenaje sanitario y el manejo de desechos sólidos.

Algunos efectos del mal manejo del mercado San Martín de Porres son malos olores producidos por basura que se deposita en los alrededores del mercado, también en la actualidad el mercado es foco de contaminación puesto que no cuenta con drenajes para evacuar aguas de una forma sanitariamente aceptable. Otro de los problemas del mercado es el congestionamiento vial que produce, esto porque no cuenta con parqueos para vehículos.

Uno de los problemas actuales del mercado San Martín de Porres es la falta de higiene en los comedores del lugar, pues no cuenta con un sistema de agua potable, lo cual puede producir enfermedades en las personas que ingieren alimentos en el sector.

2.1.1.1.1. Locatarios actuales

Actualmente el mercado municipal San Martín de Porres cuenta con 78 locales, de los cuales aproximadamente cinco de ellos pagan la cantidad de Q.4,00 diarios, mientras que la mayoría pagan Q.1,50 por el derecho de piso de plaza.

2.1.1.2. Localización

El proyecto de diseño del mercado municipal San Martín de Porres se llevará a cabo en la 4a. calle y 6a. avenida del centro del municipio de Retalhuleu, a media cuadra del parque central, donde se encuentra la municipalidad, catedral y una variedad de comercios, vecino al mercado se encuentra actualmente la Policía Nacional Civil (PNC).

2.1.1.3. Estudio topográfico

Para la realización de una edificación de esta envergadura es necesario realizar un levantamiento topográfico con una poligonal cerrada, además de estudios de planimetría para ver las dimensiones con las cuales se cuenta y altimetría, para calcular el rubro de movimiento de tierras.

El levantamiento topográfico para el diseño del mercado municipal San Martín de Porres se realizó con un equipo Pentax TH60E.

2.1.1.4. Estudio de suelos

El estudio de suelos es sumamente importante para el diseño estructural de una edificación de este tipo. Con este estudio se pueden obtener valores importantes de diseño como lo son capacidad soporte del suelo y ángulo de cohesión interno. El ensayo que permite conocer estos valores es un ensayo triaxial del suelo.

El ensayo triaxial consiste en aplicar presión a una muestra cilíndrica de suelo, la cual se introduce en una cámara especial, posteriormente se incrementa la presión axial hasta la falla. Para el diseño del mercado municipal

San Martín de Porres se realizó un ensayo triaxial, el cual se elaboró a partir de una muestra inalterada de suelo de un pie cúbico que fue extraída del terreno donde se encontrará el mercado, dicho análisis generó datos fundamentales para el diseño de la cimentación de la estructura.

2.1.2. Diseño del mercado

Para realizar el diseño del mercado municipal San Martín de Porres se deberán tomar en cuenta los factores que afectan a un mercado, como clientela, vendedores, proveedores, tráfico circundante, parqueos vehiculares, tipo de comercios, cantidad de locales, tipo de ventas dentro del mercado, tipo de gente a la que va dirigido el proyecto, aceptación del proyecto, costo de arrendamiento de locales, clima y todo factor que tenga que ver con el correcto funcionamiento del mercado.

2.1.2.1. Diseño arquitectónico

El edificio destinado a convertirse en mercado municipal se diseñará de cuatro plantas, siendo dos sótanos de parqueos y dos niveles de piso de plaza, contará con espacios para carga y descarga de productos, un área de comedores, parqueos para motocicletas, locales para ventas de fruta y verdura, venta de carnes, venta de abarrotes y ventas de ropa.

Se deberán tomar en cuenta espacios para la libre locomoción en pasillos, así como un espacio de ventas que sea apto para el producto o servicio que se va a prestar en cuanto a los locales comerciales.

Otro factor importante es el ordenamiento de las ventas por sectores, para no tener un mercado desordenado y que las personas que visitan el

mercado se vean obligadas a recorrer todo y no solamente los locales que se encuentren cerca de la entrada.

2.1.2.1.1. Determinar y delimitar zonas del mercado

El mercado municipal San Martín de Porres es un mercado cantonal, por lo que la clientela que atraerá es la que vive en las cercanías del mismo, está ubicado a media cuadra del parque, por lo que también recibirá clientes externos que visiten el parque o la municipalidad, además en el sector se encuentra una serie de numerosos comercios y oficinas que también harán uso del mismo.

Para el diseño del mercado municipal San Martín de Porres se cuenta con un terreno con dimensiones de 31,70 por 35,45 metros, espacio que se deberá aprovechar al máximo para acomodar a los vendedores de la mejor manera y dejar espacios de paso adecuados a los visitantes, así como para la movilización de los productos, que en la mayoría son pesados y de grandes dimensiones.

Se cuenta con un estudio de altimetría para determinar el nivel al cual se encontrarán las diferentes plantas de la edificación, así como el mejor lugar para colocar ingresos y egresos de parqueo subterráneo vehicular.

2.1.2.1.2. Distribución de ambientes

En cuanto a la distribución de espacios o ambientes para el caso de un mercado es bueno separarlas por zonas de actividades semejantes.

Se deberá contemplar una zona de alimentos, que será donde se comercializarán los granos básicos, productos lácteos, carnicería, abarrotes, comida preparada y otros similares, también se deberá considerar una zona para artesanías o productos elaborados, como el calzado, vestuario, productos artesanales, juguetes, etc. Otra de las zonas a tomar en cuenta es la de productos farmacéuticos y químicos, como lo son los fertilizantes medicinas y farmacias.

El mercado deberá tener un área destinada para carga y descarga de productos y un área para la administración del mercado, donde se encuentren oficinas apropiadas para las actividades que se llevan a cabo dentro del mercado, no se deberá olvidar los servicios sanitarios para clientes y vendedores.

2.1.2.1.3. Área de parqueos

En el área de sótanos, para parqueos vehiculares, se debe tomar en cuenta que se deben habilitar lugares de circulación de vehículos apropiados, donde los elementos estructurales del edificio no interfieran en el viraje correcto de los vehículos, así como un área con dimensiones no menores de cinco metros y medio por dos sesenta metros (5,50 x 2,60).

En cuanto a las rampas vehiculares la pendiente máxima a utilizar será de 20 % poniendo una atención especial a la base, la cual deberá de estar correctamente compactada en capas de 15 centímetros.

2.1.2.1.4. Área comercial

El área comercial deberá ser distribuida para que los visitantes del mercado no se queden en las cercanías de los ingresos, por lo que los productos que son sumamente necesarios y de ventas diarias como carnes, granos básicos, frutas y verduras deberán ser colocados en una de las partes más adentradas de dicho mercado, para que las personas se vean en la obligación de pasar visitando áreas como la de artesanías y productos elaborados.

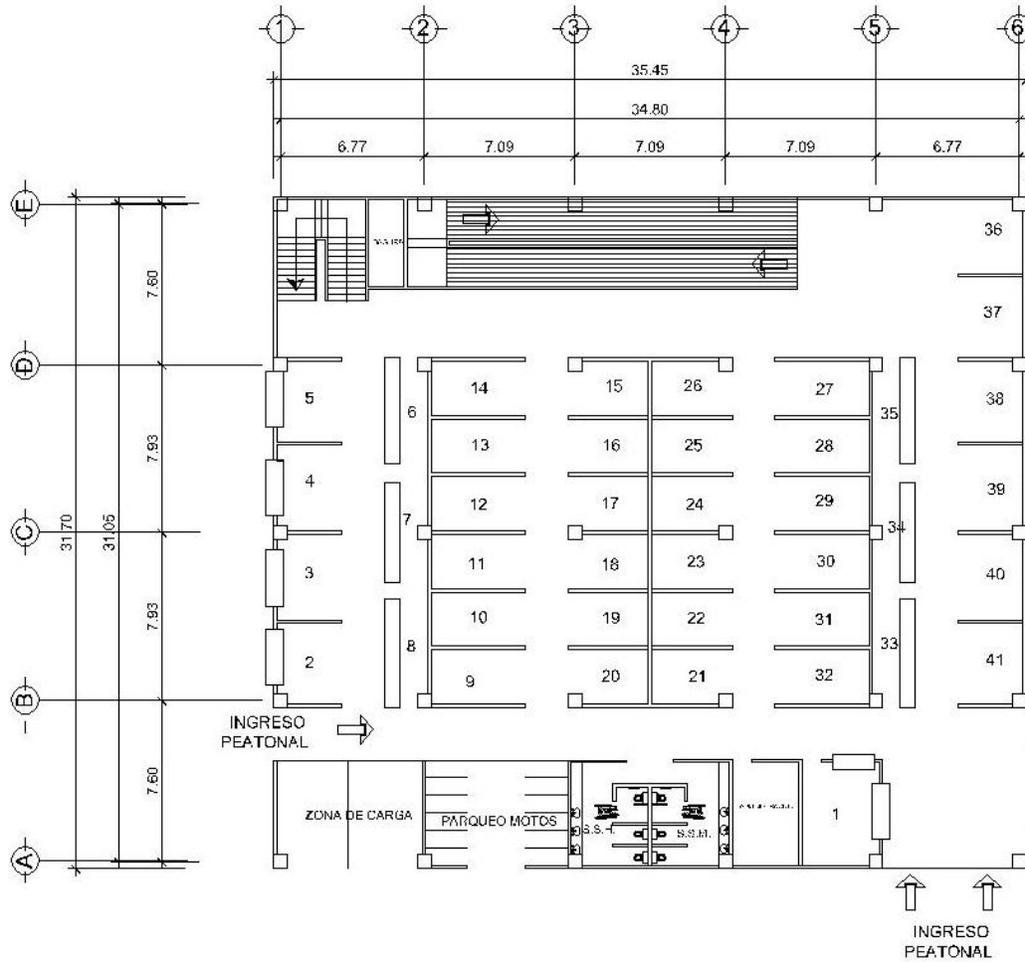
2.1.2.2. Diseño estructural

En la elaboración del diseño del mercado San Martín de Porres es sumamente importante dedicar especial atención al diseño estructural, iniciando por predimensionamiento de elementos estructurales, para posteriormente realizar una integración de cargas, la cual será útil para el análisis sísmico, con lo cual se obtendrán fuerzas verticales y horizontales, con las cuales se puede pasar a trabajar el análisis de momentos de la estructura, con lo que se determina una envolvente de momentos y se realiza el diseño final de los elementos estructurales.

2.1.2.2.1. Predimensionamiento de los elementos

Los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo a lo establecido por el American Concrete Institute (ACI 318-05), el mercado San Martín de Porres será diseñado con marcos especiales resistentes a momentos.

Figura 4. **Planta arquitectónica mercado San Martín de Porres**

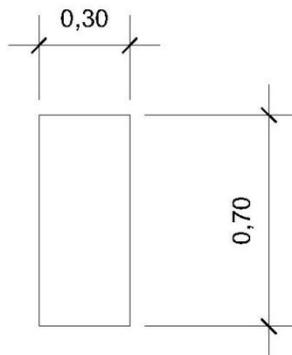


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Se iniciará el predimensionamiento de los elementos por las vigas, las cuales deberán de ser según el ACI en la sección 21.5.1.3 de un ancho mayor a 250 mm., también se deberá considerar que la altura del elemento no debe ser 0,3 veces menor que el ancho.

Tomando el criterio de que el peralte deberá ser aproximadamente del 8 % de la luz que cubre el elemento y que para este caso de marcos casi simétricos las luces varían mínimamente, se adopta que para la luz mayor de 7,93 m se deberá de tener un peralte de 0,70 m. El peralte de las vigas será el mismo para todas, pues la diferencia de requerimiento estructural sería mínima, lo cual, no sería agradable a la vista.

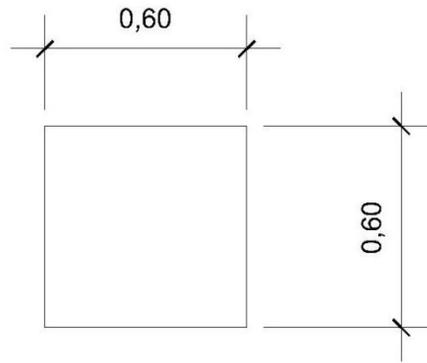
Figura 5. **Sección de Viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

El predimensionamiento para las columnas se basa en la sección 21.6.1.1 del ACI, donde indica que un elemento sometido a compresión axial no deberá ser menor de 300 mm de lado y la relación con la altura no deberá ser menor de 0,4 veces el alto, por lo tanto con base en la propuesta del ACI y en las dimensiones de la edificación se proponen columnas de 0,60 x 0,60 metros, esta medida es ideal constructivamente hablando, pues la madera generalmente se vende por un pie de ancho, para realizar el proceso de formaleas no se perderá material.

Figura 6. **Sección de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

La losa de la edificación se propone sea diferente dependiendo del tipo de uso que va a tener cada nivel, para la losa del tercer nivel se tienen áreas de 6,77 x 7,60 y de 7,09 x 7,93, lo primero que se deberá hacer será determinar si las losas trabajan en una o en dos direcciones, para lo cual se procede a realizar una división entre las dimensiones, con lo que se tiene:

- $\frac{7,77}{7,60} = 0,89$
- $\frac{7,09}{7,93} = 0,89$

Ambas losas trabajan en dos sentidos, el resultado de la división es mayor a 0,5, por lo que necesita refuerzo en ambos sentidos.

El espesor de la losa se puede determinar mediante la expresión siguiente:

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

Donde:

T = espesor de la losa

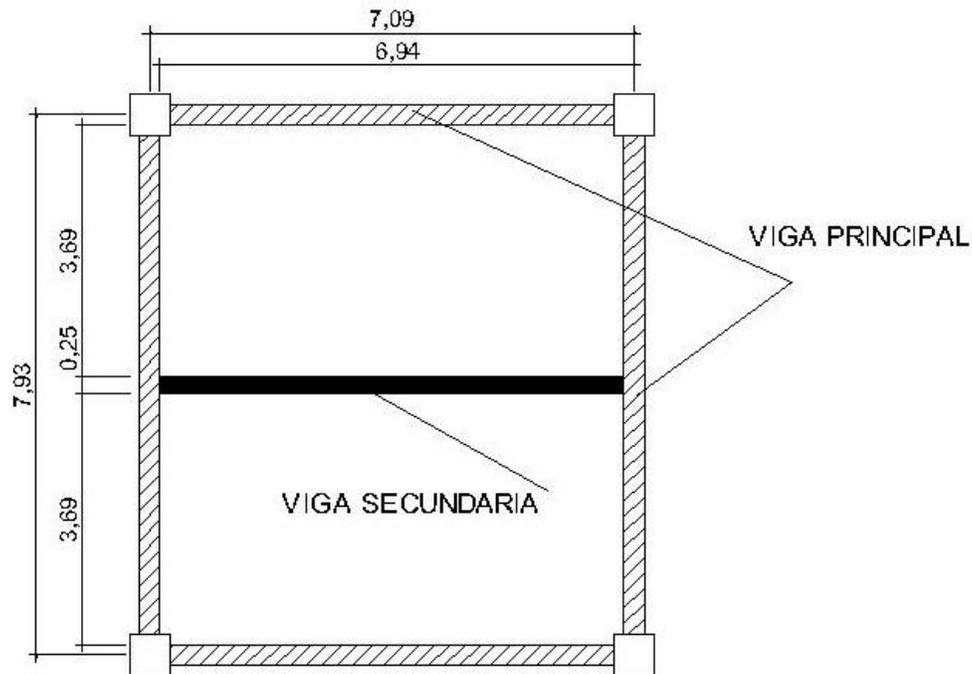
P = perímetro de la losa

Para el caso de las losas que se están evaluando, con dicha expresión, se obtiene un espesor de 16 y 17 centímetros respectivamente, con lo que se tienen espesores de losa demasiado grandes, se propone realizar una disminución.

Para reducir el espesor de una losa se cuenta con dos opciones, siendo la primera la utilización de una losa nervada, la cual consiste en vigas entrelazadas que trabajan como nervios, ofreciendo una gran rigidez a la losa, mientras que la otra opción es la de colocar una viga secundaria en el sentido corto. Las vigas secundarias se colocan en el sentido corto, transmitiendo la carga a la viga principal sobre la cual se encuentran apoyadas por no contar con una columna para transmitir el peso.

Para el caso de las losas del mercado municipal San Martín de Porres se propone utilizar vigas secundarias para reducir el espesor de losa, lo cual será suficiente por no ser áreas a cubrir demasiado grandes.

Figura 7. **Ubicación de viga secundaria**



**SISTEMA DE LOSA CON
VIGAS SECUNDARIAS**

Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Las vigas secundarias se diseñan como vigas T, se deberán fundir monolíticamente con la losa para que se cree un sistema que trabaja en conjunto, el peralte de la viga secundaria será suficiente asumirlo del 6 % de la luz libre, por lo cual se adopta un peralte de 40 cm.

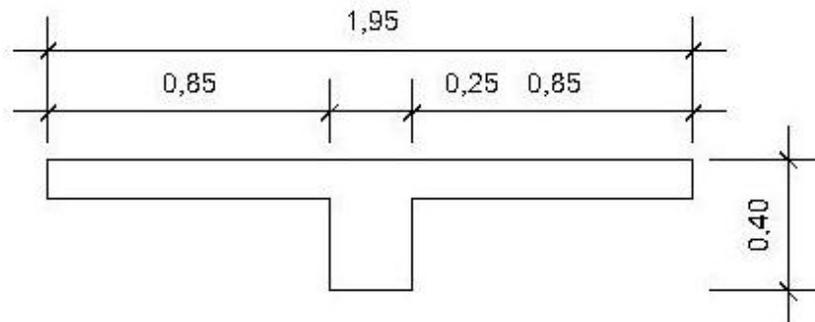
Según el ACI, en la sección 8.12.2, el ancho del ala de la viga no debe sobrepasar un cuarto de la luz de la viga.

La base de la viga se tomará de 25 cm ya que la altura no deberá exceder 3,5 veces la base del nervio.

La longitud de cada lado de las alas de la viga T, no deberá exceder lo siguiente:

- 8 veces el espesor de la losa
 - $8 \times 12 = 96 \text{ cm}$
- $\frac{1}{2}$ de la distancia libre a la siguiente alma
 - $3,69/2 = 1,845 \text{ m}$
- El ancho del ala no debe sobrepasar $\frac{1}{4}$ de la luz de la viga
 - $6,79/4 = 1,95$

Figura 8. **Viga secundaria**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

El espesor de la losa para el primer y segundo nivel no será el mismo que en el techo de la edificación, pues se tomará en cuenta los efectos de vibración de la losa, para definir el espesor y que la vibración sea imperceptible para el ser humano se determina con la siguiente expresión:

$$T = \frac{P}{\sqrt[3]{210}} * 3,67$$

Donde:

T = espesor de losa

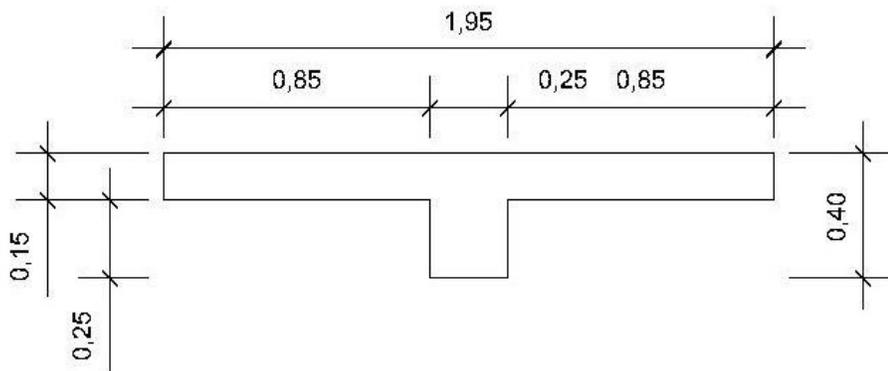
P = perímetro de losa

$$T = \left[\frac{20,96}{\sqrt[3]{210}} \right] * 3,69 = 12,94 \text{ cm}$$

Se adoptará para el primer y segundo nivel un espesor de losa de 15 cm para asegurar que la losa no presente vibraciones perceptibles al ser humano.

Por la modificación de la losa para las plantas bajas la viga secundaria (viga T) quedara con las siguientes dimensiones:

Figura 9. **Viga secundaria primer y segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

2.1.2.2.2. Integración de cargas

Para determinar los requerimientos estructurales de los marcos, se tendrá que conocer las cargas que deberán soportar los mismos, por lo que se deberá realizar la integración de cargas gravitacionales y horizontales.

- Cargas verticales

La integración de cargas consiste en realizar una sumatoria de todas las cargas gravitacionales para determinar cuánto está soportando cada marco, se realiza por nivel, esto debido a que cada nivel es diferente del anterior. Para el diseño del mercado municipal San Martín de Porres se procede a realizar la integración de cargas del tercer nivel, para esto se deberá asumir un peso por metro cúbico del concreto de 2 400 kg/m³.

Carga muerta:

Es la propia de la edificación, para determinarla es necesario hacer un recuento de los elementos que contendrá la edificación con los respectivos pesos volumétricos para conocer el peso propio que tendrá la estructura.

Integración de cargas tercer nivel:

- Losa
 $278\,809,92\text{ m}^2 * 2\,400\text{ kg/m}^3 * 0,12\text{ m (espesor)} = 278\,809,92\text{ kg}$
- Columnas
 $30\text{ columnas} * (0,6\text{ m} * 0,6\text{ m}) * 3\text{ m} * 2\,400\text{ kg/m}^3 = 77\,760\text{ kg}$

- **Viga principal**
 $362,81 \text{ m} * 0,58 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3$, a lo cual se le den restar las intersecciones entre columnas, con lo que el peso final será de 150 381,94 kg.
- **Viga secundaria**
 $139,254 \text{ m} * 0,28 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3 = 23\,392,32$
- **Muros**
 Perimetrales con block de 0,14 m de espesor; el peso específico de dicho bloque es de 1 600 kg/m³.
 $309,9 \text{ m}^2 * 0,14 \text{ m} * 1\,600 \text{ kg/m}^3 = 68\,073,6 \text{ kg}$.
- **Tabiques interiores con block de 0,10 m de espesor**
 El peso específico para dicho bloque es de 1 400 kg/m³.
 $424 \text{ m}^2 * 0,10 \text{ m} * 1\,400 \text{ kg/m}^3 = 67\,830 \text{ kg}$.
- **Piso**
 No se tomará en cuenta pues se propone un piso de concreto vitrificado, por ser duradero y resistente.
- **Balcones**
 159,06 m² de balcones, asumiendo 7,8 kg/m², entonces el peso de los balcones será de 1 240,67 kg.
- **Rejillas para cerrar locales**
 318 m² de rejas * 7,8 kg/m² = 2 486,48 kg.

- Ventanas
No se tomará en cuenta, por ser zona de calor, no serán necesarias ni colocadas.

- Mesas para la venta
El mercado cuenta con mesas fundidas de concreto de 0,90 m * 2,60 m el tercer nivel cuenta con 28 de estas mesas.
 $28 \text{ mesas} * 0,90 \text{ m} * 2,60 \text{ m} * 0,12 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 18\,869,76 \text{ kg}$

- Instalaciones
 - Iluminación; 40 lámparas * 4 kg = 160 kg.

 - Agua potable y drenaje: El peso de la tubería es despreciable en comparación con el peso de la estructura.

 - Accesorios de baño:
 - 6 sanitarios * 30 kg = 180 kg.
 - 6 Lava manos * 20 kg = 120 kg.

El total del peso del tercer nivel es de 689 304,37 kg.

De igual manera se procede a realizar la integración de cargas para el primero y segundo nivel obteniendo los siguientes resultados:

Total de integración de cargas segundo nivel: 819 856,99 kg.

Total de integración de cargas primer nivel: 962 560,40 kg.

El peso total de la estructura será de 2 471 721,76 kg, aproximadamente de 1 471,72 toneladas, peso que servirá para realizar cálculos de fuerza inducida por un sismo.

Carga viva

Es producida por el uso de la edificación, por lo tanto será diferente para cada nivel, para el techo de la edificación se considerará sin acceso será de 100 kg/m², mientras que para los pisos de plaza (primer y segundo nivel) será de 611,27 kg/m².

- Cargas horizontales

Las cargas horizontales inducidas en las estructuras son producto de un análisis sísmico, para el caso del diseño del mercado municipal San Martín de Porres se utilizará el código nacional AGIES. Para determinar las cargas horizontales que le afectan a cada planta de una edificación es necesario determinar el corte basal, siendo el procedimiento de cálculo el siguiente:

La obra se clasifica en la categoría III según el AGIES es una obra importante, por ser un mercado municipal. Según el mapa de zonificación sísmica de la república de Guatemala, la cabecera departamental de Retalhuleu se encuentra en zona sísmica 4.

Según la sección 4.3.2.1 de AGIES se debe de diseñar como un sismo severo por ser una obra importante, el sismo severo tiene una probabilidad de excedencia de 5 % en 500 años.

De acuerdo al mapa de la zonificación sísmica se determinan los factores S_{cr} , S_{1r} , los cuales son respectivamente la ordenada espectral para sismo corto y para sismo de 1 segundo:

$$S_{cr} = 1,65 \text{ g}$$

$$S_{1r} = 0,60 \text{ g}$$

Las ordenadas espectrales deberán ser modificadas de acuerdo a las condiciones de la superficie, y el perfil de suelo donde se encuentren:

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_{1r} * N_v * N_v$$

El coeficiente de sitio F_a se determina en la tabla 4.2, que para el caso de estudio es 1.

El coeficiente de sitio F_v se determina de la tabla 4.3, que para el caso de estudio es 1.5.

El factor de proximidad N_a , se determina de la tabla 4.6 el cual es de 1, al igual que N_v por estar alejado de la falla.

$$S_{cs} = 1,65 * 1 * 1 = 1,65$$

$$S_{1s} = 0,60 * 1.5 * 1 = 0,90$$

$$\text{Período de transición } (T_s) = S_{1s}/S_{cs}$$

$$T_s = \frac{0,90}{1,65} = 0,54$$

El factor de escala K_d , para el caso del mercado por ser evaluado como un sismo severo, es de $K_d = 0,80$

El espectro calibrado al nivel de diseño requerido dado por la sección 4.3.4.2 será el siguiente:

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 0,80 * 1,65 = 1,32$$

$$S_{1d} = D_d * S_{1S} = 0,80 * 0,90 = 0,72$$

De la norma AGIES NSE3, en la sección 2.1.1 se tiene la ecuación general para el corte basal, la cual es la siguiente:

$$V_b = C_s * W_s$$

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

Donde:

V_b = corte basal

C_s = coeficiente de sismicidad

W_s = peso de la edificación

$S_a(T)$ = demanda de diseño para una estructura con periodo T

R = factor de reducción en tabla – NSE3. (para el caso es de 8)

El período de vibración de la estructura puede ser calculado con diversidad de métodos, el código AGIES permite considerar un período de vibración empírico, el cual será utilizado en el diseño del mercado y viene dado por:

$$T_a = K_t * (h_n)^x$$

Donde:

$K_t = 0.049$, $x = 0.75$ para el sistema estructural E1.

$$T_a = 0,049 * (9)^{0,75} = 0,2546 \text{ seg}$$

Para determinar las ordenadas espectrales la norma permite en la sección 2.1.6 que para los períodos de diseño podrán ser directamente los empíricos encontrados anteriormente T_a .

$$\text{Si: } T < T_s$$

$$0,25 < 0,54$$

$$S_a(T) = S_{cd} = 1,32$$

Por lo tanto,

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,32}{8} = 0,165$$

El código permite realizar correcciones al espectro, en la sección 2.1.2.1 especifica los valores mínimos de C_s , se deberá para la reducción ver que se cumpla lo siguiente:

$$C_s > 0,044 * S_{cd} = 0,044 * 1,32 = 0,058 \quad \text{Chequea}$$

$$C_s > 0,5 * \frac{S_{1r}}{R} = 0,5 * \frac{0,6}{8} = 0,0375 \quad \text{Chequea}$$

Además del chequeo anterior, se debe de tomar en cuenta que para realizar la reducción del espectro el período deberá de ser menor de 0,5 segundos, además de tener 5 niveles o menos la edificación y el S_{cr} ser mayor que 1,5.

Reducción: Si $S_{cr} = 1,5$

$$S_{cs} = S_{cr} * F_a * N_a = 1,5 * 1 * 1 = 1,5$$

$$T_s = \frac{S_{1s}}{S_{cs}} = \frac{0,9}{1,5} = 0,6$$

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} = 0,8 * 1,5 = 1,20$$

$$S_a(T) = S_{cd} = 1,2$$

$$C_s = \frac{S_a(T)}{R} = \frac{1,20}{8} = 0,15$$

$$V_b = C_s * W_s = 0,15 * 2\,471,72 \text{ ton} = 370,76 \text{ ton.}$$

Para determinar la fuerza lateral por nivel se debe utilizar siempre el código AGIES NSE3, en la sección 2.2, donde indica que la sumatoria de fuerzas por nivel será igual al corte basal, expresado de la siguiente manera:

$$F_x = \frac{(V_b * W_x * h_x^k)}{\sum(W_i H_i^k)}$$

Donde:

F_x = fuerza por nivel

V = corte basal

W_x = peso por nivel

H_x = altura de nivel

K = para períodos menores a 0,5 segundos se considera 1

- Primer nivel 76,40 toneladas
- Segundo nivel 130,18 toneladas
- Tercer nivel 164,17 toneladas

Para determinar la fuerza por marco, únicamente es necesario realizar una división de la fuerza total que le llega a ese nivel y el número de marcos que tiene en cada eje, la fuerza por eje será de la siguiente manera:

Para el eje X:

$$N_3 = 32,83 \text{ ton}$$

$$N_2 = 26,04 \text{ ton}$$

$$N_1 = 15,28 \text{ ton}$$

Para el eje Y:

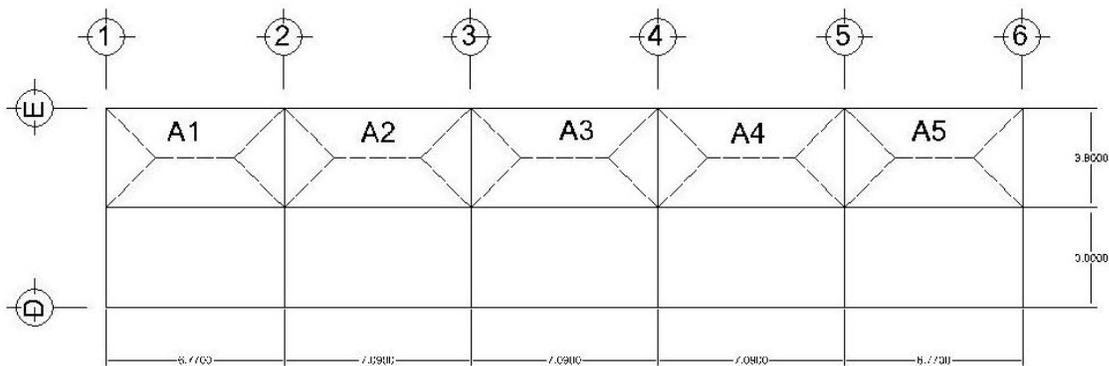
$$N_3 = 27,36 \text{ ton}$$

$$N_2 = 21,70 \text{ ton}$$

$$N_1 = 12,73 \text{ ton}$$

Para determinar el cálculo de áreas tributarias es necesario considerar que cada viga soporta una cantidad de carga determinada, la cual deberá ser encontrada determinando el área de losa que le transmitirá la carga, con lo cual para el eje E, el análisis del área tributaria que soporta la viga, se determina mediante la partición de la losa con triángulos equiláteros, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 10. **Área tributaria para viga eje E**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Para encontrar el valor numérico de las diferentes áreas, se procede a realizar un análisis geométrico simple, de donde se determina que para cada figura el área tributaria es la siguiente:

$$A1 = 9,25 \text{ m}^2$$

$$A2 = 9,86 \text{ m}^2$$

$$A3 = 9,86 \text{ m}^2$$

$$A4 = 9,86 \text{ m}^2$$

$$A5 = 9,25 \text{ m}^2$$

Las mismas áreas encontradas para el eje E serán las del eje A, esto porque los marcos de la edificación son simétricos. El análisis para encontrar las diversas áreas tributarias para cada losa se debe de realizar en ambos sentidos, siendo de la misma manera para cada caso.

Para determinar el peso muerto por nivel se deberá relacionar el peso calculado en integración de cargas y el área con la que cuenta cada nivel, los pesos para los diferentes niveles de la edificación son los siguientes:

- Tercer nivel $6893\text{Ton}/968,09\text{m}^2 = 712 \text{ kg/m}^2$
- Segundo nivel $819,86 \text{ Ton}/1\ 080,54\text{m}^2 = 758,75 \text{ kg/m}^2$
- Primer nivel $962,56 \text{ Ton}/1\ 080,54\text{m}^2 = 890 \text{ kg/m}^2$

Tabla I. Distribución de cargas

Distribucion de cargas en vigas tercer nivel												
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m2	W muerta kg/m2	A. viga sec. m2	W viva kg/m2	Long. Viga m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	WI kg/m	Wd total kg/m
1	A-B	7,22	712,00	9,25	100,00	7,60	417,60	6586,00	925,00	676,40	95,00	1094,00
	B-C	7,84	712,00	9,40	100,00	7,93	417,60	6692,80	940,00	703,92	98,87	1121,52
	C-D	7,84	712,00	9,40	100,00	7,93	417,60	6692,80	940,00	703,92	98,87	1121,52
	D-E	7,22	712,00	9,25	100,00	7,60	417,60	6586,00	925,00	676,40	95,00	1094,00
2	A-B	14,44	712,00	19,11	100,00	7,60	417,60	13606,32	1911,00	1352,80	190,00	1770,40
	B-C	15,68	712,00	18,21	100,00	7,93	417,60	12965,52	1821,00	1407,84	197,73	1825,44
	C-D	15,68	712,00	18,21	100,00	7,93	417,60	12965,52	1821,00	1407,84	197,73	1825,44
	D-E	14,44	712,00	19,11	100,00	7,60	417,60	13606,32	1911,00	1352,80	190,00	1770,40
3	A-B	14,44	712,00	19,86	100,00	7,60	417,60	14140,32	1986,00	1352,80	190,00	1770,40
	B-C	15,72	712,00	20,26	100,00	7,93	417,60	14425,12	2026,00	1411,43	198,23	1829,03
	C-D	15,72	712,00	20,26	100,00	7,93	417,60	14425,12	2026,00	1411,43	198,23	1829,03
	D-E	14,44	712,00	19,86	100,00	7,60	417,60	14140,32	1986,00	1352,80	190,00	1770,40
4	A-B	14,44	712,00	19,86	100,00	7,60	417,60	14140,32	1986,00	1352,80	190,00	1770,40
	B-C	15,72	712,00	20,26	100,00	7,93	417,60	14425,12	2026,00	1411,43	198,23	1829,03
	C-D	15,72	712,00	20,26	100,00	7,93	417,60	14425,12	2026,00	1411,43	198,23	1829,03
	D-E	14,44	712,00	19,86	100,00	7,60	417,60	14140,32	1986,00	1352,80	190,00	1770,40
5	A-B	14,44	712,00	19,11	100,00	7,60	417,60	13606,32	1911,00	1352,80	190,00	1770,40
	B-C	15,68	712,00	18,21	100,00	7,93	417,60	12965,52	1821,00	1407,84	197,73	1825,44
	C-D	15,68	712,00	18,21	100,00	7,93	417,60	12965,52	1821,00	1407,84	197,73	1825,44
	D-E	14,44	712,00	19,11	100,00	7,60	417,60	13606,32	1911,00	1352,80	190,00	1770,40
6	A-B	7,22	712,00	9,25	100,00	7,60	417,60	6586,00	925,00	676,40	95,00	1094,00
	B-C	7,84	712,00	9,40	100,00	7,93	417,60	6692,80	940,00	703,92	98,87	1121,52
	C-D	7,84	712,00	9,40	100,00	7,93	417,60	6692,80	940,00	703,92	98,87	1121,52
	D-E	7,22	712,00	9,25	100,00	7,60	417,60	6586,00	925,00	676,40	95,00	1094,00
A	1-2	9,25	712,00		100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	972,82	136,63	1390,42
	2-3	9,86	712,00		100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77
	3-4	9,86	712,00		100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77
	4-5	9,86	712,00		100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77
	5-6	9,25	712,00		100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	972,82	136,63	1390,42

Continuación de la tabla I.

Distribución de cargas en vigas tercer nivel													
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m2	W muerta kg/m2	A. viga sec. m2	W viva kg/m2	Long. Viga m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	Wl kg/m	Wd total kg/m	
B	1-2	18,75	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1971,94	276,96	2389,54	
	2-3	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	3-4	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	4-5	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	5-6	18,75	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1971,94	276,96	2389,54	
C	1-2	19,00	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1998,23	280,65	2415,83	
	2-3	20,26	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2034,57	285,75	2452,17	
	3-4	20,26	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2034,57	285,75	2452,17	
	4-5	20,26	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2034,57	285,75	2452,17	
	5-6	19,00	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1998,23	280,65	2415,83	
D	1-2	18,75	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1971,94	276,96	2389,54	
	2-3	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	3-4	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	4-5	19,99	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	2007,46	281,95	2425,06	
	5-6	18,75	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	1971,94	276,96	2389,54	
E	1-2	9,25	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	972,82	136,63	1390,42	
	2-3	9,86	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77	
	3-4	9,86	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77	
	4-5	9,86	712,00	100,00	100,00	7,09	417,60	0,00	0,00	990,17	139,07	1407,77	
	5-6	9,25	712,00	100,00	100,00	6,77	417,60	0,00	0,00	972,82	136,63	1390,42	

Continuación de la tabla I.

Distribución de cargas en segundo nivel												
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m ²	W muerta kg/m ²	A. viga sec. m ²	W viva kg/m ²	Long. Viga m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	Wl kg/m	Wd total kg/m
1	A-B	7,22	758,75	9,25	611,27	7,60	417,60	7018,44	5654,25	720,81	580,71	1138,41
	B-C	7,84	758,75	9,40	611,27	7,93	417,60	7132,25	5745,94	750,14	604,33	1167,74
	C-D	7,84	758,75	9,40	611,27	7,93	417,60	7132,25	5745,94	750,14	604,33	1167,74
	D-E	7,22	758,75	9,25	611,27	7,60	417,60	7018,44	5654,25	720,81	580,71	1138,41
2	A-B	14,44	758,75	19,11	611,27	7,60	417,60	14499,71	11681,37	1441,63	1161,41	1859,23
	B-C	15,68	758,75	18,21	611,27	7,93	417,60	13816,84	11131,23	1500,28	1208,67	1917,88
	C-D	15,68	758,75	18,21	611,27	7,93	417,60	13816,84	11131,23	1500,28	1208,67	1917,88
	D-E	14,44	758,75	19,11	611,27	7,60	417,60	14499,71	11681,37	1441,63	1161,41	1859,23
3	A-B	7,22	758,75	9,93	611,27	7,60	417,60	7534,39	6069,91	720,81	580,71	1138,41
	B-C	7,86	758,75	10,13	611,27	7,93	417,60	7686,14	6192,17	752,05	605,87	1169,65
	C-D	7,86	758,75	10,13	611,27	7,93	417,60	7686,14	6192,17	752,05	605,87	1169,65
	D-E	7,22	758,75	9,93	611,27	7,60	417,60	7534,39	6069,91	720,81	580,71	1138,41
4	A-B	7,22	758,75	9,93	611,27	7,60	417,60	7534,39	6069,91	720,81	580,71	1138,41
	B-C	7,86	758,75	10,13	611,27	7,93	417,60	7686,14	6192,17	752,05	605,87	1169,65
	C-D	7,86	758,75	10,13	611,27	7,93	417,60	7686,14	6192,17	752,05	605,87	1169,65
	D-E	7,22	758,75	9,93	611,27	7,60	417,60	7534,39	6069,91	720,81	580,71	1138,41
5	A-B	14,44	758,75	19,11	611,27	7,60	417,60	14499,71	11681,37	1441,63	1161,41	1859,23
	B-C	15,68	758,75	18,21	611,27	7,93	417,60	13816,84	11131,23	1500,28	1208,67	1917,88
	C-D	15,68	758,75	18,21	611,27	7,93	417,60	13816,84	11131,23	1500,28	1208,67	1917,88
	D-E	14,44	758,75	19,11	611,27	7,60	417,60	14499,71	11681,37	1441,63	1161,41	1859,23
6	A-B	7,22	758,75	9,25	611,27	7,60	417,60	7018,44	5654,25	720,81	580,71	1138,41
	B-C	7,84	758,75	9,40	611,27	7,93	417,60	7132,25	5745,94	750,14	604,33	1167,74
	C-D	7,84	758,75	9,40	611,27	7,93	417,60	7132,25	5745,94	750,14	604,33	1167,74
	D-E	7,22	758,75	9,25	611,27	7,60	417,60	7018,44	5654,25	720,81	580,71	1138,41
A	1-2	9,25	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1036,70	835,19	1454,30
	2-3	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	3-4	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	4-5	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	5-6	9,25	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1036,70	835,19	1454,30

Continuación de la tabla I.

Distribución de cargas en segundo nivel												
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m2	W muerta kg/m2	A. viga sec. m2	W viva kg/m2	Long. Viga m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	Wl kg/m	Wd total kg/m
B	1-2	18,75	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2101,41	1692,96	2519,01
	2-3	19,99	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2139,27	1723,45	2556,87
	3-4	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	4-5	19,99	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2139,27	1723,45	2556,87
	5-6	18,75	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2101,41	1692,96	2519,01
C	1-2	19,00	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2129,43	1715,53	2547,03
	2-3	20,26	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2168,16	1746,73	2585,76
	3-4	0,00	758,75		611,27	7,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4-5	20,26	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2168,16	1746,73	2585,76
	5-6	19,00	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2129,43	1715,53	2547,03
D	1-2	18,75	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2101,41	1692,96	2519,01
	2-3	19,99	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2139,27	1723,45	2556,87
	3-4	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	4-5	19,99	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	2139,27	1723,45	2556,87
	5-6	18,75	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	2101,41	1692,96	2519,01
E	1-2	9,25	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1036,70	835,19	1454,30
	2-3	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	3-4	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	4-5	9,86	758,75		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1055,19	850,09	1472,79
	5-6	9,25	758,75		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1036,70	835,19	1454,30

Continuación de la tabla I.

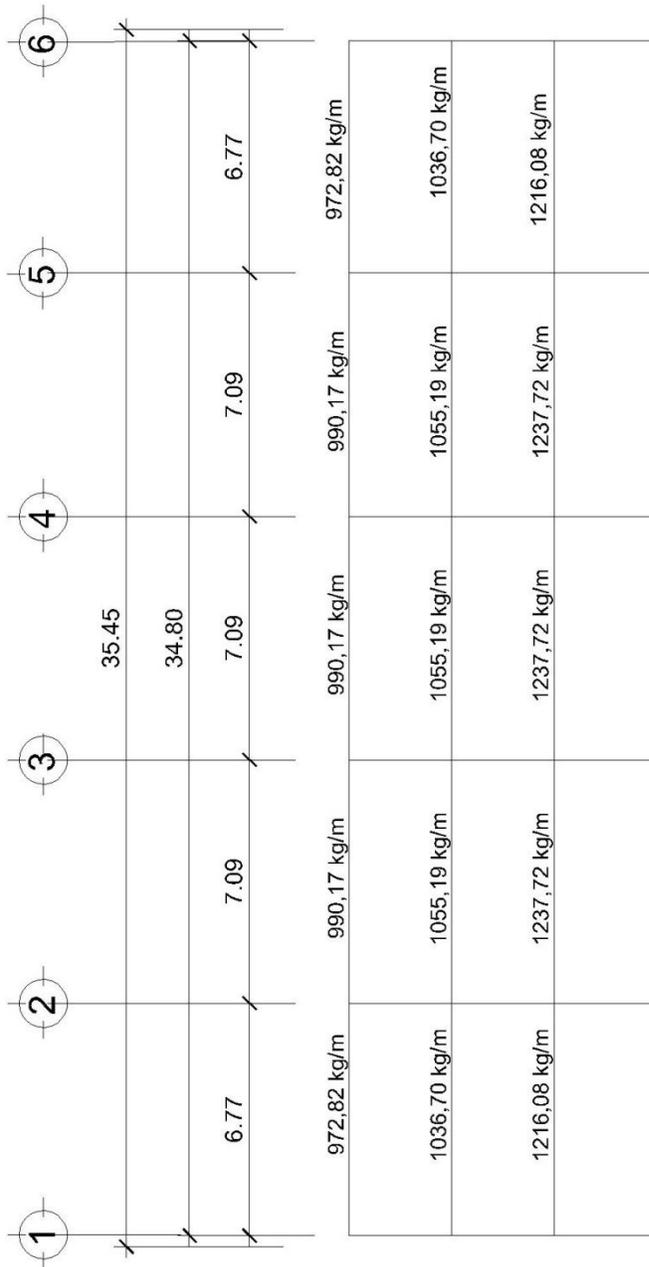
Distribución de cargas en primer nivel													
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m ²	W muerta kg/m ²	A. viga sec. m ²	W viva kg/m ²	Long. Viga m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	WI kg/m	Wd total kg/m	
1	A-B	7,22	890,00	9,25	611,27	7,60	417,60	8232,50	5654,25	845,50	580,71	1263,10	
	B-C	7,84	890,00	9,40	611,27	7,93	417,60	8366,00	5745,94	879,90	604,33	1297,50	
	C-D	7,84	890,00	9,40	611,27	7,93	417,60	8366,00	5745,94	879,90	604,33	1297,50	
	D-E	7,22	890,00	9,25	611,27	7,60	417,60	8232,50	5654,25	845,50	580,71	1263,10	
2	A-B	14,44	890,00	19,11	611,27	7,60	417,60	17007,90	11681,37	1691,00	1161,41	2108,60	
	B-C	15,68	890,00	18,21	611,27	7,93	417,60	16206,90	11131,23	1759,80	1208,67	2177,40	
	C-D	15,68	890,00	18,21	611,27	7,93	417,60	16206,90	11131,23	1759,80	1208,67	2177,40	
	D-E	14,44	890,00	19,11	611,27	7,60	417,60	17007,90	11681,37	1691,00	1161,41	2108,60	
3	A-B	14,44	890,00	19,86	611,27	7,60	417,60	17675,40	12139,82	1691,00	1161,41	2108,60	
	B-C	15,72	890,00	20,26	611,27	7,93	417,60	18031,40	12384,33	1764,29	1211,75	2181,89	
	C-D	15,72	890,00	20,26	611,27	7,93	417,60	18031,40	12384,33	1764,29	1211,75	2181,89	
	D-E	14,44	890,00	19,86	611,27	7,60	417,60	17675,40	12139,82	1691,00	1161,41	2108,60	
4	A-B	14,44	890,00	19,86	611,27	7,60	417,60	17675,40	12139,82	1691,00	1161,41	2108,60	
	B-C	15,72	890,00	20,26	611,27	7,93	417,60	18031,40	12384,33	1764,29	1211,75	2181,89	
	C-D	15,72	890,00	20,26	611,27	7,93	417,60	18031,40	12384,33	1764,29	1211,75	2181,89	
	D-E	14,44	890,00	19,86	611,27	7,60	417,60	17675,40	12139,82	1691,00	1161,41	2108,60	
5	A-B	14,44	890,00	19,11	611,27	7,60	417,60	17007,90	11681,37	1691,00	1161,41	2108,60	
	B-C	15,68	890,00	18,21	611,27	7,93	417,60	16206,90	11131,23	1759,80	1208,67	2177,40	
	C-D	15,68	890,00	18,21	611,27	7,93	417,60	16206,90	11131,23	1759,80	1208,67	2177,40	
	D-E	14,44	890,00	19,11	611,27	7,60	417,60	17007,90	11681,37	1691,00	1161,41	2108,60	
6	A-B	7,22	890,00	9,25	611,27	7,60	417,60	8232,50	5654,25	845,50	580,71	1263,10	
	B-C	7,84	890,00	9,40	611,27	7,93	417,60	8366,00	5745,94	879,90	604,33	1297,50	
	C-D	7,84	890,00	9,40	611,27	7,93	417,60	8366,00	5745,94	879,90	604,33	1297,50	
	D-E	7,22	890,00	9,25	611,27	7,60	417,60	8232,50	5654,25	845,50	580,71	1263,10	
A	1-2	9,25	890,00		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1216,03	835,19	1633,63	
	2-3	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32	
	3-4	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32	
	4-5	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32	
	5-6	9,25	890,00		611,27	6,77	417,60	0,00	0,00	1216,03	835,19	1633,63	

Continuación de la tabla I.

Distribución de cargas en primer nivel													
Eje Analizado	Tramo	A. Tributaria m2	W muerta kg/m2	A. viga sec. m2	W viva kg/m2	Long. Viga m	P. Viga kg/m	P. Propio viga kg/m	Punt. Muerta kg	Punt. Viva kg	Wd kg/m	Wl kg/m	Wd total kg/m
B	1-2	18,75	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2464,92	1692,96	2882,52
	2-3	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	3-4	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	4-5	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	5-6	18,75	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2464,92	1692,96	2882,52
C	1-2	19,00	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2497,78	1715,53	2915,38
	2-3	20,26	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2543,22	1746,73	2960,82
	3-4	20,26	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2543,22	1746,73	2960,82
	4-5	20,26	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2543,22	1746,73	2960,82
	5-6	19,00	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2497,78	1715,53	2915,38
D	1-2	18,75	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2464,92	1692,96	2882,52
	2-3	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	3-4	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	4-5	19,99	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	2509,32	1723,45	2926,92
	5-6	18,75	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	2464,92	1692,96	2882,52
E	1-2	9,25	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	1216,03	835,19	1633,63
	2-3	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32
	3-4	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32
	4-5	9,86	890,00		611,27	7,09	417,60	417,60	0,00	0,00	1237,72	850,09	1655,32
	5-6	9,25	890,00		611,27	6,77	417,60	417,60	0,00	0,00	1216,03	835,19	1633,63

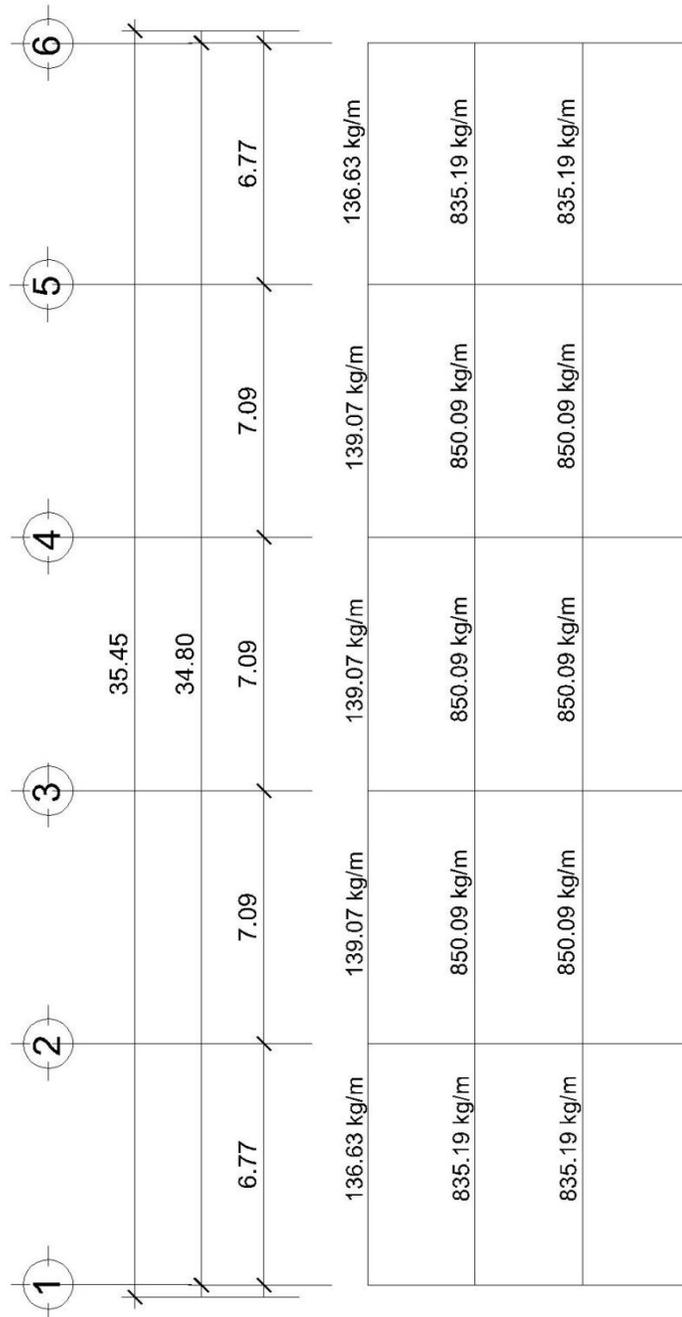
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Distribución de carga muerta en vigas marco A, E



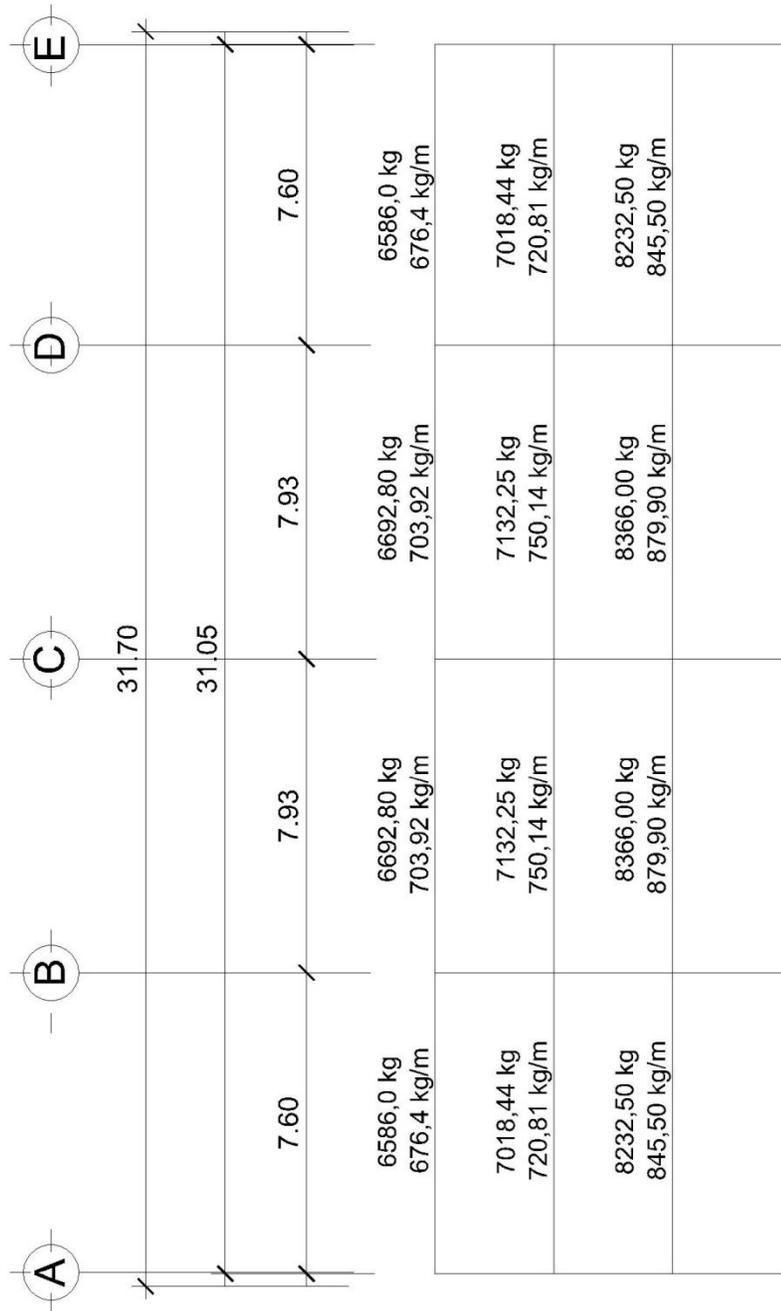
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Figura 12. Distribución de carga viva en vigas marco A, E



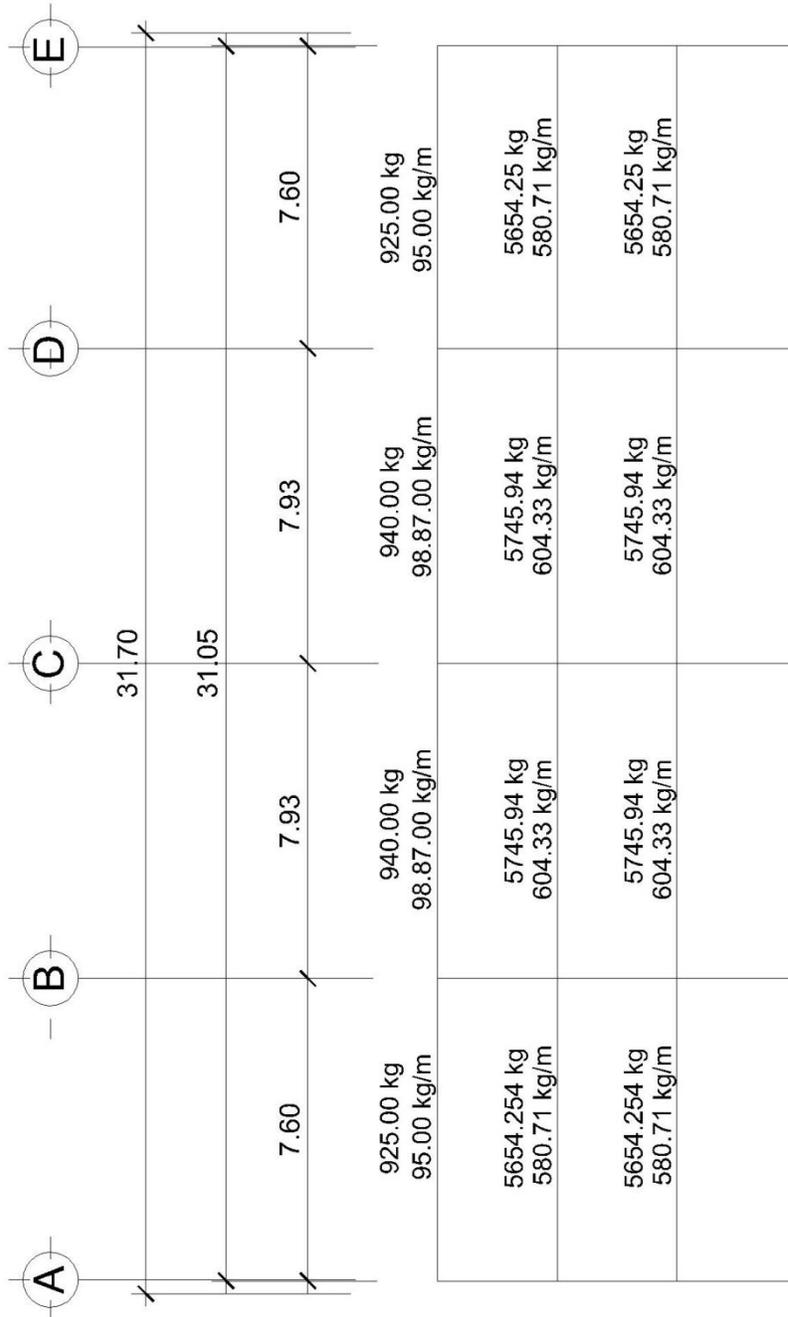
Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Figura 13. Distribución de carga muerta en vigas marco 1, 6



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Figura 14. Distribución de carga viva en vigas marco 1, 6



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

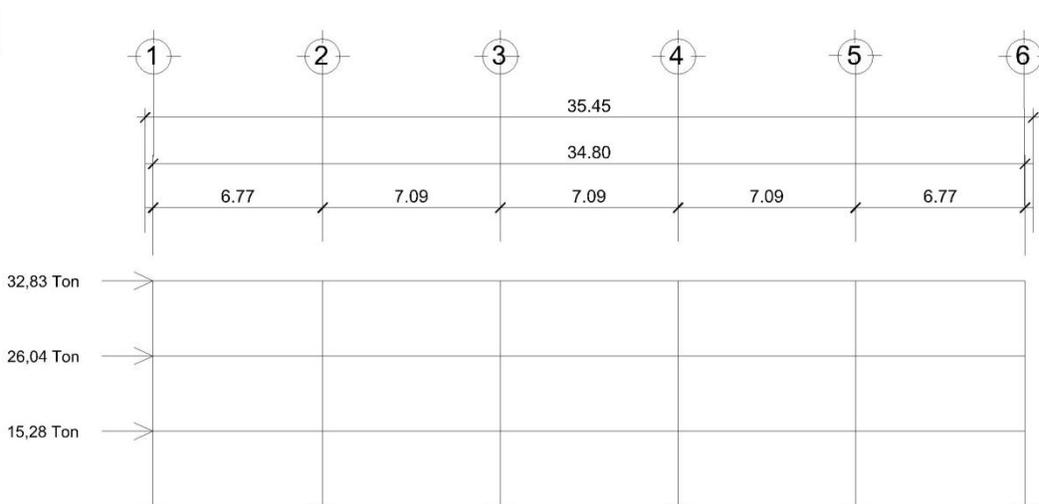
2.1.2.2.3. Análisis de marcos por Método del Portal

El Método del Portal es utilizado para el análisis estructural de cargas laterales, dicho método es aproximado y se utiliza principalmente para marcos bajos, donde la altura es mucho menor que la base de la edificación.

Al utilizar el Método del Portal por ser un método aproximado genera resultados preliminares, en el caso del diseño del mercado San Martín de Porres estos resultados se compararán con un método exacto iterativo para llegar a una conclusión.

A continuación se desarrollará un ejemplo del Método del Portal para el marco A, E del eje X del mercado municipal San Martín de Porres.

Figura 15. Fuerzas laterales para el marco A, E

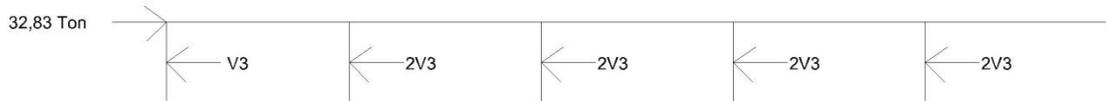


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Para el Método del Portal se asume que en cada elemento se produce un punto de inflexión, el cual por simetría se encuentra en medio del elemento.

Se procede a encontrar el corte por nivel, el cual se realiza con base en la fuerza lateral inducida por el sismo, asumiendo que en las columnas centrales el corte será el doble que en las de borde, con lo que se tiene lo siguiente:

Figura 16. Corte para el tercer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Para determinar el corte debe de realizarse una sumatoria de fuerzas horizontales en el sentido X, de tal modo se tiene lo siguiente:

$$\sum F_x = 0$$

$$23,83 - 10 V_3 = 0$$

$$V_3 = 3,28 \text{ ton}$$

De la misma manera se procede a encontrar el corte para el segundo y primer nivel, se debe tener cuidado de incluir en el proceso la fuerza inducida por sismo en cada nivel, de tal modo que los cortes para cada nivel respectivamente son los siguientes:

$$V_2 = 5,89 \text{ ton}$$

$$V_1 = 7,42 \text{ ton}$$

Nudo A

$$\sum F_x = 0 \quad H1 = 29,55 \text{ Ton}$$

$$\sum M_a = 0 \quad V6 = 1,45 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V6 = 1,45 \text{ Ton}$$

Nudo B

$$\sum F_x = 0 \quad H2 = 22,99 \text{ Ton}$$

$$\sum M_b = 0 \quad V2 = 1,39 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V7 = 0,06 \text{ Ton}$$

Nudo C

$$\sum F_x = 0 \quad H3 = 16,43 \text{ Ton}$$

$$\sum M_c = 0 \quad V6 = 1,38 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V8 = 0,00 \text{ Ton}$$

Nudo G

$$\sum F_x = 0 \quad H12 = 23,43 \text{ Ton}$$

$$\sum M_g = 0 \quad V12 = 4,06 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V17 = 5,51 \text{ Ton}$$

Nudo H

$$\sum F_x = 0 \quad H13 = 18,21 \text{ Ton}$$

$$\sum M_h = 0 \quad V13 = 3,87 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V18 = 0,25 \text{ Ton}$$

Nudo I

$$\sum F_x = 0 \quad H_4 = 12,99 \text{ Ton}$$

$$\sum M_i = 0 \quad V_{14} = 3,88 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V_6 = 0,00 \text{ Ton}$$

Nudo M

$$\sum F_x = 0 \quad H_{23} = 13,75 \text{ Ton}$$

$$\sum M_m = 0 \quad V_{23} = 5,89 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V_{28} = 11,40 \text{ Ton}$$

Nudo N

$$\sum F_x = 0 \quad H_{24} = 10,69 \text{ Ton}$$

$$\sum M_n = 0 \quad V_{24} = 5,62 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V_{29} = 0,52 \text{ Ton}$$

Nudo O

$$\sum F_x = 0 \quad H_{25} = 7,63 \text{ Ton}$$

$$\sum M_o = 0 \quad V_{25} = 5,62 \text{ Ton}$$

$$\sum F_y = 0 \quad V_{30} = 0,00 \text{ Ton}$$

Con las fuerzas a las cuales está sometido cada elemento se procede a encontrar los momentos flectores, para los cuales se debe multiplicar la fuerza transversal encontrada del elemento, por la distancia a la cual está aplicada.

Mab = 4,92 TonMag = 4,92 TonMba = 4,92 Ton
Mbh = 9,84 TonMbc = 4,92 TonMcb = 4,92 Ton
Mci = 9,84 TonMcd = 4,90TonMga = 4,92 Ton
Mgh = 13,76 TonMgm = 8,84 TonMhg = 13,76 Ton
Mhi = 13,74 TonMhn = 17,67 TonMhb = 9,84 Ton
Mih = 13,74 TonMio = 17,67 TonMij = 13,77 Ton
Mic = 9,84 TonMmg = 8,84 TonMmn = 19,97 Ton
Mms = 11,13 TonMno = 19,95 TonMnm = 19,97 Ton
Mnh = 17,67 TonMnt = 22,26 TonMon = 19,95 Ton
Moi = 17,67 TonMop = 20,16 TonMou = 22,26 Ton

Para completar el análisis por medio del Método del Portal se determinarán los momentos para cada marco de ambos ejes.

Los momentos flectores obtenidos por medio del Método del Portal serán comparados por el análisis sísmico utilizando el Método de Kani, que es un método exacto de análisis estructural.

2.1.2.2.4. Análisis de marcos por Método de Kani

Este es un método exacto de distribución de momentos iterativo, lo que significa que se debe de elegir una ruta para realizar los diversos ciclos.

El Método de Kani es aplicable a vigas y marcos con cualquier tipo de carga.

Para iniciar dicho análisis es necesario determinar la inercia de las secciones, que para el caso estudiado se realizará una inercia relativa, la cual se obtiene mediante el siguiente procedimiento:

Inercia de columnas:

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (0,60)(0,60)^3 = 0,0108$$

Inercia de vigas:

$$I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (0,70)(0,30)^3 = 0,008575$$

A continuación se presenta el análisis para el caso del marco A, E para cargas muertas.

Tabla II. Rigidez y momentos de empotramiento de los elementos

Nodo	Dirección	Rigidez	(μ)	Long.	W	C. Puntual	M. Emp.	Corte (V)
A	B	345,03	-0,130	6,77	972,82	0	-3715,596815	3292,9957
	G	980,64	-0,370	3	0	0	0	0
B	A	345,03	-0,104	6,77	972,82	0	3715,596815	3292,9957
	H	980,64	-0,296	3	0	0	0	0
	C	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	-4147,830381	3510,15265
C	B	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	4147,830381	3510,15265
	I	980,64	-0,299	3	0	0	0	0
	D	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	-4147,830381	3510,15265
D	C	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	4147,830381	3510,15265
	J	980,64	-0,299	3	0	0	0	0
	E	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	-4147,830381	3510,15265
E	D	329,45	-0,100	7,09	990,17	0	4147,830381	3510,15265
	K	980,64	-0,296	3	0	0	0	0
	F	345,03	-0,104	6,77	972,82	0	-3715,596815	3292,9957
F	E	345,03	-0,130	6,77	972,82	0	3715,596815	3292,9957
	L	980,64	-0,370	3	0	0	0	0
G	A	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
	H	345,03	-0,075	6,77	1036,7	0	-3959,580619	3509,2295
	M	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
H	G	345,03	-0,065	6,77	1036,7	0	3959,580619	3509,2295
	B	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
	I	329,45	-0,062	7,09	1055,19	0	-4420,199703	3740,64855
	N	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
I	H	329,45	-0,063	7,09	1055,19	0	4420,199703	3740,64855
	C	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
	J	329,45	-0,063	7,09	1055,19	0	-4420,199703	3740,64855
	O	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
J	I	329,45	-0,063	7,09	1055,19	0	4420,199703	3740,64855
	D	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
	K	329,45	-0,063	7,09	1055,19	0	-4420,199703	3740,64855
	P	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
K	J	329,45	-0,062	7,09	1055,19	0	4420,199703	3740,64855
	E	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
	L	345,03	-0,065	6,77	1036,7	0	-3959,580619	3509,2295
	Q	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
L	K	345,03	-0,075	6,77	1036,7	0	3959,580619	3509,2295
	F	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
	R	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
M	G	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
	N	345,03	-0,075	6,77	1216,03	0	-4644,515116	4116,26155
	S	980,64	-0,213	3	0	0	0	0

Continuación de la tabla II

Nodo	Dirección	Rigidez	(μ)	Long.	W	C. Puntual	M. Emp.	Corte (V)
N	M	345,03	-0,065	6,77	1216,03	0	4644,515116	4116,26155
	H	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
	O	329,45	-0,062	7,09	1237,72	0	-5184,819394	4387,7174
	T	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
O	N	329,45	-0,063	7,09	1237,72	0	5184,819394	4387,7174
	I	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
	P	329,45	-0,063	7,09	1237,72	0	-5184,819394	4387,7174
	U	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
P	O	329,45	-0,063	7,09	1237,72	0	5184,819394	4387,7174
	J	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
	Q	329,45	-0,063	7,09	1237,72	0	-5184,819394	4387,7174
	V	980,64	-0,187	3	0	0	0	0
Q	P	329,45	-0,062	7,09	1237,72	0	5184,819394	4387,7174
	K	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
	R	345,03	-0,065	6,77	1216,03	0	-4644,515116	4116,26155
	W	980,64	-0,186	3	0	0	0	0
R	Q	345,03	-0,075	6,77	1216,03	0	4644,515116	4116,26155
	L	980,64	-0,213	3	0	0	0	0
	X	980,64	-0,213	3	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de iteraciones

Iteración 1				Iteración 2				Iteración 3																			
-3715,6		-0,132		-3715,6		3715,6		-0,106		-432,23		-0,1		-4147,83		4147,83		-0,1		0		-0,1		-4147,83			
-0,368								-0,296										-0,3									
Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha
		1367,3408	490,4592			-6,1722952	-17,2358432				-5,82292			0,582292			1,746876			0,582292			0,582292			2,32793528	0,77597843
		1169,83661	419,615304			-8,14608053	-22,7475456				-7,68498163			0,77597843			2,32793528			0,77597843			0,77597843			2,32793528	0,77597843
		1221,25995	438,060635			-3,48475522	-9,73101459				-3,28750493			-36,4152557			-109,245767			-36,4152557			-36,4152557			-36,4152557	-36,4152557
		1225,11974	439,445125			2,46545577	6,88466838				2,32590148			-41,4425928			-124,327778			-41,4425928			-41,4425928			-41,4425928	-41,4425928
		1222,59319	438,538861			3,54304134	9,89377581				3,34249183			-42,5435559			-127,630668			-42,5435559			-42,5435559			-42,5435559	-42,5435559
		1221,90206	438,290956			3,78830745	10,5786698				3,57387495			-42,7260464			-128,178139			-42,7260464			-42,7260464			-42,7260464	-42,7260464
		1221,72927	438,228977			3,84051359	10,724453				3,62312603			-42,7608502			-128,282551			-42,7608502			-42,7608502			-42,7608502	-42,7608502
		1221,68959	438,214745			3,85185379	10,75612				3,63382433			-42,7682454			-128,304736			-42,7682454			-42,7682454			-42,7682454	-42,7682454
		1221,68063	438,211531			3,85436945	10,7631449				3,63619759			-42,7698816			-128,309645			-42,7698816			-42,7698816			-42,7698816	-42,7698816
		1221,67862	438,210809			3,8549329	10,7647183				3,63672915			-42,7702543			-128,310763			-42,7702543			-42,7702543			-42,7702543	-42,7702543
		1221,67817	438,210647			3,8550601	10,7650735				3,63684915			-42,7703408			-128,311022			-42,7703408			-42,7703408			-42,7703408	-42,7703408
		1221,67807	438,210611			3,85508903	10,7651543				3,63687644			-42,770361			-128,311083			-42,770361			-42,770361			-42,770361	-42,770361
		1221,67804	438,210603			3,85509565	10,7651728				3,63688269			-42,7703658			-128,311097			-42,7703658			-42,7703658			-42,7703658	-42,7703658
		1221,67804	438,210601			3,85509717	10,765177				3,63688413			-42,770367			-128,311101			-42,770367			-42,770367			-42,770367	-42,770367
		1221,67804	438,2106			3,85509753	10,765178				3,63688446			-42,7703672			-128,311102			-42,7703672			-42,7703672			-42,7703672	-42,7703672
		1221,67804	438,2106			3,85509761	10,7651782				3,63688454			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688455			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,7703673	-42,7703673
		1221,67804	438,2106			3,85509763	10,7651783				3,63688456			-42,7703673			-128,311102			-42,7703673			-42,7703673			-42,770367	

Continuación de la figura 17.

4147,83	-0,1	0	-0,1	-4147,83	4147,83	-0,1	432,23	-0,106	-3715,6	3715,6	-0,132	3715,6
		-0,3					-0,296					-0,368
Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo
-0,0582292		-0,1746876	-0,0582292		-43,2171771		-127,922844	-45,8102077		-484,412253		-1350,48264
4,73910282		14,2173084	4,73910282		-3,23907683		-9,58766742	-3,43342144		-416,993008		-1162,52596
6,97889544		20,9366863	6,97889544		-8,91704179		-26,3944437	-9,4520643		-434,230769		-1210,58275
10,7243141		32,1729422	10,7243141		-6,62157705		-19,5998681	-7,01887167		-436,946964		-1218,15517
11,1195367		33,3586102	11,1195367		-6,34826148		-18,790854	-6,72915716		-437,398378		-1219,41366
11,1895432		33,5686296	11,1895432		-6,32285562		-18,7156526	-6,7022696		-437,460059		-1219,58562
11,2050684		33,6152053	11,2050684		-6,32182634		-18,712606	-6,70113592		-437,466503		-1219,60358
11,2086379		33,6259137	11,2086379		-6,3225869		-18,7148572	-6,70194212		-437,466853		-1219,60456
11,2095141		33,6285423	11,2095141		-6,32295083		-18,7159345	-6,70232788		-437,466752		-1219,60428
11,2097343		33,6292029	11,2097343		-6,32307098		-18,7162901	-6,70245524		-437,466696		-1219,60412
11,2097896		33,6293689	11,2097896		-6,32310615		-18,7163942	-6,70249252		-437,466676		-1219,60407
11,2098035		33,6294104	11,2098035		-6,32311585		-18,7164229	-6,70250208		-437,466671		-1219,60405
11,2098069		33,6294208	11,2098069		-6,32311843		-18,7164306	-6,70250554		-437,466669		-1219,60405
11,2098078		33,6294234	11,2098078		-6,32311911		-18,7164326	-6,70250625		-437,466668		-1219,60405
11,209808		33,629424	11,209808		-6,32311928		-18,7164331	-6,70250643		-437,466668		-1219,60405
11,209808		33,6294241	11,209808		-6,32311932		-18,7164332	-6,70250648		-437,466668		-1219,60404
11,2098081		33,6294242	11,2098081		-6,32311933		-18,7164332	-6,70250649		-437,466668		-1219,60404
11,2098081		33,6294242	11,2098081		-6,32311933		-18,7164332	-6,70250649		-437,466668		-1219,60404
11,2098081		33,6294242	11,2098081		-6,32311933		-18,7164332	-6,70250649		-437,466668		-1219,60404
11,2098081		33,6294242	11,2098081		-6,32311934		-18,7164332	-6,7025065		-437,466668		-1219,60404
4420,2	-0,188	0	-0,063	-4420,2	4420,2	-0,082	-0,247	-0,082	-3959,58	3959,58	-0,076	-0,212
		-0,188					-0,088					-0,212
Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo
-1,65871946	-4,94982951	-4,94982951	-1,65871946		26,5035679	79,8339181	28,4428534	26,5035679		-198,291399	-553,12864	-553,12864
-10,0983042	-30,1346219	-30,1346219	-10,0983042		22,2278198	66,9545304	23,8542457	22,2278198		-149,318811	-416,520895	-416,520895
-19,062026	-56,8835061	-56,8835061	-19,062026		19,0864879	57,4922258	20,4830602	19,0864879		-142,814346	-398,376859	-398,376859
-20,7867275	-62,0302345	-62,0302345	-20,7867275		18,9496494	57,0800415	20,3362091	18,9496494		-141,692237	-395,246767	-395,246767
-21,0517597	-62,8211241	-62,8211241	-21,0517597		18,9919274	57,207391	20,3815806	18,9919274		-141,534375	-394,806415	-394,806415
-21,1006364	-62,9669785	-62,9669785	-21,1006364		19,0038334	57,2432542	20,3943578	19,0038334		-141,517267	-394,758693	-394,758693
-21,1104647	-62,9963073	-62,9963073	-21,1104647		19,0073124	57,2537337	20,3980914	19,0073124		-141,516026	-394,755229	-394,755229
-21,1125977	-63,0026725	-63,0026725	-21,1125977		19,0083462	57,2568476	20,3992008	19,0083462		-141,516162	-394,75561	-394,75561
-21,1130888	-63,0041379	-63,0041379	-21,1130888		19,0086383	57,2572727	20,3995143	19,0086383		-141,51627	-394,75591	-394,75591
-21,1132049	-63,0044846	-63,0044846	-21,1132049		19,008718	57,2579677	20,3995998	19,008718		-141,516309	-394,75602	-394,75602
-21,1132328	-63,0045676	-63,0045676	-21,1132328		19,0087392	57,2580313	20,3996225	19,0087392		-141,516321	-394,756054	-394,756054
-21,1132395	-63,0045876	-63,0045876	-21,1132395		19,0087447	57,2580479	20,3996284	19,0087447		-141,516325	-394,756064	-394,756064
-21,1132411	-63,0045925	-63,0045925	-21,1132411		19,0087461	57,2580522	20,3996299	19,0087461		-141,516326	-394,756066	-394,756066
-21,1132415	-63,0045936	-63,0045936	-21,1132415		19,0087464	57,2580532	20,3996303	19,0087464		-141,516326	-394,756067	-394,756067
-21,1132416	-63,0045939	-63,0045939	-21,1132416		19,0087465	57,2580535	20,3996304	19,0087465		-141,516326	-394,756067	-394,756067
-21,1132416	-63,004594	-63,004594	-21,1132416		19,0087465	57,2580536	20,3996304	19,0087465		-141,516326	-394,756067	-394,756067
-21,1132416	-63,004594	-63,004594	-21,1132416		19,0087465	57,2580536	20,3996304	19,0087465		-141,516326	-394,756067	-394,756067
-21,1132416	-63,004594	-63,004594	-21,1132416		19,0087465	57,2580536	20,3996304	19,0087465		-141,516326	-394,756067	-394,756067
-21,1132416	-63,004594	-63,004594	-21,1132416		19,0087465	57,2580536	20,3996304	19,0087465		-141,516326	-394,756067	-394,756067
5184,82	-0,063	0	-0,063	-5184,82	5184,82	-0,062	-0,186	-0,066	-4644,52	4644,52	-0,076	-0,212
		-0,188					-0,186					-0,212
Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo	Derecha		Izquierda	Arriba	Abajo
41,5032498	123,850968	123,850968	41,5032498		-37,8352584	-113,505775	-113,505775	-40,2762428		-307,884749	-858,836405	-858,836405
47,2517628	141,00526	141,00526	47,2517628		-18,8183181	-56,4549543	-56,4549543	-20,0324031		-319,805469	-892,088941	-892,088941
47,9425937	143,066788	143,066788	47,9425937		-17,9130514	-53,7391543	-53,7391543	-19,0687322		-321,257655	-896,139775	-896,139775
48,2392617	143,952083	143,952083	48,2392617		-17,8232046	-53,4969137	-53,4969137	-18,9827758		-321,502075	-896,821577	-896,821577
48,2903113	144,104421	144,104421	48,2903113		-17,8231287	-53,469386	-53,469386	-18,9730079		-321,536284	-896,917002	-896,917002
48,3001245	144,133705	144,133705	48,3001245		-17,8224083	-53,4672249	-53,4672249	-18,9722411		-321,539969	-896,927282	-896,927282
48,3021757	144,139826	144,139826	48,3021757		-17,8225385	-53,4676154	-53,4676154	-18,9723797		-321,540222	-896,927987	-896,927987
48,3026389	144,141208	144,141208	48,3026389		-17,8226203	-53,4678609	-53,4678609	-18,9724668		-321,540186	-896,927888	-896,927888
48,3027484	144,141535	144,141535	48,3027484		-17,8226487	-53,4679462	-53,4679462	-18,9724971		-321,540161	-896,927818	-896,927818
48,3027748	144,141614	144,141614	48,3027748		-17,8226572	-53,4679717	-53,4679717	-18,9725061		-321,540152	-896,927792	-896,927792
48,3027812	144,141633	144,141633	48,3027812		-17,8226596	-53,4679788	-53,4679788	-18,9725086		-321,540149	-896,927785	-896,927785
48,3027828	144,141637	144,141637	48,3027828		-17,8226602	-53,4679807	-53,4679807	-18,9725093		-321,540148	-896,927783	-896,927783
48,3027832	144,141639	144,141639	48,3027832		-17,8226604	-53,4679812	-53,4679812	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027832	144,141639	144,141639	48,3027832		-17,8226604	-53,4679813	-53,4679813	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027833	144,141639	144,141639	48,3027833		-17,8226605	-53,4679814	-53,4679814	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027833	144,141639	144,141639	48,3027833		-17,8226605	-53,4679814	-53,4679814	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027833	144,141639	144,141639	48,3027833		-17,8226605	-53,4679814	-53,4679814	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027833	144,141639	144,141639	48,3027833		-17,8226605	-53,4679814	-53,4679814	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782
48,3027833	144,141639	144,141639	48,3027833		-17,8226605	-53,4679814	-53,4679814	-18,9725095		-321,540148	-896,927782	-896,927782

Fuente: elaboración propia.

Posterior al análisis iterativo presentado anteriormente se procede a encontrar los momentos finales que están actuando sobre los elementos de la edificación.

Tabla III. **Momentos finales de los elementos**

Nodo	Dirección	M. Final	M. Final Ton.	Long.	W	M+
A	B	-2835,3237	-2,8353237	6,77	972,82	1857,79841
	G	2835,3237	2,8353237	3	0	
B	A	4161,5208	4,1615208	6,77	972,82	
	H	2835,3237	2,8353237	3	0	
	C	-4183,3266	-4,1833266	7,09	990,17	2073,91519
C	B	4065,92615	4,06592615	7,09	990,17	
	I	156,234777	0,15623478	3	0	
	D	70,2098081	0,07020981	7,09	990,17	2073,91519
D	C	4197,24962	4,19724962	7,09	990,17	
	J	4,25425439	0,00425425	3	0	
	E	-4131,7335	-4,1317335	7,09	990,17	2073,91519
E	D	4146,39357	4,14639357	7,09	990,17	
	K	19,8251871	0,01982519	3	0	
	F	-4166,47168	-4,16647168	6,77	972,82	1857,79841
F	E	2833,96416	2,83396416	6,77	972,82	
	L	-2833,96416	-2,83396416	3	0	
G	A	2005,61329	2,00561329	3	0	
	H	-3678,39725	-3,67839725	6,77	1036,7	1979,79031
	M	1672,78395	1,67278395	3	0	
H	G	4100,39542	4,10039542	6,77	1036,7	
	B	11,6070214	0,01160702	3	0	
	I	-4281,56838	-4,28156838	7,09	1055,19	2210,09985
	N	169,565939	0,16956594	3	0	
I	H	4697,04233	4,69704233	7,09	1055,19	
	C	697,402859	0,69740286	3	0	
	J	115,886758	0,11588676	7,09	1055,19	2210,09985
	O	-1221,04977	-1,22104977	3	0	
J	I	4430,97352	4,43097352	7,09	1055,19	
	D	-92,3797638	-0,09237976	3	0	
	K	-5106,03709	-5,10603709	7,09	1055,19	2210,09985
	P	288,283278	0,28828328	3	0	

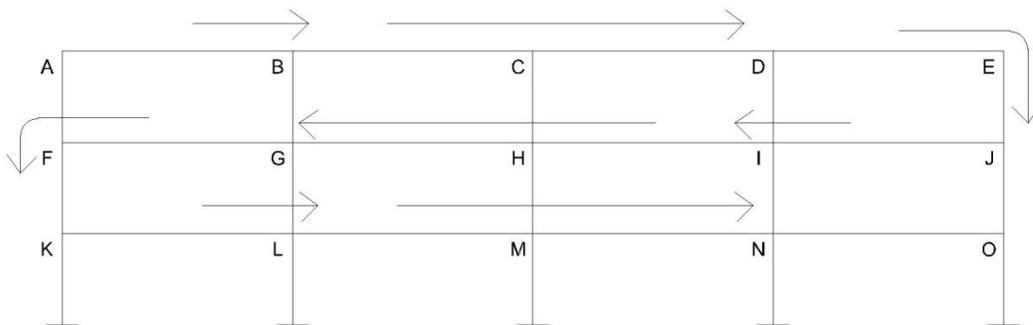
Continuación de la tabla III.

Nodo	Dirección	M. Final	M. Final Ton	Long.	W	M+
K	J	4437,10425	4,43710425	7,09	1055,19	
	E	95,7996739	0,09579967	3	0	
	L	-4063,07883	-4,06307883	6,77	1036,7	1979,79031
	Q	-12,6687205	-0,01266872	3	0	
L	K	3695,55609	3,69555609	6,77	1036,7	
	F	-2009,11618	-2,00911618	3	0	
	R	-1686,43992	-1,68643992	3	0	
M	G	2169,66502	2,16966502	3	0	
	N	-3947,36241	-3,94736241	6,77	1216,03	2322,25756
	S	1777,69739	1,77769739	3	0	
N	M	5082,90355	5,08290355	6,77	1216,03	
	H	337,869114	0,33786911	3	0	
	O	-5758,22086	-5,75822086	7,09	1237,72	2592,4097
	T	337,448193	0,33744819	3	0	
O	N	3869,29418	3,86929418	7,09	1237,72	
	I	-3680,67048	-3,68067048	3	0	
	P	263,302783	0,26330278	7,09	1237,72	2592,4097
	U	-4093,52746	-4,09352746	3	0	
P	O	5360,42557	5,36042557	7,09	1237,72	
	J	225,278684	0,22527868	3	0	
	Q	-5106,03709	-5,10603709	7,09	1237,72	2592,4097
	V	288,283278	0,28828328	3	0	
Q	P	5197,47746	5,19747746	7,09	1237,72	
	K	-86,5363323	-0,08653633	3	0	
	R	-5004,00517	-5,00400517	6,77	1216,03	2322,25756
	W	-106,935963	-0,10693596	3	0	
R	Q	3982,46719	3,98246719	6,77	1216,03	
	L	-2188,61163	-2,18861163	3	0	
	X	-1793,85556	-1,79385556	3	0	
S	M	888,848697	0,8888487	3	0	
T	N	168,724096	0,1687241	3	0	
U	O	-2046,76373	-2,04676373	3	0	
V	P	144,141639	0,14414164	3	0	
W	Q	-53,4679814	-0,05346798	3	0	
X	R	-896,927782	-0,89692778	3	0	

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta el modo de iteraciones para el eje Y, siendo el ejemplo del marco 1, como se muestra en la imagen.

Figura 18. Esquema de orden de iteraciones



Fuente: elaboración propia, con el programa de AutoCad.

Orden de las iteraciones:

A-B-C-D-E-J-I-H-G-R-K-L-M-N-O.

Nodo A

$$AF = -28282,5 * -0,368 = 10407,93$$

$$AB = -28282,5 * -0,132 = 3733,295$$

Nodo B

$$BA = (-9581,5 + 3733,295) * -0,106 = 619,91$$

$$BG = (-9581,5 + 3733,295) * -0,296 = 1731,071$$

$$BC = (-9581,5 + 3733,295) * -0,10 = 584,82$$

Nodo C

$$CB = (0+584,82) * -0.1 = -58,48$$

$$CH = (0+584,82) * -0.3 = -175,45$$

$$CD = (0+584,82) * -0.1 = -58,48$$

Nodo D

$$DC = (9581,51+58,48)*-0,1 = -952,30$$

$$DI = (9581,51+58,48)* -0,296 = -2818,82$$

$$DE = (9581,51+58,48)* - 0,106 = -1009,44$$

Nodo E

$$ED = (28282,54 -1009,44) * -0,132 = 3600,05$$

$$EJ = (28282,54 -1009,44) * -0,368 = 10036,50$$

Nodo J

$$JO = (30139 - 10036,5) * -0,212 = -4261,85$$

$$JH = (30139 - 10036,5) * -0,076 = -1527,83$$

$$JE = (30139 - 10036,5) * -0,212 = -4261,85$$

Nodo I

$$IJ = (2070,84 - 1527,83 - 2818,82) * -0,082 = 186,62$$

$$IN = (2070,84 - 1527,83 - 2818,82) * -0,088 = 200,27$$

$$ID = (2070,84 - 1527,83 - 2818,82) * -0,247 = 562,12$$

$$IH = (2070,84 - 1527,83 - 2818,82) * -0,082 = 186,62$$

Nodo H

$$HI = (0 + 186,62 - 175,45) * -0,063 = -0,70$$

$$HM = (0 + 186,62 - 175,45) * -0,188 = -2,10$$

$$HC = (0 + 186,62 - 175,45) * -0,188 = -2,10$$

$$HG = (0 + 186,62 - 175,45) * -0,063 = -0,70$$

Nodo G

$$GH = (-2070,84 -0,70 + 1731,07) * -0,062 = 21,11$$

$$GL = (-2070,84 -0,70 + 1731,07) * -0,186 = 63,33$$

$$GB = (-2070,84 -0,70 + 1731,07) * -0,186 = 63,33$$

$$GF = (-2070,84 -0,70 + 1731,07) * -0,066 = 22,47$$

Nodo F

$$FG = (-30139,6 + 22,47 + 10407,97) * -0,176 = 1497,90$$

$$FK = (-30139,6 + 22,47 + 10407,97) * -0,212 = 4178,35$$

$$FA = (-30139,6 + 22,47 + 10407,97) * -0,212 = 4178,35$$

Nodo K

$$KA = (-35353,2 + 4178,35) * -0,212 = 6609,01$$

$$KP = (-35353,2 + 4178,35) * -0,212 = 6609,01$$

$$KL = (-35353,2 + 4178,35) * -0,076 = 2369,29$$

Nodo L

$$LK = (-2429,05 + 2369,29 + 39,33) * -0,066 = -23,52$$

$$LG = (-2429,05 + 2369,29 + 39,33) * -0,186 = -0,66$$

$$LQ = (-2429,05 + 2369,29 + 39,33) * -0,186 = -0,66$$

$$LM = (-2429,05 + 2369,29 + 39,33) * -0,062 = -0,22$$

Nodo M

$$ML = (0 - 0,22 - 2,10 * -0,063 = 0,14$$

$$MH = (0 - 0,22 - 2,10 * -0,0188 = 0,44$$

$$MR = (0 - 0,22 - 2,10 * -0,0188 = 0,44$$

$$MN = (0 - 0,22 - 2,10 * -0,063 = 0,14$$

Nodo N

$$NM = (2429,05 + 0,146 + 200,27) * -0,062 = -163,03$$

$$NI = (2429,05 + 0,146 + 200,27) * -0,0186 = -489,09$$

$$NS = (2429,05 + 0,146 + 200,27) * -0,0186 = -489,09$$

$$NO = (2429,05 + 0,146 + 200,27) * -0,066 = -173,55$$

Nodo O

$$ON = (35353,17 - 173,45 - 4261,85) * -0,076 = -2349,75$$

$$OI = (35353,17 - 173,45 - 4261,85) * -0,212 = -6654,57$$

$$OT = (35353,17 - 173,45 - 4261,85) * -0,212 = -6654,57$$

Se continuarán las iteraciones de modo que los valores se repitan al anterior, en el caso del marco de ejemplo se deberán realizar 15.

El Método del Portal es un método aproximado, por lo que se espera que sea natural que exista alguna diferencia con el Método de Kani, el cual es un método exacto iterativo, por lo que se comparan los resultados de Kani y el Portal llegando a la conclusión que el método el portal da una idea de cómo se comporta la estructura, sin embargo los porcentajes de error son grandes, tiene problemas en cuanto a asumir que la estructura es simétrica y le llegan las mismas fuerzas en ambos extremos de la edificación.

El Método del Portal presenta problemas con los momentos que llegan al suelo y se encuentran empotrados, además de asumir el corte como el doble en las columnas centrales, lo que demuestra el Método de Kani que no es exactamente el doble, pero a grandes rasgos ambos métodos guardan una similitud.

Tabla IV. **Comparación de momentos con carga sísmica**

Comparacion metodo del portal y Kani							
Metodo del Portal			Kani			Porcentaje Diferencia	
Nodo	Direccion	Momento	Nodo	Dirección	Momento		
A	B	0,00	A	B		37,50%	
	F	-8,21		F	5,13		
B	A	0,00	B	A		20,00%	
	G	-8,21		G	10,26		
	C	0,00		C			
C	B	0,00	C	B			
	H	-8,21		H	0,00		
	D	0,57		D			
D	C	0,03	D	C		20,00%	
	I	-8,21		I	10,26		
	E	0,00		E			
E	D	0,00	E	D		37,50%	
	J	-8,21		J	5,13		
F	A	-8,21	F	A	5,13	37,50%	
	K	-18,54		K	9,20		50,37%
	G	0,00		G			
G	F	0,00	G	F		19,85%	
	B	-8,21		B	10,24		
	H	0,00		H			
	L	-18,54		L	18,39		0,79%
H	G	0,00	H	G		100,00%	
	C	-8,21		C	0,00		
	I	1,14		I			
	M	-18,54		M	0,00		
I	H	0,05	I	H		30,30%	
	D	-14,72		D	10,26		
	J	0,00		J			
	N	-18,54		N	18,39		0,80%
J	I	0,00	J	I		37,50%	
	E	-8,21		E	5,13		
	O	-18,54		O	9,20		50,37%
K	F	-14,72	K	F	9,20	37,49%	
	L	0,00		L			
	P	-18,54		P	11,58		37,53%

Continuación de la tabla IV.

Comparacion metodo del portal y Kani						
Metodo del Portal			Kani			Porcentaje Diferencia
Nodo	Direccion	Momento	Nodo	Dirección	Momento	
L	K	0,00	L	K		
	G	-14,72		G	18,39	19,97%
	Q	-18,54		Q	23,16	19,96%
	M	0,00		M		
M	L	0,00	M	L		
	H	-14,72		H	0,00	100,00%
	N	0,22		N		
	R	-18,54		R	0,00	100,00%
N	M	0,08	N	M		
	I	-14,72		I	18,39	19,97%
	O	0,00		O		
	S	-18,54		S	23,16	19,96%
O	N	0,00	O	N		
	J	-14,72		J	9,20	37,49%
	T	-18,54		T	11,58	37,53%
P	K	3,06	P	K	11,58	73,59%
Q	L	-0,01	Q	L	23,16	99,94%
R	M	0,01	R	M	0,00	100,00%
S	N	-0,02	S	N	23,16	99,90%
T	O	-3,05	T	O	11,58	73,67%

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.2.5. Envoltente de momentos

El código ACI, en la sección 9.2 estipula que se deberá diseñar las estructuras para las siguientes combinaciones de momentos, determinando cual será el momento máximo crítico.

Para el diseño del mercado municipal San Martín de Porres se tomará en cuenta las cargas de sismo, carga viva y carga muerta, según el apéndice C del código, donde se habla de consideraciones alternativas de diseño, las combinaciones deberán ser las siguientes:

$$U = 1.4 D + 1.7 L$$

$$U = 0.75 (1.4 D + 1.6 L) + 1.4 E$$

$$U = 0.9 D + 1.4 E$$

Donde:

U = momento mayorado

D = carga muerta

E = carga inducida por sismo

L = carga viva

De acuerdo a las combinaciones de momentos se presenta la siguiente tabla de envolvente de momentos, en la que se determina el momento máximo al cual está sometido cada elemento estructural.

Tabla V. **Envolvente de momentos marco A, E**

	Muerta (D)	Viva (L)	Sismo (E.)	1.4D+1.7L	0.75(1.4D+1.7L)	0.9D+1.4E	Envolvente	Toneladas
TERCER NIVEL								
Viga A-B								
M A-B	-2835,324	-528,590	0,000	4868,056	3651,042	2551,792	4868,056	4,868
M+	1857,798	260,923	0,000	3044,487	2283,365	1672,019	3044,487	3,044
M B-A	4161,521	525,266	-0,001	6719,082	5039,312	3745,369	6719,082	6,719
V A-B	3292,996	461,579	0,000	5394,878	4046,158	2963,696	5394,878	5,395
V B-A	3292,996	462,493	0,000	5396,431	4047,323	2963,696	5396,431	5,396
Viga B-C								
M B-C	-4183,327	-574,612	0,002	6833,498	5125,126	3764,996	6833,498	6,833
M+	2073,915	291,283	0,000	3398,662	2548,996	1866,524	3398,662	3,399
M C-B	4065,926	585,656	0,004	6687,912	5015,939	3659,339	6687,912	6,688
V B-C	3510,153	493,003	0,000	5752,319	4314,239	3159,137	5752,319	5,752
V C-B	3510,153	493,003	0,000	5752,319	4314,239	3159,137	5752,319	5,752
Viga C-D								
M C-D	70,210	61,080	58,985	202,130	234,176	145,767	234,176	0,234
M+	2073,915	291,283	0,000	3398,662	2548,996	1866,524	3398,662	3,399
M D-C	4197,250	613,726	26,969	6919,483	5227,370	3815,282	6919,483	6,919
V C-D	3510,153	493,003	0,000	5752,319	4314,239	3159,137	5752,319	5,752
V D-C	3510,153	493,003	0,000	5752,319	4314,239	3159,137	5752,319	5,752
Viga D-E								
M D-E	-4131,734	-592,455	0,056	6791,600	5093,779	3718,639	6791,600	6,792
M+	2073,915	291,283	0,000	3398,662	2548,996	1866,524	3398,662	3,399
M E-D	4146,394	556,546	0,158	6751,079	5063,531	3731,976	6751,079	6,751
V D-E	3510,153	493,003	0,000	5752,319	4314,239	3159,137	5752,319	5,752
V E-D	3292,996	462,493	0,000	5396,431	4047,323	2963,696	5396,431	5,396
Viga E-F								
M E-F	-4166,472	-543,472	0,162	6756,963	5067,949	3750,051	6756,963	6,757
M+	1857,798	260,923	0,000	3044,487	2283,365	1672,019	3044,487	3,044
M F-E	2833,964	523,272	0,048	4857,112	3642,900	2550,635	4857,112	4,857
V E-F	3292,996	462,493	0,000	5396,431	4047,323	2963,696	5396,431	5,396
V F-E	3292,996	462,493	0,000	5396,431	4047,323	2963,696	5396,431	5,396
SEGUNDO NIVEL								
Viga G-H								
M G-H	-3678,397	-2779,815	0,000	9875,441	7406,581	3310,558	9875,441	9,875
M+	1979,790	1594,966	0,000	5483,148	4112,361	1781,811	5483,148	5,483
M H-G	4100,395	3407,885	0,000	11533,958	8650,469	3690,356	11533,958	11,534
V G-H	3509,230	2827,118	0,000	9719,022	7289,267	3158,307	9719,022	9,719
V H-G	3509,230	2827,118	0,000	9719,022	7289,267	3158,307	9719,022	9,719
Viga H-I								
M H-I	-4281,568	-3545,032	-0,002	12020,751	9015,565	3853,414	12020,751	12,021
M+	2210,100	1780,517	0,000	6121,019	4590,764	1989,090	6121,019	6,121
M I-H	4697,042	3568,811	-0,004	12642,839	9482,134	4227,343	12642,839	12,643
V H-I	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360
V I-H	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360

Continuación de la tabla V.

	Muerta (D)	Viva (L)	Sismo (E.)	1.4D+1.7L	0.75(1.4D+1.7L)	0.9D+1.4E	Envolvente	Toneladas
Viga I-J								
MI-J	115,887	134,935	137,021	391,632	485,554	296,128	485,554	0,486
M+	2210,100	1780,517	0,000	6121,019	4590,764	1989,090	6121,019	6,121
MJ-I	4430,974	3609,905	53,043	12340,201	9329,411	4062,136	12340,201	12,340
VI-J	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360
VJ-I	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360
Viga J-K								
MJ-K	-5106,037	-3570,955	0,009	13219,076	9914,319	4595,445	13219,076	13,219
M+	2210,100	1780,517	0,000	6121,019	4590,764	1989,090	6121,019	6,121
MK-J	4437,104	3605,142	-0,530	12340,687	9256,258	3994,136	12340,687	12,341
VJ-K	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360
VK-J	3740,649	3013,569	0,000	10359,975	7769,982	3366,584	10359,975	10,360
Viga K-L								
MK-L	-4063,079	-3347,657	-0,524	11379,326	8535,229	3657,505	11379,326	11,379
M+	1979,790	1594,966	0,000	5483,148	4112,361	1781,811	5483,148	5,483
ML-K	3695,556	2805,223	-0,221	9942,658	7457,303	3326,310	9942,658	9,943
VK-L	3509,230	2827,118	0,000	9719,022	7289,267	3158,307	9719,022	9,719
VL-K	3509,230	2827,118	0,000	9719,022	7289,267	3158,307	9719,022	9,719
PRIMER NIVEL								
Viga M-N								
MM-N	-3947,362	-2781,880	0,000	10255,504	7691,628	3552,626	10255,504	10,256
M+	2322,258	1594,966	0,000	5962,602	4471,952	2090,032	5962,602	5,963
MN-M	5082,904	3408,646	0,000	12910,764	9683,073	4574,613	12910,764	12,911
VM-N	4116,262	2827,118	0,000	10568,867	7926,650	3704,635	10568,867	10,569
VN-M	4116,262	2827,118	0,000	10568,867	7926,650	3704,635	10568,867	10,569
Viga N-O								
MN-O	-5758,221	-3543,263	0,001	14085,056	10563,793	5182,400	14085,056	14,085
M+	2592,410	1780,517	0,000	6656,253	4992,189	2333,169	6656,253	6,656
MO-N	3869,294	3568,978	0,001	11484,275	8613,208	3482,367	11484,275	11,484
VN-O	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266
VO-N	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266
Viga O-P								
MO-P	263,303	216,204	214,995	736,171	853,121	537,965	853,121	0,853
M+	2592,410	1780,517	0,000	6656,253	4992,189	2333,169	6656,253	6,656
MP-O	-5106,037	-3570,955	0,009	13219,076	9914,319	4595,445	13219,076	13,219
VO-P	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266
VP-O	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266
Viga P-Q								
MP-Q	-5106,037	-3570,955	0,009	13219,076	9914,319	4595,445	13219,076	13,219
M+	2592,410	1780,517	0,000	6656,253	4992,189	2333,169	6656,253	6,656
MQ-P	5197,477	3537,579	0,033	13290,352	9967,810	4677,776	13290,352	13,290
VP-Q	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266
VQ-P	4387,717	3013,569	0,000	11265,872	8449,404	3948,946	11265,872	11,266

Continuación de la tabla V.

	Muerta (D)	Viva (L)	Sismo (E.)	1.4D+1.7L	0.75(1.4D+1.7L)	0.9D+1.4E	Envolvente	Toneladas
Viga Q-R								
M Q-R	-5004,005	-3414,394	0,033	12810,076	9607,604	4503,651	12810,076	12,810
M+	2322,258	1594,966	0,000	5962,602	4471,952	2090,032	5962,602	5,963
M R-Q	3982,467	2780,384	0,006	10302,107	7726,588	3584,229	10302,107	10,302
V Q-R	4116,262	2827,118	0,000	10568,867	7926,650	3704,635	10568,867	10,569
V R-Q	4116,262	2827,118	0,000	10568,867	7926,650	3704,635	10568,867	10,569
Columnas								
M A-G	2835,324	528,590	-8535,659	4868,056	15600,964	14501,714	15600,964	15,601
M G-A	2005,613	1104,318	-8535,659	4685,199	15463,822	13754,975	15463,822	15,464
M B-H	2835,324	528,590	-8535,659	4868,056	15600,964	14501,714	15600,964	15,601
M H-B	11,607	61,098	-8535,659	120,116	12040,009	11960,369	12040,009	12,040
M C-I	156,235	-3,989	-8535,652	225,510	12119,046	12090,524	12119,046	12,119
M I-C	697,403	-2,662	-8535,664	980,889	12685,597	12577,592	12685,597	12,686
M D-J	4,254	6,320	-8535,687	16,700	11962,487	11953,791	11962,487	11,962
M J-D	-92,380	-6,082	-8535,578	139,671	12054,562	12032,950	12054,562	12,055
M E-K	19,825	-13,635	-8535,976	50,935	11988,568	11968,209	11988,568	11,989
M K-E	95,800	97,493	-8537,064	299,857	12176,782	12038,109	12176,782	12,177
M F-L	-2833,964	-523,272	-8535,707	4857,112	15592,823	14500,558	15592,823	15,593
M L-F	-2009,116	-1114,786	-8535,569	4707,898	15480,721	13758,002	15480,721	15,481
M G-M	1672,784	1675,497	-19279,006	5190,242	30883,290	28496,114	30883,290	30,883
M M-G	2169,665	1670,948	-15306,164	5878,142	25837,236	23381,328	25837,236	25,837
M H-N	169,566	76,050	-19279,005	366,677	27265,615	27143,217	27265,615	27,266
M N-H	337,869	79,421	-15306,164	608,033	21884,654	21732,712	21884,654	21,885
M I-O	-1221,050	-2,762	-19279,015	1714,165	28276,245	28089,566	28276,245	28,276
M O-I	-3680,670	-4,189	-15306,166	5160,061	25298,677	24741,235	25298,677	25,299
M J-P	288,283	7,189	-19279,037	415,817	27302,515	27250,107	27302,515	27,303
M P-J	225,279	1,027	-15306,132	317,137	21666,437	21631,335	21666,437	21,666
M K-Q	-12,669	12,561	-19279,541	39,090	27020,674	27002,759	27020,674	27,021
M Q-K	-86,536	-49,205	-15306,345	204,799	21582,482	21506,766	21582,482	21,582
M L-R	-1686,440	-1690,437	-19278,875	5234,760	30916,494	28508,220	30916,494	30,916
M R-L	-2188,612	-1674,575	-15306,129	5910,834	25861,706	23398,331	25861,706	25,862
M M-S	1777,697	1110,932	-19279,006	4377,361	30273,629	28590,536	30273,629	30,274
M S-M	888,849	555,466	0,000	2188,681	1641,511	799,964	2188,681	2,189
M N-T	337,448	55,195	-19279,006	566,259	27415,304	27294,312	27415,304	27,415
M T-N	168,724	27,598	0,000	283,130	212,348	151,852	283,130	0,283
M O-U	-4093,527	-3,745	-19279,002	5737,304	31293,581	30674,777	31293,581	31,294
M U-O	-2046,764	-1,872	0,002	2868,652	2151,492	1842,090	2868,652	2,869
M P-V	288,283	7,189	-19279,037	415,817	27302,515	27250,107	27302,515	27,303
M V-P	144,142	3,594	-0,016	207,909	155,953	129,749	207,909	0,208
M Q-W	-106,936	-73,980	-19278,891	275,477	27197,055	27086,690	27197,055	27,197
M W-Q	-53,468	-36,990	0,057	137,738	103,384	48,202	137,738	0,138
M R-X	-1793,856	-1105,809	-19279,047	4391,273	30284,120	28605,136	30284,120	30,284
M X-R	-896,928	-552,904	-0,020	2195,636	1646,756	807,264	2195,636	2,196

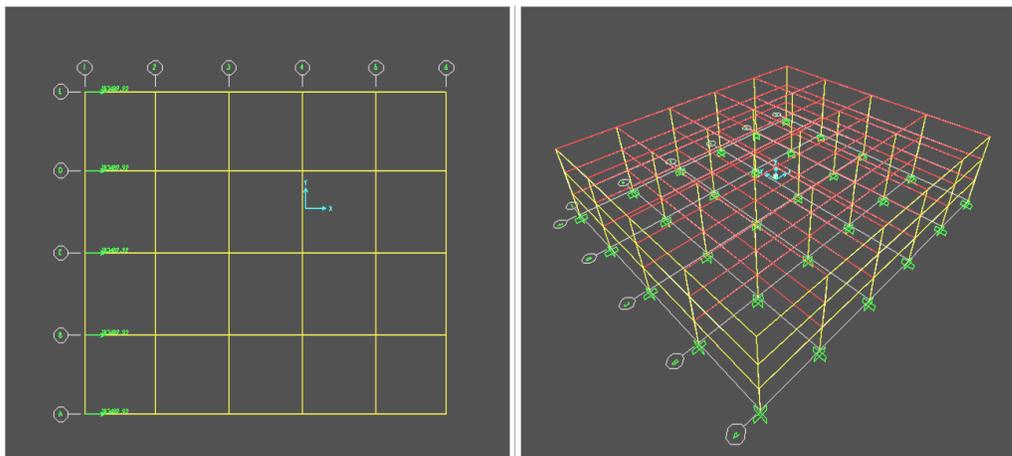
Fuente: elaboración propia.

La envolvente de momentos se deberá realizar para cada marco de cada eje, para determinar los momentos reales que le llegan a cada uno de los elementos estructurales.

2.1.2.2.6. Comparación de resultados utilizando SAP-2000

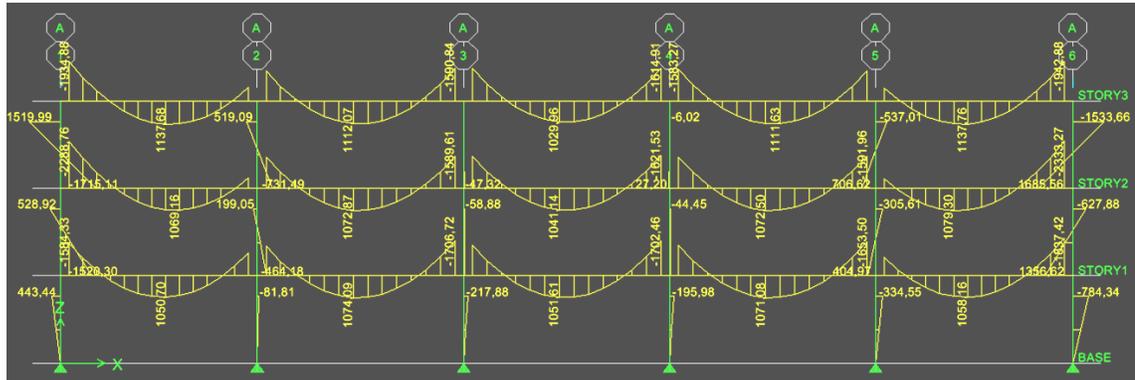
Sap 2000 forma parte del software líder en el análisis estructural, con dicho software se puede analizar casi cualquier estructura, una de las principales ventajas de dicho programa computacional es la interfaz gráfica, esto hace muy fácil realizar los levantamientos en tercera dimensión de las estructuras u objetos a analizar. Sap 2000 tiene la capacidad de diseñar secciones, pero en el caso particular del diseño del mercado municipal San Martín de Porres, el software será utilizado únicamente para verificar los resultados del análisis estructural realizado a mano por medio del Método de Kani.

Figura 19. Esquema de modelado en programa SAP-2000



Fuente: Vista del entorno grafico en 3D y planta del análisis estructural en el software Sap 2000.

Figura 20. Deformada 3D SAP-2000



Fuente: Sap 2000, en la imagen se pueden apreciar los momentos del eje A para el análisis de carga viva de la estructura.

El análisis de Sap 2000 y el procedimiento realizado a mano con el método iterativo de Kani, difiere aproximadamente en un 20% esto se comprobó realizando comparaciones de los esfuerzos de los elementos (vigas y columnas) las cuales oscilaban ese valor.

Es válido aceptar el cálculo realizado con el Método de Kani, los resultados no son exactamente los mismos pues el software utiliza otros métodos para el análisis, sin embargo los resultados son bastante parecidos unos de otros.

Los resultados que se obtuvieron con el Método del Portal son más lejanos a la realidad, sin embargo pueden ser utilizados para una idea de cómo se comporta la estructura, más no para el diseño final de los elementos estructurales, esto se debe a que el Método del Portal es un método aproximado, por lo tanto los resultados son menos exactos.

2.1.2.2.7. Losas

Se diseñará la losa de 7,09 x 7,93 por ser muy similar a la de menor sección, con lo que las diferencias serían mínimas, las losas levemente diferentes son las de los bordes, pero la diferencia no es significativa.

Se iniciará el diseño con la losa del tercer nivel, la cual cuenta con vigas intermedias como se explica en la sección de predimensionamiento, en la figura No. 7, por lo que se procede a chequear en qué sentido trabaja la losa.

$$3,69/6,79 = 0,54$$

Carga de la losa para el tercer nivel

Viva: 100 kg/m²

Muerta: 712 kg/m²

Carga mayorada

Viva: 100 kg/m² * 1,7 = 170 kg/m²

Muerta: 712 kg/m² * 1,4 = 996,8 kg/m²

La losa trabaja en 2 direcciones por ser la relación de lados mayor a 0,50. El espesor de la losa será de 0,12 metros.

El diseño de la losa se realiza en base al método 3 del ACI, por medio de coeficientes para encontrar los momentos. La losa tiene continuidad en todos los lados por estar apoyada en los cuatro bordes sobre vigas, este dato es importante para determinar el coeficiente C con el que se determinará la magnitud de los momentos, de lo cual después de interpolar los datos se encuentra lo siguiente:

Tabla VI. **Coefficientes de losa tercer nivel**

	Ca II	Cb II
C-	0,0856	0,0068
C+ viva	0,0652	0,044
C+ muerta	0,0354	0,0028

Fuente: NILSON, A. Diseño de estructuras de concreto, p. 365.

El momento final se deberá encontrar con la siguiente expresión:

$$M = CWL^2$$

Donde:

M = momento

W = peso

L = longitud del elemento

$$M-a = 0,0856 (170+996,8) (3,69)^2 = 1360 \text{ kg.m}$$

$$M-b = 0,0068 (170+996,8) (6,79)^2 = 365 \text{ kg.m}$$

$$M+a \text{ viva} = 0,0652 (170) (3,69)^2 = 151 \text{ kg.m}$$

$$M+b \text{ viva} = 0,0044 (170) (6,79)^2 = 35 \text{ kg.m}$$

$$M+a \text{ muerta} = 0,0354 (996,8) (3,69)^2 = 480 \text{ kg.m}$$

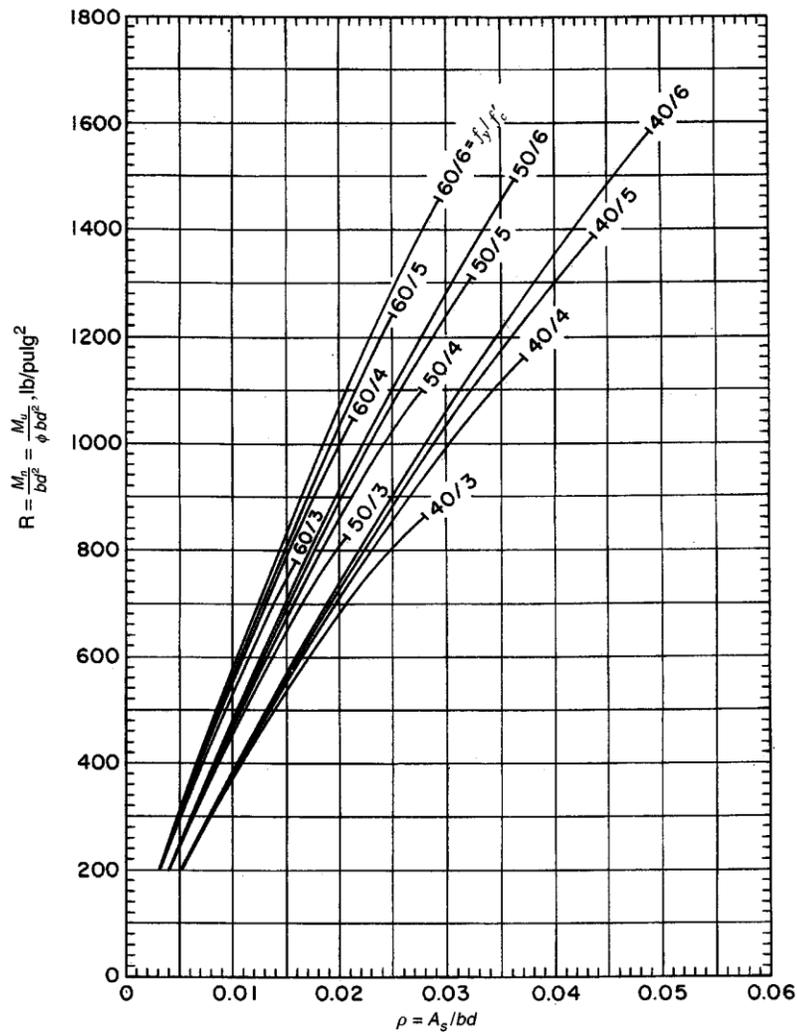
$$M+b \text{ muerta} = 0,0028 (996,8) (6,79)^2 = 129 \text{ kg.m}$$

Según el código ACI en la sección 12, el espaciamiento no debe exceder dos veces el espesor de la losa, y además satisfacer las el esfuerzo cortante, con base en eso se procede a realizar los cálculos respectivos.

La colocación del acero se realiza mediante la ayuda de la siguiente gráfica, la cual relaciona un valor R, con el de la cuantía necesaria para la sección, para la dirección a es el siguiente:

$$R = Mn/bd^2, \text{ con lo que se obtiene, } R = 709,17$$

Figura 21. **Capacidad de momento de secciones rectangulares**



Fuente: NILSON, A. Diseño de estructuras de concreto, p. 690.

La cuantía necesaria para la sección de losa deberá ser de 0,018, el área de acero necesaria será de 18 cm² para una sección de losa de un metro.

Se revisa que el área de acero concuerde con los mínimos y máximos para esa sección de concreto.

Acero máximo:

$$As_{max} = 0,5 \rho_{bal} = 0,5 \left(\frac{0,85 * 0,85 * 280}{4 * 200} \right) = 0,024 \quad \text{Chequea.}$$

Acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0,8\sqrt{f_c}}{f_y} bwd = \frac{0,8\sqrt{280}}{4 * 200} (100)(10) = 3,18 \quad \text{Chequea.}$$

$$As_{min} = 14 bwd/f_y = 14(100)(10)/4200 = 5,83 \quad \text{Chequea.}$$

Para realizar el cálculo del área de acero para la dirección corta se procede del mismo modo, con lo que se tiene lo siguiente:

$$R = Mn/bd^2, \text{ con lo que se obtiene, } R = 190$$

La cuantía necesaria para la sección de losa será de 0,005, el área de acero necesaria será de 5 cm² para una sección de losa de un metro.

Chequeando mínimos y máximos;

Acero máximo:

$$As_{max} = 0,5 \rho_{bal} = 0,5 \left(\frac{0,85 * 0,85 * 280}{4 * 200} \right) = 0,024 \quad \text{Chequea.}$$

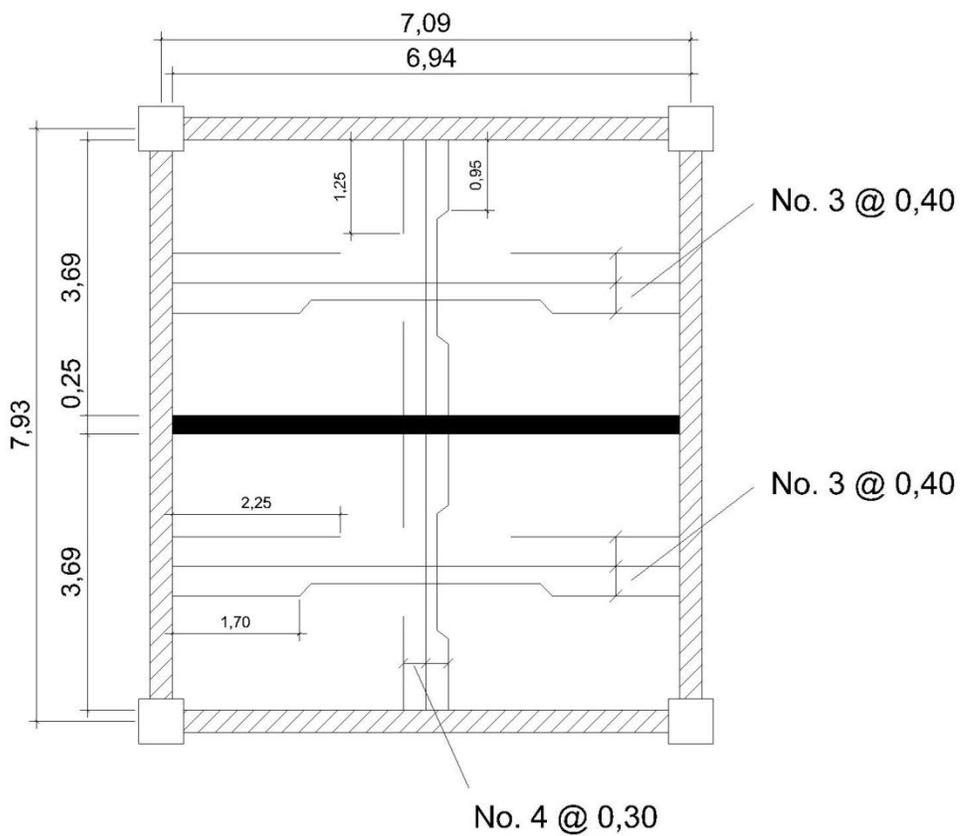
Acero mínimo:

$$As_{min} = \frac{0,8\sqrt{f_c}}{f_y} bwd = \frac{0,8\sqrt{280}}{4200} (100)(10) = 3,18$$

$$As_{min} = 14 bwd/f_y = 14(100)(10)/4200 = 5,83$$

Se utilizara el área de acero de 5.83 cm².

Figura 22. Diagrama de armado de losa tercer nivel



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

El cálculo para las losas del segundo nivel será de la misma manera, siendo la carga de la losa para el tercer nivel la siguiente:

Viva: 611,27 kg/m²

Muerta: 758,75 kg/m²

Carga mayorada:

Viva: 1039,16 kg/m²

Muerta: 1062,25 kg/m²

La losa cuenta con vigas intermedias trabaja en 2 sentidos por ser la relación de lados mayor a 0,50, el espesor de la losa será de 0,15 metros como fue establecido en el predimensionamiento para evitar vibraciones perceptibles.

Tabla VII. **Coefficientes de losa primer y segundo nivel**

	Ca II	Cb II
C-	0,0856	0,0068
C+ viva	0,0652	0,044
C+ muerta	0,0354	0,0028

Fuente: NILSON, A. Diseño de estructuras de concreto, p. 365.

$$M-a = 0,0856 (1039,16+1062,25) (3,69)^2 = 2450 \text{ kg.m} \quad \text{A utilizar}$$

$$M-b = 0,0068 (1039,16+1062,25) (6,79)^2 = 660 \text{ kg.m} \quad \text{A utilizar}$$

$$M+a \text{ viva} = 0,0652 (1039,16) (3,69)^2 = 922,39 \text{ kg.m}$$

$$M+b \text{ viva} = 0,0044 (1039,16) (6,79)^2 = 210,80 \text{ kg.m}$$

$$M+a \text{ muerta} = 0,0354 (1062,25) (3,69)^2 = 512 \text{ kg.m}$$

$$M+b \text{ muerta} = 0,0028 (1062,25) (6,79)^2 = 140 \text{ kg.m}$$

Total M+a = 1434 kg.m

Total M+b = 350 kg.m

Para el cálculo del acero de refuerzo se utilizará la misma grafica que para el tercer nivel, se deberá encontrar el factor R, el cual viene dado por la siguiente ecuación:

$$R = Mn/bd^2, \text{ con lo que se obtiene } R = 733$$

Se determina que la cuantía necesaria para la sección de losa sea de 0.02, el área de acero necesaria será de 26 cm² para una sección de losa de un metro.

Se deberá chequear que el área de acero concuerde con los mínimos y máximos para esa sección de concreto.

Para realizar el cálculo del área de acero para la dirección corta se procede del mismo modo, con lo que se tiene lo siguiente:

$$R = Mn/bd^2, \text{ con lo que se obtiene } R = 200$$

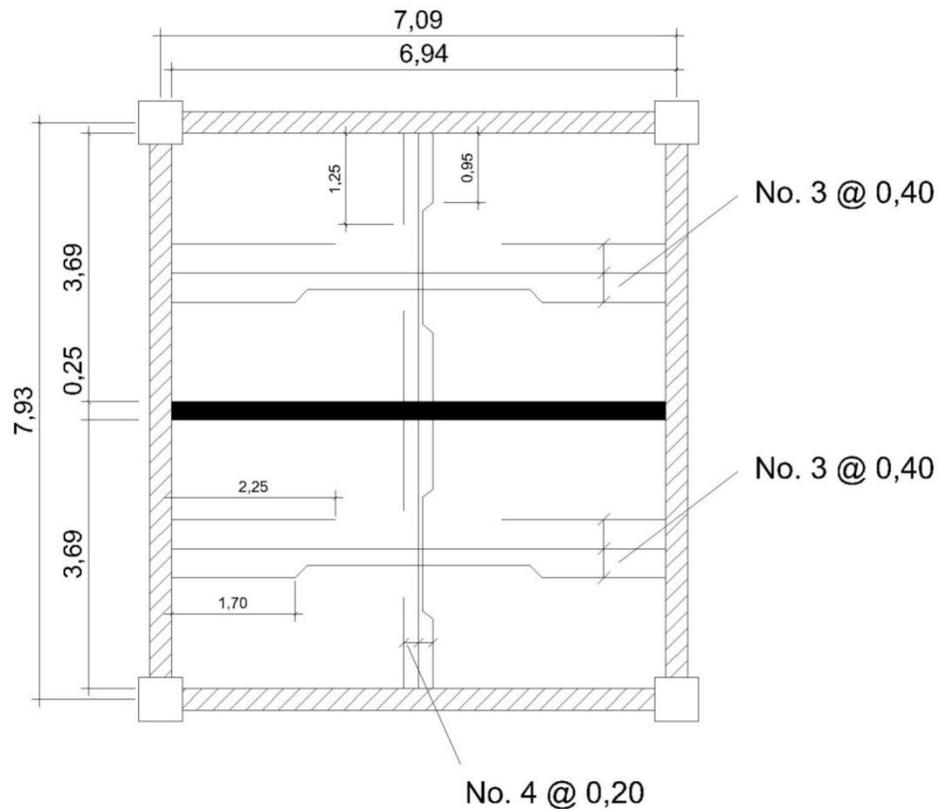
De donde se obtiene que la cuantía necesaria para la sección de losa sea de 0,005, con lo que el área de acero necesaria será de 6,5 cm² para una sección de losa de un metro.

Al igual no se debe olvidar chequear mínimos y máximos de acero.

Se utilizará el área de acero de 6,5 cm².

Puesto que las ambas losas serán utilizadas para plaza de ventas, estarán sometidas a cargas similares, después del análisis se concluye que el armado de losas de primer y segundo nivel será igual.

Figura 23. **Diagrama de armado de losa primer y segundo nivel**



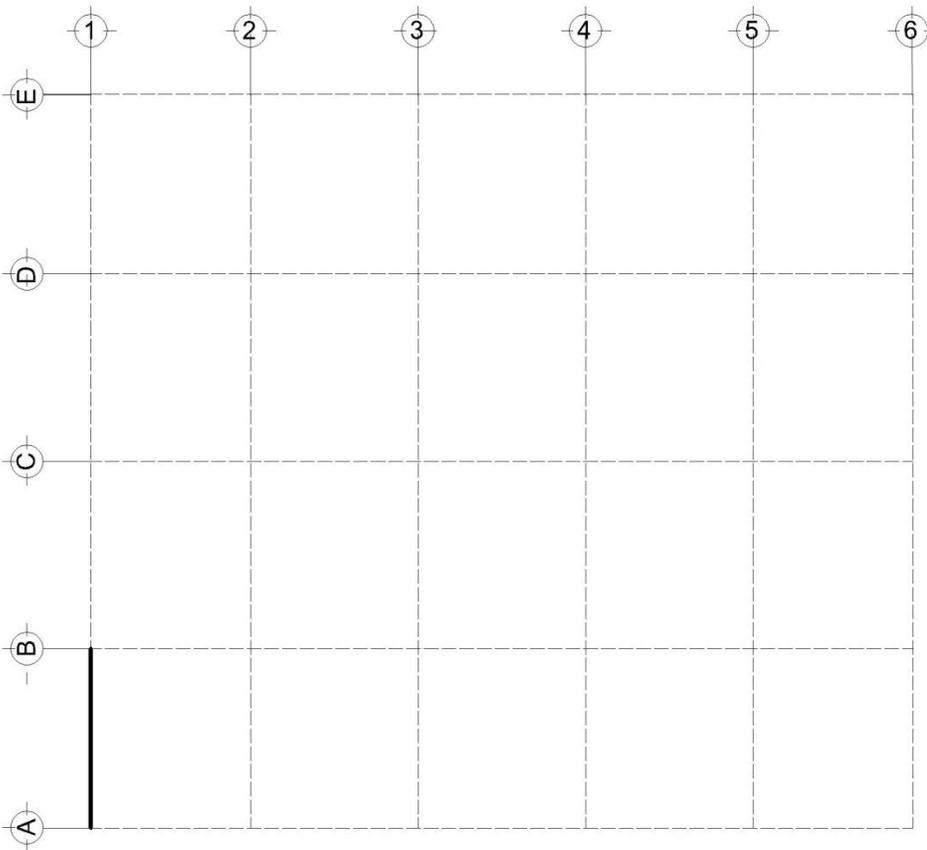
Fuente: elaboración propia, con el programa de AutoCad.

2.1.2.2.8. Vigas

Se le denomina viga a un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión, será necesario realizar varios diseños de vigas, puesto que están sometidas a diferentes cargas y momentos dependiendo del nivel y la posición en la que se encuentren las mismas.

A continuación se desarrolla el ejemplo del diseño de una viga, del eje X, en el tercer nivel, del tramo A-B, la cual se localiza en la imagen siguiente:

Figura 24. **Diagrama de viga de ejemplo**



Fuente: elaboración propia, con el programa de AutoCad.

Se diseñará la viga del eje x, para que soporte los esfuerzos flectores que actúan sobre ella, los datos con los que se cuentan para el diseño son los siguientes:

$$M- = 3293 \text{ kg.m}$$

$$M+ = 3045 \text{ kg.m}$$

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$B = 30 \text{ cm}$$

$$D = 67 \text{ cm}$$

Figura 25. Diagrama de corte y momento



Fuente: elaboración propia, con el programa de AutoCad.

Acero Mínimo, ACI 318-2005, sección 10.5:

$$A_s \text{ min} = \frac{14,1}{f_y} bd = \frac{14,1}{4\ 200} (30)(67) = 6,75 \text{ cm}^2$$

El área de acero máxima deberá ser de 50% del $\rho_{bal} A_s$ balanceado ACI 318-2005, apéndice B1.

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 \beta f'_c}{f_y} * \frac{6\ 120}{6\ 120 + f_y} = \frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\ 200} * \frac{6\ 120}{6\ 120 + f_y} = 0,028$$

$$A_s \text{ Max} = 0,028 * 0,5 * (67)(30) = 28,14 \text{ cm}^2$$

Determinando el área de acero para el momento negativo:

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

$$A_{s-} = 0,85 \frac{280}{4\ 200} \left[(67)(30) - \sqrt{(67(30))^2 - \frac{(3\ 293)(30)}{0,003825 * 280}} \right] = 1,30 \text{ cm}^2$$

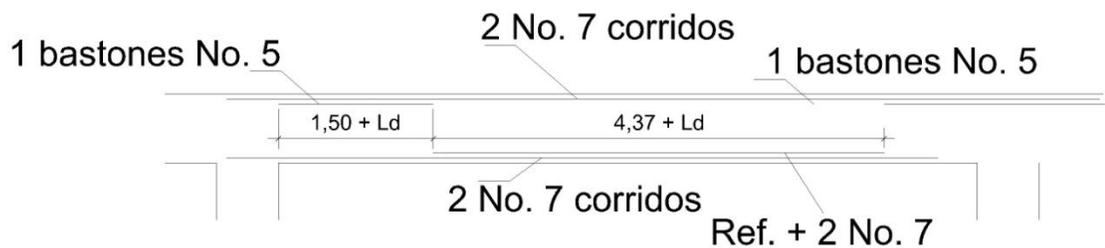
Por ser el área de acero mínima mayor que la encontrada con la fórmula para el momento negativo, se utilizará la mínima, la cual es 6,75 cm².

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

$$A_s = 0,85 \frac{280}{4 \cdot 200} \left[(67)(30) - \sqrt{(67(30))^2 - \frac{(3 \ 045)(30)}{0,003825 \cdot 280}} \right] = 1,21 \text{ cm}^2$$

El área de acero encontrada para el momento positivo también es menor que la mínima, por lo que se utilizará la mínima.

Figura 26. **Armado de viga para tercer nivel eje X**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Las longitudes de bastones de refuerzo están condicionadas a una longitud de desarrollo de la barra, la cual se determina por el código ACI 318-2005 en la sección 12.2.3 por:

$$L_d = \left(\frac{F_y * \Psi_t * \Psi_e * \Psi_s}{1,1 \lambda \sqrt{f'_c} \left(\frac{C_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) * d_b$$

Donde:

d_b = diámetro de la varilla

C_b = menor valor entre el recubrimiento lateral y la barra

K_{tr} = mitad del espaciamiento entre barras

$\frac{Cb+Ktr}{db}$ no debe de ser mayor a 2.5

Como simplificación de diseño Ktr se puede usar 0

λ para concreto normal = 1

$\Psi_t = 1$

$\Psi_e = 1$

Para Barras No. 7 y mayores $\Psi_s = 1$; para barras menores $\Psi_s = 0,8$

Longitud de desarrollo en vigas para varilla No. 7

$$L_d = \left(\frac{4\,200 * 1 * 1 * 1}{1,1 * 1 * \sqrt{280} \left(\frac{3+0}{2,22} \right)} \right) * 22\text{mm} = 375\text{ mm}$$

Longitud de desarrollo en vigas para varilla No. 5

$$L_d = \left(\frac{4\,200 * 1 * 1 * 1}{1,1 * 0,8 * \sqrt{280} \left(\frac{3+0}{1,59} \right)} \right) * 15,8\text{ mm} = 238\text{ mm}$$

Según la sección 12.2.1 la longitud de desarrollo nunca deberá de ser menor que 300 mm.

El refuerzo transversal será diseñado según disposiciones de la sección 21.3.4.2 del código, donde indica que el espaciamiento S de confinamiento, no deberá exceder ninguno de los siguientes, y el primer estribo de confinamiento debe estar a no más de 50 mm del apoyo:

- $d/4 = 67/4 = 16,75\text{ cm}$
- 8 veces el diámetro de la barra longitudinal = 17,78 cm

- 24 veces el diámetro del estribo = 30,43 cm
- 30 cm

Según lo referente a los incisos anteriores, el espaciamiento será de 15 cm, en el área de confinamiento.

El refuerzo transversal deberá cumplir con las solicitaciones a corte.

Corte resistente:

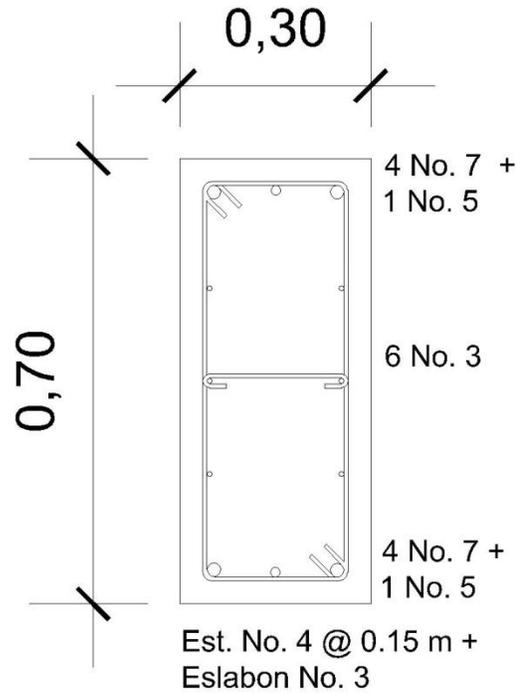
$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{280} * 70 * 30 = 15\ 830\ \text{kg}$$

Según la envolvente de momentos el corte actuante para la viga A del tercer nivel es de 5300 kg, por lo que no es necesario diseñar los estribos a corte.

Se colocarán varillas No. 4 de estribos, en el inciso 7.10.5 del ACI 318-2005 no se permite que las varillas longitudinales se encuentren espaciadas más de 150 mm, por lo que se han agregado tres varillas No. 3 longitudinales para cumplir con esta disposición.

Figura 27. **Refuerzo transversal para viga tercer nivel eje x**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

De la misma manera se realizaron cálculos para cada viga de cada eje de cada nivel, los resultados de dichos cálculos se presentan en planos finales.

Las vigas secundarias se han predimensionado anteriormente, el peralte se ha modificado por cuestiones constructivas para un peralte visto de 30 cm, el ancho efectivo del ala está dado en la sección 8.12.2 del ACI 318-05 deberá ser $\frac{1}{4}$ de la luz de la viga = $6,79/4 = 1,95$.

La base del nervio no debe exceder 3,5 veces la altura del elemento, por lo que será de 25 cm. El ala de cada lado no debe exceder ninguna de las dos siguientes:

- 8 veces el espesor de losa = $8 * 12 = 96$ cm
- $\frac{1}{2}$ de la distancia libre al siguiente alma $3,69/2 = 1,84$

Se procede a determinar el momento al cual está sometida la viga, para lo cual se determina el peso que soporta la viga secundaria, el cual para el tercer nivel será de 6 450 kg/m. Se sabe que para una viga empotrada en los dos extremos el momento positivo está dado por la siguiente expresión:

$$M+ = \frac{wL^2}{24} = \frac{6\,450 * 6,79^2}{24} = 12\,390 \text{ kg. m}$$

Cálculo de acero de refuerzo:

$$A_s = \frac{M_u}{0,9 * F_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Donde:

A_s = área de acero

M_u = momento flector

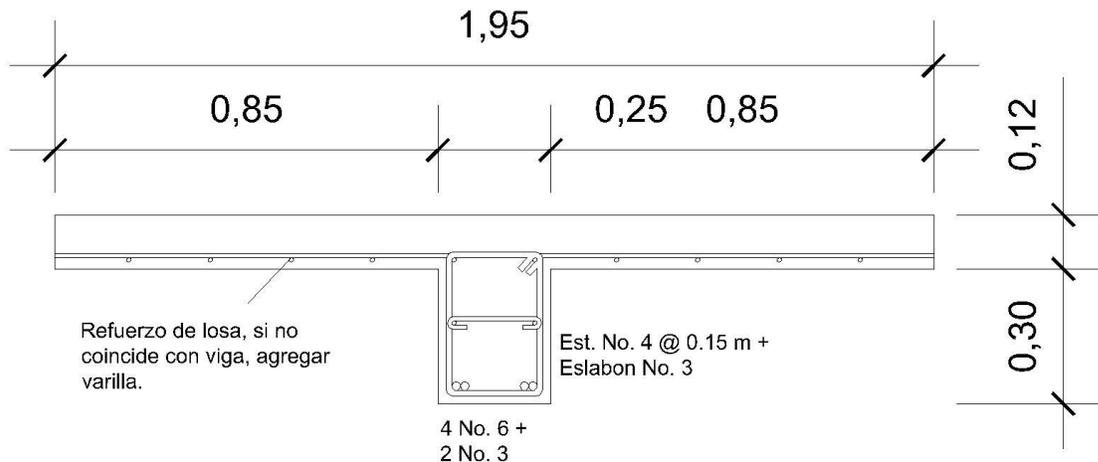
F_y = resistencia a fluencia del refuerzo

d = distancia de viga T desde losa hasta refuerzo de acero cama inferior

a = espesor de losa

$$A_s = \frac{1\,239\,000 \text{ kg. cm}}{0,9 * 4\,200 * \left(37,5 - \frac{12}{2}\right)} = 10,40 \text{ cm}^2$$

Figura 28. **Detalle de armado de viga T tercer nivel.**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

2.1.2.2.9. **Columnas**

Las columnas para los marcos especiales resistentes a momentos se diseñarán con respecto del capítulo 10 del ACI, además de las consideraciones especiales para zonas sísmicas del capítulo 21.

La cuantía de acero deberá encontrarse entre 0,01 y 0,08 por ciento, sin embargo para Guatemala es recomendable utilizar una cuantía entre 0,01 y 0,03.

Para los estribos se utilizará varilla No. 3 cuando el refuerzo longitudinal sea de varillas No. 4 a la No. 10, y para varillas de número mayor se deberá utilizar para estribos varillas No. 4.

La separación de estribos en columnas de marcos especiales resistentes a momentos para zona de confinamiento será de un tercio de la longitud efectiva del elemento deberá ser menor que lo siguiente:

- 16 veces el diámetro de la varilla longitudinal
- 48 veces el diámetro del estribo
- Dimensión del lado menor de la columna

Es recomendable tener el menor número de secciones diferentes en una edificación, por lo que se diseñará para la columna crítica de cada nivel, la cual se asumirá es la de mayor área tributaria, para el caso del mercado municipal San Martín de Porres será la columna C2.

$$P_u = C_u \text{ tot} + P \text{ viga} * F_{CU}$$

Donde:

F_{CU} = factor de carga última

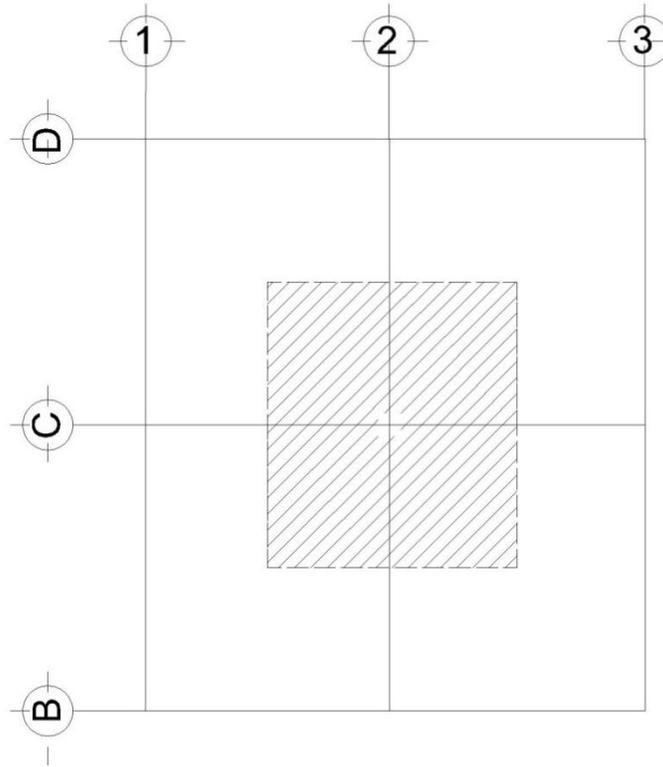
$$F_{CU} = \frac{C_u \text{ tot}}{C_t}$$

Donde:

$C_u \text{ tot}$ = carga mayorada

C_t = sumatoria de cargas sin magnificación alguna

Figura 29. **Área tributaria para columna C2**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Para calcular el factor de carga última se debe recordar que se está trabajando con carga viva para la losa de 100 kg/m^2 y una carga muerta de 712 kg/m^2 , se calcula el factor de la siguiente manera:

$$FCU = \frac{CU \text{ tot}}{Ct} = \frac{(100 * 1,7) + (712 * 1,4)}{812} = 1,44$$

Siendo el área tributaria de $57,81 \text{ m}^2$ y el peso de las vigas de 6625 kg se debe de encontrar la carga última con la que trabaja la columna, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$P_u = (57,81 * 1\ 116,8) + (6\ 625 * 1,44) = 74\ 102\ \text{kg}$$

- Cálculo de esbeltez de la columna:

Se deberá realizar el cálculo de la esbeltez de la columna, pues con este cálculo se determina si la columna es corta, o esbelta, los cálculos para cada caso son particulares y diferentes. La esbeltez de una columna viene dada por la siguiente expresión:

$$E = \frac{K L u}{r}$$

Donde:

E = esbeltez

K = factor de longitud efectiva

Lu = longitud libre

r = radio de giro

Para determinar el tipo de columna con el que se está trabajando es necesario conocer los rangos de esbeltez para considerar esbelta o no una columna, los cuales son los siguientes:

- $E < 22$; es una columna corta
- $22 < E < 100$; es una columna esbelta se deben magnificar los momentos con métodos aproximados

- $E > 100$; si la columna es esbelta se magnificarán momentos con análisis de segundo orden.

Determinando el factor K, de longitudes efectivas del gráfico del comentario del ACI, se determina $K = 1,9$ siendo $r = 0,30$ veces la dimensión rectangular, se calcula la esbeltez del elemento.

$$E = \frac{K L_u}{r} = \frac{1,9 * 3}{0,30 * 0,3} = 63$$

Se determina que se está trabajando con columnas esbeltas, por lo tanto se requiere de magnificación de momentos, por ser $E > 22$.

Las expresiones necesarias para la magnificación de los momentos, serán las siguientes:

$$\beta_d = \frac{C_m \text{ (carga muerta)}}{C_u \text{ (carga última)}}$$

$$EI = \frac{(E_c * L_g * 0,4)}{1 + \beta_d}$$

$$P_{cr} = \frac{\Pi^2 * EI}{(K * LU)^2}$$

$$\theta = \frac{1}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi P_{cr}}\right)}$$

$$M_d = \theta * M_u \text{ (momento último)}$$

Donde:

Pu = carga última de diseño

Pcr = carga crítica de pandeo de Euler

β_d = factor de flujo plástico

Ec = módulo de elasticidad del concreto (218 819,78 kg/cm²)

Lg = momento de inercia de la sección de concreto

ϕ = factor de seguridad (0,7 para columnas cuadradas)

$$\beta_d = \frac{712}{116} = 0,61$$

$$EI = \frac{(218\,819,78 * 5\,400 * 0,4)}{1 + 0,61} = 293\,571\,878$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 293\,571\,878}{(1,90 * 3)^2} = 89\,000 \text{ ton}$$

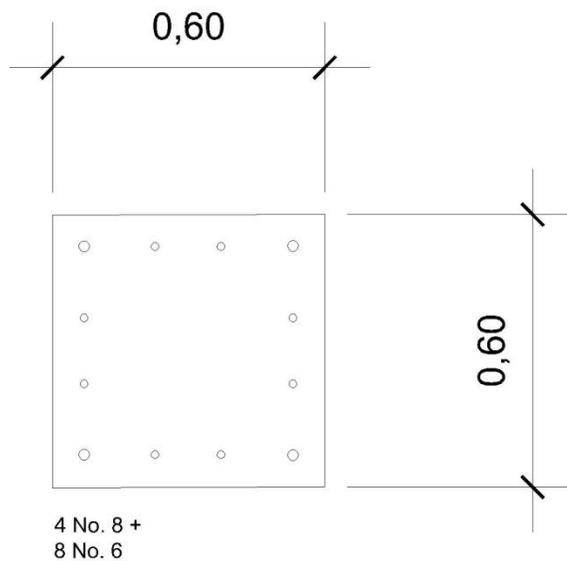
$$\phi = \frac{1}{1 - \left(\frac{74\,102}{0,7 * 89\,000\,000}\right)} = 1,001$$

Para el refuerzo longitudinal existen varios métodos para el cálculo del acero y diseño de elementos sometidos a compresión y flexión, en este caso se utilizará el método de carga inversa desarrollado por Bresler, el cual es un método práctico y produce buenos resultados comprobados científicamente bajo condiciones controladas.

- Suponiendo $\rho = 1 \%$

$A_s = 0,01 * 60 * 60 = 36 \text{ cm}^2$; para lo que se utilizarán 4 varillas No. 8 + 8 varillas No. 6, con esto se cumple el espaciamiento entre varillas longitudinales, para que sea como máximo de 15 cm.

Figura 30. **Sección de columna tercer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Excentricidad:

$$e_x = M_x / P_u = 19\,517 / 74\,102 = 0,26$$

$$e_y = M_y / P_u = 7\,945 / 74\,102 = 0,11$$

$$e_x / h_x = 0,26 / 0,6 = 0,19$$

$$e_y / h_y = 0,11 / 0,6 = 0,18$$

Se deberá calcular diversos factores para utilizar los diagramas de interacción de las columnas, los cuales son los siguientes:

$$\gamma = \frac{H_x - 2\text{rec}}{h} = \frac{60 - 5}{60} = 0,92$$

$$\rho\mu = \frac{A_s}{A_g} * \frac{F_y}{0,85 f'c} = \frac{40,54}{60 * 60} * \frac{4\ 200}{0,85(280)} = 0,20$$

Se procede a ver las gráficas de interacción para una columna armada simétricamente como se muestra en el diagrama de armado anterior y con los factores encontrados, con lo que se determinará posteriormente la carga que puede soportar dicha columna.

Por medio del Método de Bresler se determinará la carga última, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$P_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_{rx}} + \frac{1}{P'_{ry}} + \frac{1}{P'_{r0}}}$$

De las gráficas de interacción se determina $k'x = 0,325$, $k'y = 0,38$.

$$P'_{rx} = \frac{k'x * f'c * A_g}{1\ 000} = \frac{0,325 * 280 * 60 * 60}{1\ 000} = 327,6$$

$$P'_{ry} = \frac{k'y * f'c * A_g}{1\ 000} = \frac{0,38 * 280 * 60 * 60}{1\ 000} = 383,04$$

$$P'_{r0} = \frac{0,85 * f'c * A_g + (A_s * f_y)}{1\ 000} = \frac{0,85 * 280 * 60 * 60 + (4\ 200 * 43,07)}{1\ 000} = 1\ 038$$

$$P_u = \frac{1}{\frac{1}{327} + \frac{1}{383,04} + \frac{1}{1\,038}} = 150 \text{ ton}$$

Soporta para el P_u mayorado de 74 102 kg, por lo que la sección propuesta se considera correcta.

En relación al refuerzo transversal la separación de los estribos según el ACI está determinada por la menor de las siguientes condicionantes (21.6.4.3):

- La cuarta parte de la dimensión del elemento $60/4 = 15 \text{ cm}$.
- 6 veces el diámetro de la varilla longitudinal $6 \cdot 2,54 = 15,24 \text{ cm}$.
- $S = 100 + ((350 - h)/3 = 100 + (350 - 600)/3 = 16,67 \text{ cm}$.
 - Donde h = espaciamiento máximo horizontal medido entre ganchos o estribos
- Deberá de soportar esfuerzos de corte.

Corte resistente:

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V = 0,875 * 0,53 * \sqrt{280} * 60 * 60 = 27\,140 \text{ kg}$$

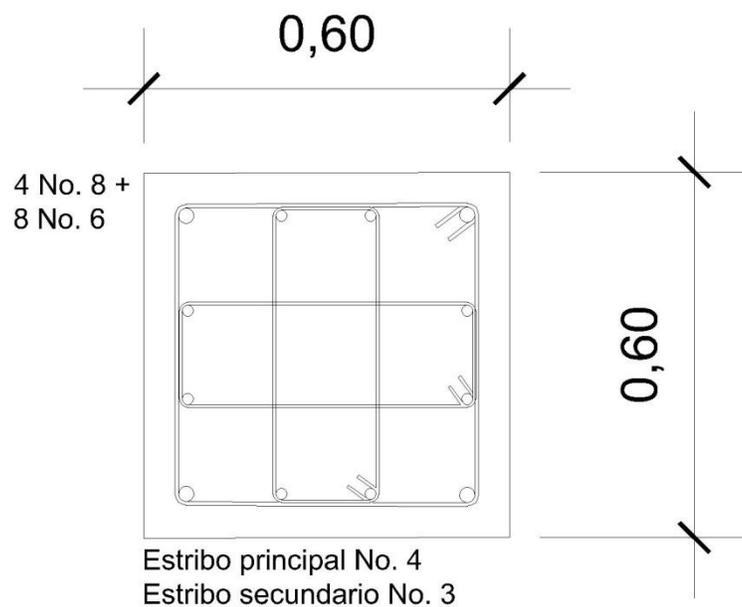
La sección soporta el corte actuante de 6,56 toneladas, por tanto el análisis de las fuerzas cortantes indica que los estribos deberán guardar el espaciamiento indicado por la sección 21.6.4.3 del código ACI 318-05.

El refuerzo transversal se colocará a una separación de 15 cm, mientras que en el área de confinamiento, vendrá determinada por los siguientes requisitos en la sección 21.6.4.1 del ACI 318-05.

- La altura del elemento = 60 cm
- $1/6$ de la luz libre = $3/6 = 0,50$ cm
- 450 mm

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se determina que la longitud de confinamiento para las columnas será de 60 cm donde se colocarán los estribos a una separación de 15 cm, mientras que para el resto del elemento los estribos podrán estar dispuestos a cada 30 cm.

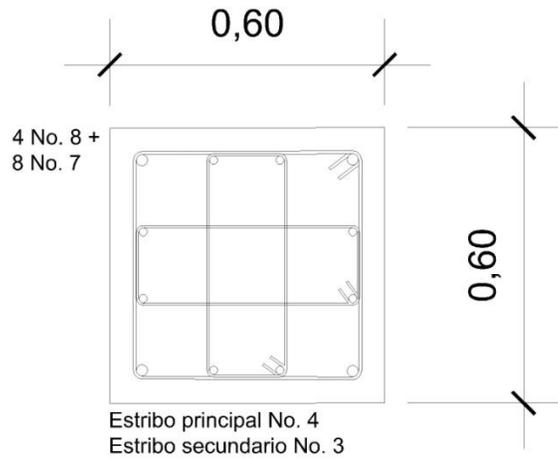
Figura 31. **Armado de columna tercer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

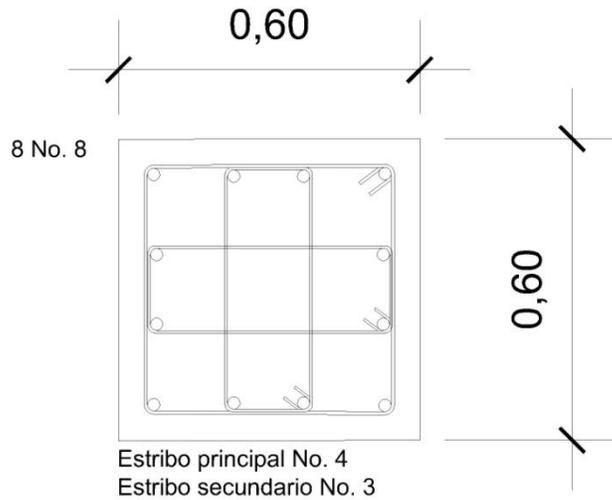
De la misma manera se procede con el diseño para primer y segundo nivel respectivamente, de lo que se obtienen las siguientes secciones:

Figura 32. **Armado de columna segundo nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Figura 33. **Armado de columna primer nivel**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

2.1.2.2.10. Cimentación

Conjunto de elementos estructurales que transmiten las cargas de la edificación al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen la capacidad que tiene el suelo de carga.

Hay diferentes tipos de cimentación para las estructuras, entre las principales o más utilizadas se encuentran zapatas aisladas, cimiento corrido, sistemas combinados con zapatas y vigas conectoras y losas de cimentación. Para el caso de la cimentación del mercado municipal San Martín de Porres se diseñará como una cimentación con zapatas aisladas, ya que es económico y se considera que satisface las necesidades estructurales.

La capacidad soporte del suelo es un dato importante que deberá ser avaluado. Es necesario realizar un Ensayo Triaxial de suelo, el cual determina una serie de datos importantes, con los cuales, aplicando la teoría de capacidad de carga de Terzaghi, es posible determinar cuánto peso por unidad de área puede soportar el suelo, siendo la formula general de Terzagui la siguiente para cimentaciones cuadradas:

$$Q_u = 1,3 C * N_c + q * N_q + 0,4\gamma B N_\gamma$$

Donde:

C = cohesión del suelo = 0 (tomado de ensayo Triaxial)

γ = peso específico del suelo = 1,95 ton/m³ (tomado de ensayo de suelo)

q = γD_f (donde D_f , desplante de la zapata).

N_c , N_q , N_γ = factores de capacidad de carga a dimensionales que están únicamente en función del ángulo ϕ de fricción del suelo, el cual es de 31,4°.

Para el ángulo de fricción interna del suelo de 31°, los factores de Terzaghi son los siguientes:

$$N_c = 40,41$$

$$N_q = 25,28$$

$$N_\gamma = 22,65$$

Q_u = carga última del suelo

$$Q_u = 0 + \left(1,95 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} * 3\text{m} * 25,28\right) + \left(0,4 * 1,95 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 2\text{m} * 22,65\right) = 183,22 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

El cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta, el factor de seguridad se deberá de encontrar entre tres y cinco, siendo conservadores para el caso del mercado con un factor de cinco.

$$Q_n \text{ (carga neta)} = \frac{183}{5} = 36,60 \text{ ton}$$

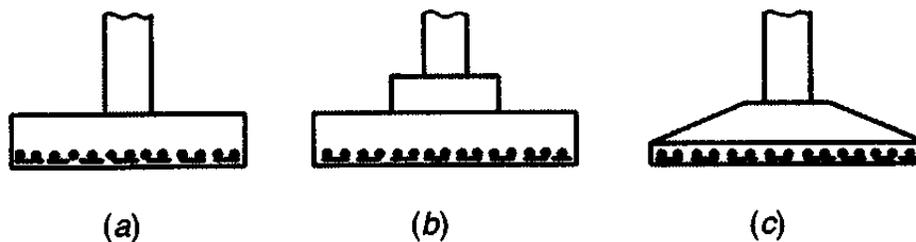
Al comparar el valor obtenido con datos teóricos se determina que el obtenido por medio del Ensayo Triaxial se encuentra ligeramente alto, es posible que la razón sea por la granulometría de la muestra, la cual contiene presencia de grava, por ser el tipo de suelo un limo arenoso con presencia de grava, se recurre a tablas teóricas y se establece que el valor para diseño de capacidad soporte del suelo es de 30 Ton/m². Para el diseño de zapatas se tomará como crítica la zapata C2, por ser donde más carga es transmitida de toda la estructura.

En planta las columnas individuales son generalmente cuadradas, se utilizan zapatas rectangulares cuando las restricciones de espacio obligan a

esta selección, o si la columna apoyada tiene una sección transversal rectangular bastante alargada, en forma simple constan de una losa sencilla (figura a).

Otro tipo de zapata es donde se interpone un pedestal (figura b.), el pedestal proporciona una transferencia de carga más favorable y en muchos casos se requiere con el fin de suministrar la longitud de desarrollo necesaria para los bastones, a esta forma de zapata se le llama escalonada. Las zapatas acarteladas (figura c) consumen menos concreto que las zapatas escalonadas, pero la mano de obra adicional necesaria para producir las superficies acarteladas en formaletas hace que las zapatas escalonadas sean casi siempre más económicas.

Figura 34. Tipos de zapatas



Fuente: NILSON, A. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 505.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se propone trabajar con una zapata sencilla (figura a.) porque la economía se vería afectada al realizar zapatas acarteladas por afectar la mano de obra, teniendo costos muy similares. Los datos con los que se cuenta para el diseño de la zapata son los siguientes:

$$P_u = 337 \text{ ton}$$

$$M_x = 28,71 \text{ ton.m}$$

$$M_y = 13,3 \text{ ton.m}$$

$$\gamma_s = 1,95 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma'c = 2,4 \text{ ton/m}^3$$

$$f_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$FCU = 1,47$$

Determinar cargas de trabajo:

$$P_z = 337/1,47 = 229,25 \text{ Ton}$$

$$P_{xz} = 28,71/1,47 = 19,53 \text{ Ton.m}$$

$$P_{yz} = 13,3/1,47 = 9,05 \text{ T.m}$$

Determinar estimado de área de zapata

$$\tau = P/A$$

Donde:

τ = capacidad soporte del suelo (30 ton/m²)

P = carga última

A = área

$$A = \frac{P}{\tau} = \frac{337 \text{ ton}}{30 \text{ ton/m}^2} = 11,23 \text{ m}^2$$

Asumiendo zapatas de 3,25 x 3,25 se procede a chequear la presión sobre el suelo:

$$q_{\max}/q_{\min} = \frac{P_{\text{total}}}{A} \pm \frac{6 M_x}{bh^2} \pm \frac{6 M_y}{bh^2}$$

$$P_{\text{total}} = P_u + P_{\text{zapata}} + P_{\text{col}} + P_{\text{suelo}}$$

$$P_{\text{total}} = 256 \text{ ton}$$

$$q_{\max} = \frac{256}{3,25 * 3,25} + \frac{6 * 19,53}{3,25 * 3,25^2} + \frac{6 * 9,05}{3,25 * 3,25^2} = 29,23 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Chequea}$$

$$q_{\min} = \frac{256}{3,25 * 3,25} - \frac{6 * 19,53}{3,25 * 3,25^2} - \frac{6 * 9,05}{3,25 * 3,25^2} = 19,25 \text{ ton/m}^2 \quad \text{Chequea}$$

Determinar el espesor de la zapata

$$t = d + \frac{\emptyset}{2} + \text{rec}$$

Si se asume un $d = 55 \text{ cm}$, varilla No. 6 para el armado y un recubrimiento de 8 cm . Se determina que el espesor de la zapata $t = 63,95 \text{ cm}$.

Chequeo a corte:

$$\emptyset V_{\text{res}} > \emptyset V_{\text{act}}$$

$$\emptyset V_{\text{res}} = \emptyset 0,53 \sqrt{f'_c} \frac{bd}{1000}$$

$$\emptyset V_{res} = 0,85 * 0,53 \sqrt{280} \frac{55 * 400}{1\ 000} = 165,84 \text{ ton}$$

$$\emptyset V_{act} = P_d * l'c * a$$

Figura 35. **Vista en planta de zapata**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

$$P_d = q_{max} * F_{CU} = 56,85 * 1,47 = 83,57$$

$$\emptyset V_{act} = 83,57 * 0,35 * 2,4 = 70,20$$

$$70,20 < 165,84 \text{ Chequea}$$

- Chequeo por punzonamiento

$$\emptyset V_{res} > \emptyset V_{act}$$

$$\emptyset V_{act} = Pd (A_t - A_i) = 83,57 * ((4 * 4) - (1,15 * 1,15)) = 1\ 226,60 \text{ ton}$$

$$\emptyset V_{res} = \emptyset 1,06 \sqrt{f'_c} \frac{6d}{1\ 000}$$

Donde:

B = perímetro donde existe la falla

$$\emptyset V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280} \frac{460 * 55,00}{1\ 000} = 381,00$$

$$370,00 < 1\ 226,60 \quad \text{Chequea}$$

Se procede a calcular el acero de refuerzo para la zapata, suponiendo que está en voladizo, por lo que la carga distribuida será de 140 ton/m.

$$M = \frac{WL^2}{2} = \frac{140 * 1,70^2}{2} = 202 \text{ ton} * 1\ 000 = 202\ 300 \text{ kg.m}$$

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

$$A_s = \frac{0,85 * 280}{4\ 200} \left[55,00 * 325 - \sqrt{(400 * 55)^2 - \frac{63\ 000 * 325}{0,003825 * 280}} \right] = 30,68 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14,1}{f_y} bd = \frac{14,1}{4200} * 55,00 * 325 = 73,86 \text{ cm}^2$$

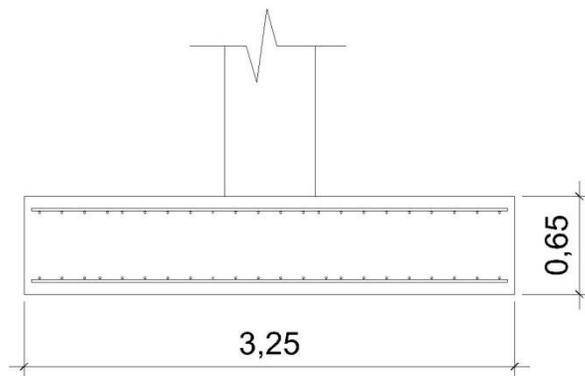
Se utilizará el área de acero mínima de 73,86 cm², la cual se cubre con varillas No. 6 colocadas en ambos sentidos a cada 15 cm de separación unas de otras. Se colocarán dos camas de acero por las dimensiones de la zapata, la cama superior deberá regirse por el peso mismo de la zapata, más el peso del suelo que descansa sobre ella, el cual genera un momento contrario creando tensión en la parte superior de la zapata.

$$W = \text{peso propio} + \text{peso suelo}$$

$$W = \left(2,4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 2,4\text{m} * 0,65\text{m} \right) + \left(3\text{m} * 2,4\text{m} * 1,95 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \right) = 17,78 \text{ ton}$$

El área de acero necesaria para ese momento es de 3,5 cm², por lo que se utilizará la mínima determinada anteriormente, la cual es de 44,31 cm² y se cubrirá con varillas No. 6 @ 15cm dispuestas en ambos sentidos.

Figura 36. **Dimensiones de zapatas**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Zapata combinada: se entiende por la que cimienta dos soportes o columnas.

Datos:

$$\begin{aligned}
 f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 & M_y &= 42,14 \text{ ton} \cdot \text{m} \\
 f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 & M_x &= 62,10 \text{ ton} \cdot \text{m} \\
 V_s &= 30,00 \text{ ton/m}^2 & P_u &= 164,48 \text{ ton} \\
 \gamma_{\text{suelo}} &= 1,95 \text{ ton/m}^3 & F_{cu} &= 1,52 \\
 \gamma_{\text{concreto}} &= 2,40 \text{ ton/m}^3 & D_f &= 3,00 \text{ m} \\
 \text{rec.} &= 7,50 \text{ cm (ACI 318 - 08 secc. 7.7.1)} \\
 \text{Secc}_{\text{col.}} &= 0,60\text{m} * 0,60\text{m}
 \end{aligned}$$

Cargas de trabajo:

$$P_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{505,50 \text{ ton}}{1,47} = 343,88 \text{ ton}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{13,30 \text{ ton}}{1,47} = 9,05 \text{ ton} \cdot \text{m} \quad M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{28,71 \text{ ton}}{1,47} = 19,53 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Predimensionamiento del área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5 * P_t * \text{No col.}}{V_s} = \frac{1,5 * 343,88 * 2}{30,00} = 17,19 \text{ m}^2$$

Estimación de ancho

$$\text{Ancho} = \frac{P_1 + P_2}{V_s * L} = \frac{343,88}{30 \text{ ton/m}^2 * 6,3\text{m}} = 1,76 \text{ m}$$

Se propone usar dimensiones aproximadas de 3,25 m x 6,50 m = 21,12 m²
> 17,19 m².

Comprobación de dimensión de zapatas

$$q = \frac{P_{cg}}{A_z} \pm \frac{M_{ty} * y}{I_x} \pm \frac{M_{tx} * x}{I_y}; \text{ donde: } q_{\text{máx}} < V_s \text{ y } q_{\text{mín}} > 0$$

$$P_{cg} = P_t + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P_{cg} = 191,94 \text{ ton} * 2 + 2 * (0,50\text{m} * 0,50\text{m} * 2,4 \text{ ton/m}^3 * 10,88\text{m}) + (1,60 \text{ ton/m}^3 * 1,50\text{m}(3,50\text{m} * 5,20\text{m} - 2 * (0,50\text{m} * 0,50\text{m}))) + (2,4 \text{ ton/m}^3 * 0,50\text{m} * 3,50\text{m} * 5,20\text{m})$$

$$P_{cg} = 294,56 \text{ ton}$$

Inercia I_x, I_y:

$$I_x = b * h^3 / 12 = 5,20\text{m} * (3,50\text{m})^3 / 12 = 18,58\text{m}^4$$

$$I_y = b * h^3 / 12 = 3,50\text{m} * (5,20\text{m})^3 / 12 = 41,01\text{m}^4$$

$$q = \frac{294,56 \text{ ton}}{18,20 \text{ m}^2} \pm \frac{27,38 \text{ ton} \cdot \text{m} * 1,75\text{m}}{18,58 \text{ m}^4} \pm \frac{40,85 \text{ ton} \cdot \text{m} * 2,60\text{m}}{41,01 \text{ m}^4}$$

$$q_{\text{máx}} = 21,35 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{máx}} < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 11,01 \text{ ton/m}^2; \text{ Cumple } q_{\text{mín}} > 0$$

Cumple, por lo tanto las dimensiones de la zapata son correctas.

Presión última:

$$q = q_{\text{máx}} * F_{cu} = 21,35 * 1,47 = 32,45 \text{ ton/m}^2$$

Carga distribuida sobre zapata

$$W = q * \text{ancho zapata} = 32,45 \text{ ton/m}^2 * 3,50\text{m} = 113,58 \text{ ton/m}$$

Determinación de cortes en zapata:

$$V_A = 0$$

$$V_B = 0,50\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} = -8,25 \text{ ton}$$

$$V_C = 3,35\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} = 82,23 \text{ ton}$$

$$V_D = 3,85\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} - 105,43 \text{ ton} = -7,32 \text{ ton}$$

$$V_E = 4,10\text{m} * (31,75 \text{ ton/m}) - 24,13 \text{ ton} - 105,43 \text{ ton} = 0,61 \text{ ton}$$

Chequeo por corte flexionante

Para el chequeo por corte flexionante se analiza independiente para cada columna debido a que son situaciones diferentes en las que se presenta cada una.

Para la columna A:

Chequeo por flexionamiento

$$t = \text{asumido} = 0.64 \text{ m}$$

$$d = t - \text{rec} - \emptyset \text{ varilla}/2 = 64 \text{ cm} - 7,5\text{cm} - 2,54\text{cm}/2 = 55 \text{ cm}$$

$$b_o = 2 * (a + d/2) = 2 * (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}/2) = 141,23 \text{ cm}$$

$$V_u = 82,23 \text{ ton} - (0,50\text{m} * 113,58 \text{ ton/m}) = 25,44 \text{ ton}$$

$$d_{req} = \frac{V_u}{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b_o} = \frac{25,44 \text{ ton} * 1000}{0,85 * 0,53 * \sqrt{280 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 141,23 \text{ cm}}$$

$$d_{req} = 23,90 \text{ cm}$$

Chequeo por punzonamiento:

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 141,23 \text{ cm} * 41,23\text{cm}/1000 = 87,79 \text{ ton}$$

$$V_{act} = 105,44, \text{ ton} - (0,64\text{m}^2)(32,45 \text{ ton/m}^2) = 84,67 \text{ ton}$$

Para la columna B:

$$b_o = 2 * (a + d/2) + (a + d) = b_o = 2 * (a + d/2) + (a + d)$$

$$b_o = 2 * (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}/2) + (50 \text{ cm} + 41,23 \text{ cm}) = 232,46 \text{ cm}$$

$$V_u = 82,23 \text{ ton} - (0,50\text{m} * 113,58 \text{ ton/m}) = 25,44 \text{ ton}$$

$$d_{req} = \frac{V_u}{0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o} = \frac{25,44 \text{ ton} * 1000}{0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 232,46\text{cm}} = 7,25 \text{ cm}$$

Chequeo por punzonamiento:

$$V_{res} = 0,85 * 1,06 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 232,46 \text{ cm} * 41,23\text{cm}/1000 = 144,50 \text{ ton}$$

$$V_{act} = 105,44, \text{ ton} - (0,64\text{m}^2)(32,45 \text{ ton/m}^2) = 84,67 \text{ ton}$$

El peralte propuesto es de 50 cm y es correcto, cumple para el chequeo por punzonamiento y flexionamiento.

Armado de zapata combinada

$$M_y = 42,14 \text{ ton} \cdot \text{m}; M_x = 62,10 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Área de acero

$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

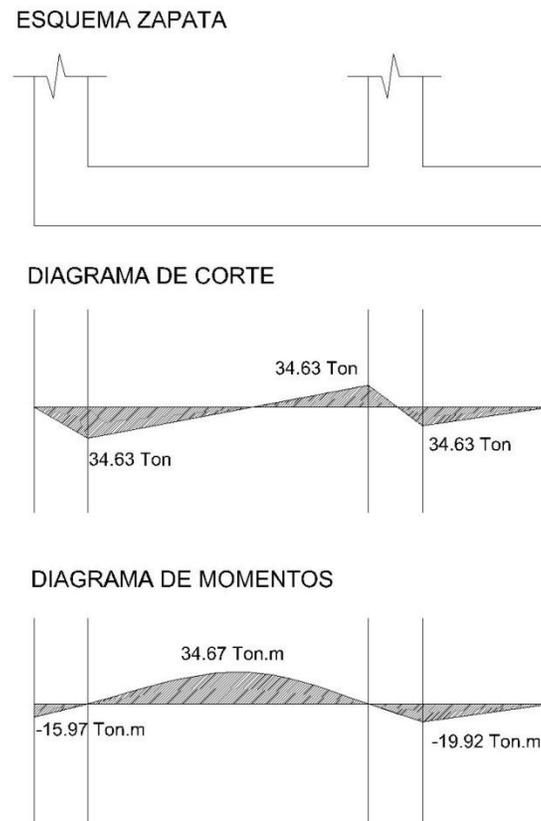
$$A_s \text{ mín} = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 100\text{cm} * 55\text{cm} = 18,46 \text{ cm}^2$$

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

$$A_s = \left[350 * 42 - \sqrt{(350 * 42)^2 - \frac{62\,104,85 * 350}{0,003825 * 280}} \right] * 0,85 * \left(\frac{280}{4\,200} \right) = 40,10 \text{ cm}^2$$

Se propone armar con varilla No. 6 @ 0,15m en ambos sentidos como se muestra en el diagrama siguiente:

Figura 37. **Diagrama de corte y momento de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

Diseño de rampa

En el mercado San Martín de Porres será utilizada una rampa para transportar las cargas del nivel inferior al superior y viceversa, será diseñada como una losa en una dirección.

Cargas para rampa:

Viva: 650 kg/m²

Muerta: 712 kg/m²

Cargas mayoradas:

$$\text{Viva: } 650 \text{ kg/m}^2 * 1,7 = 1\ 105 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Muerta: } 712 \text{ kg/m}^2 * 1,4 = 996,8 \text{ kg/m}^2$$

La losa trabaja en una dirección por la relación de largo por ancho, el espesor de la losa será de 0,12 metros, el diseño de la losa de rampa se realizará por medio del método 3 del ACI, se utilizarán coeficientes para encontrar los momentos, la losa tiene continuidad en los 2 sentidos por estar apoyada en vigas. Se determinan los momentos actuantes al borde de la rampa como al centro de la misma.

En el apoyo interior:

$$-M = \frac{1}{9} * 2101,8 * 2,5^2 = 1\ 460 \text{ kg. m}$$

En el centro de la luz:

$$+M = \frac{1}{14} * 2101,8 * 2,5^2 = 938,3 \text{ kg. m}$$

En el apoyo exterior:

$$-M = \frac{1}{24} * 2101,8 * 2,5^2 = 547,30 \text{ kg. m}$$

Para el momento máximo de 1 460 kg*m se determina la necesaria cuantía de acero 0,18, el acero necesario será de 21,6 cm² para una sección de un metro de losa.

Acero máximo:

$$\text{As max} = 0,5p_{bal} = 0,5 \left(\frac{0,85 * 0,85 * 280}{4\ 200} \right) = 0,024 \quad \text{Chequea.}$$

Acero mínimo:

$$A_s \text{ min} = \frac{0,8\sqrt{f_c}}{f_y} bwd = \frac{0,8\sqrt{280}}{4\ 200} (100)(12) = 3,82$$

$$A_s \text{ min} = 14 bwd/f_y = 14(100)(12)/4\ 200 = 5,83$$

Se utilizará el área de acero de 21,6 cm², lo cual se cubre con varillas No. 6 @ 0,15 m mientras que en dirección larga se colocarán varillas de acero No. 4 @ 0,15 m para cubrir la especificación del refuerzo por temperatura.

Figura 38. **Diagrama de corte y momento de rampa de carga**

ESQUEMA DE RAMPA



DIAGRAMA DE CORTE

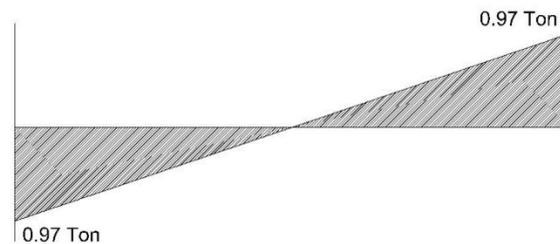
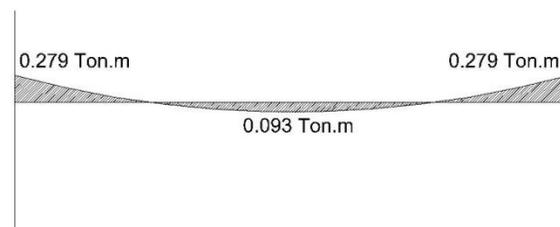


DIAGRAMA DE MOMENTOS



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

2.1.2.2.11. Diseño de instalaciones

- Zona de carga de descarga: éste espacio es necesario y no debe de interferir con las actividades normales del mercado es preferente que se ubique en un lugar equidistante a todos los puntos que la utilicen.
- Zona de servicios sanitarios: deben de tener una ubicación que no sea tan evidente, la ubicación apropiada para la pendiente del drenaje, debe de ser accesible a la circulación peatonal y su disposición no debe de afectar el funcionamiento de ninguna otra área del mercado.
- Zona de recolección de desechos: debe de colocarse en una zona de servicio del mercado, donde no interfiera las actividades comerciales, debe de tenerse cuidado para que no se convierta en un foco de contaminación y malos olores o transmisión de enfermedades.
- Zona de estacionamientos: se contará con un sótano de parqueos, con capacidad para 30 vehículos, y espacios para estacionamiento de motocicletas en el sótano y en la parte superior, cercana al área de ventas.
- Instalaciones eléctricas: se debe de tener sumo cuidado con las instalaciones eléctricas, se colocará iluminación suficiente, y unidades de fuerza donde se considere necesario.

Agua potable

La utilización de los artefactos y la dotación de agua potable no deben interferir con las actividades diarias del mercado. Se ubicarán en un punto que

resulte accesible y de distancia semejante desde cualquier punto del edificio. Se debe considerar los detalles de recorrido de la tubería ya que no debe ser visible para los usuarios.

La dotación dependerá principalmente de la cantidad de usuarios y artefactos en la infraestructura, utilización, área comprendida e idiosincrasia de los vecinos. También afectará el método seleccionado para el diseño, la dotación se realizará por el método de Hunter el cual asigna un número específico y una dotación individual experimental.

Los artefactos se distribuirán en un módulo de baños por género por nivel. La norma recomienda 1 lavamanos por cada 60 personas, 1 inodoro por cada 75 hombres y 1 por cada 60 mujeres, además 1 bidet por cada 30 hombres. De acuerdo a las especificaciones anteriores y requerimientos delimitados se diseñará para 12 lavamanos, 12 inodoros y 2 lavaderos.

Tabla VIII. **Unidades de gasto y caudal**

Artefacto	Cantidad	UH	Gasto l/s	Caudal l/s
Inodoro	12	33,6	0,09	1,08
Lavamanos	12	24	0,10	1,2
Mingitorio	0	5	0,10	0,00
Lavadero	2	6	0,20	0,40

Fuente: OLIVARES. E. *Cálculo de distribución de agua para edificios*. p. 59

Acorde a lo anterior se diseñará para un caudal de 2,68 litros sobre segundo igual a 0,0027 metros cúbicos sobre segundo; el diámetro de la tubería principal se determinará de acuerdo a lo siguiente:

$$\varnothing = \sqrt[2,63]{\left(\frac{Q}{0,02785 * C}\right) \left(\frac{L}{hf}\right)^{0,54}}$$

Donde:

\varnothing = diámetro (m)

L = longitud (m)

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de material (adimensional)

Hf = pérdida de carga (m)

$$\varnothing = \sqrt[2,63]{\left(\frac{0,0027}{0,2785 * 150}\right) \left(\frac{25}{5}\right)^{0,54}} = 0,01 \text{ m} = 0.39 \text{ pulg}$$

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el mayor número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye. El gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, por lo tanto se utilizará tubería de ¾" de diámetro para la distribución principal de la estructura y tubería de ½" para las conexiones de artefactos.

Drenaje sanitario:

Luego de ser utilizada el agua se contamina, convirtiéndose en agua residual la cual debe evacuarse a una pendiente adecuada para evitar atascos en el sistema. Se deberá considerar que la ubicación y distribución de los drenajes no afecte el funcionamiento de la estructura y los usuarios. Para el cálculo de drenajes se definirá la unidad de descarga por el método Hunter. La

unidad de descarga se establece de acuerdo a la descarga de un lavamanos común con 0,34 litros sobre segundos, de allí parten todas las descargas de cada artefacto; los inodoros representan el caudal a evacuar más grande.

Tabla IX. **Unidades de descarga**

Artefactos	Cantidad	No. Hunter	UH
Inodoro con tanque	12	5,6	67
Lavamanos	12	2	27
Mingitorio	0	4	0
Lavadero	2	3	6
TOTAL		80	

Fuente: OLIVARES. E. *Cálculo de distribución de agua para edificios*. p. 59

El método considera un diámetro de tubería por unidades de descarga:

Tabla X. **Diámetro de colector**

Ø TUBO PVC	Unidades máximas de descarga (UD)		
	Pendiente		
	1 %	2 %	3 %
2"	5	6	8
4"	84	96	114
6"	330	440	580
8"	870	1 150	1 680

Fuente: OLIVARES. E. *Cálculo de distribución de agua para edificios*. p. 59

De lo anterior se puede establecer que la tubería que sale de los sanitarios será de diámetro 4 pulgadas con una pendiente de 2 %, la tubería de los módulos de baños corresponderá a diámetro 4 pulgadas con pendiente de 2 %, la tubería que sale de lavamanos será de diámetro 2 pulgadas con pendiente de 2 %, unificando tubería de lavamanos con diámetro 4 pulgadas y pendiente 2 %. La tubería recolectora final será de diámetro 6 pulgadas con pendiente de 2 %.

Drenaje pluvial:

La evacuación de la precipitación pluvial en el edificio debe diseñarse de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en las estaciones hidrométricas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH).

El diámetro de la tubería a utilizar será calculado según el caudal a evacuar tomando en cuenta los valores de intensidad de lluvia y área afectada:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

- Q = caudal en m³/s
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia mm/hr
- A = área a considerar, ha

$$I = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

A, B y n = parámetros de diseño conforme a análisis de tormentas

t = tiempo de concentración

$$I = \frac{14\,900}{(50 + 25)^{1,158}} = 100,43 \text{ mm/hr}$$

Según datos estadísticos de Retalhuleu, la intensidad es de 110,65 milímetros por hora, el coeficiente de escorrentía a utilizar es de 0,95 por ser superficie de techo impermeable.

$$Q = \frac{0,95 * 100,43 * 0,077}{360} = 0,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

El diámetro de la tubería se calcula con la fórmula empírica de Manning:

$$\emptyset = \left(\frac{Q * n}{0,312 * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning para pvc

S = pendiente de la tubería, %

$$\emptyset = \left(\frac{0,02 * 0,009}{0,312 * 0,02^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

Con el cálculo teórico se obtuvo un diámetro de 12 centímetros por lo que en el diseño final se utilizará tubería PVC de 6 pulgadas.

Instalaciones eléctricas:

Se deben considerar los aspectos de iluminación natural, factores de reflexión en elementos y ambientes individuales. Tomar en cuenta la estética y las normativas para realizar diseño basado en los usuarios, se analizarán requerimientos del normativo de mercados municipales para, razonamientos de la comisión internacional de iluminación y criterios de la empresa eléctrica de Guatemala. Se establecen niveles de iluminación requeridos acorde a ambientes definidos en la edificación:

Tabla XI. **Niveles de iluminación**

Ambiente	Luxes
Comedores	100
Pasillos y locales	50
Gradas y rampas	100
Parqueos	300

Fuente: GARCIA, L. *Manual de mercados municipales*. p. 268.

Cálculo de iluminación:

Factor de pérdida total (FTP) = 0,60

Coefficiente de utilización (CU) = 0,70

Cálculo del número de lámparas (N) para locales comerciales de 4,50 x 2,55:

$$\text{Lúmenes requeridos} = \frac{\text{luxes} * \text{área}}{\text{F. M.} * \text{C. U.}} = \frac{50 * 4,5 * 2,25}{0,6 * 0,6} = 1\ 205,36 \text{ lúmenes}$$

Se utilizará un tubo fluorescente de 20 W el cual tiene una intensidad de 1 500 luxes. Para cada local se propone realizar un circuito independiente de iluminación con alambre calibre 14, el cual soporta 200 W, con un fusible de 20 amperios.

De igual manera se determinan los lúmenes necesarios para el sótano de parqueo vehicular, para el cual se determina que se necesitan 7656 000 lúmenes, los cuales serán cubiertos por medio de lámparas de 4 x 54 w, cada una genera una intensidad luminosa de 24 000 lúmenes, por lo que se establece que se necesitan tres circuitos con lámparas distribuidas como lo muestran los planos eléctricos.

Fuerza:

Se colocarán dos tomacorrientes dobles para cada local, además se estima que para los locales comerciales normales de abarrotes de 4,50 x 2,55 conectarán aparatos como televisión, grabadora, DVD/video, cafetera, microondas, lo cual requiere una potencia de 2 050 W.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2\ 050}{120} = 17,08 \text{ amp}$$

De acuerdo al resultado, el conductor a utilizar en el circuito de fuerza para los locales convencionales será 12 THHN. Se realizarán circuitos independientes para cada local comercial con un fusible de 20 amperios.

2.1.3. Evaluación de Impacto Ambiental

Nombre del proyecto: mercado municipal San Martín de Porres

Nombre del proponente: Municipalidad de Retalhuleu

Dirección donde se ubicará el proyecto: 4a. calle y 6a. avenida, zona 1 de Retalhuleu, Retalhuleu.

Coordenadas geográficas: 14° 32' 06,38" N 91° 40' 44,08"

- Información general:

Etapa de construcción: en la construcción del mercado municipal San Martín de Porres será necesario realizar la demolición de lo que se encuentra actualmente en el lugar, posteriormente a esto hacer excavaciones para el sótano de la estructura, trabajos con los taludes en el sótano, fundiciones de piso, zapatas, columnas y vigas de toda la estructura. En el proceso se realizará acarreo de ripio, movimiento de tierras, se necesitará maquinaria para realizar las excavaciones y camiones para el transporte del material que se extraiga del lugar, serán necesarios materiales de construcción como block, arena, piedrín, cemento, cal. Se necesitará material para conexiones eléctricas y tubería para instalaciones sanitarias.

Etapa de operación: las actividades normales que se desempeñan en un mercado cantonal, compra y venta de insumos, textiles, alimentos y artesanías, el horario de trabajo del mercado será el que actualmente tienen los locatarios, de 7 de la mañana a 4 de la tarde.

El área con la que se cuenta para el diseño del mercado municipal San Martín de Porres es de 1123,76 m².

El área de construcción será la misma que la del terreno 1123,76 m², no deberá de ser un problema, pues actualmente el mercado en un estado de abandono cuenta con la misma área, se aprovecharán mejor los espacios y se le construirá un nivel más de plaza de ventas.

Actividades colindantes: al norte del mercado se encuentra la policía nacional civil, al este una pileta municipal, al sur y oeste locales comerciales, es posible deducir que el área es comercial, pocas viviendas alrededor, se encuentra a media cuadra del parque central, cerca hay bancos, locales comerciales, restaurantes y comedores.

Cuando el mercado municipal se encuentre en funcionamiento trabajará una jornada diurna.

Proyección de uso de agua: el agua será utilizada de una dotación de servicio público, el cual lo brinda la municipalidad, será utilizada para servicios sanitarios, para limpieza y en los comedores para cocinar alimentos.

Transporte: se tiene previsto sótano con espacio de parqueo para 30 vehículos, además de espacios de parqueo de motocicletas y área de carga y descarga.

No serán emitidos gases o partículas de polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos o azufre.

El agua residual será generada por actividades de limpieza y utilización de servicio sanitario, no será de tipo industrial.

Los desechos sólidos (basura común) serán transportados a un relleno sanitario municipal.

En el aspecto social, el cambio o modificación económica, social y cultural será positiva, generará comercio en el área, no se tocarán monumentos arqueológicos para la construcción del mercado.

No se generan efectos o riesgos derivados de la actividad para el vecindario, no se genera riesgo a la salud de los pobladores cercanos al sitio ni molestia alguna.

2.1.4. Presupuesto

El presupuesto para la construcción del mercado municipal San Martín de Porres se realizó con cotizaciones de precios de materiales y mano de obra del sector, se asume que por ser el proyecto municipal será la misma entidad la que se hará cargo de la construcción, teniendo costos extra de administración, y supervisión, por lo que se utiliza una tasa de indirectos del 35 %.

Tabla XII. Presupuesto por renglones de trabajo

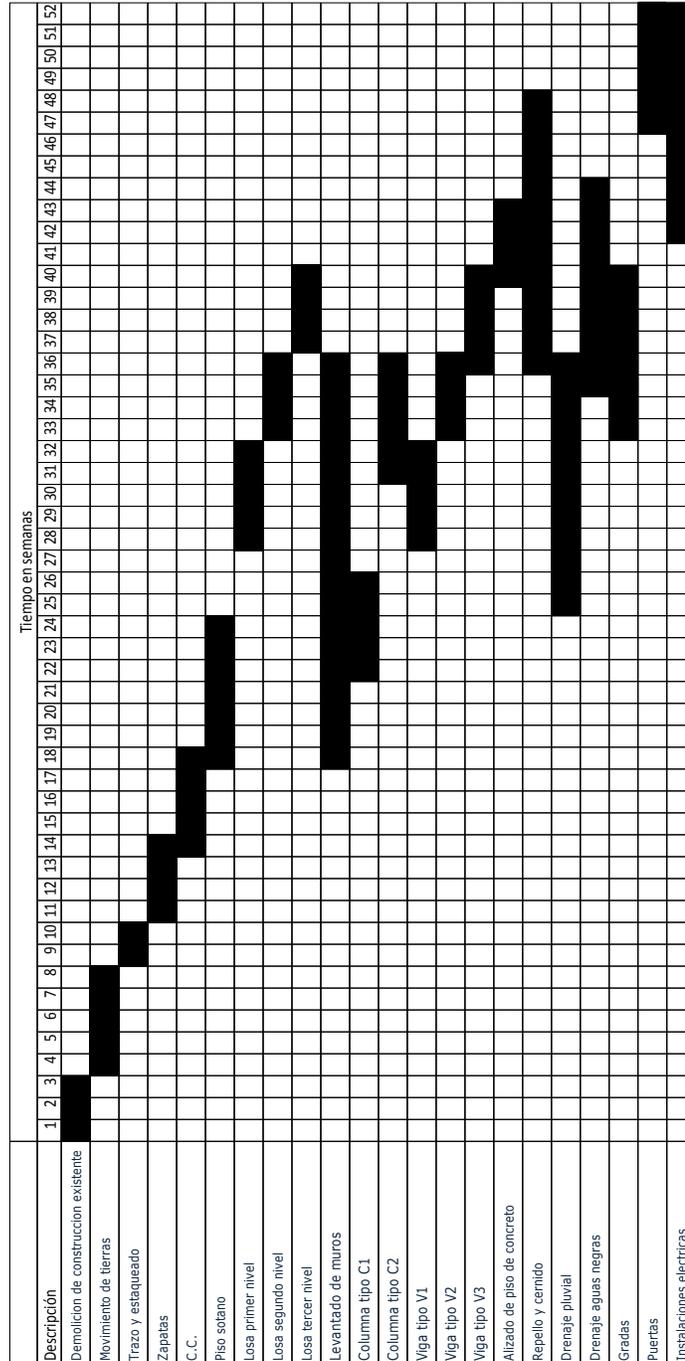
No.	Actividad	Unid	Cantidad	Costo	Sub Total
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Demolicion de construccion existente	m2	1,124.00	Q 47.29	Q53,148.96
1.2	Movimiento de tierras	m3	1,361.25	Q 34.64	Q47,154.00
1.3	Trazo y estaqueado	m2	1,124.00	Q 5.50	Q6,182.00
2	Cimentacion				
2.1	Zapatas	unidad	30.00	Q 8,676.96	Q260,308.92
3	Losa				
3.10	Piso sotano	m2	1,124.00	Q 217.66	Q244,648.26
3.20	Losa primer nivel	m2	1,124.00	Q 449.12	Q504,807.19
3.30	Losa segundo nivel	m2	1,124.00	Q 449.12	Q504,807.19
3.40	Losa tercer nivel	global	1,124.00	Q 475.15	Q534,063.11
4	Levantados				
4.1	Levantado de muros	ml	1,837.00	Q1,011.49	Q1,858,103.46
4.2	Columna tipo C1	ml	180.00	Q1,996.51	Q359,371.93
4.3	Columna tipo C2	ml	90.00	Q3,273.68	Q294,631.30
4.4	Columna tipo C3	ml	90.00	Q3,309.56	Q297,860.82
4.5	Viga tipo V1	ml	170.00	Q859.56	Q146,124.80
4.6	Viga tipo V2	ml	190.00	Q1,016.95	Q193,220.02
4.7	Viga tipo V3	l	753.00	Q1,101.36	Q829,325.79
5	Pisos				
5.1	Alizado de piso de concreto	m2	1,124.00	Q25.00	Q28,100.00
6	Acabados en muros y techos				
6.1	Repello y cernido	m2	16,500.00	Q15.00	Q247,500.00
7	Drenaje Pluvial				
7.1	Drenaje pluvial	global	140.00	Q95.00	Q13,300.00
8	Drenaje (aguas negras)				
8.1	Drenaje aguas negras	unidad	315.00	Q95.00	Q29,925.00
9	Instalaciones especiales				
9.1	Gradadas	global	1.00	Q7,792.00	Q7,792.00
9.2	ventanas	unidad	75.00	Q850.00	Q63,750.00
9.3	muros de contención	ml	67.00	Q 9,431.60	Q631,917.20
9.4	Herrería puertas y balcones y persianas	global	1.00	Q 705,764.00	Q705,764.00
10	Instalaciones electricas				
10.1	Instalaciones electricas	unidad	211.00	Q75.00	Q15,825.00
Total.....					Q7,877,630.94

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Cronograma de ejecución

Es una lista de las actividades de un proyecto con la fecha estimada de inicio y finalización, con esto es posible determinar en cuanto tiempo se puede desarrollar una actividad.

Tabla XIII. Cronograma de ejecución de la obra



Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Planos

Un plano es una representación gráfica de un proyecto, en donde se detalla exhaustivamente la comprensión del objeto.

Los planos deberán presentar la ubicación del objeto de transformación, las condiciones que lo afectan, actuales y futuras, un detalle completo de toda obra a realizar, planta, secciones, elevaciones.

Los planos son los documentos más utilizados para el desarrollo de la obra, por lo tanto deberán ser completos, suficientes y concisos, deben incluir información útil para el correcto desarrollo de la obra, sin dar información incompleta o inútil.

Se presentarán los siguientes planos para el proyecto de diseño de mercado municipal San Martín de Porres.

- Especificaciones generales y ubicación
- Planta amoblada
- Planta acotada
- Acabados, puertas y ventanas
- Elevaciones, cortes y secciones
- Cimentación
- Detalles estructurales
- Plano eléctrico
- Plano agua potable
- Plano drenaje sanitario
- Plano drenaje pluvial

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu

Caballo Blanco es una aldea ubicada en la parte sur del municipio de Retalhuleu, actualmente no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, a continuación se detalla el diseño de dicho sistema.

2.2.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, está dirigido para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la población de dicha aldea.

La fuente que proporcionará el agua para el proyecto será un pozo perforado, el cual abastecerá un tanque elevado de almacenamiento por medio de bombeo y por medio de una red de distribución forzada por gravedad de tubería de pvc, se conducirá el fluido hacia la población.

2.2.2. Situación actual

La aldea actualmente para el consumo de agua de los pobladores, cuenta con pozos artesanales, los cuales por encontrarse cerca de letrinas se contaminan. Por ello es necesario el diseño de un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, que proporcione agua sanitariamente segura.

Actualmente en la aldea existen, quinientos sesenta y nueve viviendas, veintinueve locales, una escuela, una iglesia, un mercado, un centro de salud, un instituto y la municipalidad.

2.2.3. Localización de la fuente

La fuente que será un pozo profundo, el cual se construirá en la periferia de la aldea, en uno de los puntos más altos de la misma y alejado de los riachuelos para evitar la contaminación. Este pozo suministrará el agua al tanque de almacenamiento por medio de bombeo, el cual estará en un terreno que ya posee la comunidad para este objetivo, que se encuentra cerca de donde se construirá el tanque.

2.2.4. Calidad del agua

Para establecer la calidad del agua se tomaron muestras del pozo y se efectuaron análisis bacteriológicos y físico-químicos, en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería, en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Según los análisis antes mencionados indican que el agua no es potable, por lo que se le debe de dar tratamiento de desinfección, para hacerla potable y ser utilizada por los habitantes.

2.2.4.1. Análisis físico-químico

Este análisis se hace con el fin de determinar las características físicas del agua tales como aspecto, color, sabor, potencial de hidrógeno (PH) y la dureza, así como descubrir que otros minerales posee.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Aspecto: clara
- Color: 04,00 unidades
- Turbiedad: 03,87 UNT
- Olor: inodora

- Sabor: -----
- PH: 06,18 unidades
- Temperatura: -- °C
- Conductividad eléctrica 126,80
- Amoniaco: 00,06 mg/l
- Nitritos: 00,044 mg/l
- Nitratos: 06,10 mg/l
- Cloro residual: --
- Magnesio: 00,036 mg/l
- Cloruros: 14,00 mg/l
- Fluoruros: 00,16 mg/l
- Sulfatos: 07,00 mg/l
- Hierro total: 00,02 mg/l
- Dureza total: 60,00 mg/l
- Sólidos totales: 93,00 mg/l
- Sólidos fijos: 72,00 mg/l
- Sólidos en suspensión: 03,00 mg/l
- Sólidos disueltos 67,00 mg/l
- Hidróxidos: 00,00 mg/l
- Carbonatos: 00,00 mg/l
- Bicarbonatos: 66,00 mg/l
- Alcalinidad total: 66,00 mg/l

Observaciones: desde el punto de vista físico-químico sanitario: nitritos altos, potencial de hidrógenos ácido. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los límites máximos aceptables de normalidad según Norma COGUANOR NGO 29 001.

2.2.4.2. Análisis bacteriológico

El análisis bacteriológico se hace con la finalidad de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos los cuales pueden transmitir enfermedades. Este indica el número de colonias de bacterias.

Tabla XIV. Análisis bacteriológico

investigación de coliformes			
Pruebas normales	Prueba presuntiva	prueba confirmativa	
		formación de gas	
cantidad sembrada	formación de gas -35 C	total	fecal 44.5 C
10.00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01.00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00.01 cm ³	+++++	+++++	+++++
resultado de numero más probable de		> 16x10 ²	> 16x10 ²
gérmenes coliformes 100 cm ³			

Fuente: análisis bacteriológico, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Según Norma COGUANOR NGO 29 001, para este proyecto, los resultados del examen bacteriológico, muestran que el agua no es apta para el consumo humano, debido a que en la muestra se encontraron colonias de la bacteria e colli, que se encuentra presente en el excremento, por lo que se le debe de dar tratamiento para hacerla potable.

2.2.5. Aforo

Es una prueba que se hace durante 24 a 48 horas de bombeo continuo con un caudal equivalente al requerido aumentado en un 10 % a 15 % simultáneamente debe medirse el abatimiento, si después de 24 horas el nivel dinámico del pozo no varía se puede suspender la prueba sabiendo que el pozo es capaz de abastecer la demanda requerida

2.2.6. Levantamiento topográfico

Se utiliza para determinar la posición horizontal y vertical de los puntos sobre la superficie, en la que se diseñará el sistema de abastecimiento de agua. Este permite encontrar puntos de intersección, ubicación de las diferentes obras que componen el sistema. La información se obtiene relacionando las elevaciones de los puntos (altimetría), con las localizaciones de accidentes naturales o estructuras hechas por el hombre como edificios, carreteras, etc. (planimetría). Esta información es colocada en los planos topográficos. El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de primer orden. Se utilizó con un teodolito Pentax TH20D, dos plomadas, una cinta métrica, un estadal de acero de cuatro metros de longitud.

- **Planimetría:** es una rama de la topografía que busca representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia un norte para la orientación, ya sea este real o arbitrario. Se llevó a cabo con el objeto de determinar la longitud del proyecto, así como de determinar elementos importantes que pueden influir en el mismo tales como; accidentes geográficos, carreteras, viviendas, etc. El método planimétrico utilizado en este proyecto fue el de conservación de azimut.

- **Altimetría:** se lleva a cabo para determinar la diferencia de nivel o elevación entre uno o diferentes puntos de una determinada superficie, los cuales representan distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. Para este proyecto se utilizó el método de nivelación compuesta, el cual consiste en colocar el aparato en varias estaciones, amarrando el nivel a la estación anterior, tomando como referencia un nivel conocido y haciendo vistas a diferentes puntos en cada estación.

2.2.7. Período de diseño

Es el período durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra.

Para determinar el período de diseño se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, el costo y la población futura. Según Normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales (UNEPAR), se recomiendan los siguientes períodos de diseño.

Tabla XV. **Periodo de diseño**

TIPO DE ESTRUCTURA	PERÍODO DE DISEÑO
Obras civiles	20 años
Equipo mecánico	De 5 a 10 años

Fuente: elaboración propia.

Por las condiciones de la población y tipo de proyecto se utilizará un período de diseño de 22 años, 20 años debido a que se empleará PVC, más 2 años de gestión.

Debido a que el equipo de bombeo tiene una duración, entre 5 a 10 años, se le dará mantenimiento cada 3 meses y se cambiará cada 5 años.

2.2.8. Cálculo de población

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo, por lo general, el número de habitantes se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del mismo. Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período de diseño, se debe considerar factores de crecimiento poblacional, tales como servicios existentes, facilidades de saneamiento, actividades productivas, comunicaciones, tasa natalidad y mortalidad, migración y emigración.

Debido a que en la mayoría de comunidades se carece de esta información, se ha desarrollado modelos de pronóstico para determinar la población futura. En Guatemala, generalmente se utiliza el modelo geométrico, por ser el método que más se aproxima para definir la población futura.

A continuación se describe el procedimiento para el cálculo de la población futura o de diseño por medio del modelo 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 a inicio del período de diseño. Para el caso del

centro urbano de Caballo Blanco, se realizó el censo al momento de realizar el levantamiento topográfico 3 414 habitantes.

- Se obtiene la tasa de crecimiento anual de la población. Según información de los últimos censos para el departamento de Retalhuleu del Instituto Nacional de Estadística la tasa de crecimiento es de 1,78 por ciento para el centro urbano de la aldea caballo blanco.
- 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 22 años.
- Se calcula la población futura o diseño con la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pf = población al final del período de diseño

Po = población en el año inicial del período de diseño

r = tasa de crecimiento (%)

n = período de diseño (años)

Al aplicar la fórmula con los datos, para la población se obtiene:

$$Pf = 3\,414 (1+0,0178)^{22} = 5034 \text{ habitantes}$$

2.2.9. Determinación de caudal de diseño

La funcionalidad de un sistema de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer las necesidades de confort y propiciar así su desarrollo.

Para lograr tales objetivos es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema esté satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adaptada al conjunto.

Las condiciones climáticas, los días de trabajo, etcétera, tienden a causar algunas variaciones en el consumo de agua. Durante la semana, el lunes se producirá el mayor consumo y el domingo el más bajo. En algunos meses se observará un promedio diario de consumo más alto que el promedio anual. Especialmente en el tiempo caluroso producirá una semana de máximo consumo y ciertos días superarán a otros en cuanto a demanda. También se producen demandas de consumo altas cada mañana al empezar la actividad del día y un mínimo hacia las cuatro de la madrugada.

La cantidad de volumen por unidad de tiempo para satisfacer esta condición, es la dotación que viene dada por litro/habitante/día, para la aldea caballo blanco se utilizará una dotación de 90 litros/habitante/día, según la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Otros factores que influyen para lograr un diseño efectivo del sistema de agua potable son el factor de día máximo y el factor de hora máximo. Para el caso del presente estudio se toma un factor de día máximo de 1,4 y para el factor de hora máxima 2,5, según normas de diseño para acueductos rurales de UNEPAR; para una población pequeña se utilizan factores altos.

El valor utilizado para los factores tanto de día máximo como de hora máximo, depende del criterio del diseñador del proyecto y del tamaño de la población.

2.2.9.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua requerida para satisfacer la necesidad de una población en un día de consumo promedio, en litros por segundo. El caudal medio diario se obtiene del promedio de los consumos diarios en un año.

$$Q_m = D * P / 86400$$

Donde:

D = dotación de L/hab/día

P = número de habitantes

86400 = segundos que tiene un día

Q_m = caudal medio diario

$$Q_m = 90 \text{ lts/hab/día} (5034 \text{ hab}) / 86\ 400 = 5,24 \text{ lts/seg}$$

2.2.9.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo.

$$Q_{D.\text{max}} = Q_m * \text{fdm}$$

Donde:

$Q_{D.\text{max}}$ = caudal de día máximo

Q_m = caudal medio diario

fdm = factor de día máximo

Entonces:

$$Q_{D.max} = 5,24 \text{ lts/seg} * 1,4 = 7,34 \text{ lts/seg}$$

2.2.9.3. Caudal de bombeo

Debido al tipo de fuente que será un pozo perforado, el agua será conducida del mismo hacia el tanque elevado de almacenamiento, por medio de bombeo, para luego ser distribuido por gravedad a la población.

El caudal de bombeo se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_b = Q_{D.max} * 24 / t_b$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

$Q_{D.max}$ = caudal de día máximo

t_b = período de bombeo (horas diarias)

$$Q_b = 7,34 \text{ lts/seg} * 24 / 10 = 17,6 \text{ lts/seg}$$

2.2.9.4. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima. Es utilizado para el diseño de líneas y redes de distribución.

$$Q_{h.max} = Q_m * fhm$$

Donde:

$Q_{h.max}$ = caudal de hora máxima

Q_m = caudal medio diario

fhm = factor de hora maximo

$$Q_{h.max} = 5,24 \text{ lts/seg} * 2,5 = 13,10 \text{ lts/seg}$$

2.2.10. Diseño

Los componentes típicos de un sistema de abastecimiento de agua son los siguientes: captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, línea de distribución, red de distribución, obras hidráulicas y el sistema de desinfección. Dichos componentes se diseñan a continuación.

2.2.10.1. Tipo de tubería

Toda tubería cuenta con tres características fundamentales, las cuales son el diámetro, la clase y el tipo de tubería. Con respecto de diámetro, se debe mencionar que comercialmente a cada tubería se le asigna un diámetro nominal que no es el mismo diámetro interno del conducto. La clase de tubería se refiere a la norma bajo la cual se realizó su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo. También indica la razón entre el diámetro externo y el espesor de la pared de la tubería. Y por último el tipo de tubería se refiere al material de que está fabricada. Los materiales más comunes usados para las tuberías de acueductos son el cloruro de polivinilo (PVC) y el hierro galvanizado (HG).

La tubería a utilizar en el proyecto será de cloruro de polivinilo (PVC) ya que es el material que más se emplea en la actualidad, debido a que es económico, liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe.

A continuación se presentan las consideraciones y requerimientos necesarios para su diseño e instalación.

- Se recomienda usar un diámetro mínimo de 1½" para la línea de conducción, según UNEPAR.
- Atendiendo razones económicas se puede aceptar diámetros de ¾".
- Si se trata de agua con material en suspensión sedimentable o erosivo, la velocidad mínima debe de ser menor de 0,6 m/s y no mayor de 3,0 m/s.
- La tubería debe enterrarse a una profundidad mínima de 0,80 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).
- Para tuberías instaladas bajo calles de tránsito, la profundidad de colocación se calculará en función de las cargas vivas y muertas, el tipo de suelo y la tubería a usar. En estos casos la profundidad de colocación no será menor de 1,20 m.
- En terrenos inclinados, la tubería deberá protegerse mediante la construcción de muros que eviten el deslave.
- En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes, se podrá dejar la tubería aérea, para tal efecto se usará tubería metálica.
- Se deben instalar válvulas de aire, ventosas o chimeneas en los puntos más altos.
- Deben instalarse válvulas de limpieza en los puntos más bajos.
- De ser necesario se construirán anclajes en los cambios de dirección.

2.2.10.2. Diseño línea de conducción

La conducción es la tubería, canales y túneles por donde se transporta el caudal de día máximo, desde la fuente hacia la planta de tratamiento y en caso de no existir esta hacia los depósitos o tanques de almacenamiento.

Hay dos regímenes de conducción, que pueden ser: régimen libre, que se utiliza mediante canales o túneles y el régimen forzado, siendo el de conducción por gravedad o por bombeo. Estos dos últimos son los más utilizados para transportar el agua a los tanques de almacenamiento, aunque es preferible utilizar la conducción por gravedad, ya que el costo de operación es mucho más económico.

Debido a las condiciones topográficas, el tipo de conducción a utilizar será forzada por bombeo, encontrando el diámetro económico, esto se hace despejando el diámetro de la ecuación de continuidad y tomando en cuenta la velocidad máxima y mínima permitida las cuales son 3 m/s y 0,6 m/s respectivamente.

$$d = (1,974 * Q / v)^{1/2}$$

Donde:

d = diámetro de la tubería

Q = caudal para abastecer tanque de almacenamiento

v = velocidad

Entonces determinando diámetros comparar:

$$d_1 = (1,974 * 17,60 \text{ lts/seg} / 0,6 \text{ m/s})^{1/2} = 7,60''$$

$$d_2 = (1,974 * 17,60 \text{ lts/seg} / 3,0 \text{ m/s})^{1/2} = 3,40''$$

Se aproxima a diámetros comerciales, por lo que los diámetros analizar serán el de 4'', 5'' y 6''.

Amortización

$$A = \frac{(i) * (I + 1)^n}{(i + 1)^n - 1}$$

Donde:

A: amortización

i: tasa de interés

n: número de meses que comprende el análisis

$$A = \frac{(0,125/12) * ((0,125/12) + 1)^{120}}{\left(\left(\frac{0,125}{12}\right) + 1\right)^{120} - 1} = 0,0146$$

- Cantidad de tubos a utilizar $L/6 = 75/6 = 12,5$ tubos = 13 tubos

Calculo de pérdidas de carga:

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

Donde:

Hf = pérdida de carga

L = longitud

Q = caudal

C = coeficiente de fricción

Ø = diámetro

$$hf4'' = \frac{1743,811 * 5 * 17,60^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 0,19$$

$$hf5'' = \frac{1743,811 * 5 * 17,60^{1,85}}{150^{1,85} * 5^{4,87}} = 0,065$$

$$hf6'' = \frac{1743,811 * 6 * 17,60^{1,85}}{150^{1,85} * 6^{4,87}} = 0,03$$

Debido a que el tanque de almacenamiento está muy cercano a la fuente, la pérdida en la línea de conducción es mínima, por ello en el inciso 1.1.10.4 se determinará la potencia de la bomba para la carga dinámica total. El diámetro de la tubería a utilizar será el de cuatro pulgadas.

2.2.10.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento tienen como fin principal cubrir las variaciones de los horarios para el consumo teniendo como objetivo almacenar el agua durante las horas de bajo consumo y proporcionar los gastos requeridos a lo largo del día. También se puede proporcionar agua durante algunas horas en un caso de emergencia, como por ejemplo cuando una tubería se rompe, o cuando se suspende el servicio de flujo del agua en una línea de conducción.

Todos los tanques de almacenamiento de concreto o de mampostería, deberán cubrirse con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección con tapa sanitaria, respiraderos, para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad. El acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación para realizar aforos cuando sea necesario.

Por razones económicas es recomendable que los tanques estén ubicados lo más cercano posible a la población a servir, pero tomando en consideración que la cota debe ser tal que permita mantener las presiones en la red dentro de los límites recomendados. Para todos los tanques de almacenamiento deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La tubería de rebalse debe descargar libremente y su cota debe ser menor que la cota de la tubería de entrada.
- El nivel mínimo del agua en el tanque debe ser suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- El tubo de desagüe debe contar con la correspondiente válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Debe tener dispositivos de ventilación convenientemente protegidos instalándolos uno por cada 30 m² de superficie, como mínimo. Estos consisten en dos codos de 90 grados, con malla en el extremo para impedir el paso de insectos.
- Debe tener escaleras interiores y exteriores en caso que las dimensiones excedan 1,20 metros de alto.
- Los extremos de las tuberías de rebalse y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros similares.
- La relación de largo-ancho es de 1.5:1 a 2:1.

Cálculo del volumen del tanque:

Para determinar el volumen del tanque de almacenamiento lo más adecuado es disponer de un estudio de demandas, en el cual se determinen los consumos y gráficamente los caudales de entrada y salida.

Hay que tomar en cuenta que si no es posible realizar algún estudio de demanda, hay que recurrir a las normas, las que indican que el volumen compensador debe estar entre un 25 % y un 40 % del volumen medio diario para un sistema por gravedad. En sistemas de bombeo el volumen puede ser hasta un 70 %, para este proyecto se utiliza el 60 % del volumen medio diario.

Entonces:

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 5,24 \text{ lts/seg} * 86\ 400 * 60/100 = 271\ 641,6 \text{ lts}$$

Lo cual equivale a 271,64 metros cúbicos

2.2.10.4. Equipo de bombeo

Para diseñar el equipo de bombeo hay que tener cierto criterio, ya que hay que tomar en cuenta cual será el diámetro de la tubería, clase de tubería y pérdidas que se producen del pozo hasta el tanque de almacenamiento.

2.2.10.4.1. Verificación golpe de ariete

Para seleccionar el tipo de tubería se debe estimar el cauce a conducir, las condiciones en las que estarán la tubería, las presiones a las que estarán sometidas. El golpe de ariete está definido para el caso crítico que se describe en la siguiente fórmula:

Caso crítico = golpe de ariete + carga dinámica total

El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad (a) que se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{1420}{\left(1 + \frac{K}{E} * \frac{D_i}{e}\right)^{1/2}}$$

Donde:

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua $2,07 \cdot 10^4$ kg/cm²

E = módulo de elasticidad del material (para PVC $3 \cdot 10^4$)

Di = diámetro interno de la tubería

e = espesor

Entonces:

$$a = \frac{1420}{\left(1 + \frac{2,07}{3,00} * \frac{114,3}{8,56}\right)^{1/2}}$$

$$a = 444,23 \text{ m/s}$$

La velocidad para determinar la sobrepresión:

$$v = 1,974 Q / d^2$$
$$v = 1,974 * 17,6 / 8,56^2$$
$$v = 0,47 \text{ m/s}$$

Calculo de sobrepresión:

$$SP = a * v / g$$
$$SP = 444,23 * 0,47 / 9,81$$
$$SP = 21 \text{ m.c.a}$$

El caso crítico para comprobar que la tubería resiste la sobrepresión generada por el golpe de ariete.

$$P_{\max} = 21 \text{ m.c.a} + 50 \text{ m.c.a}$$
$$P_{\max} = 71 \text{ m.c.a}$$

Por lo que la tubería a utilizar será PVC clase 125 la cual resiste 87,88 m.c.a mayor a los 71 m.c.a generados por la sobrepresión.

2.2.10.4.2. Potencia de la bomba

La bomba propuesta para el sistema, será sumergible, para calcular la potencia necesaria de ésta bomba, se determina la carga dinámica total.

- Altura del nivel dinámico a la boca del pozo 50,00 m
- Pérdida de carga en conjunto a columna eje
 $70 * 4 / 100 =$ 2,80 m

- Pérdida de carga en línea de impulsión 0,19 m

$$hf_4'' = \frac{1743,811 * 5 * 17,60^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}}$$
 - Carga de velocidad 0,47 m

$$v = 1,974 * 17,60 / 8,56^2$$
 - Altura de la boca del pozo a la descarga 15,00 m
- Carga dinámica total 68,46 m

$$\text{Potencia de la bomba} = \text{CDT} * Q / 76 e$$

Donde:

CDT= carga dinámica total

Q = caudal

e = eficiencia

Pot = 68,46 * 17,6 / 76 * 0,6 = 26,42 HP (caballos de fuerza) la cual no se encuentra en el mercado, por lo que se usara una superior de 30 HP
 Potencia en kw 30 HP * 0,746 kw = 22,38 kw.

Tiempo de bombeo al mes

$$Tb = 10 \text{ horas} \quad 10 \text{ horas/día} * 30 \text{ días /mes} \quad tb= 300 \text{ horas/mes}$$

Energía requerida por mes:

$$\text{Pot} = 300 \text{ horas/mes} * 22,38 \text{ kw} = 6714 \text{ kw/hora/mes}$$

2.2.10.4.3. Especificaciones del equipo de bombeo

Se utilizará una bomba sumergible, la cual deberá contar con una potencia teórica necesaria de 26.42 HP sin embargo no hay una bomba de esta potencia en el mercado, por lo tanto se acude a la inmediata superior, la cual será de 30 HP.

2.2.10.5. Desinfección del agua

Para la desinfección del agua se utilizará el método de cloración, el objetivo de clorar el agua es asegurar la ausencia de microorganismos patógenos.

Para la desinfección del agua se utilizará hipoclorito de calcio con un 65 % de cloro, aplicado mediante un hipoclorador automático, el cual puede ser graduado dependiendo del caudal, aplicando cero punto diecinueve libras de cloro gas al día por caudal.

Caudal de bombeo 17,60 lts/seg

Cloro necesario = $17,60 \text{ lts/sg} * 0,19 \text{ \#/Q.} = 3,34 \text{ \#/día}$

2.2.10.6. Red de distribución

Para distribuir el agua potable a los habitantes de Caballo Blanco, la red de distribución cuenta con 54 nodos, los cuales forman 27 circuitos.

Tabla XVI. **Caudal en puntos de consumo**

Caudal en puntos de consumo		
Caudal h.max 13,10 lts/sg		
Nodo	No. Casas	Caudal lts/sg
1	15	0,345
2	13	0,299
3	7	0,161
4	16	0,368
5	12	0,276
6	15	0,345
7	9	0,207
8	5	0,115
9	7	0,161
10	12	0,276
11	17	0,391
12	3	0,069
13	14	0,322
14	8	0,184
15	9	0,207
16	8	0,184
17	4	0,092
18	7	0,161
19	14	0,322
20	9	0,207
21	4	0,092
22	8	0,184
23	7	0,161
24	20	0,460
25	17	0,391
26	17	0,391
27	10	0,230

Continuación de la tabla XVI.

28	5	0,115
29	8	0,184
30	4	0,092
31	9	0,207
32	9	0,207
33	12	0,276
34	7	0,161
35	16	0,368
36	7	0,161
37	9	0,207
38	9	0,207
39	18	0,414
40	11	0,253
41	24	0,553
42	20	0,460
43	13	0,299
44	17	0,391
45	4	0,092
46	4	0,092
47	5	0,115
48	4	0,092
49	7	0,161
50	5	0,115
51	18	0,414
52	3	0,069
53	17	0,391
54	17	0,391

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Distribución de caudales en red**

Caudal en tramos (L/s)					
Nodo	Caudal de entrada	Caudal requerido	Dif. E-R	1-2	1-4
1	13,1	0,345	12,755	7,159	5,596
				2-3	2-5
2	7,159	0,299	6,860	3,872	2,988
				3-6	
3	3,872	0,161	3,711	3,711	
				4-5	4-15
4	5,596	0,368	5,227	1,867	3,360
				5-6	5-9
5	4,855	0,276	4,579	2,245	2,334
				6-7	6-10
6	5,955	0,345	5,610	4,655	0,955
				7-8	7-11
7	4,654735312	0,207	4,448	1,017	3,431
				8-13	
8	1,016573333	0,115	0,901	0,901	
				9-10	9-17
9	2,334	0,161	2,173	0,825	1,348
				10-11	10-18
10	1,780	0,276	1,504	0,939	0,565
				11-12	11-19
11	4,370	0,391	3,979	2,394	1,584
				12-13	12-20
12	2,394394284	0,069	2,325	1,068	1,257
				13-14	13-23
13	1,970	0,322	1,647	0,923	0,724
				14-24	
14	0,922807155	0,184	0,739	0,739	
				15-16	15-25
15	3,360	0,207	3,153	0,588	2,565
				16-26	
16	1,20	0,184	1,021	1,021	
				17-16	17-18
17	1,348	0,092	1,256	0,617	0,639
				18-19	
18	1,204	0,161	1,043	1,043	
				19-20	
19	2,627	0,322	2,305	2,305	
				20-21	
20	3,562	0,207	3,355	3,355	
				21-22	21-26

Continuación de la tabla XVII.

21	3,355	0,092	3,263	1,269	1,994
				22-23	22-27
22	1,268544924	0,184	1,084	0,519	0,565
				23-24	
23	1,244	0,161	1,083	1,083	
				26-27	26-33
26	3,015	0,391	2,623	1,160	1,464
				27-28	
27	1,725	0,230	1,494	1,494	
				28-29	28-31
28	1,494	0,115	1,379	0,584	0,795
				24-29	
24	1,821	0,460	1,361	1,361	
				29-30	
29	1,945	0,184	1,761	1,761	
				30-31	
30	1,761	0,092	1,669	1,669	
				31-35	
31	2,464	0,207	2,257	2,257	
				25-36	25-32
25	2,565	0,391	2,173	1,515	0,659
				33-32	33-34
33	1,464	0,276	1,187	0,499	0,688
				32-37	
32	1,158	0,207	0,951	0,951	
				35-34	35-44
35	2,257	0,368	1,888	0,826	1,062
				34-40	
34	1,514	0,161	1,353	1,353	
				36-37	36-38
36	1,514542029	0,161	1,353	0,349	1,005
				37-39	
37	1,300	0,207	1,092	1,092	
				38-41	38-39
38	1,005	0,207	0,797	0,347	0,450
				40-39	40-43
40	1,353	0,253	1,100	0,283	0,817
				39-42	
39	1,826	0,414	1,411	1,411	
				43-42	43-44

Continuación de la tabla XVII.

43	0,817	0,299	0,518	0,245	0,273
				44-45	44-46
44	1,335	0,391	0,944	0,316	0,628
				42-41	
42	1,656	0,460	1,196	1,196	
				41-51	
41	1,543	0,553	0,990	0,990	
				51-50	51-52
51	0,990	0,414	0,576	0,403	0,173
				50-52	
50	0,402728705	0,115	0,288	0,288	
				52-53	
52	0,288	0,069	0,219	0,219	
				53-54	
53	0,391	0,391	0,000	0,000	
				46-47	46-48
46	0,628	0,092	0,536	0,341	0,196
				48-49	
48	0,196	0,092	0,104	0,104	
				45-47	
45	0,316	0,092	0,224	0,224	
				47-49	
47	0,564	0,115	0,449	0,449	
				49-54	
49	0,552	0,161	0,391	0,391	
			Caudal de entrada = caudal requerido		
54	0,391	0,391	0,000		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Diámetro y pérdida de carga

tramo	long (m)	caudal (lts/s)	C	dif. de nivel	Diámetro plg	Diámetro a utilizar (plg)	Perdida de carga hf	hf/Q
1-2	100	7,159	150	0,280	4,87	5,0	0,25	0,03
1-4	147	5,596	150	0,92	3,76	4,0	0,68	0,12
2-3	68	3,872	150	0,21	3,78	4,0	0,16	0,04
2-5	131	2,988	150	0,25	3,78	4,0	0,19	0,06
3-6	119	3,711	150	0,3	3,88	4,0	0,26	0,07
4-5	98	1,867	150	1,45	2,08	2,5	0,59	0,32
4-15	363	3,360	150	0,8	3,84	4,0	0,66	0,20
5-6	68	2,245	150	0,26	2,94	4,0	0,06	0,03
5-9	144	2,334	150	1,17	2,56	4,0	0,13	0,06
6-7	77	4,655	150	0,08	5,07	6,0	0,04	0,01
6-10	144	0,955	150	0,13	2,86	3,0	0,10	0,11
7-8	86	1,017	150	0,83	1,80	2,5	0,17	0,17
7-11	156	3,431	150	0,16	4,53	5	0,10	0,03
8-13	155	0,901	150	0,44	2,21	2,5	0,24	0,27
9-10	68	0,825	150	1,3	1,45	2,5	0,09	0,11
9-17	185	1,348	150	1,37	2,12	3	0,25	0,19
10-11	78	0,939	150	0,05	3,05	3	0,05	0,06
10-18	185	0,565	150	0,2	2,26	2,5	0,12	0,22
11-12	46	2,394	150	0,15	3,12	4	0,04	0,02
11-19	185	1,584	150	0,36	2,96	3	0,34	0,21
12-13	53	1,068	150	0,04	3,10	4	0,01	0,01
12-20	189	1,257	150	0,49	2,56	3	0,23	0,18
13-14	67	0,923	150	0,99	1,59	2,5	0,11	0,12
13-23	192	0,724	150	0,06	3,20	4	0,02	0,03
14-24	216	0,739	150	0,24	2,49	3	0,10	0,13
15-16	119	0,588	150	1,08	1,48	2,5	0,08	0,14
15-25	176	2,565	150	1,38	2,67	3	0,78	0,31
16-26	220	1,021	150	0,2	2,93	3	0,18	0,17
17-16	17	0,617	150	0,37	1,26	2,5	0,01	0,02
17-18	74	0,639	150	0,13	2,14	3	0,03	0,04
18-19	80	1,043	150	0,21	2,38	3	0,07	0,06
19-20	66	2,305	150	0,02	5,00	5	0,02	0,01
20-21	35	3,355	150	0,09	3,72	4	0,06	0,02
21-22	34,000	1,269	150	0,55	1,76	2,5	0,10	0,08
21-26	166	1,994	150	1,58	2,33	3	0,46	0,23
22-23	15	0,519	150	0,07	1,62	2,5	0,01	0,02
22-27	191	0,565	150	0,26	2,15	2,5	0,13	0,22
23-24	71	1,083	150	0,19	2,40	2,5	0,16	0,14
26-27	79	1,160	150	0,77	1,89	2,5	0,20	0,17

Continuación de la tabla XVIII.

26-33	151	1,464	150	0,78	2,35	2,5	0,58	0,40
27-28	17	1,494	150	0,02	3,21	4	0,01	0,00
28-29	169	0,584	150	0,64	1,77	2,5	0,12	0,20
28-31	60	0,795	150	0,09	2,40	2,5	0,07	0,09
24-29	195	1,361	150	0,14	3,43	4	0,07	0,05
29-30	65	1,761	150	0,15	2,98	3	0,14	0,08
30-31	145	1,669	150	0,3	2,98	3	0,29	0,17
31-35	100	2,257	150	0,45	2,85	3	0,35	0,16
25-36	108	1,515	150	2,02	1,83	2,5	0,44	0,29
25-32	227	0,659	150	0,13	2,73	2,5	0,20	0,30
33-32	22	0,499	150	0,45	1,18	2,5	0,01	0,02
33-34	75	0,688	150	0,41	1,75	2,5	0,07	0,10
32-37	57	0,951	150	0,12	2,40	3	0,04	0,04
35-34	136	0,826	150	1,24	1,68	2,5	0,18	0,22
35-44	283	1,062	150	0,35	2,79	3	0,25	0,23
34-40	111	1,353	150	0,43	2,42	3	0,15	0,11
36-37	191	0,349	150	1,77	1,21	2,5	0,05	0,15
36-38	106	1,005	150	0,18	2,56	3	0,08	0,08
37-39	106	1,092	150	0,36	2,29	3	0,10	0,09
38-41	109	0,347	150	0,82	1,26	2,5	0,03	0,08
38-39	162	0,450	150	1,59	1,32	2,5	0,07	0,16
40-39	62	0,283	150	0,81	1,04	2,5	0,01	0,04
40-43	136	0,817	150	0,58	1,96	2,5	0,18	0,22
39-42	123	1,411	150	0,98	2,12	2,5	0,44	0,31
43-42	61	0,245	150	0,41	1,13	2,5	0,01	0,03
43-44	138	0,273	150	0,58	1,30	2,5	0,02	0,09
44-45	73	0,316	150	0,09	1,76	2,5	0,02	0,05
44-46	69	0,628	150	0,23	1,87	2,5	0,06	0,09
42-41	138	1,196	150	0,21	2,80	3	0,15	0,13
41-51	293	0,990	150	0,56	2,49	3	0,22	0,23
51-50	145	0,403	150	1,17	1,31	2,5	0,05	0,13
51-53	42	0,173	150	0,44	0,90	2,5	0,00	0,02
50-52	61	0,288	150	0,61	1,11	2,5	0,01	0,04
52-53	165	0,219	150	1,34	1,04	2,5	0,02	0,09
53-54	280	0,000	150	0,93	0,07	2,5	0,00	0,00
46-47	80	0,341	150	0,18	1,60	2,5	0,02	0,06
46-48	65	0,196	150	0,12	1,35	2,5	0,01	0,03
48-49	81	0,104	150	0,32	0,91	2,5	0,00	0,02
45-47	69	0,224	150	0,04	1,80	2,5	0,01	0,04
47-49	65	0,449	150	0,38	1,46	2,5	0,03	0,06
49-54	115	0,391	150	0,82	1,33	2,5	0,04	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Primera y segunda iteración Método de Cross

Circuito 1 0,84 0,0268 0,1227

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
1-2	100,00	5,00	150,00	7,16	0,25	0,03	0,84	8,00	0,30	0,04	0,03	8,03	0,30564	0,03807
2-5	131,00	4,00	150,00	2,99	0,19	0,06	1,03	4,01	0,33	0,08	-0,02	3,99	0,32539	0,08159
1-4	147,00	4,00	150,00	-5,60	-0,68	0,12	0,84	-4,75	-0,51	0,11	0,03	-4,73	-0,50009	0,10579
4-5	98,00	2,50	150,00	-1,87	-0,59	0,32	0,99	-0,88	-0,15	0,17	-0,24	-1,12	-0,22853	0,20432
suma					-0,83	0,54			-0,0195	0,39			-0,09759	0,42977

Circuito 2 -0,18 0,0517 0,0152

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
2-3	68,00	4,00	150,00	3,87	0,04	0,01	-0,18	3,69	0,15	0,04	0,05	3,74	0,14996	0,04010
3-6	119,00	4,00	150,00	3,71	0,07	0,02	-0,18	3,53	0,24	0,07	0,05	3,58	0,24190	0,06759
5-6	68,00	4,00	150,00	-2,24	-0,03	0,01	-0,29	-2,54	-0,07	0,03	0,01	-2,53	-0,07261	0,02874
2-5	131,00	4,00	150,00	-2,99	-0,06	0,02	-1,03	-4,01	-0,33	0,08	0,02	-3,99	-0,32539	0,08159
Suma					0,02	0,06			-0,0208	0,22			-0,00614	0,21802

Circuito 3 -0,14 0,2640 -0,0268

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
4-5	98,00	2,50	150,00	1,87	0,59	0,32	-0,99	0,88	0,15	0,17	0,24	1,12	0,22853	0,20432
5-9	144,00	4,00	150,00	2,33	0,13	0,06	-0,26	2,08	0,11	0,05	0,22	2,30	0,12956	0,05624
9-17	185,00	3,00	150,00	1,35	0,25	0,19	-0,21	1,14	0,18	0,16	0,41	1,55	0,32333	0,20906
17-16	17,00	2,50	150,00	0,62	0,01	0,02	0,29	0,91	0,03	0,03	-0,02	0,88	0,02563	0,02901
15-16	119,00	2,50	150,00	-0,59	-0,08	0,14	-0,20	-0,78	-0,14	0,18	0,33	-0,46	-0,05313	0,11609
4-15	363,00	4,00	150,00	-3,36	-0,66	0,20	-0,14	-3,50	-0,71	0,20	0,26	-3,24	-0,61409	0,18951
					0,25	0,92			-0,3885	0,80			0,03983	0,80423

Circuito 4 0,11 0,0397 0,0006

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
5-6	68,00	4,00	150,00	2,24	0,06	0,03	0,29	2,54	0,07	0,03	-0,01	2,53	0,07261	0,02874
6-10	144,00	3,00	150,00	0,96	0,10	0,11	0,05	1,00	0,11	0,11	0,07	1,08	0,12844	0,11947
9-10	68,00	2,50	150,00	-0,82	-0,09	0,11	0,05	-0,78	-0,081	0,10	0,18	-0,60	-0,04944	0,08300
5-9	144,00	4,00	150,00	-2,33	-0,13	0,06	0,05	-2,29	-0,13	0,06	-0,22	-2,51	-0,15194	0,06052
					-0,06	0,30			-0,022	0,30			-0,00033	0,29172

Circuito 7 0,06 -0,1415 -0,0167

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
9-10	68,00	2,50	150,00	0,82	0,09	0,11	-0,05	0,78	0,08	0,10	-0,18	0,60	0,04944	0,08300
10-18	185,00	2,50	150,00	0,56	0,12	0,22	0,26	0,83	0,25	0,30	-0,08	-0,08	-0,00352	0,04235
17-18	74,00	3,00	150,00	-0,64	-0,03	0,04	0,50	-0,144	0,00	-0,01	-0,43	-0,43	-0,01196	0,02801
9-17	185,00	3,00	150,00	-1,35	-0,25	0,19	0,21	-1,14	-0,18	0,16	-0,41	-0,41	-0,02716	0,06700
					-0,06	0,55			0,145	0,55			0,00680	0,22035

Continuación de la tabla XIX.

Circuito 5 0,06 -0,0312 0,0104

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
6-7	77,00	6,00	150,00	4,65	0,04	0,01	0,06	4,72	0,04	0,01	-0,03	4,69	0,03577	0,00763
7-11	156,00	5,00	150,00	3,43	0,10	0,03	0,34	3,77	0,12	0,03	-0,03	3,75	0,11636	0,03107
10-11	78,00	3,00	150,00	-0,94	-0,05	0,06	0,26	-0,68	-0,03	0,04	0,03	-0,65	-0,02753	0,04226
6-9	144,00	3,00	150,00	-0,96	-0,10	0,11	-0,05	-1,00	-0,11	0,11	-0,07	-1,08	-0,12844	0,11947
					-0,02	0,20			0,011	0,20			-0,00384	0,20043

Circuito 13 -0,43 0,2855 -0,0560

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
17-18	74,00	3,00	150,00	0,64	0,03	0,04	-0,50	0,144	-0,002	-0,01	0,43	0,57	0,02046	0,03584
18-19	80,00	3,00	150,00	1,04	0,07	0,06	-0,23	0,809	-0,042	-0,05	0,34	1,15	0,08120	0,07043
19-20	66,00	5,00	150,00	2,30	0,02	0,01	-0,55	1,758	0,012	0,01	0,14	1,90	0,01403	0,00738
20-21	35,00	4,00	150,00	3,35	0,06	0,02	-1,03	2,328	0,032	0,01	0,10	2,43	0,03476	0,01431
21-26	166,00	3,00	150,00	1,99	0,46	0,23	-0,77	1,227	0,189	0,15	-0,06	1,17	0,17209	0,14757
16-26	220,00	3,00	150,00	-1,02	-0,18	0,17	-0,48	-1,506	-0,366	0,24	0,35	-1,16	-0,22482	0,19429
17-16	17,00	2,50	150,00	-0,62	-0,0132	0,02	-0,29	-0,905	-0,027	0,03	-0,30	-1,20	-0,04518	0,03764
					0,45	0,56			-0,203	0,38			0,05255	0,50747

Circuito 12 0,05 -0,0628 0,0781

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
15-16	119,00	2,50	150,00	0,59	0,08	0,1436	0,20	0,78	0,14	0,1835	-0,33	0,458	0,05313	0,11609
16-26	220,00	3,00	150,00	1,02	0,18	0,1746	0,48	1,51	0,37	0,2430	-0,35	1,157	0,22482	0,19429
26-33	151,00	2,50	150,00	1,46	0,58	0,3957	0,13	1,59	0,68	0,4249	-0,10	1,495	0,60211	0,40282
33-32	22,00	2,50	150,00	0,50	0,01	0,0231	0,16	0,66	0,02	0,0294	-0,12	0,540	0,01335	0,02471
25-32	227,00	2,50	150,00	-0,66	-0,20	0,3019	-0,12	-0,78	-0,27	0,3490	-0,06	-0,843	-0,31342	0,37200
15-25	176,00	3,00	150,00	-2,56	-0,78	0,3057	0,05	-2,51	-0,75	0,3005	-0,06	-2,576	-0,79029	0,30684
					-0,13	1,34			0,178	1,53			-0,21030	1,41674

Circuito 8 -0,20 -0,0583 0,1963

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
10-11	78,00	3,00	150,00	0,94	0,05	0,06	-0,26	0,68	0,03	0,04	-0,03	0,65	0,02753	0,04226
11-19	185,00	3,00	150,00	1,58	0,34	0,21	-0,31	1,27	0,23	0,18	-0,20	1,07	0,16351	0,15284
18-19	80,00	3,00	150,00	-1,04	-0,07	0,06	0,23	-0,81	0,04	-0,05	-0,34	-1,15	-0,08120	0,07043
10-18	185,00	2,50	150,00	-0,56	-0,12	0,22	-0,26	-0,83	-0,25	0,30	-0,14	-0,97	-0,33018	0,34112
					0,20	0,55			0,05	0,47			-0,22034	0,60665

Circuito 6 -0,28 -0,0033

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
7-8	86,00	2,50	150,00	1,02	0,17	0,17	-0,28	0,74	0,09	0,13	0,00	0,73	0,09170	0,12515
8-13	155,00	2,50	150,00	0,90	0,24	0,27	-0,28	0,62	0,12	0,20	0,00	0,62	0,12047	0,19507
12-13	53,00	4,00	150,00	-1,07	-0,01	0,01	-0,87	-1,94	-0,03	0,02	-0,19	-2,13	-0,04124	0,01937
11-12	46,00	4,00	150,00	-2,39	-0,04	0,02	-0,39	-2,79	-0,06	0,02	-0,15	-2,94	-0,06481	0,02208
7-11	156	5	150,00	-3,431	-0,10	0,03	-0,34	-3,77	-0,12	0,03	0,03	-3,75	-0,11636	0,03107
					0,26	0,49			0,00	0,39			-0,01024	

Continuación de la tabla XIX.

Circuito 9 0,11 0,1432

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
11-12	46,00	4,00	150,00	2,39	0,04	0,02	0,39	2,79	0,06	0,02	0,15	2,94	0,06481	0,02208
12-20	189	3	150,00	1,257	0,23	0,18	-0,48	0,78	0,09	0,12	-0,0400	0,74	0,08379	0,11372
19-20	66	5	150,00	-2,305	-0,02	0,01	0,55	-1,76	-0,01	0,01	-0,1424	-1,90	-0,01403	0,00738
11-19	185	3	150,00	-1,584	-0,34	0,21	0,31	-1,27	-0,23	0,18	0,2015	-1,07	-0,16351	0,15284
					-0,09	0,42			-0,0858	0,32			-0,02895	

Circuito 10 0,59 0,1831 0,0816

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
12-13	53	4,00	150,00	1,07	0,01	0,01	0,87	1,94	0,03	0,02	0,19	2,13	0,04124	0,01937
13-23	192	4	150,00	0,724	0,02	0,03	0,63	1,36	0,06	0,05	0,1247	1,48	0,07634	0,05153
22-23	15	2,5	150,00	-0,5193243	-0,01	0,02	0,58	0,06	0,00	0,00	0,1303	0,188	0,00129	0,00686
21-22	34,000	2,5	150,00	-1,2685449	-0,10	0,08	0,26	-1,01	-0,07	0,06	0,2444	-0,76	-0,03914	0,05125
20-21	35	4	150,00	-3,355	-0,06	0,02	1,03	-2,33	-0,03	0,01	-0,1024	-2,43	-0,03476	0,01431
12-20	189	3	150,00	-1,257	-0,23	0,18	0,48	-0,78	-0,09	0,12	0,0400	-0,74	-0,08379	0,11372
					-0,37	0,33			-0,09	0,27			-0,03882	0,25704

Circuito 11 -0,04 0,0584

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
13-14	67	2,50	150,00	0,92	0,11	0,12	-0,04	0,88	0,10	0,11	0,06	0,94	0,11403	0,12087
14-24	216	3	150,00	0,739	0,10	0,13	-0,04	0,70	0,09	0,12	0,0584	0,76	0,10122	0,13333
23-24	71	2,5	150,00	-1,083	-0,16	0,14	-0,06	-1,14	-0,17	0,15	0,0056	-1,13	-0,16942	0,14960
13-23	192	4	150,00	-0,724	-0,02	0,03	-0,63	-1,36	-0,06	0,05	-0,1247	-1,48	-0,07634	0,05153
					0,03	0,42			-0,05	0,44			-0,03050	

Circuito 14 0,33 -0,0613 0,1216

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
21-22	34	2,50	150,00	1,27	0,10	0,08	-0,26	1,01	0,07	0,06	-0,24	0,76	0,03914	0,05125
22-27	191	2,5	150,00	0,565	0,13	0,22	0,32	0,88	0,29	0,33	-0,1141	0,77	0,22181	0,28908
21-26	166	3	150,00	-1,994	-0,46	0,23	0,77	-1,23	-0,19	0,15	-0,3468	-1,57	-0,29980	0,19044
26-27	79	2,5	150,00	-1,1596141	-0,20	0,17	0,41	-0,75	-0,09	0,12	-0,0954	-0,85	-0,10973	0,12982
					-0,44	0,70			0,07	0,66			-0,14858	0,66059

Circuito 15 0,02 0,0528

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
22-23	15	2,50	150,00	0,52	0,01	0,02	-0,32	0,20	0,00	0,01	-0,13	0,07	0,00022	0,00306
23-24	71	2,5	150,00	1,083	0,16	0,14	0,06	1,14	0,17	0,15	-0,0056	1,13	0,16942	0,14960
24-29	195	4	150,00	1,361	0,07	0,05	0,02	1,38	0,07	0,05	0,0528	1,43	0,07274	0,05083
28-29	169	2,5	150,00	-0,5844323	-0,12	0,20	0,49	-0,10	0,00	0,04	0,1805	0,08	0,00320	0,03861
27-28	17	4	150,00	-1,494	-0,01	0,00	0,09	-1,40	-0,01	0,00	0,0187	-1,38	-0,00595	0,00430
22-27	191	2,5	150,00	-0,565	-0,13	0,22	-0,32	-0,88	-0,29	0,33	0,1141	-0,77	-0,22181	0,28908
					-0,02	0,64			-0,057	0,58			0,01783	0,53547

Continuación de la tabla XIX.

Circuito 16 0,17 -0,0019 -0,0124

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
25-32	227	2,50	150,00	0,66	0,20	0,30	0,12	0,78	0,27	0,349	0,06	0,84	0,31342	0,37200
32-37	57	3	150,00	0,951	0,04	0,04	0,29	1,24	0,07	0,053	-0,0617	1,18	0,05997	0,05102
36-37	191	2,5	150,00	-0,3488023	-0,05	0,15	0,17	-0,18	0,02	-0,084	0,0922	-0,09	-0,00396	0,04545
25-36	108	2,5	150,00	-1,514542	-0,44	0,29	0,17	-1,34	-0,35	0,263	-0,0019	-1,34	-0,35264	0,26284
					-0,25	0,78			0,002	0,58			0,01680	0,73130

Circuito 17 -0,11 0,0598

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
33-32	22	2,50	150,00	-0,50	-0,01	0,02	-0,16	-0,66	-0,02	0,03	0,1226	-0,54	-0,01335	0,02471
33-34	75	2,5	150,00	0,688	0,07	0,10	-0,04	0,65	0,06	0,10	0,0256	0,68	0,06932	0,10221
34-40	111	3	150,00	1,353	0,15	0,11	-0,29	1,06	0,10	0,09	0,0034	1,07	0,09752	0,09145
40-39	62	2,5	150,00	0,2830083	0,01	0,04	-0,35	-0,07	0,00	0,01	0,1847	0,12	0,00225	0,01910
37-39	106	3	150,00	-1,092	-0,10	0,09	-0,12	-1,21	-0,12	0,10	0,1538	-1,06	-0,09136	0,08657
32-37	57	3	150,00	-0,951	-0,04	0,04	-0,29	-1,24	-0,07	0,05	0,0617	-1,18	-0,05997	0,05102
					0,08	0,41			-0,04	0,38			0,00442	0,37506

Circuito 18 -0,08 0,0342 -0,0332

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
26-27	79	2,50	150,00	1,16	0,20	0,17	-0,41	0,75	0,09	0,12	0,10	0,85	0,10973	0,12982
27-28	17	4	150,00	1,494	0,01	0,00	-0,09	1,40	0,01	0,00	-0,0187	1,38	0,00595	0,00430
28-31	60	2,5	150,00	0,795	0,07	0,09	0,39	1,19	0,16	0,13	0,1618	1,35	0,19821	0,14680
31-35	100	3	150,00	2,257	0,35	0,16	-0,08	2,18	0,33	0,15	0,0342	2,21	0,33968	0,15336
35-34	136	2,5	150,00	0,826	0,18	0,22	-0,25	0,57	0,09	0,16	-0,0222	0,55	0,08510	0,15493
33-34	75	2,5	150,00	-0,688	-0,07	0,10	0,04	-0,65	-0,06	0,10	-0,0256	-0,68	-0,06932	0,10221
26-33	151	2,5	150,00	-1,464	-0,58	0,40	-0,13	-1,59	-0,68	0,42	0,0970	-1,49	-0,60211	0,40282
					0,16	1,14			-0,07	1,09			0,06722	1,09425

Circuito 19 -0,47 -0,1277 0,0030

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
29-30	65	3,00	150,00	1,76	0,14	0,08	-0,47	1,29	0,08	0,06	-0,13	1,16	0,06716	0,05770
30-31	145	3	150,00	1,669	0,29	0,17	-0,47	1,20	0,16	0,13	-0,1277	1,07	0,12864	0,12000
28-31	60	2,5	150,00	-0,795	-0,07	0,09	-0,39	-1,19	-0,16	0,13	-0,1618	-1,35	-0,19821	0,14680
28-29	169	2,5	150,00	0,5844323	0,12	0,20	-0,49	0,10	0,00	0,04	-0,1805	-0,08	-0,00320	0,03861
					0,48	0,55			0,088	0,37			-0,00561	0,36311

Circuito 20 0,01 -0,0941

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
26-38	106	3,00	150,00	-1,00	-0,08	0,0830	0,01	-1,00	-0,083	0,0826	-0,09	-1,09	-0,09755	0,08922
38-39	162	2,5	150,00	-0,450	-0,07	0,1559	0,51	0,06	0,002	0,0277	-0,1119	-0,05	-0,00134	0,02529
37-39	106	3	150,00	1,092	0,10	0,0891	0,12	1,21	0,118	0,0972	-0,1538	1,06	0,09136	0,08657
36-37	191	2,5	150,00	0,3488023	0,05	0,1479	-0,17	0,18	-0,015	-0,0840	-0,0922	0,09	0,00396	0,04545
					0,00	0,48			0,022	0,12			-0,00358	0,24653

Circuito 21 -0,50 0,0178

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
38-39	162	2,50	150,00	0,45	0,07	0,1559	-0,51	-0,06	-0,002	0,02766	0,11	0,053	0,00134	0,02529
39-42	123	2,5	150,00	1,411	0,44	0,3125	-0,74	0,67	0,111	0,16572	0,1427	0,81	0,15859	0,19532
42-41	138	3	150,00	1,196	0,15	0,1253	-0,70	0,50	0,030	0,05966	-0,0079	0,49	0,02893	0,05886
38-41	109	2,5	150,00	-0,3471222	-0,03	0,0841	-0,50	-0,85	-0,153	0,18016	0,0178	-0,83	-0,14744	0,17695
					0,63	0,68			-0,014	0,43			0,04141	0,45642

Continuación de la tabla XIX.

Circuito 22 0,24 -0,1249

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
40-43	136	2,50	150,00	0,82	0,18	0,22	0,06	0,88	0,20	0,23	-0,18	0,70	0,13158	0,18927
43-42	61	2,5	150,00	0,2446732	0,01	0,03	0,05	0,29	0,01	0,04	-0,1506	0,14	0,00304	0,02174
39-42	123	2,5	150,00	-1,411	-0,44	0,31	0,74	-0,67	-0,11	0,17	-0,1427	-0,81	-0,15859	0,19532
40-39	62	2,5	150,00	-0,2830083	-0,0114	0,04	0,35	0,07	0,00	0,01	-0,1847	-0,118	-0,00225	0,01910
					-0,27	0,60			0,10	0,45			-0,02621	0,42544

Circuito 23 0,18 0,0563

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
35-44	283	3,00	150,00	1,06	0,25	0,23	0,18	1,24	0,33	0,27	0,06	1,30	0,35730	0,27543
43-44	138	2,5	150,00	-0,273	-0,02	0,09	-0,01	-0,29	-0,03	0,09	0,0306	-0,26	-0,02102	0,08213
40-43	136	2,5	150,00	-0,817	-0,18	0,22	-0,06	-0,88	-0,20	0,23	0,1813	-0,70	-0,13158	0,18927
34-40	111	3	150,00	-1,353	-0,15	0,11	0,29	-1,06	-0,10	0,09	-0,0034	-1,07	-0,09752	0,09145
35-34	136	2,5	150,00	-0,826	-0,18	0,22	0,25	-0,57	-0,09	0,16	0,0222	-0,55	-0,08510	0,15493
					-0,29	0,87			-0,09	0,84			0,02208	0,79321

Circuito 24 0,19 0,0257

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
41-51	293	3,00	150,00	-0,99	-0,22	0,2266	0,19	-0,80	-0,151	0,189	0,03	-0,77	-0,14167	0,18347
51-53	42	2,5	150,00	-0,173	0,00	0,0179	0,04	-0,14	-0,002	0,015	-0,0585	-0,20	-0,00389	0,01989
53-54	280	2,5	150,00	0,000	0,00	0,0002	0,19	0,19	0,025	0,131	0,0257	0,22	0,03165	0,14532
49-54	115	2,5	150,00	0,391	0,04	0,0982	0,19	0,58	0,080	0,138	0,0257	0,61	0,08715	0,14306
48-49	81	2,5	150,00	0,104	0,00	0,0223	0,19	0,29	-0,016	-0,054	-0,1026	0,19	0,00701	0,03718
46-48	65	2,5	150,00	0,196	0,01	0,0308	0,19	0,38	-0,021	-0,055	-0,1026	0,28	0,01174	0,04184
44-46	69	2,5	150,00	0,628	0,06	0,0881	0,08	0,70	0,068	0,097	-0,0383	0,67	0,06150	0,09247
43-44	138	2,5	150,00	0,273	0,02	0,0868	0,01	0,29	0,026	0,090	-0,0306	0,26	0,02102	0,08213
43-42	61	2,5	150,00	-0,2446732	-0,01	0,0349	-0,05	-0,29	-0,012	0,040	0,1506	-0,140	-0,00304	0,02174
42-41	138	3	150,00	-1,196	-0,15	0,1253	0,70	-0,50	-0,030	0,060	0,0079	-0,49	-0,02893	0,05886
					-0,26	0,73			-0,0309	0,65			0,04254	0,82595

Circuito 25 0,00 0,1283 0,0301

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
46-47	80	2,50	150,00	2,50	0,83	0,330	-0,11	2,39	0,76	0,318	0,06	2,45	0,79690	0,325025
47-49	65	2,5	150,00	2,5	0,67	0,268	0,00	2,50	0,67	0,269	0,1283	2,63	0,73873	0,280575
48-49	81	2,5	150,00	-2,5	-0,84	0,335	-0,19	-2,69	-0,96	0,356	0,1026	-2,58	-0,88981	0,344222
46-48	65	2,5	150,00	-2,5	-0,67	0,268	-0,19	-2,69	-0,77	0,286	0,1026	-2,58	-0,71405	0,276227
					-0,01	1,20			-0,291	1,23			-0,06822	1,22605

Circuito 26 0,12 0,0639

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
44-45	73	2,50	150,00	0,32	0,02	0,052	0,12	0,43	0,029	0,068	0,06	0,50	0,03793	0,07635
45-47	69	2,5	150,00	0,224	0,01	0,037	0,12	0,34	0,018	0,052	0,0639	0,40	0,02453	0,06062
46-47	80	2,5	150,00	-0,3405176	-0,02	0,061	0,11	-0,23	-0,010	0,043	-0,0643	-0,29	-0,01559	0,05331
44-46	69	2,5	150,00	-0,628	-0,06	0,088	-0,08	-0,70	-0,068	0,097	0,0383	-0,67	-0,06150	0,09247
					-0,05	0,24			-0,0308	0,26			-0,01463	0,28276

Circuito 27 0,16 0,0842

Tramo	Longitud	Diametro (plg)	C	Q	hf	hf/Q	Delta	Q,1	hf1	hf1/Q1	Delta	Q,2	hf2	hf2/Q2
51-50	145	2,50	150,00	-0,40	-0,05	0,127	0,16	-0,25	-0,021	0,084	0,08	-0,16	-0,00950	0,05857
50-52	61	2,5	150,00	-0,288	-0,01	0,040	0,16	-0,13	-0,003	0,021	0,0842	-0,05	-0,00041	0,00861
52-53	165	2,5	150,00	-0,219	-0,02	0,086	0,16	-0,06	-0,002	0,030	0,0842	0,02	0,00027	0,01219
51-53	42	2,5	150,00	0,173	0,00	0,018	-0,04	0,14	0,002	0,015	0,0585	0,20	0,00389	0,01989
					-0,08	0,27			-0,023	0,15			-0,00575	0,09926

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Tarifa

El tema de la tarifa a cobrar para el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable para Caballo Blanco es un tema esencial en el diseño, esto porque el proyecto debe de ser autosostenible para funcionar a lo largo del tiempo.

Para proponer una tarifa es necesario conocer el costo de ejecución de la obra, además del costo de mantenimiento y el poder adquisitivo que tiene la gente en el área, para así proponer una tarifa que pueda ser cubierta por la población.

2.2.12. Evaluación de Impacto Ambiental

Nombre del proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu.

Nombre del proponente: Municipalidad de Retalhuleu

Dirección donde se ubicará el proyecto: Centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu.

Etapa de construcción: en la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco será necesario realizar excavaciones para inserción de tubería de agua, la cual no será de mayor molestia para los pobladores del lugar, puede que en un momento se lleguen a cerrar calles, sin embargo el pueblo tiene calles alternas por lo que este problema puede ser resuelto de esa manera.

Etapa de operación: el impacto ambiental en cuanto a la operación del sistema de abastecimiento de agua es sumamente positivo, esto porque la gente actualmente toma el agua de pozos artesanales, los cuales en la mayoría se encuentran contaminados porque el pueblo tampoco cuenta con un sistema de recolección de excretas, lo que hace que los pobladores del lugar utilicen pozos ciegos, lo cual contamina el agua del manto freático.

En etapa de ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable se trabajará únicamente en jornada diurna, lo cual no afectará a los pobladores en cuanto a ruidos o movimientos de noche.

Proyección de uso de agua: se pretende contar con un sistema de abastecimiento continuo de agua potable para los pobladores del centro urbano de Caballo Blanco, con lo que se estima se consuma un caudal medio diario de 5,24 l/s.

No serán emitidos gases o partículas de polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos o azufre.

El agua residual será generada por actividades de limpieza y utilización de servicio sanitario, no será de tipo industrial.

Se contará con un sistema de desinfección del agua, lo cual brindará a los pobladores un agua sanitariamente segura y apta para el consumo humano.

En el aspecto social, el cambio o modificación económica, social y cultural será positiva.

No se generan efectos o riesgos derivados de la actividad para el vecindario, no se generan riesgo a la salud de los pobladores cercanos al sitio ni molestia alguna.

2.2.13. Presupuesto

El presupuesto para la construcción del mercado San Martín de Porres se detalla a continuación.

Tabla XX. **Presupuesto sistema de abastecimiento de agua potable**

No.	Actividad	Unidad	Cantidad	Costo	Sub Total
1	Replanteo topográfico	ml	6 250,00	Q 2,70	Q 16 875,00
2	Excavación y zanjeo	m ³	1 080,00	Q 45,66	Q 49 314,00
3	Equipo de bombeo	global	1,00	Q 33 200,00	Q 33 200,00
4	Equipo de cloración hipoclorador	global	1,00	Q 7 850,00	Q 7 850,00
5	Cajas mas válvulas	unidad	21,00	Q 1 607,46	Q 33 756,66
6	Línea de conducción	ml	25,00	Q 107,53	Q 2 688,23
7	Línea de distribución	m ²	6 250,00	Q 84,42	Q 527 652,76
8	Conexión domiciliar	global	569,00	Q 1 300,86	Q 740 189,34
Total.....					Q 1 345 336,99

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Cronograma de ejecución de la obra

Es necesario realizar un estimado del tiempo de ejecución de la obra, por lo tanto se realiza un cronograma de ejecución, esta herramienta será de gran

utilidad para planificar un correcto desarrollo en cuanto a materiales, personal y financiero.

Tabla XXI. **Cronograma sistema de abastecimiento de agua potable**

Mes	1				2				3				4			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 Línea de conducción bombeo	■	■	■	■												
2 Equipo de bombeo		■	■	■	■	■	■									
3 Equipo de cloración		■	■	■	■	■										
4 Tubería conducción 6"		■	■	■	■	■	■									
5 Red de distribución		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6 Conexione cajas de valvulas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7 Conexiones domiciliars		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8 Pruebas de presion		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9 Relleno y compactación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10 Fletes de acarreo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia

2.2.15. Operación y mantenimiento

Para la operación del sistema de abastecimiento de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco, Retalhuleu, se tiene contemplada la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión a los accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente.

La persona a cargo del sistema tendrá también a cargo la supervisión del correcto funcionamiento del equipo de bombeo y el sistema de cloración, a dicha persona encargada del mantenimiento del sistema se le pretende pagar un salario de Q 3 000,00 mensualmente.

Se tiene contemplado para los gastos de mantenimiento la compra de accesorios como tubos, codos, llaves, pegamentos, uniones, sistema de cloración, y demás artefactos que sean necesarios para tener el sistema en funcionamiento durante el tiempo de operación del proyecto, para lo que se tiene contemplada la cantidad de Q. 1 500,00 mensualmente.

2.2.16. Propuesta de tarifa

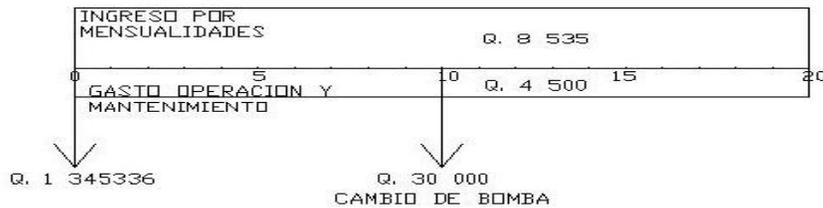
Durante la operación del servicio de agua potable se pretende cobrar una tarifa por vivienda de Q. 15,00 ingreso que será utilizado por concepto de cubrir gastos generados por el proyecto, con esta tarifa se pretende cubrir el sistema en su totalidad para que este pueda trabajar por sí mismo.

Asumiendo que las 569 viviendas que se van a conectar al sistema paguen su mensualidad se cuenta con ingresos de Q. 8 535,00 con lo que se puede mantener el sistema sin necesidad de ningún aporte municipal para sustentar el proyecto.

2.2.17. Evaluación Socioeconómica

Es importante saber que el proyecto de agua potable para el centro urbano de Caballo Blanco no es un proyecto lucrativo, no se pretende hacer dinero a partir de este proyecto, donde sí existen ganancias es en el sector social, pues se incrementa enormemente la calidad de vida de los pobladores del lugar, sin embargo para estar seguros de que el sistema funcionará es necesario hacer un estudio económico para ver la factibilidad del mismo, a continuación se presenta un esquema del flujo de efectivo relacionado al proyecto.

Figura 39. Diagrama de flujo de caja



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad.

2.2.17.1. Valor Presente Neto (VPN)

El cambio en la cantidad de dinero en un período de tiempo se llama interés, esto es un incremento entre una suma original y un monto final acumulado, es por esto que se debe realizar un análisis económico para ver si el proyecto es sustentable.

En la imagen anterior se puede ver el flujo del dinero en el tiempo, datos a utilizar para determinar el presente neto.

Inversión inicial: Q 1 345 336,99

Gastos de operación y mantenimiento (mensualidades): Q 4 500,00

Ingresos (mensualidad): Q 8 535,00

Gasto de cambio de bomba a los 10 años: Q 30 000,00

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Donde:

P = presente

F = futuro

i = interés

n = tiempo

$$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1 + 0,12)^{10}} = 0,3219$$

$$P = -30\ 000,00 * 0,3219 = -9\ 659,20$$

En el presente el gasto de reemplazar la bomba en 10 años equivale a 9659,20 quetzales.

$$\frac{P}{A} = \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$$

Donde:

P = presente

A = anualidad

i = interés

n = tiempo

$$\frac{P}{A} = \frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12(1 + 0,12)^{20}} = 7,4694$$

$$P = (8\ 535 - 4\ 500) * 7,4694 = 30\ 139,03$$

Valor Presente Neto:

$$VPN = 30\,139,03 - 9\,659,20 - 1\,345\,337 = -1\,324\,857$$

Se puede ver claramente que el valor presente neto es negativo, lo cual indica que no se recupera la inversión inicial en el tiempo que dura el proyecto, sin embargo las mensualidades si alcanzan para mantener funcionando el proyecto, este tipo de proyectos no son lucrativos y no buscan obtener ganancias materiales, sin embargo la ganancia social en un proyecto de este tipo es muy grande.

2.2.17.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés pagada sobre el saldo no pagado de dinero obtenido en préstamo o la tasa del interés ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión, de manera que el pago o entrada final iguala exactamente a cero el saldo con el interés considerado.

La Tasa Interna de Retorno está expresada como un porcentaje, en este caso como un porcentaje positivo, es decir no se considera el hecho de que el interés pagado en un préstamo sea en realidad una tasa de retorno negativa desde la perspectiva del prestamista.

Inversión inicial = VPN eq

$$1\,345\,337 = 1\,324\,857 \left(\frac{P}{F}, i, 20 \right)$$

$$0,9847 = \left(\frac{P}{F}, i, 20 \right)$$

Dados éstos datos se determina que el TIR es menor al 0.25 %, lo que hace ver que en 20 años es una inversión nada lucrativa, sin embargo como se ha visto en el VPN, las mensualidades son suficientes para cubrir con los gastos de mantenimiento y operación.

CONCLUSIONES

1. La construcción del mercado municipal San Martín de Porres vendrá a mejorar la calidad de vida de los pobladores del centro de Retalhuleu, mediante la disminución de contaminación y problemas con parqueo vehicular en el área.
2. El mercado municipal San Martín de Porres tiene un gran potencial económico, sin embargo, no ha sido explotado por el estado de abandono en el cual se encuentra dicho lugar.
3. La ejecución del proyecto de agua potable para Caballo Blanco podrá mejorar la calidad de vida de los habitantes, ya que contará con agua entubada y principalmente con un sistema de desinfección para evitar que se utilicen fuentes contaminadas.
4. Enfermedades podrán ser mermadas en Caballo Blanco al proveerle a los pobladores agua sanitariamente segura para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

1. En la construcción de los proyectos de agua potable y el mercado municipal es de gran importancia que los materiales de construcción sean sometidos a pruebas de laboratorio para garantizar la seguridad y condiciones óptimas de los mismos.
2. Construir los proyectos basándose en planos constructivos y especificaciones técnicas.
3. Es importante que la Municipalidad en coordinación con el Ministerio de Salud Pública realicen una campaña educativa acerca del uso adecuado del agua potable.
4. Realizar por parte de la Municipalidad un mantenimiento adecuado a los distintos componentes del sistema de agua potable y el mercado municipal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de Ingenieros Constructores de Norteamérica (ACI). *Requisitos de reglamento para concreto estructural 318S-05*. 495 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, *Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala: AGIES NSE 2*. 2010. 72 p.
3. Corporación Municipal, Concejo Municipal de Desarrollo. *Plan de Desarrollo Municipal de Retalhuleu "Diagnostico y Estrategias de Desarrollo Año 2008-2020"*. Guatemala: COMUDE. 157 p.
4. GARCÍA, Leonardo A. *Mercado municipal manuales elementales de servicios municipales*, Managua, Nicaragua: AMUNIC E INIFOM, 2001. 120 p.
5. Instituto de Fomento Municipal, *Normativo para el diseño de sistemas de agua potable*. Guatemala: INFOM. 103 p.
6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. México: McGraw-Hill 1991. 738 p.
7. RODRÍGUEZ, Pedro. *Abastecimiento de agua*. México: Instituto Tecnológico de Oaxaca. 2001. 479 p.

Análisis físico-químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 30 308		INF. No. 24 949	
INTERESADO: CARLOS ROLANDO CARDONA VILLATORO, Carné No. 200815362		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU"	
RECOLECTADA POR: JORGE LÓPEZ		DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Caballo Blanco, Retalhuleu		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2012-08-27; 20 h 00 min.	
FUENTE: Pozo		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2012-08-28; 10 h 20 min.	
MUNICIPIO: Retalhuleu		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración	
DEPARTAMENTO: Retalhuleu			
RESULTADOS			
1. ASPECTO: Clara	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: - ° C (En el momento de recolección)	
2. COLOR: 04,00 Unidades	5. SABOR: -----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 126,80 µmhos/cm	
3. TURBIDEZ: 03,87 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 06,18 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,06	6. CLORUROS (Cl)	14,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,044	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,16
3. NITRATOS (NO ₃)	06,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00
4. CLORO RESIDUAL	-	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02
5. MANGANESO (Mn)	00,036	10. DUREZA TOTAL	60,00
11. SÓLIDOS TOTALES		12. SÓLIDOS VOLÁTILES	93,00
13. SÓLIDOS FIJOS		14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	21,00
15. SÓLIDOS DISUELTOS			72,00
			03,00
			67,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	66,00	66,00

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico-químico sanitario: NITRITOS altos, POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH) ácido. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGULANOR NGO 29 001, TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 17th EDITION 2 005, NORMAS COGULANOR NGL 8 000 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2012-09-18

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

[Signature]
Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Análisis bacteriológico



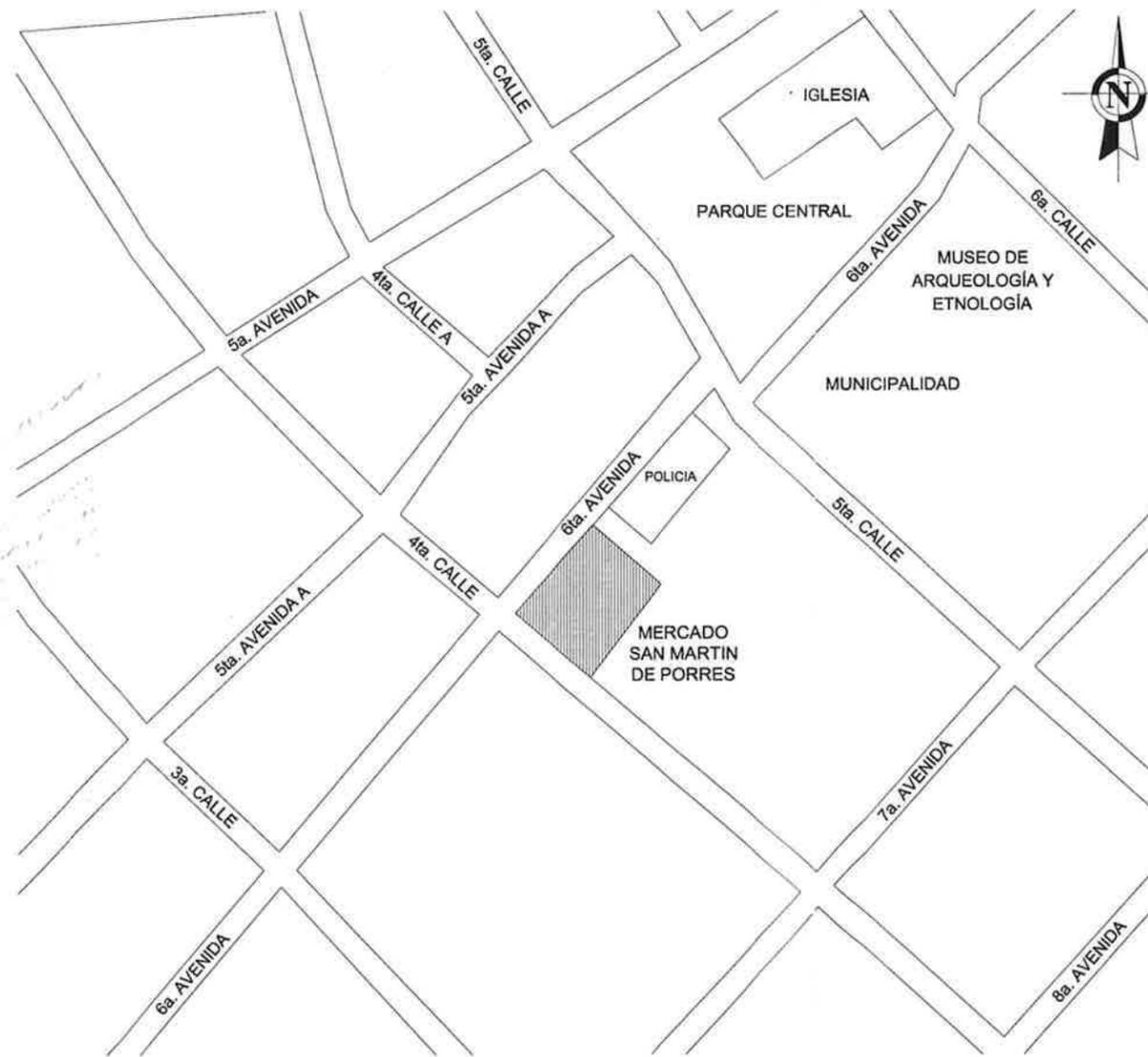
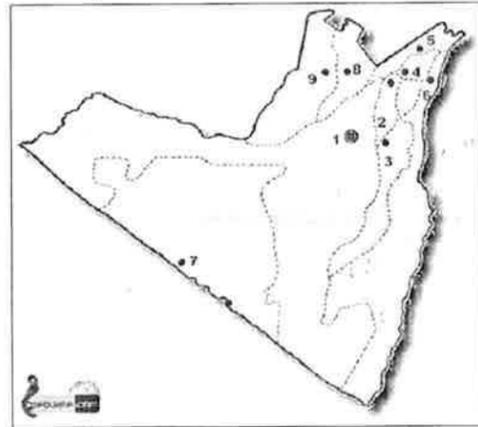
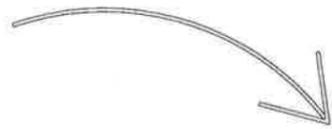
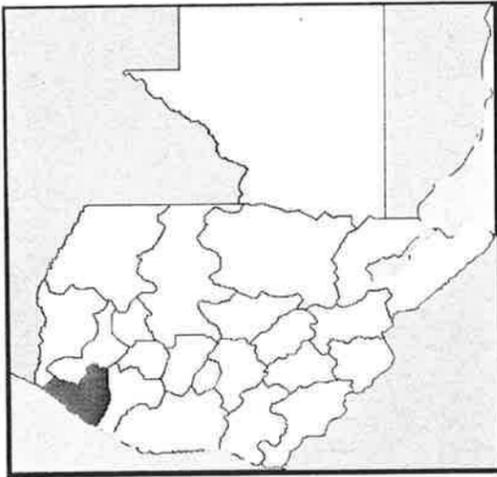
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 3038		INF. No. A - 313 687	
INTERESADO	CARLOS ROLANDO CARDONA VILLATORO, Carné No. 200815362	PROYECTO:	EPS. "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE CABALLO BLANCO, RETALHULEU, RETALHULEU"
MUESTRA RECOLECTADA POR	JORGE LÓPEZ	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Caballo Blanco, Retalhuleu	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2012-08-27: 20 h. 00 hrs.
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2012-08-28: 10 h. 20 min.
MUNICIPIO:	Retalhuleu	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Retalhuleu	SABOR:	----- SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Lig. cantidad
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		
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		> 16 x 10 ²	> 16 x 10 ²
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29 001.			
Guatemala, 2012-09-18			
 Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zeno Mich Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115. Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de investigaciones de ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.



ESPECIFICACIONES GENERALES:

PROYECTO: MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU

CODIGOS UTILIZADOS
ACI 318-05
AGIES

SOFTWARE
AUTOCAD 2012
SAP 2000

CARGAS
VIVA TECHO: 100 kg/m²
VIVA PIZO DE PLAZA: 611.27 kg/m²

MATERIALES

$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

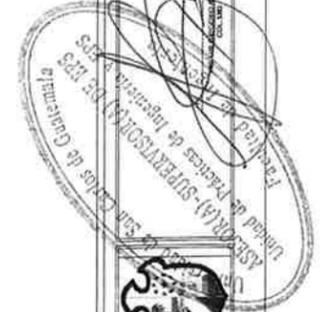
TRASLAPES Y LONGITUD DE DESARROLLO

EN TODO MOMENTO SE DEBE DE CUMPLIR LA LONGITUD DE DESARROLLO ESPECIFICADA EN INFORME. LOS TRASLAPES DE VARILLAS DEBERAN HACERSE ESCALONADOS EN EL MISMO ELEMENTO.

RESPONSABLE DE DIBUJO, ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL:
CARLOS ROLANDO CARDONA VILLATORO

LOCALIZACION
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES

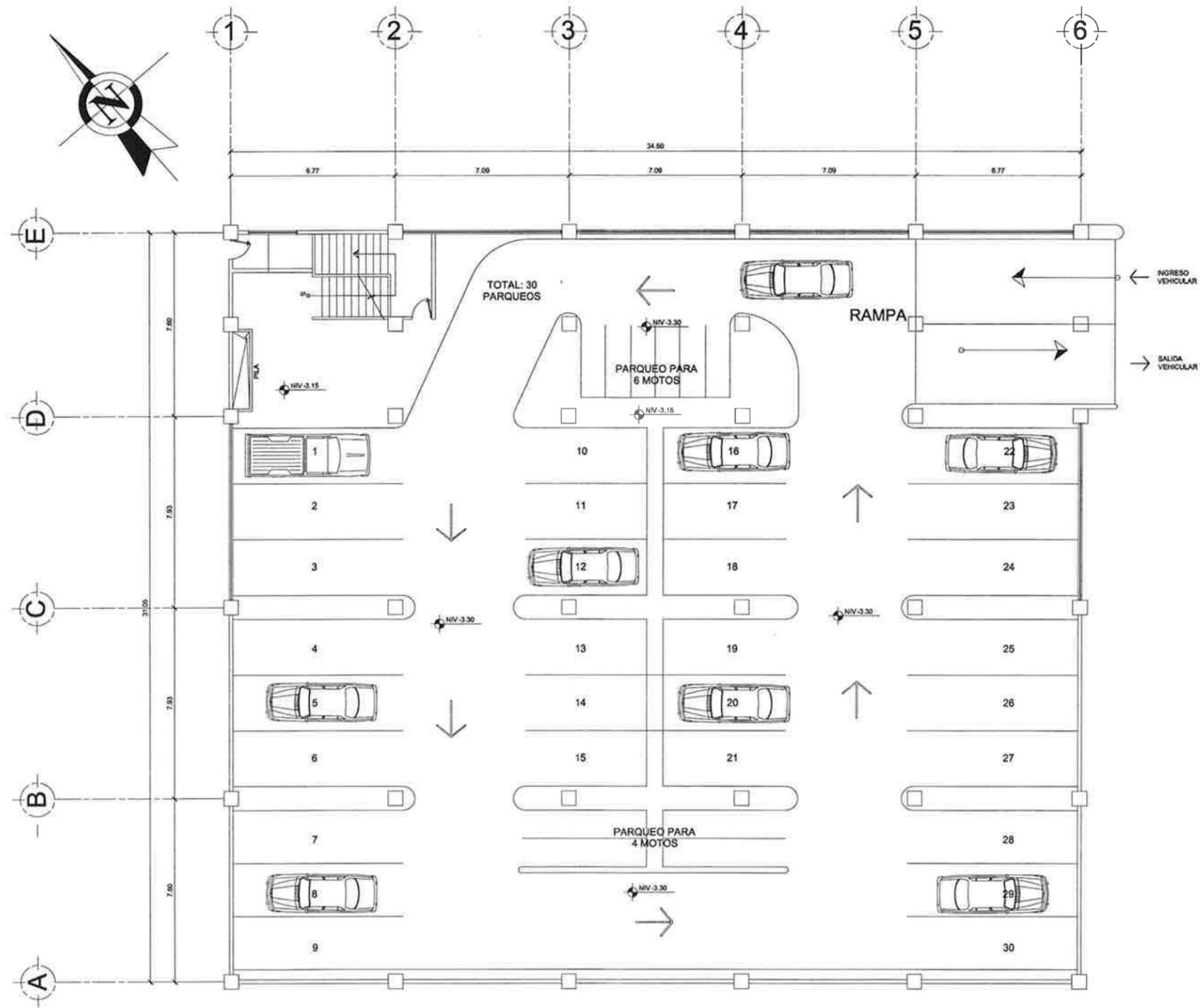
ESCALA 1:1000



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANO DE LOCALIZACIÓN
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JUNIO 2013
HOJA No:
A 01 / 35



PLANTA AMUEBLADA

SOTANO

ESCALA 1:100



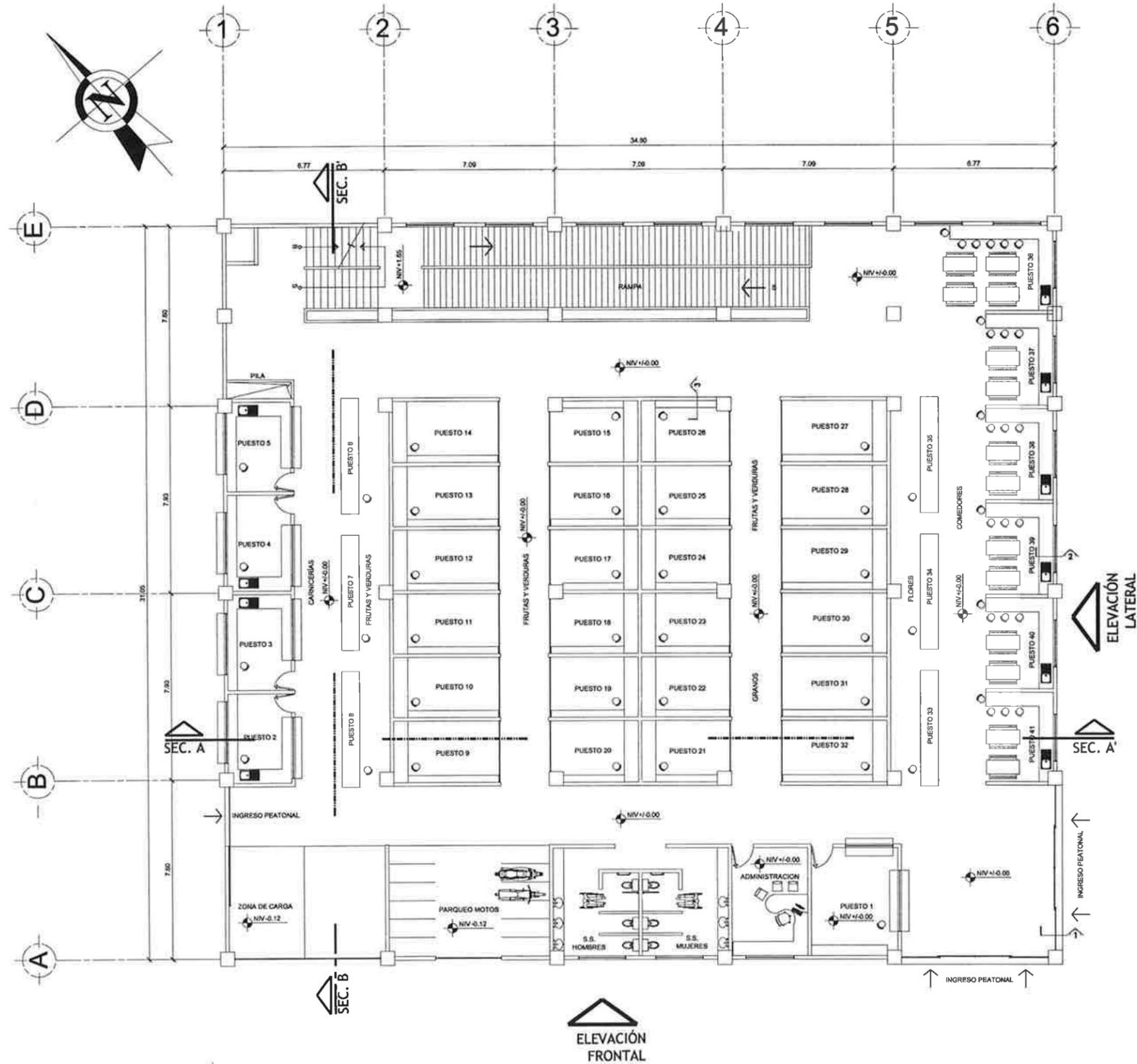
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA AMOBLADA, SÓTANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELIZ
 JULIO 2013
 HOJA No:
 A 02 / 35

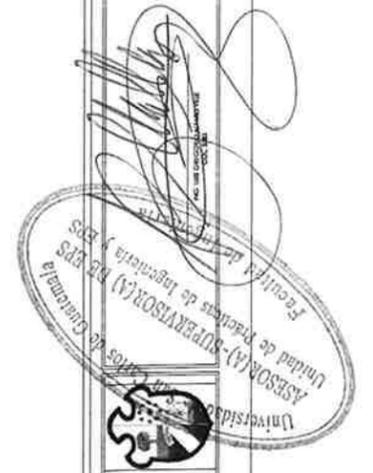


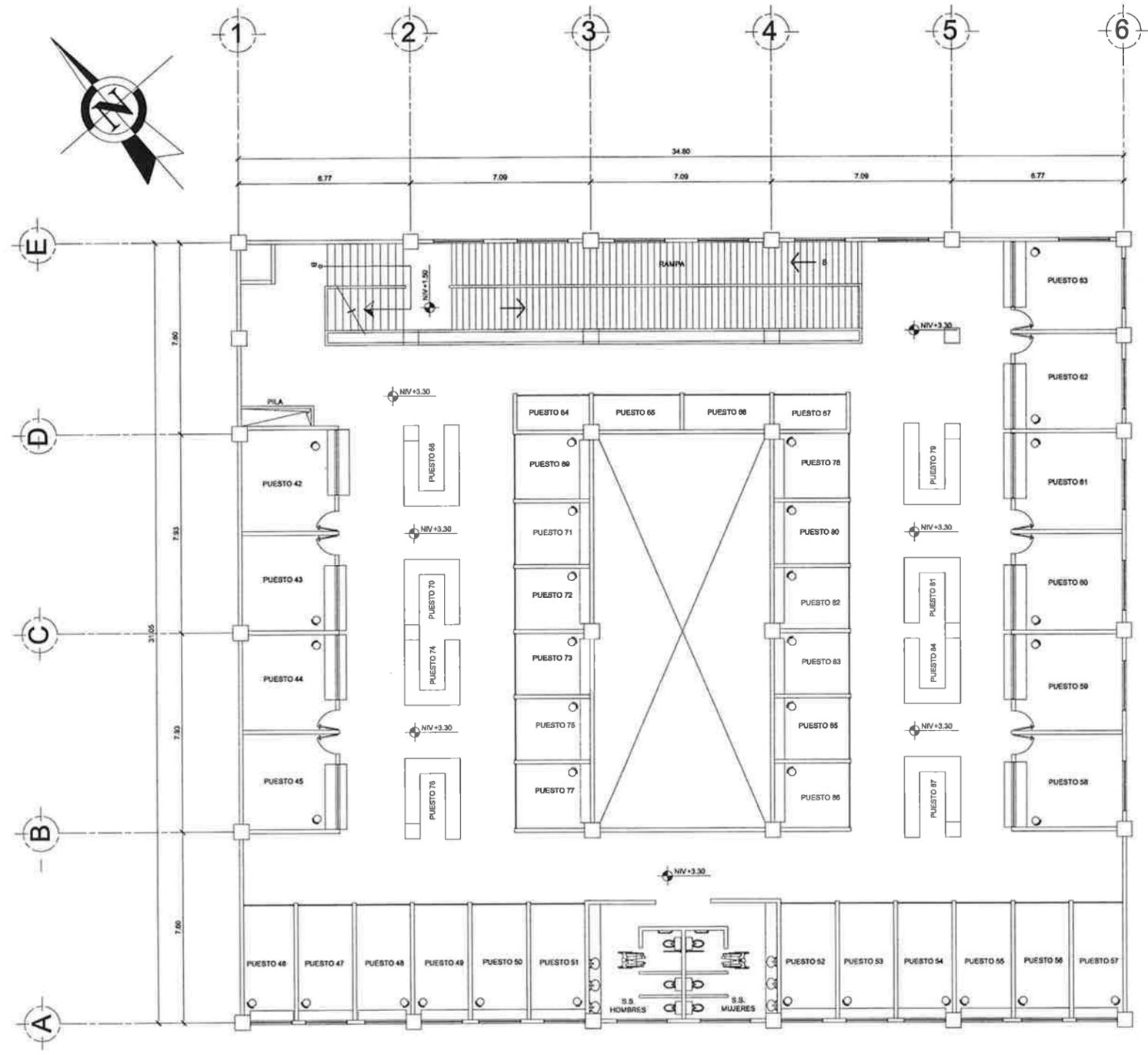
PLANTA AMUEBLADA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:100

PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTRIBUENTE: PLANTA AMUEBLADA, 1ER NIVEL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JUNIO 2013
HOJA No:
A 03 / 35





PLANTA AMUEBLADA

SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100

PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

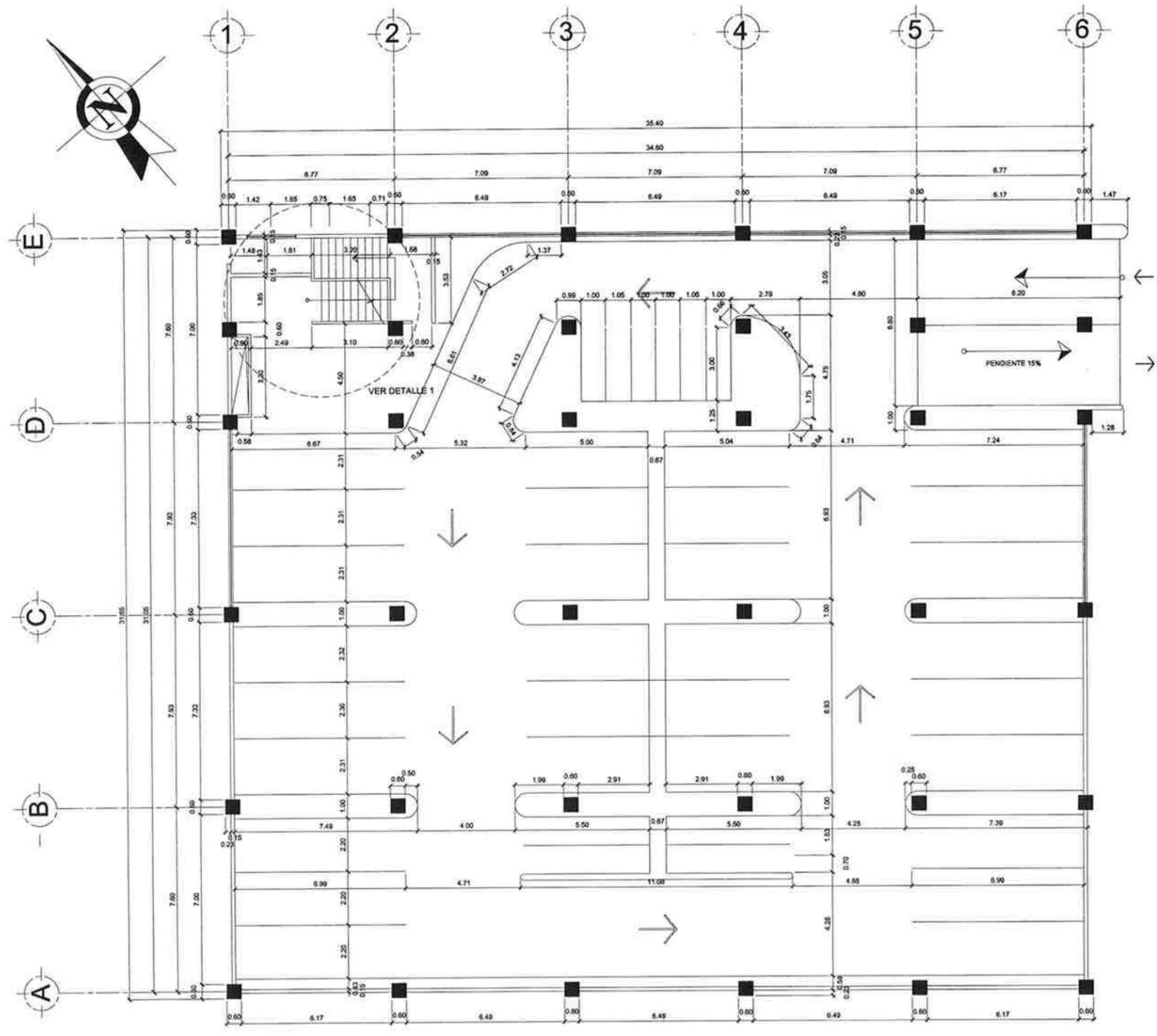
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA AMUEBLADA, 2DO NIVEL

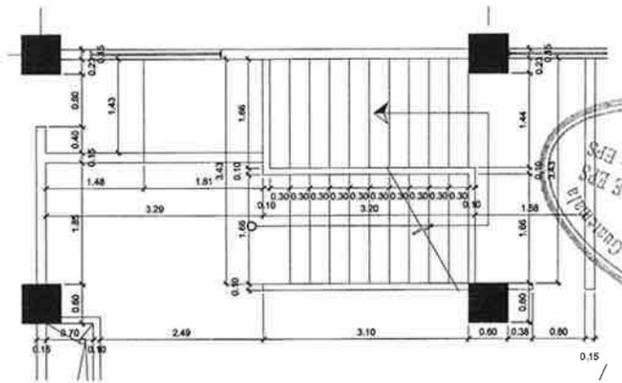
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA	05
CARLOS CARDONA	
CARLOS CARDONA	
ING. ALFARO VELIZ	
JULIO 2013	
HOJA No:	
A 04	35

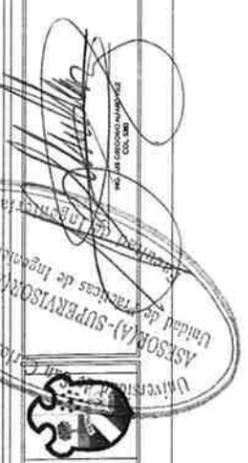
ASOSOR (A) SUPERVISOR(ES) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala



PLANTA ACOTADA
SOTANO
ESCALA 1:100



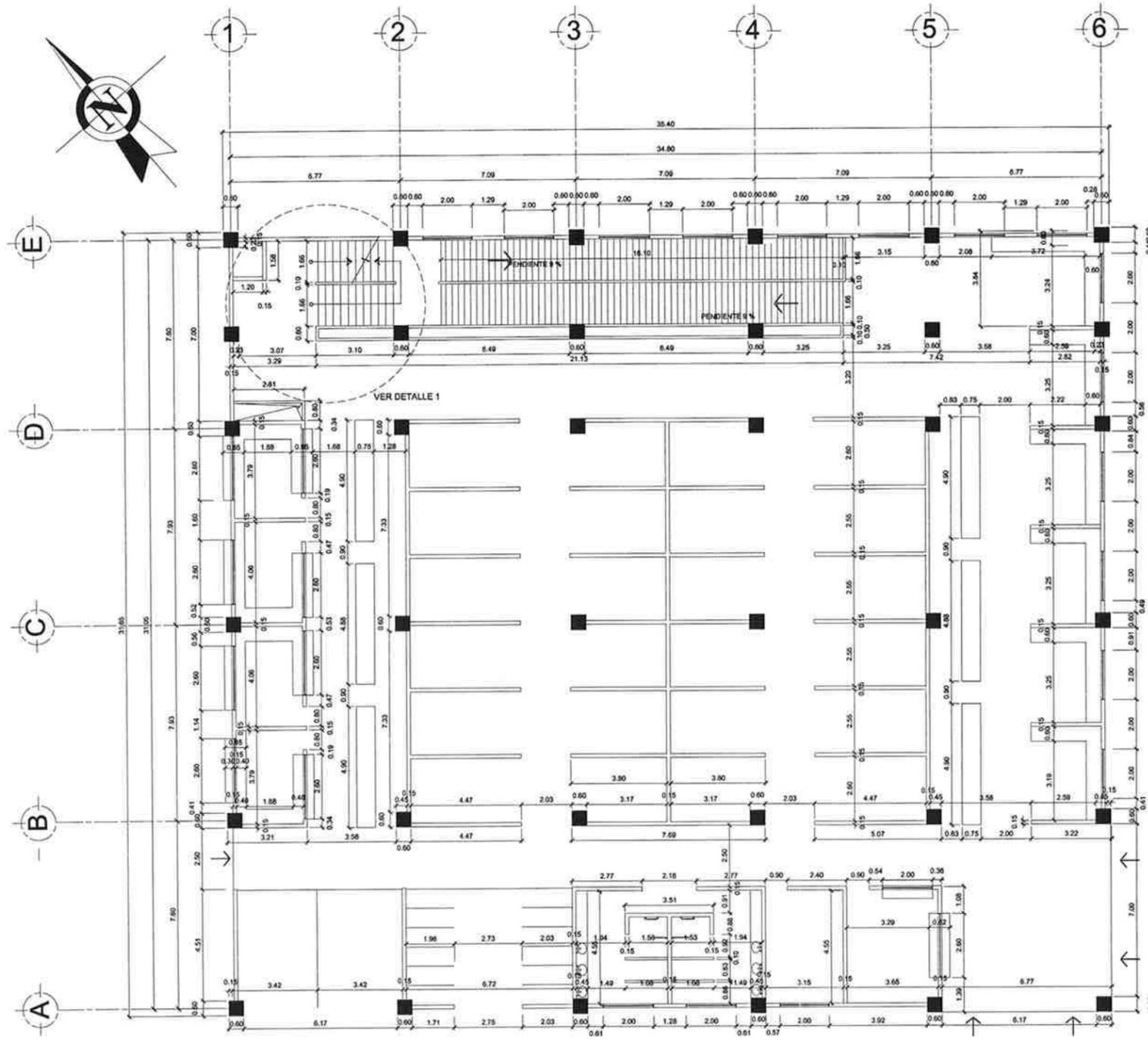
DETALLE 1
Planta acotada de gradas
ESCALA 1:50



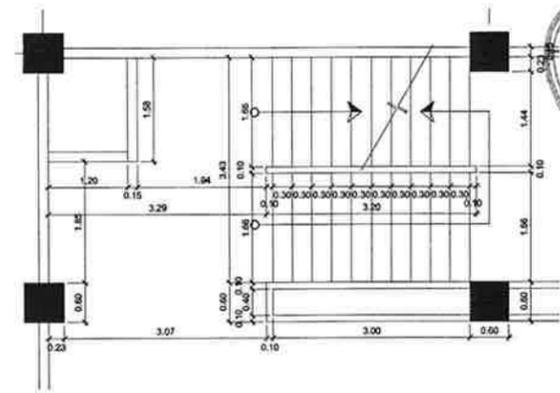
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAILHULEU, RETAILHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETAILHULEU, RETAILHULEU.

CONTIENE: PLANTA ACOTADA, SOTANO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

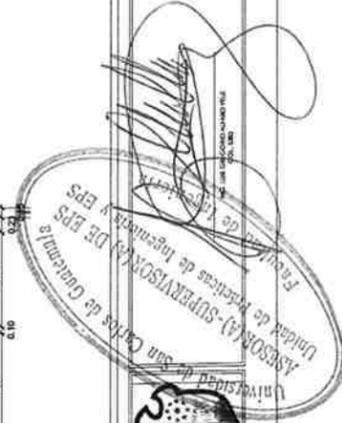
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELEZ
JUNIO 2013
HOJA No:
A 05
35



PLANTA ACOTADA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:100



DETALLE 1
Planta acotada de gradas
ESCALA 1:50



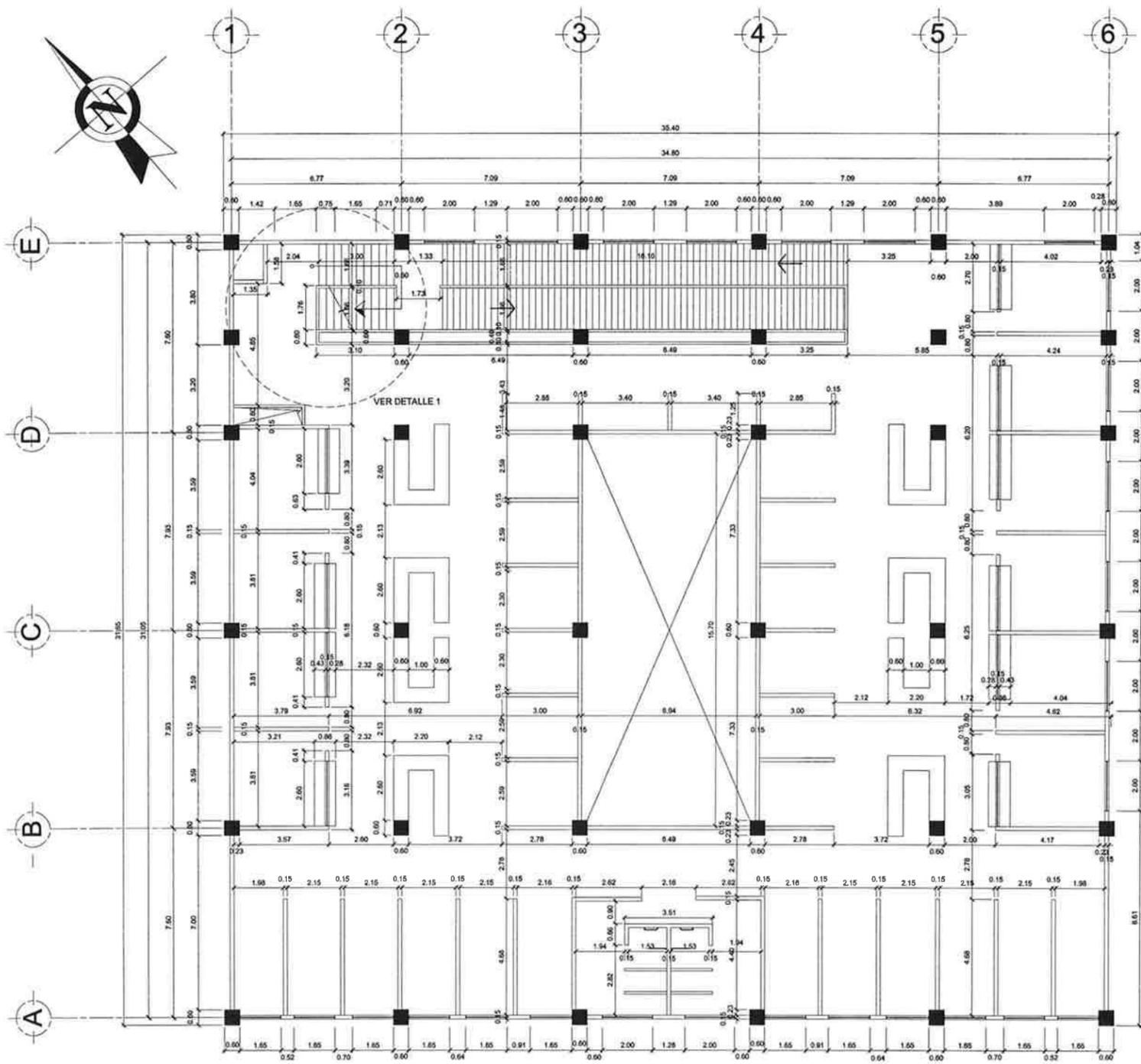
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

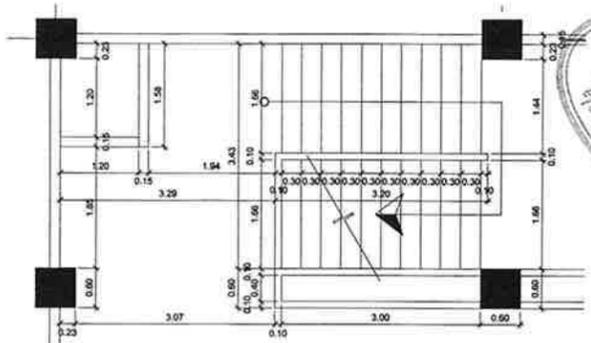
CONTIENE: PLANTA ACOTADA, PRIMER NIVEL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

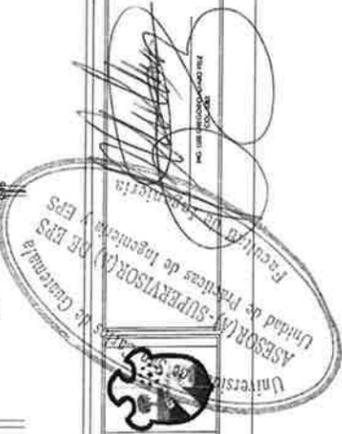
EP
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELIZ
JULIO 2013
HOJA No:
A 06
35



PLANTA ACOTADA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:100



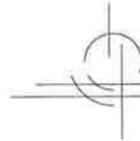
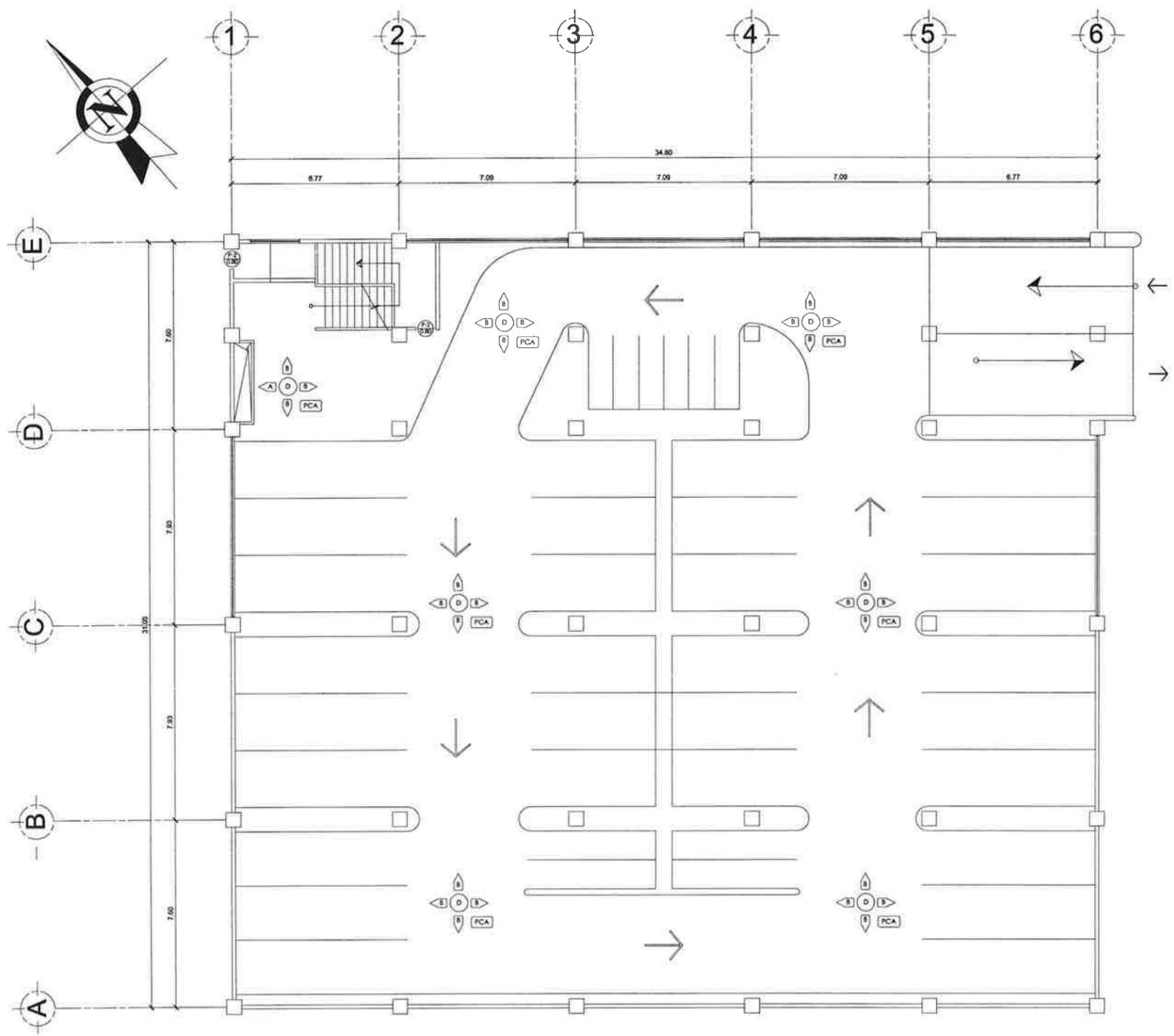
DETALLE 1
Planta acotada de gradas
ESCALA 1:50



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA ACOTADA, 2DO NIVEL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JULIO 2013
HOJA No: A 07 / 35



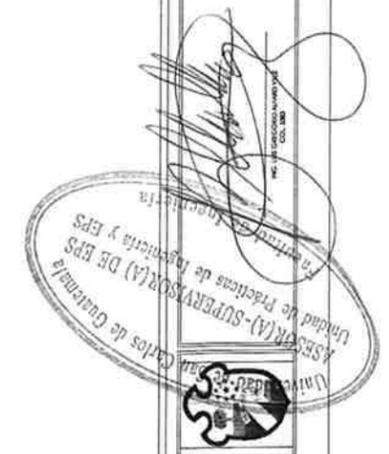
PLANTA DE ACABADOS

SOTANO

ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA	
—	AZULEJO NACIONAL DE 20X30 MARCA SAMBORO COLOR PURE WHITE CÓDIGO S102986 ALTURA (H) INDICADA
PCA	INDICA ACABADO EN PISO DE CONCRETO ALISADO
B	INDICA ACABADO EN MUROS DE BLOCK VISTO CON CISA DE 1CM
A	INDICA ACABADO EN MUROS DE AZULEJO A 1.20M
D	INDICA ACABADO EN CIELO DE REPELLO + CERNEO

NOTA:
 Piso de concreto alisado con juntas de contracción de 1" de profundidad y no más de 5mm de grosor. Sellado convencional con poliuretano elastomérico con dureza shore entre A35 y A50 instalado sobre una cinilla de respaldo.
 Distancia máxima entre juntas: 3m



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

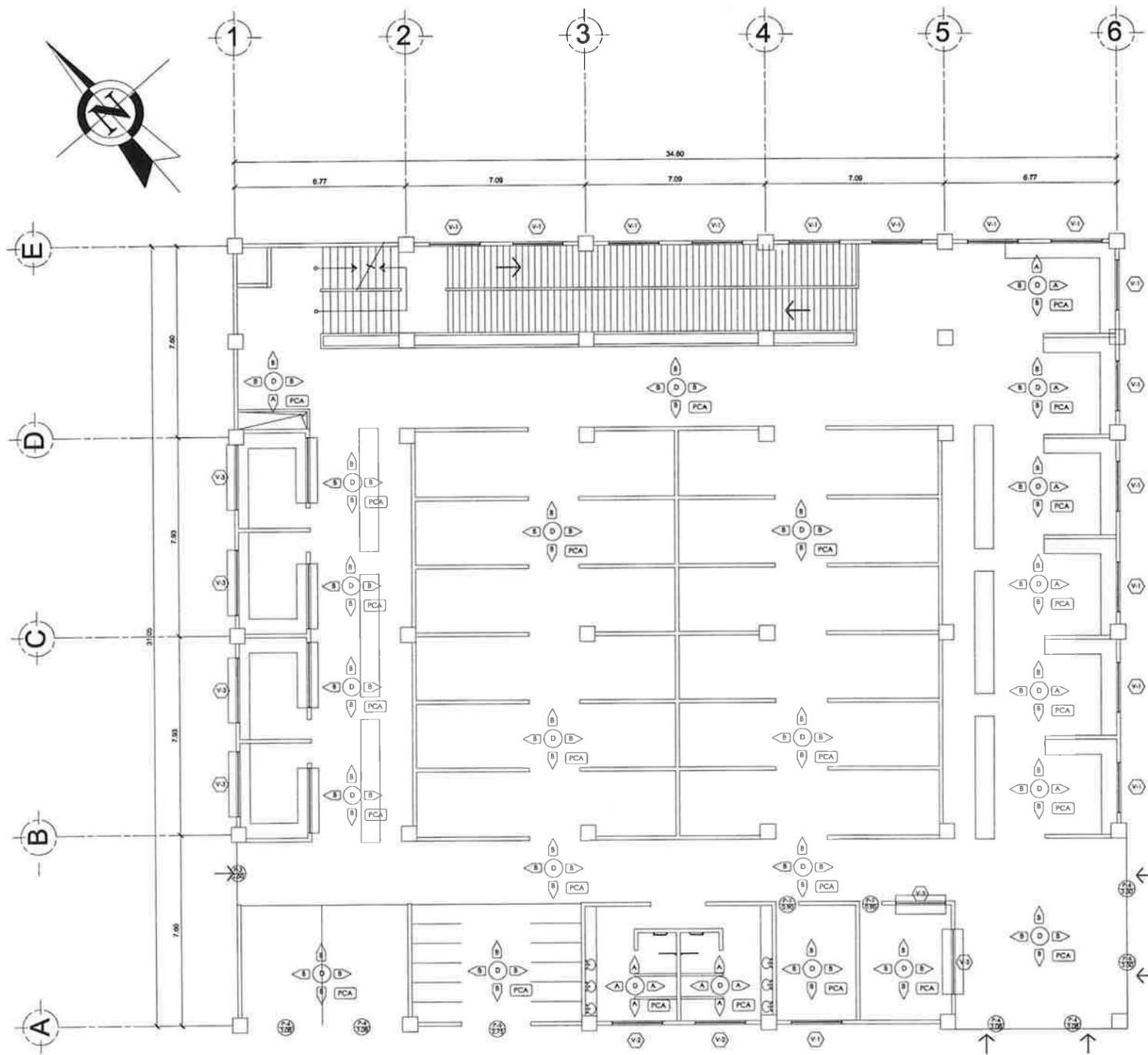
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1. RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS, Y DETALLES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELIZ
 JULIO 2013

HOJA No:
 A 08 / 35



PLANTA DE ACABADOS

PRIMER NIVEL

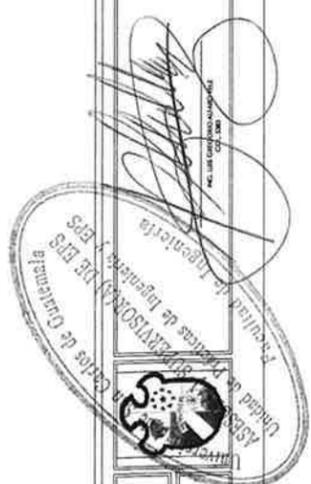
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA	
	AZULEJO NACIONAL DE 20X30 MARCA SAMBORO COLOR PURE WHITE CÓDIGO 5102986 ALTURA (H) INDICADA
	INDICA ACABADO EN PISO DE CONCRETO ALLSADO
	INDICA ACABADO EN MUROS DE BLOQUE VISTO CON CIA DE 1CM
	INDICA ACABADO EN MUROS DE AZULEJO A 1.20M
	INDICA ACABADO EN CIELO DE REPELO + CERNIDO

NOTA:

Piso de concreto allsado con juntas de contracción de 1" de profundidad y no más de 5mm de grosor. Sellado convencional con poluretano elastomérico con dureza shore entre A35 y A50 Instalado sobre una cintilla de respaldo.

Distancia máxima entre juntas: 3m



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

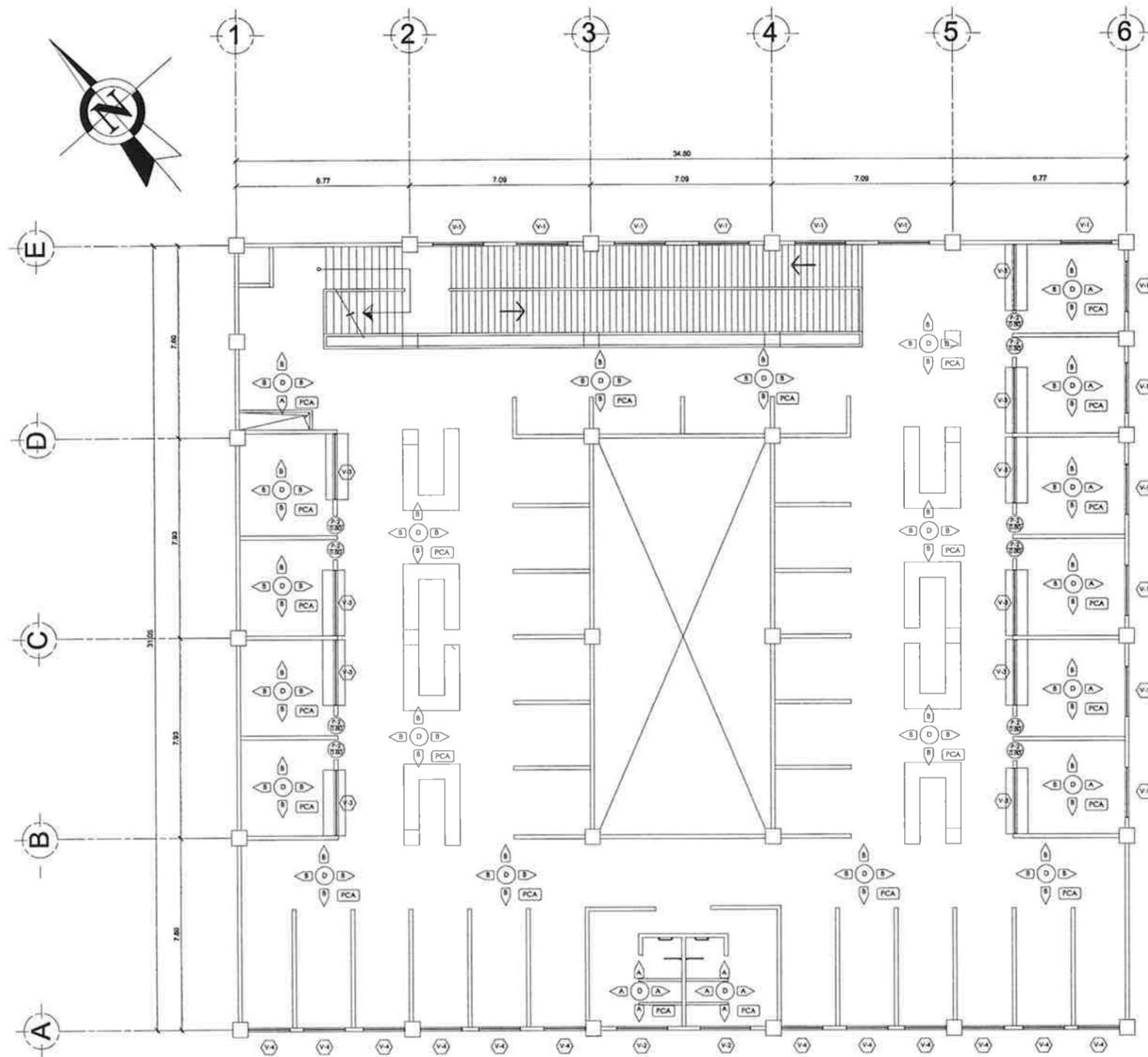
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS Y DETALLES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELEZ
 JULIO 2013

HOJA No:
A 09
 35



PLANTA DE ACABADOS

SEGUNDO NIVEL

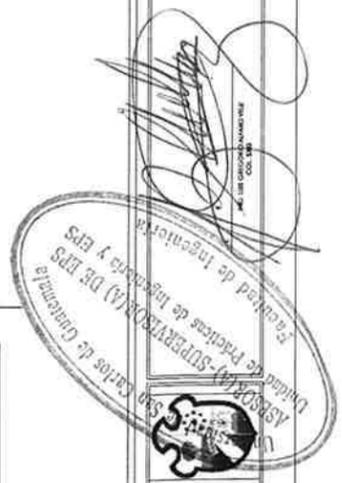
ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA

—	AZULEJO NACIONAL DE 20X30 MARCA SAMBORO COLOR PURE WHITE CÓDIGO S102986 ALTURA (H) INDICADA
PCA	INDICA ACABADO EN PISO DE CONCRETO ALSADO
B	INDICA ACABADO EN MUROS DE BLOQUE VISTO CON CIZA DE 1CM.
A	INDICA ACABADO EN MUROS DE AZULEJO A 1.20M
D	INDICA ACABADO EN CIELO DE REPELLO + CERNEO

NOTA:

Piso de concreto alisado con juntas de contracción de 1" de profundidad y no mas de 5mm de grosor. Sellado convencional con poliuretano elastomérico con dureza shore entre A35 y A50 Instalado sobre una cinilla de respaldo.
Distancia máxima entre Juntas: 3m



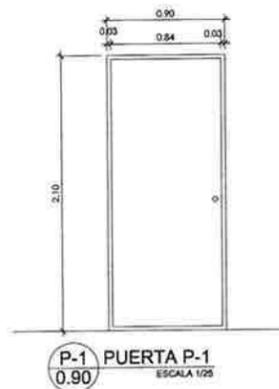
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA DE ACABADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA	
ELABORADO POR	CARLOS CARDONA
REVISADO POR	CARLOS CARDONA
APROBADO POR	ING. ALFARO VELIZ
FECHA	JULIO 2013
HOJA No:	A 10 / 35



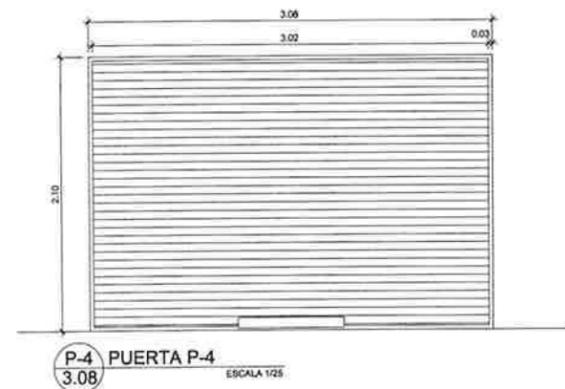
PUERTA DE METAL CON CHAPA YALE
ARRI CUADRADA O EQUIVALENTE,
BISAGRAS TIPO BANDERA DE 3X3"



PUERTA DE METAL CON CHAPA YALE
ARRI CUADRADA O EQUIVALENTE,
BISAGRAS TIPO BANDERA DE 3X3"



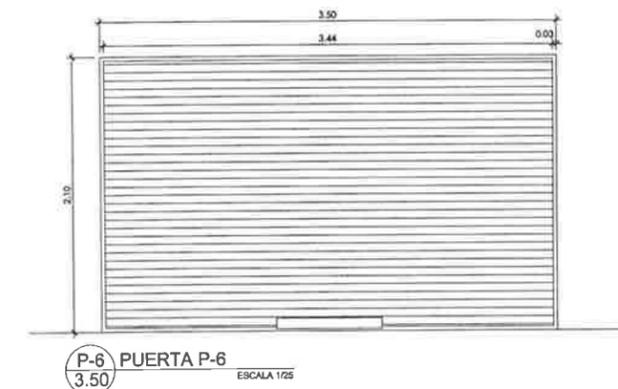
PUERTA METÁLICA TIPO PERSIANA CON
DOS PASADORES PARA CANDADO



PUERTA METÁLICA TIPO PERSIANA CON
DOS PASADORES PARA CANDADO

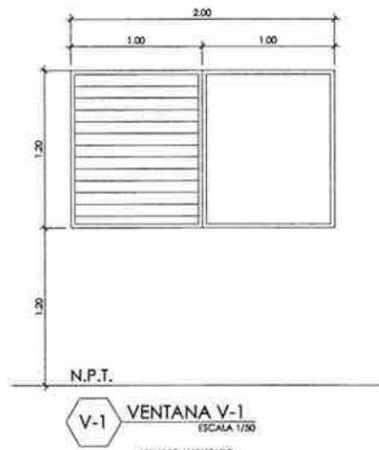


PUERTA METÁLICA TIPO PERSIANA CON
DOS PASADORES PARA CANDADO



PUERTA METÁLICA TIPO PERSIANA CON
DOS PASADORES PARA CANDADO

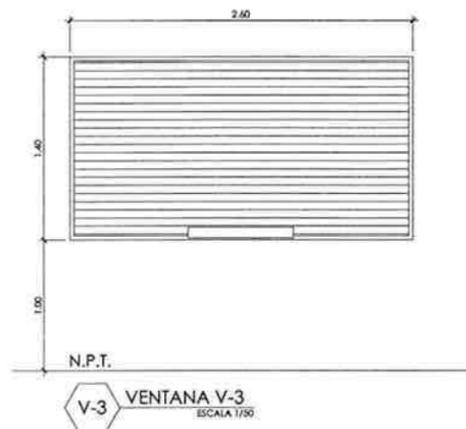
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
P-1	0.90	2.10	2	METÁLICA
P-2	0.80	2.10	12	METÁLICA
P-3	2.50	2.10	1	METÁLICA
P-4	3.08	2.10	4	METÁLICA
P-5	2.75	2.10	1	METÁLICA
P-6	3.50	2.10	1	METÁLICA



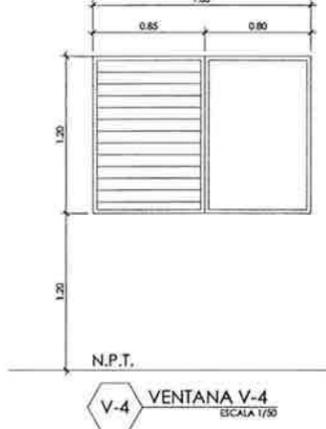
ALUMINIO ANODIZADO
ISELADO COLOR CAFÉ + VIDRIO
CLARO DE 5 mm.



ALUMINIO ANODIZADO
ISELADO COLOR CAFÉ + VIDRIO
CLARO DE 5 mm.



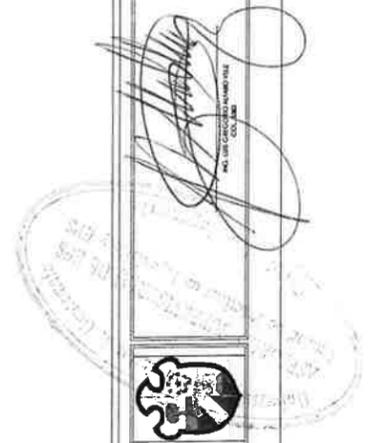
PERSIANA METÁLICA CON
PASADOR PARA CANDADO



ALUMINIO ANODIZADO
ISELADO COLOR CAFÉ + VIDRIO
CLARO DE 5 mm.

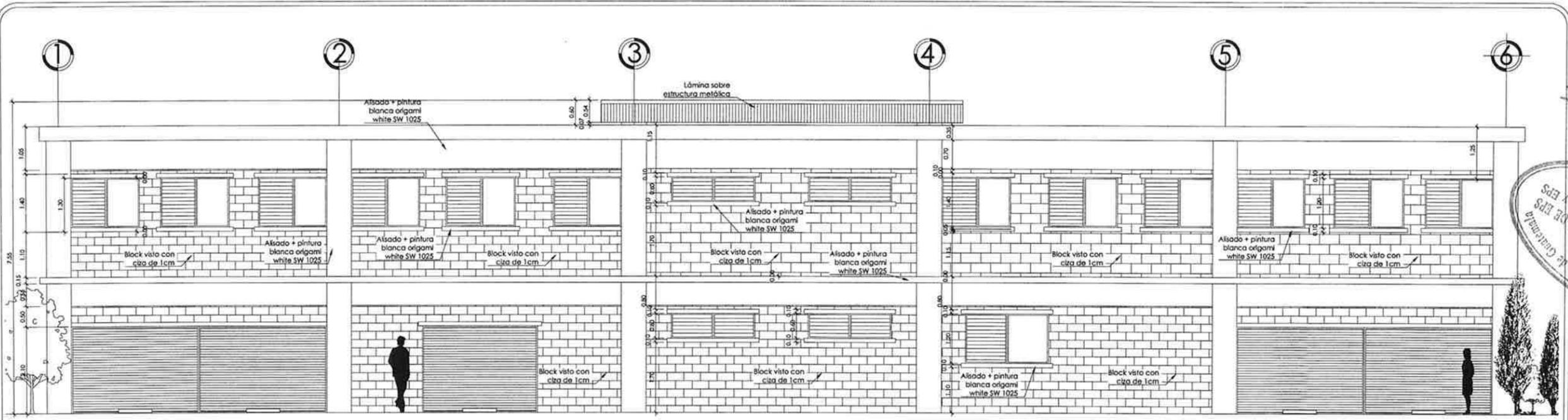
PLANILLA DE VENTANAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
V-1	2.00	1.50	28	VIDRIO CLARO DE 5MM + ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ
V-2	2.00	0.60	4	VIDRIO CLARO DE 5MM + ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ
V-3	2.60	1.50	4	PERSIANA METÁLICA ENROLLABLE
V-4	1.65	1.50	12	VIDRIO CLARO DE 5MM + ALUMINIO ANODIZADO COLOR CAFÉ

ESPECIFICACIONES:
Persianas metálicas con chapa 21 continua de
acero galvanizado (EN 10142 y 10147)
pre-lacada, resistente a la corrosión en color
SILVER. Tirador tipo asa cromado. Polea ovalada.
Soportes troquelados. Material de aislamiento
NYLONFELT de deslizamiento suave y baja
fricción. Refuerzo inferior con ángulo de aluminio
prensado en la base de la puerta. Junta de foma
unida al ángulo inferior. Cerradura central con
mecanismo de cierre geométrico, sistema de cierre
doble barra lateral de seguridad con llave
SERRETA y placa cromada.



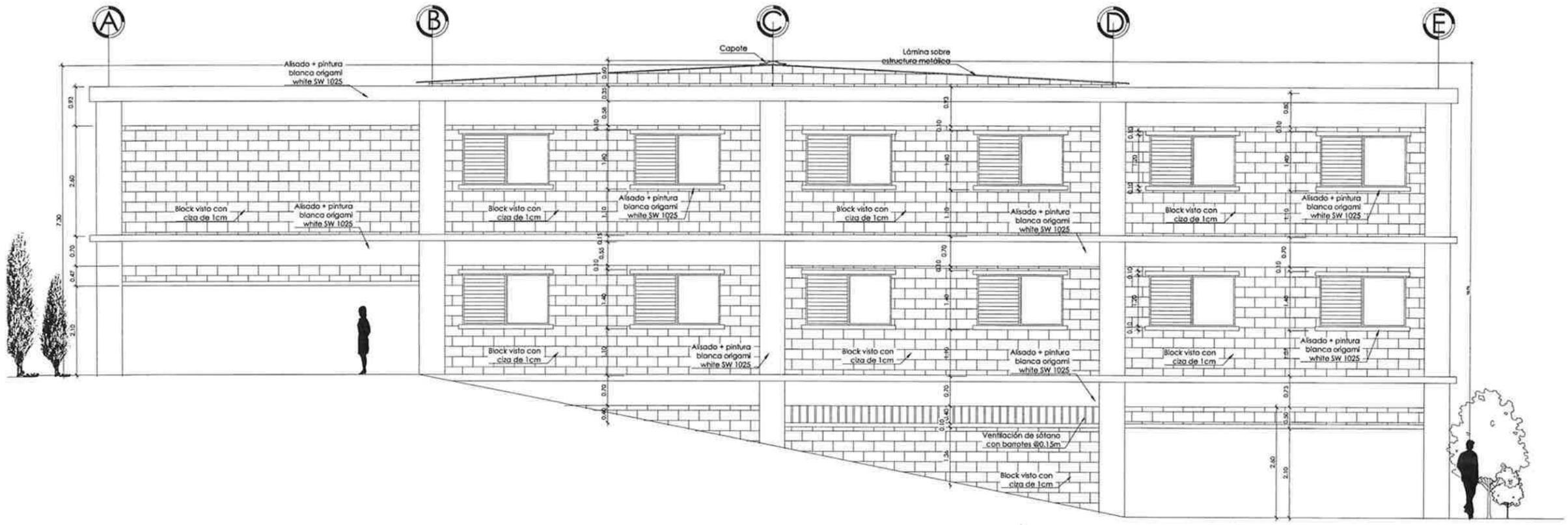
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: PUERTAS Y VENTANAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



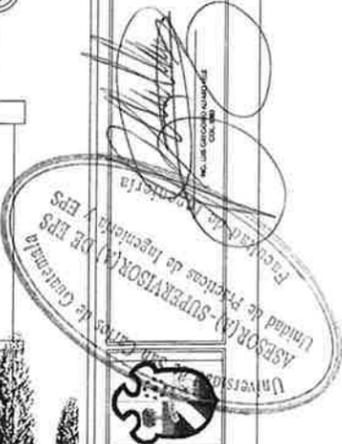
ELEVACION FRONTAL

MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1:50



ELEVACION LATERAL

MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1:50



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION:

6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

ELEVACIONES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

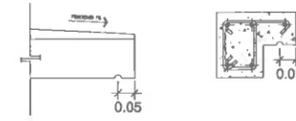
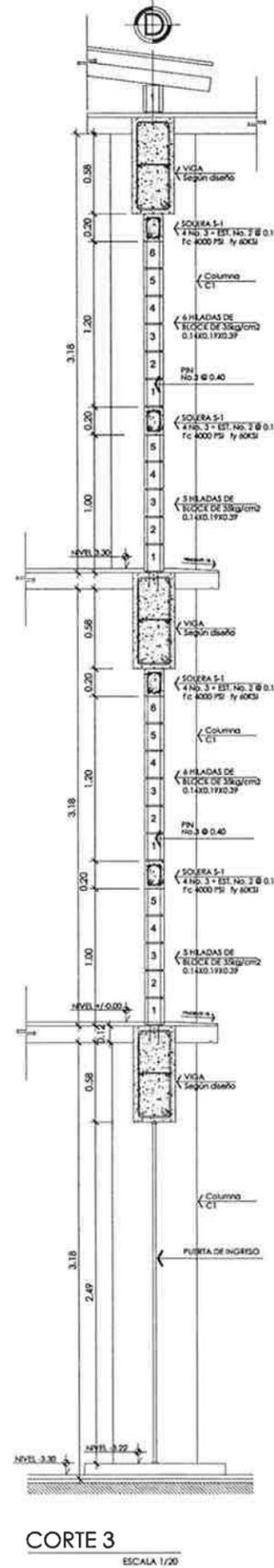
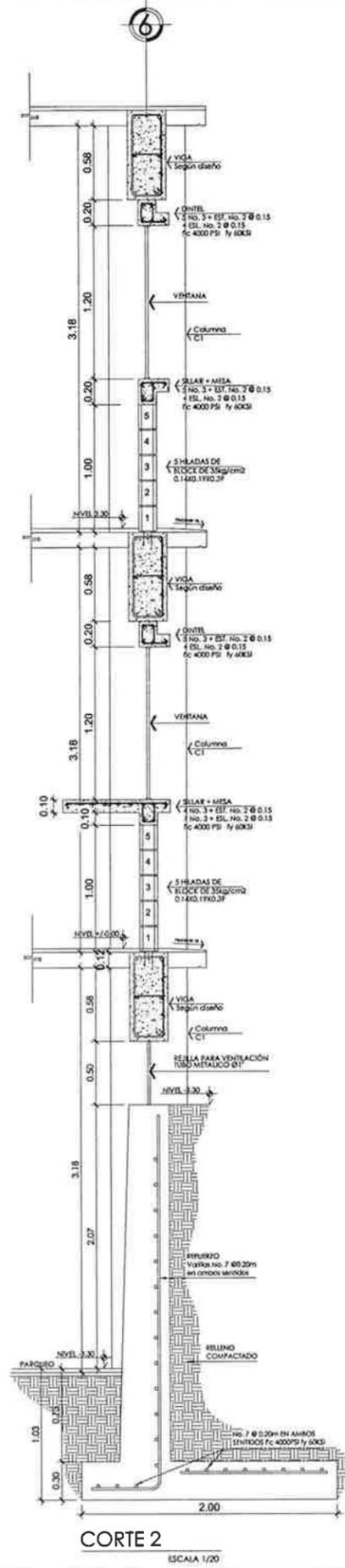
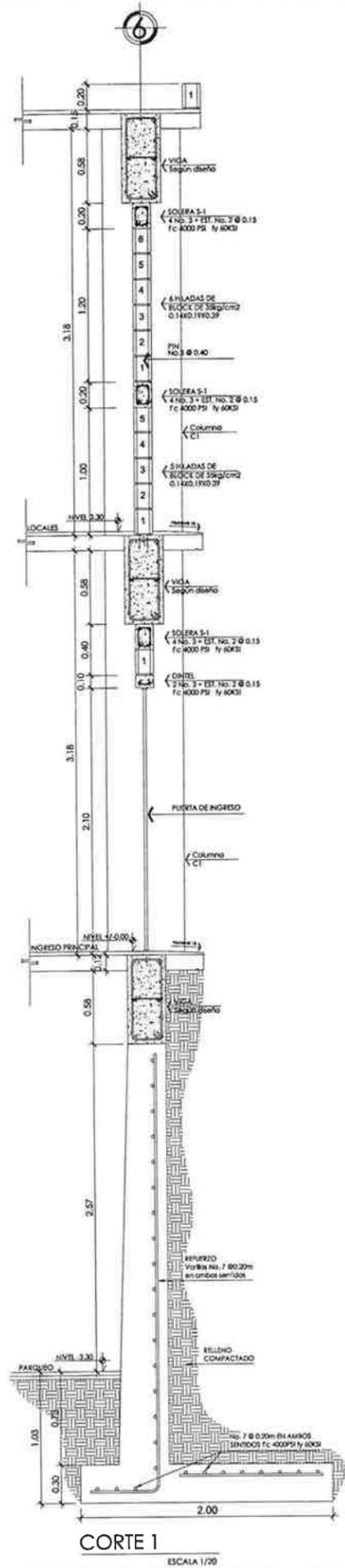
CONTIENE:

EPS

INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELIZ
 JULIO 2013

H O J A No:

A 12 / 35



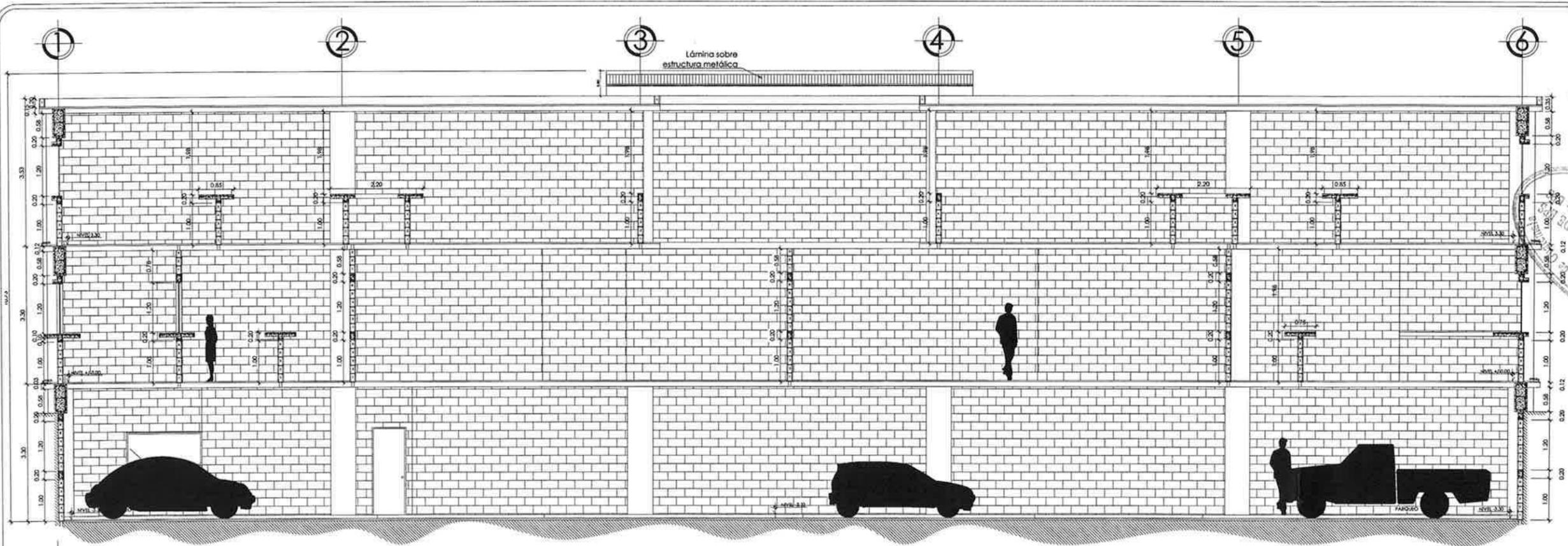
DETALLE DE GOTA
EN LOSA, DINTELES Y SILLARES



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: CORTES DE MURO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

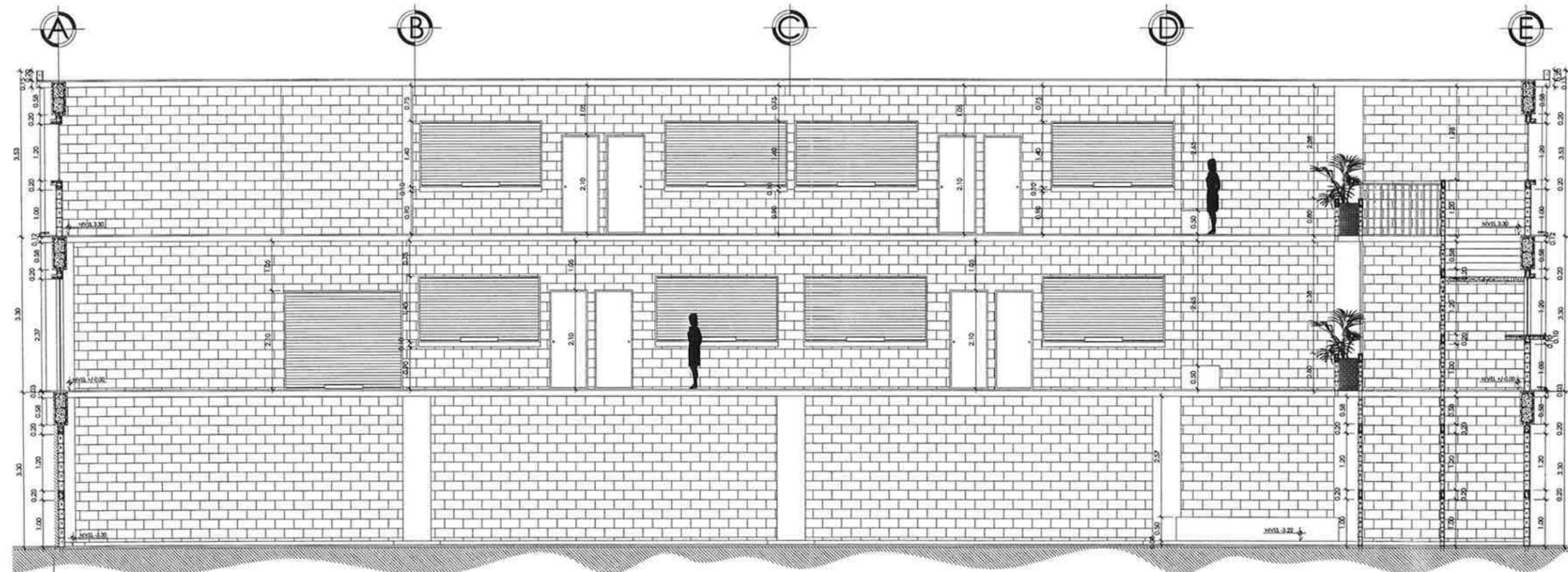
INDICADA
CARLOS GARDONA
CARLOS GARDONA
ING. ALFARO VELZ
AUGO 2013
HOJA No:
A13
35



SECCION A-A'

MERCADO SAN MARTIN DE PORRES

ESCALA 1:50



SECCION B-B'

MERCADO SAN MARTIN DE PORRES

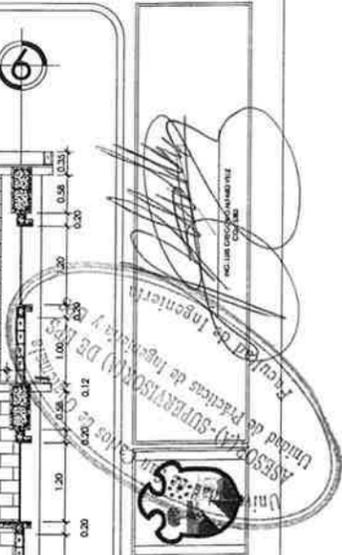
ESCALA 1:50

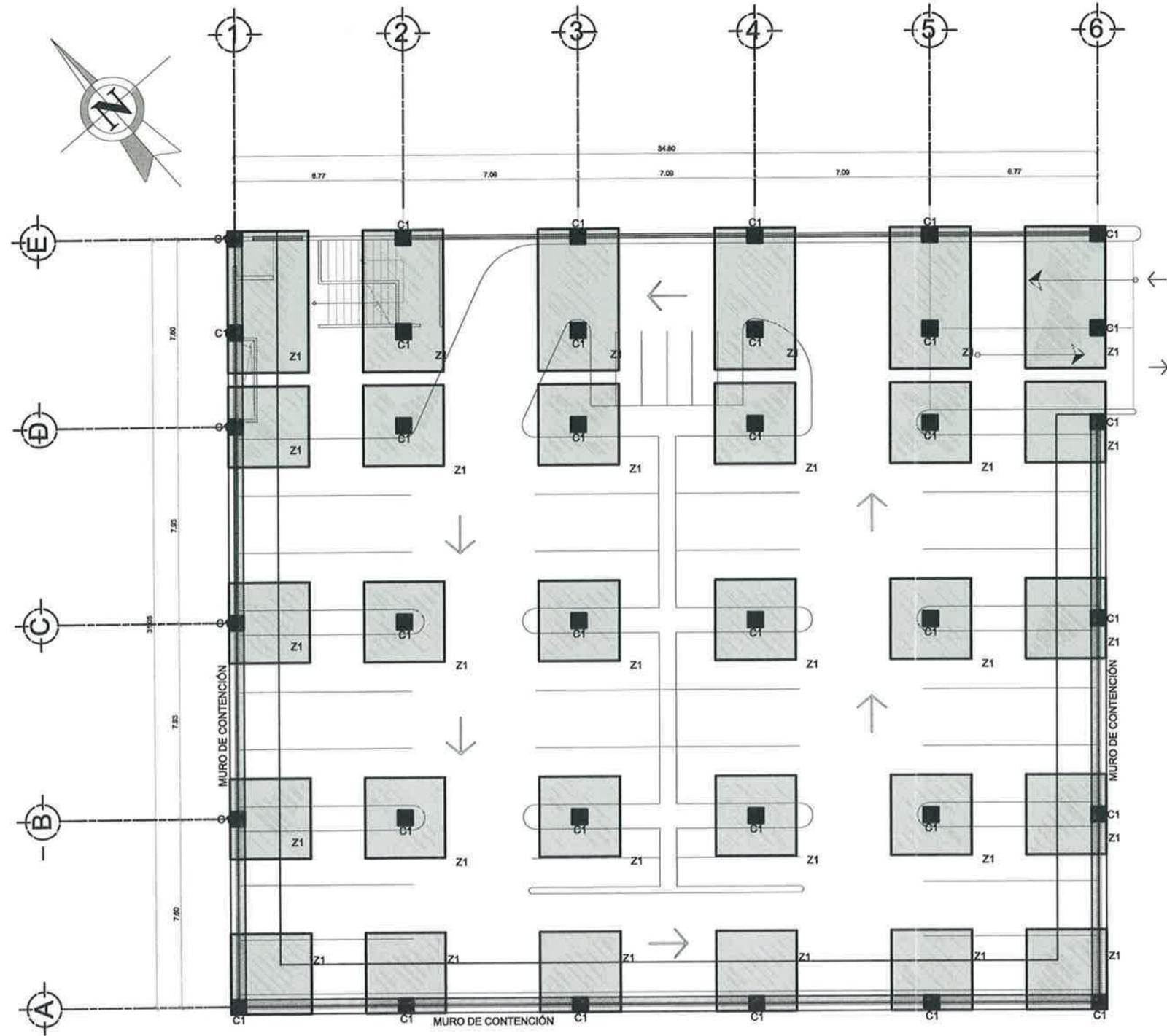
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
 DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: SECCIONES
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

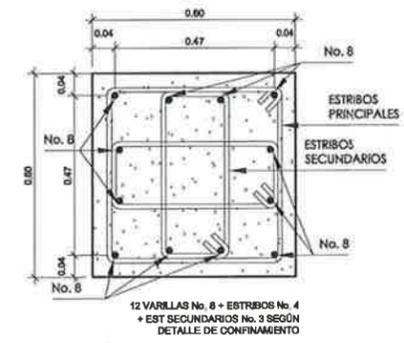
INDICADA
 CARLOS GARDONA
 CARLOS GARDONA
 ING. ALFARO VELEZ
 JULIO 2013

HOJA No:
 A 14 / 35



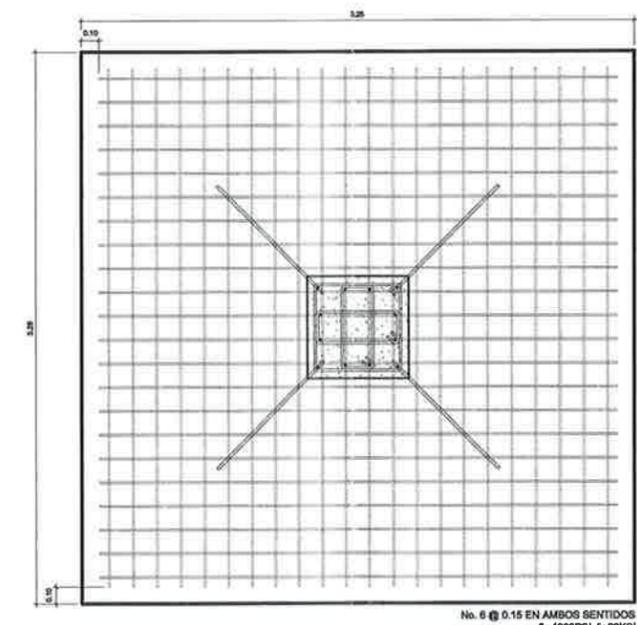


PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS
 SOTANO
 ESCALA 1:100

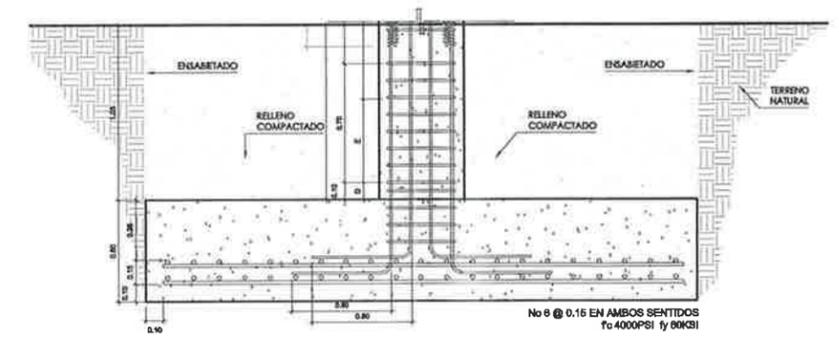


DETALLE DE COLUMNA C1
 MERCADO SAN MARTIN DE PORRES
 ESCALA 1/50

NOTA:
 TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN ESTRUCTURAS SE REALIZARÁN CON GANCHO SÍSMICO, SEGÚN NORMAS ESTABLECIDAS.

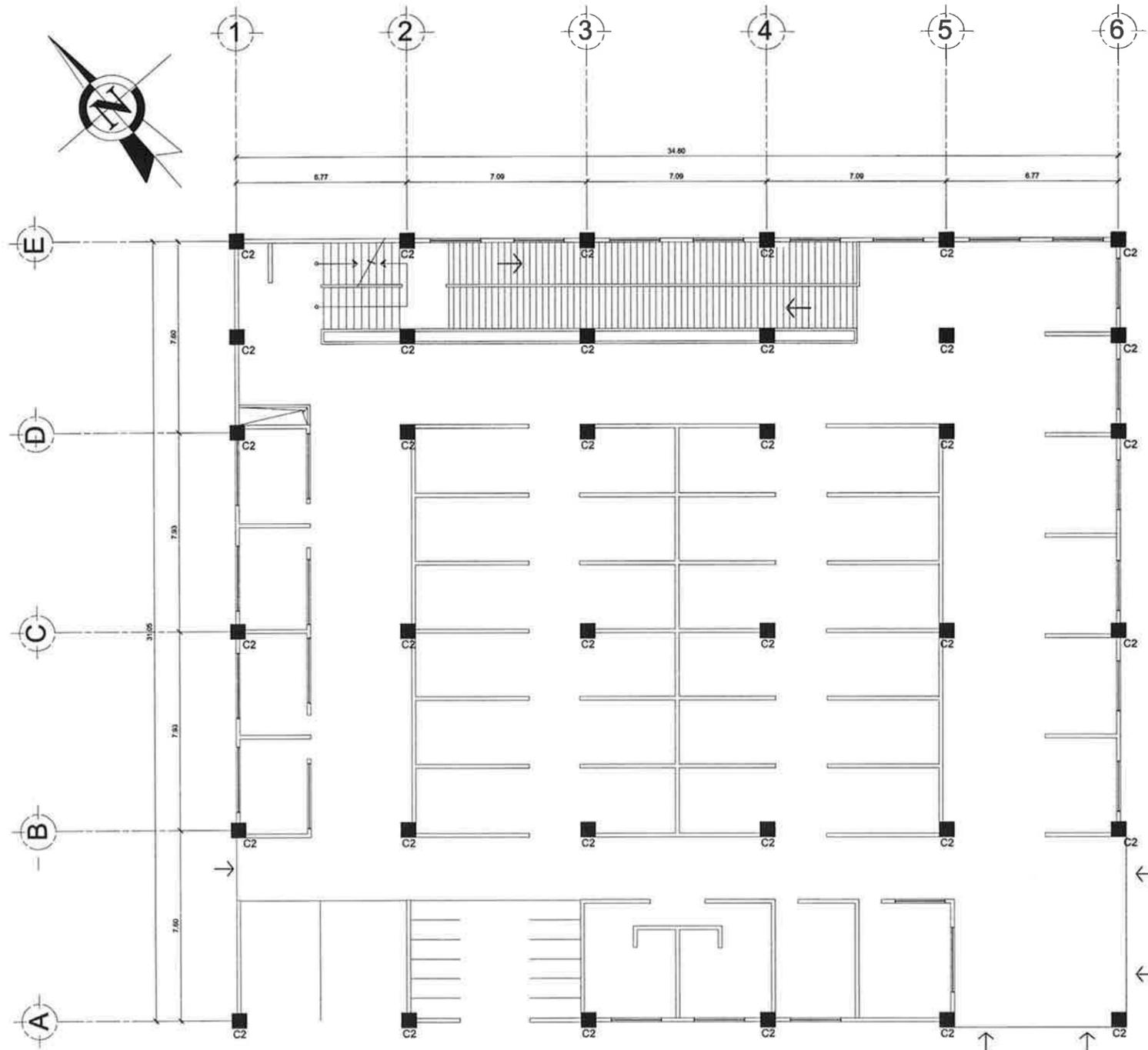


PLANTA ZAPATA Z-1
 MERCADO SAN MARTIN DE PORRES
 ESCALA 1/20

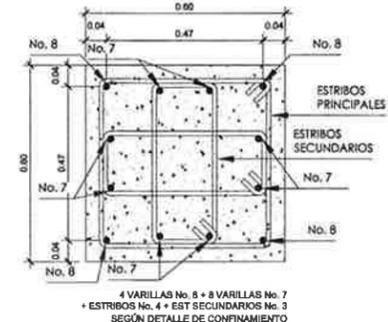


SECCIÓN ZAPATA Z-1
 MERCADO SAN MARTIN DE PORRES
 ESCALA 1/20

NOTA:
 SE APLICARÁ ENSABETADO COMO RECUBRIMIENTO EN LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN DE TODAS LAS ZAPATAS. EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO EN ZAPATAS SERÁ DE 0.10m



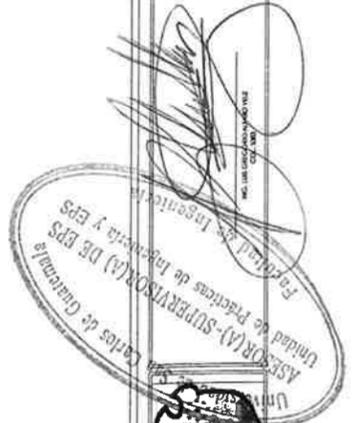
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:100



DETALLE DE COLUMNA C2
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES
ESCALA 1/10

NOTA:
TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN
ESTRUCTURAS SE REALIZARÁN CON GANCHO
SÍSMICO, SEGÚN NORMAS ESTABLECIDAS.

INICIAR VARILLAS TIPO 'D, E Y F' CON LONGITUD
DE 4.40m.



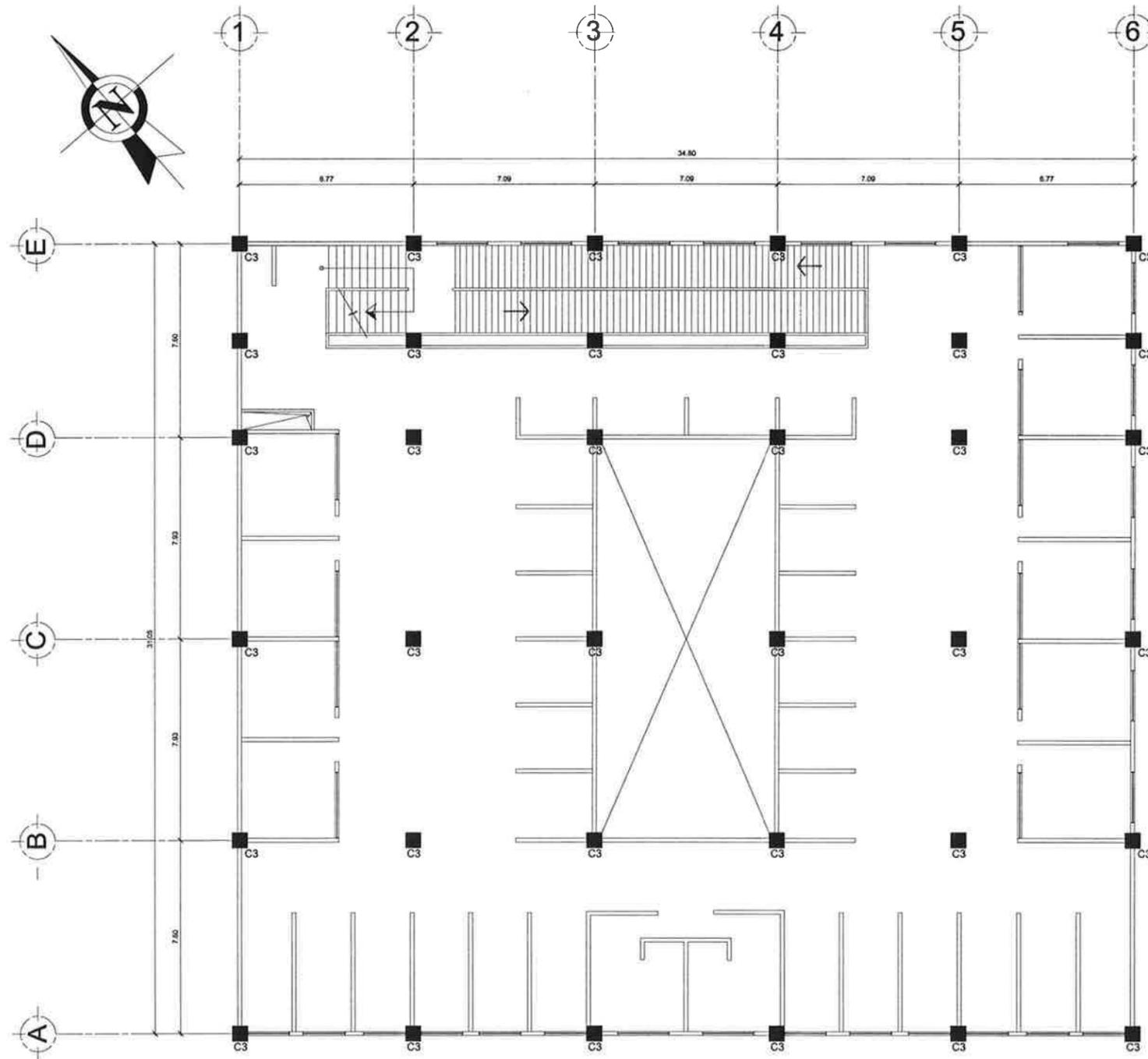
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAHULEU, RETAHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETAHULEU, RETAHULEU.

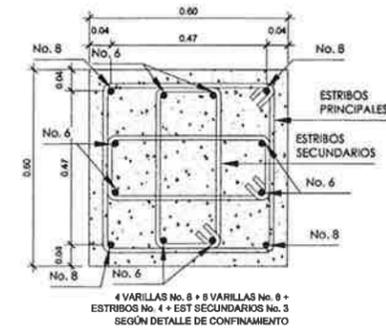
CONTIENE: CIMENTACION Y COLUMNAS, 1ER NIVEL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELIZ
JULIO 2013
H O J A No:
E 16 / 35



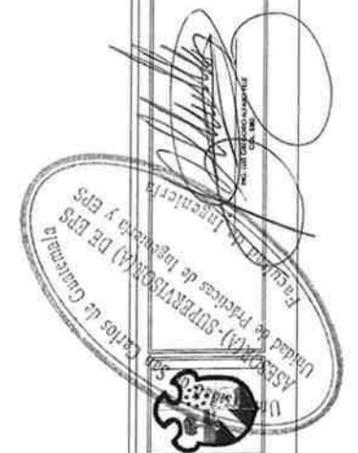
PLANTA CIMENTACION Y COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:100



DETALLE DE COLUMNA C3
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES
ESCALA 1/5

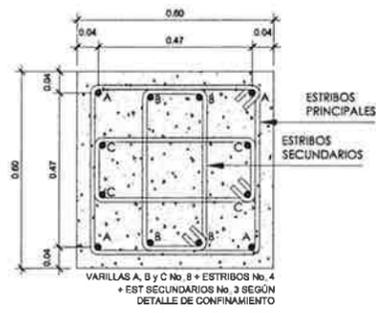
NOTA:
TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN
ESTRUCTURAS SE REALIZARÁN CON GANCHO
SISMICO, SEGÚN NORMAS ESTABLECIDAS.

INICIAR VARILLAS TIPO *G, H e F CON LONGITUD
DE 3.90m

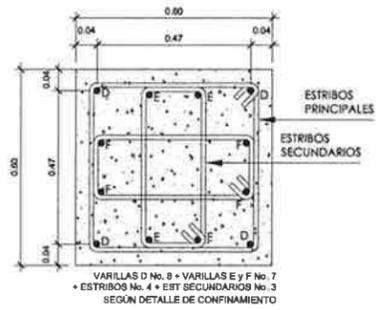


PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAILHULEU, RETAILHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETAILHULEU, RETAILHULEU.

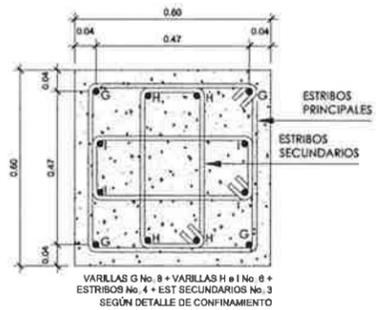
CONTIENE: CIMENTACIÓN Y COLUMNAS, 2DO NIVEL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



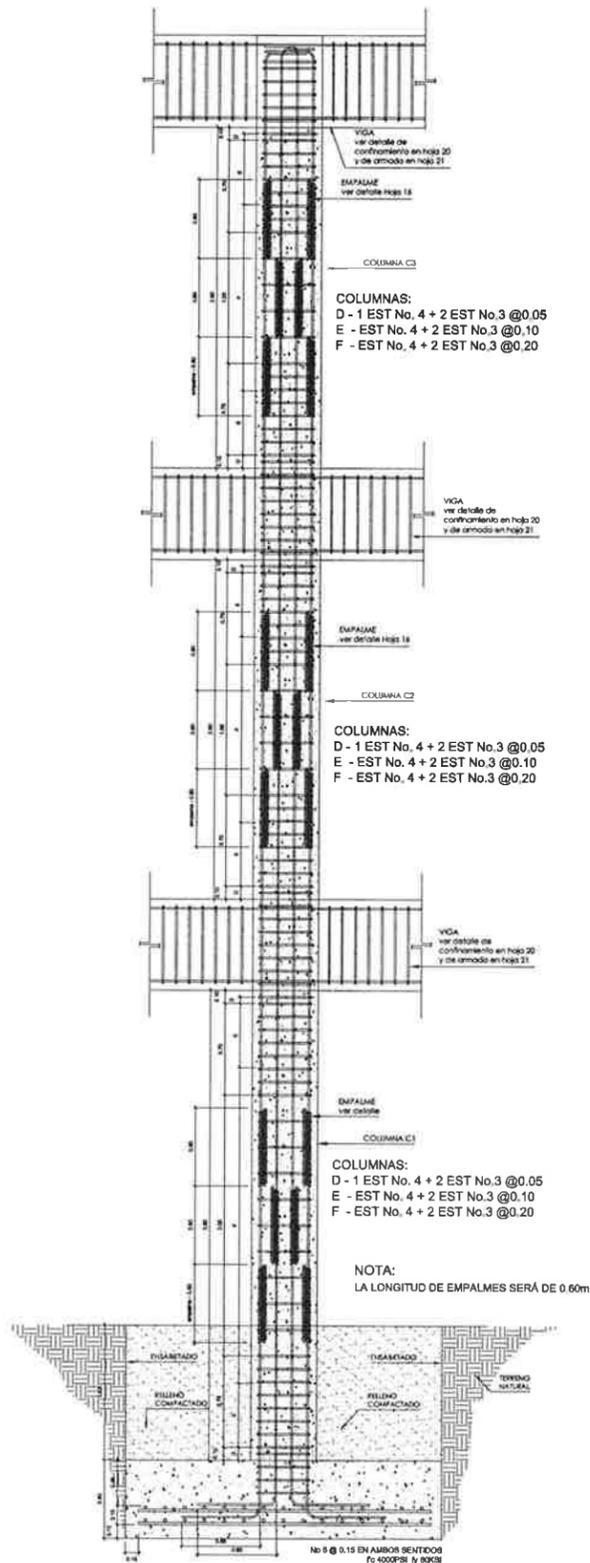
UBICACIÓN DE VARILLAS LONGITUDINALES COLUMNA C1
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



UBICACIÓN DE VARILLAS LONGITUDINALES COLUMNA C2
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



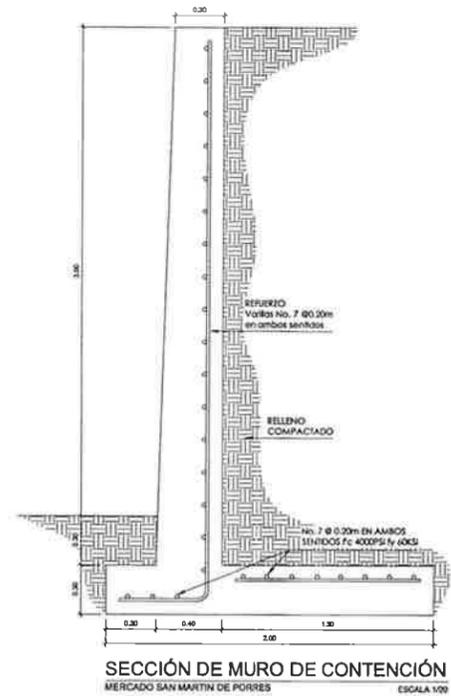
UBICACIÓN DE VARILLAS LONGITUDINALES COLUMNA C3
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



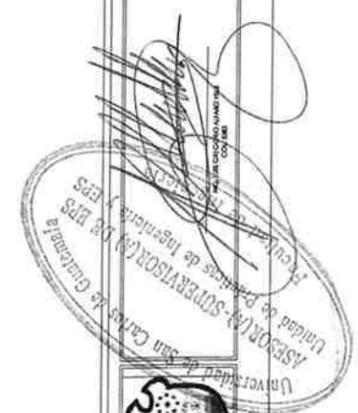
SECCIÓN DE COLUMNA
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



DETALLE DE EMPALME
EMPALME DE PUNTA CON AMARRE CONTINUO
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



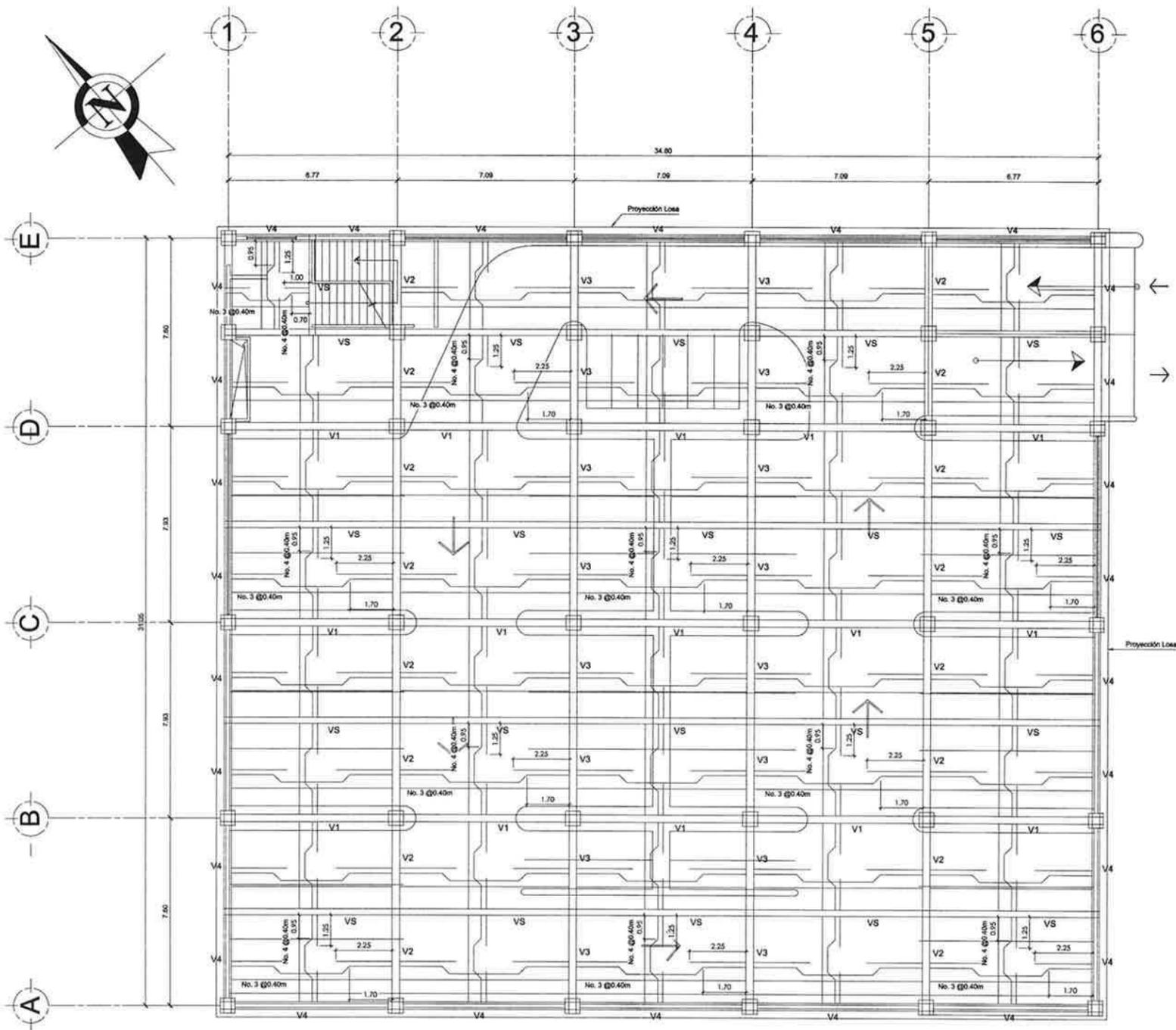
SECCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

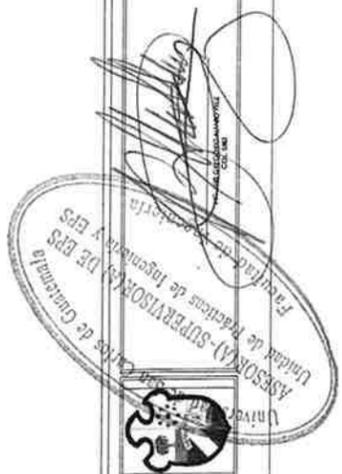
CONTIENE: DETALLES DE CIMENTACIÓN Y COLUMNAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JULIO 2013
HOJA No: 18/35




PLANTA ARMADO DE LOSA
 SOTANO
 ESCALA 1:100

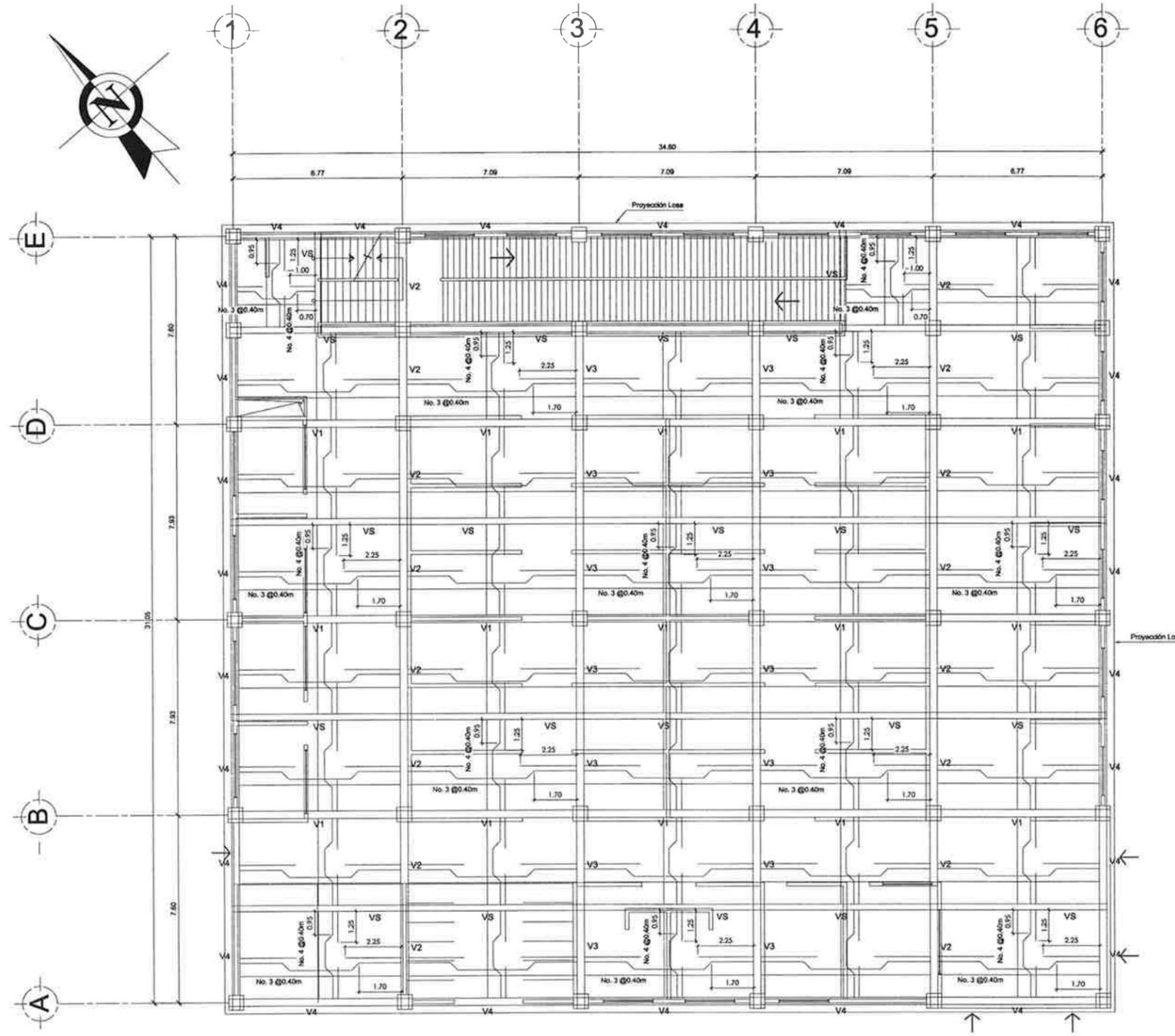
NOTA:
 EN ARMADO DE RIELES SE INICIARÁ
 CON VARILLA ENTERA, 3/4 DE VARILLA
 Y MEDIA VARILLA. EL ARMADO DE
 TENSIONES SE INICIARÁ CON 3/4 DE
 VARILLA, MEDIA VARILLA Y VARILLA
 ENTERA



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
 DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

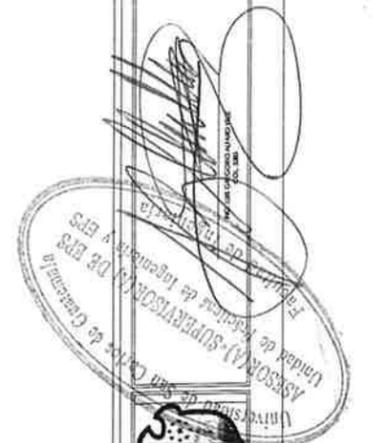
CONTENIDO: ARMADO DE LOSA, SÓTANO
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
NO. ALFARO VELIZ
JULIO 2013
HOJA No:
E 19
35



PLANTA ARMADO DE LOSA
 PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

NOTA:
 EN ARMADO DE RIELES SE INICIARÁ
 CON VARILLA ENTERA, 1/3 DE VARILLA
 Y MEDIA VARILLA. EL ARMADO DE
 TENSIONES SE INICIARÁ CON 1/3 DE
 VARILLA, MEDIA VARILLA Y VARILLA
 ENTERA



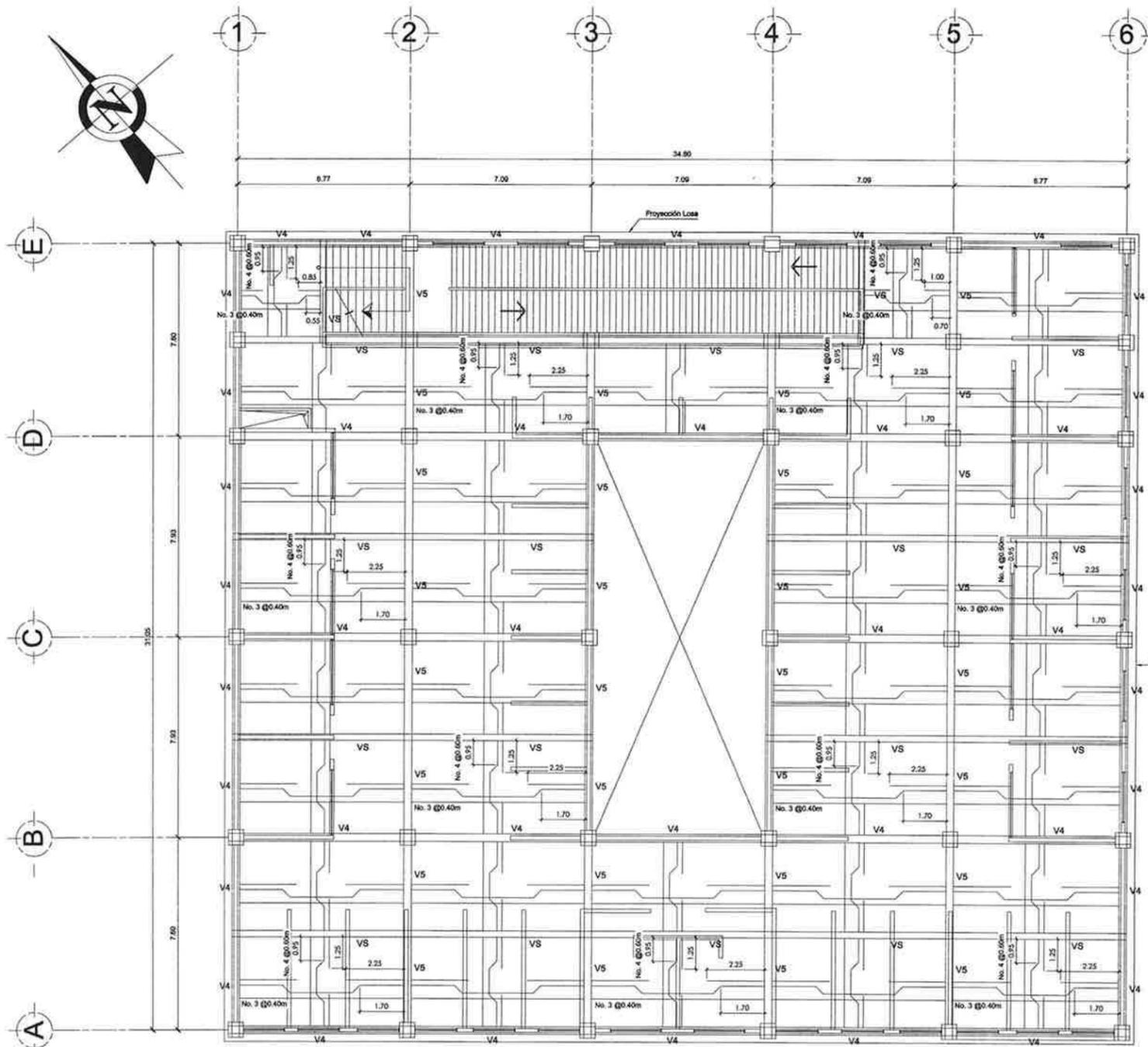
PROYECTO: **DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
 RETALHULEU, RETALHULEU**

DIRECCION: **6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.**

CONTIENE: **ARMADO DE LOSA, 1ER NIVEL**

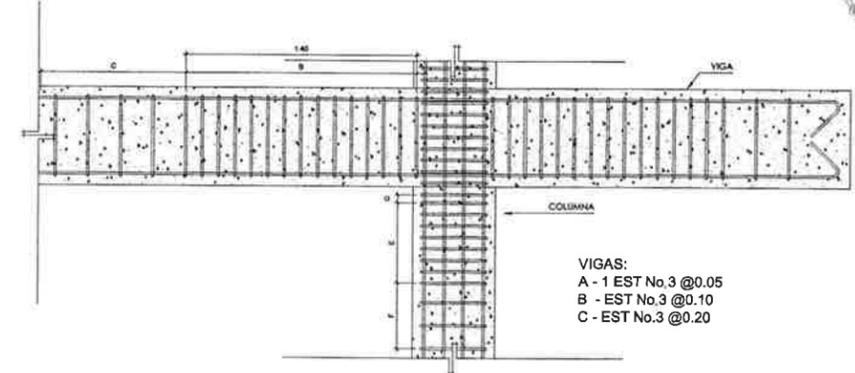
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA	IPS
CARLOS CARDONA	
CARLOS CARDONA	
ING. ALFARO VELEZ	
JULIO 2013	
H O J A No:	
E 20	35



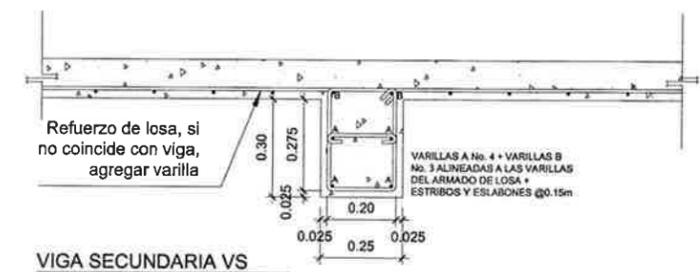
PLANTA ARMADO DE LOSA
SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:100

NOTA:
EN ARMADO DE RIBLES SE INICIARÁ
CON VARILLA ENTERA, 2/3 DE VARILLA
Y MEDIA VARILLA. EL ARMADO DE
TENSIONES SE INICIARÁ CON 1/3 DE
VARILLA, MEDIA VARILLA Y VARILLA
ENTERA



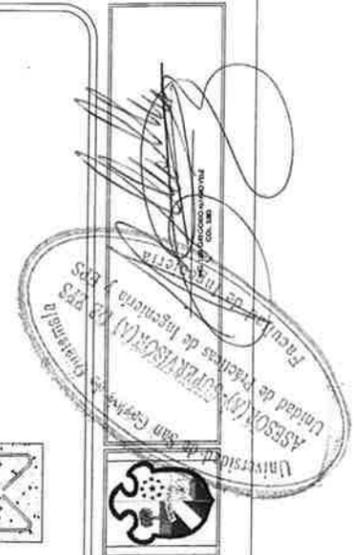
DETALLE DE CONFINAMIENTO EN VIGAS
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

VIGAS:
A - 1 EST No.3 @0.05
B - EST No.3 @0.10
C - EST No.3 @0.20



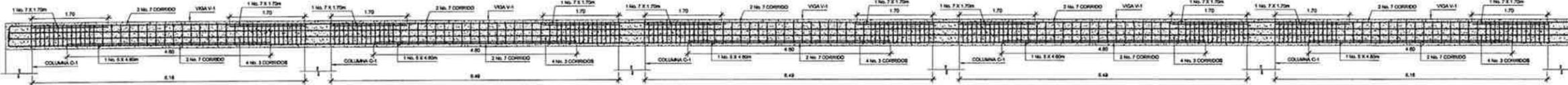
VIGA SECUNDARIA VS
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

NOTA:
TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN
ESTRUCTURAS SE REALIZARAN CON
GANCHO SERRADO, SEGUN NORMAS
ESTABLECIDAS.



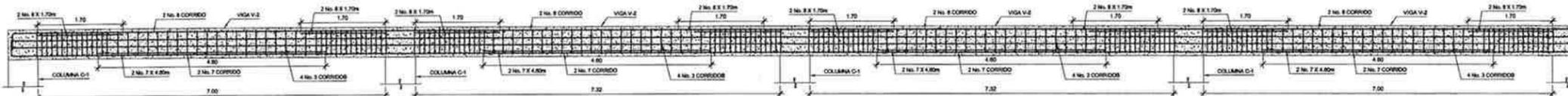
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAJHULEU, RETAJHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETAJHULEU, RETAJHULEU.

CONTIENE: ARMADO DE LOSA, 2DO NIVEL Y DETALLES
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



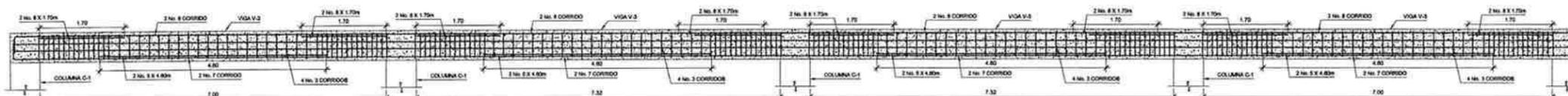
ARMADO VIGA V-1
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/80

NOTA:
EL COMPARTIMIENTO DE ARMADO DE
VIGA SE REPRESENTA EN EL DETALLE
DE COMPARTIMIENTO EN HOJA 11
VER DETALLE DE ARMADO EN HOJA 11



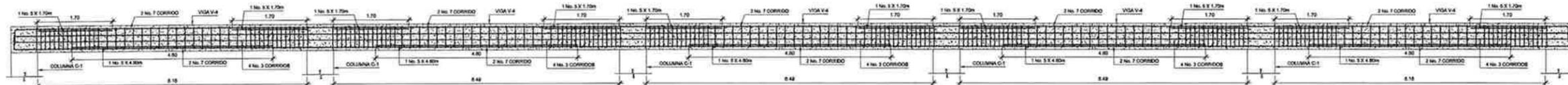
ARMADO VIGA V-2
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/80

NOTA:
EL COMPARTIMIENTO DE ARMADO DE
VIGA SE REPRESENTA EN EL DETALLE
DE COMPARTIMIENTO EN HOJA 11
VER DETALLE DE ARMADO EN HOJA 11



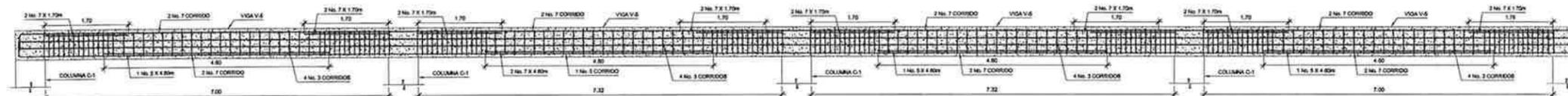
ARMADO VIGA V-3
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/80

NOTA:
EL COMPARTIMIENTO DE ARMADO DE
VIGA SE REPRESENTA EN EL DETALLE
DE COMPARTIMIENTO EN HOJA 11
VER DETALLE DE ARMADO EN HOJA 11



ARMADO VIGA V-4
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/80

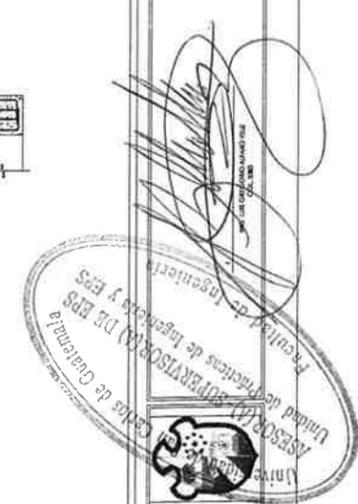
NOTA:
EL COMPARTIMIENTO DE ARMADO DE
VIGA SE REPRESENTA EN EL DETALLE
DE COMPARTIMIENTO EN HOJA 11
VER DETALLE DE ARMADO EN HOJA 11



ARMADO VIGA V-5
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/80

NOTA:
EL COMPARTIMIENTO DE ARMADO DE
VIGA SE REPRESENTA EN EL DETALLE
DE COMPARTIMIENTO EN HOJA 11
VER DETALLE DE ARMADO EN HOJA 11

NOTA:
TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN
ESTRUCTURAS SE REALIZARAN CON
GANCHO SISMICO, SEGUN NORMAS
ESTABLECIDAS.

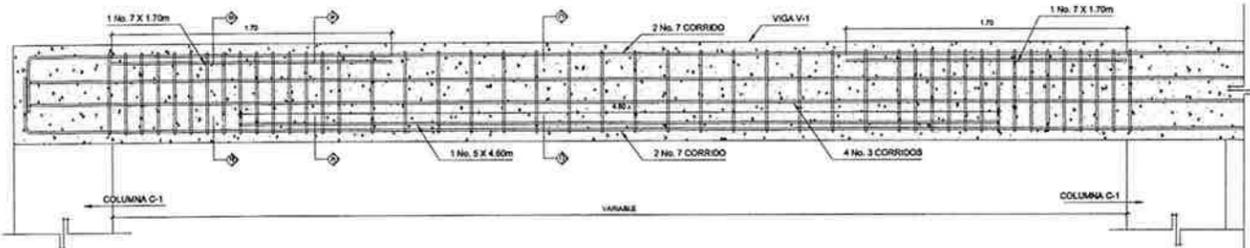


PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAHULEU, RETAHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETAHULEU, RETAHULEU.

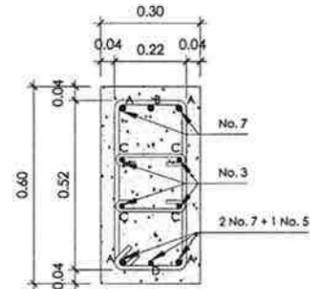
CONTIENE: DETALLES ESTRUCTURALES DE VIGAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELIZ
JULIO 2013
HOJA No:
E 22 / 35

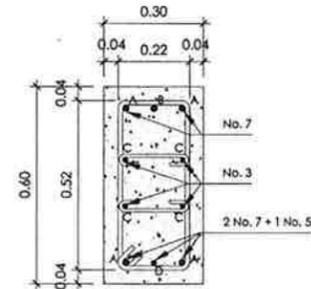


ARMADO VIGA V-1
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

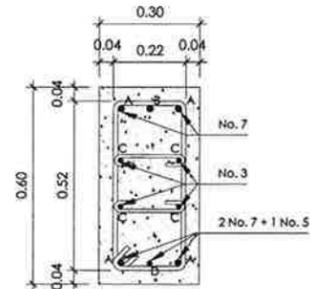
NOTA:
EL CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS EN
VIGAS SE ESPECIFICA EN EL DETALLE
DE CONFINAMIENTO EN HOJA 31
VER DETALLE COMPLETO DE VIGA EN
HOJA 22



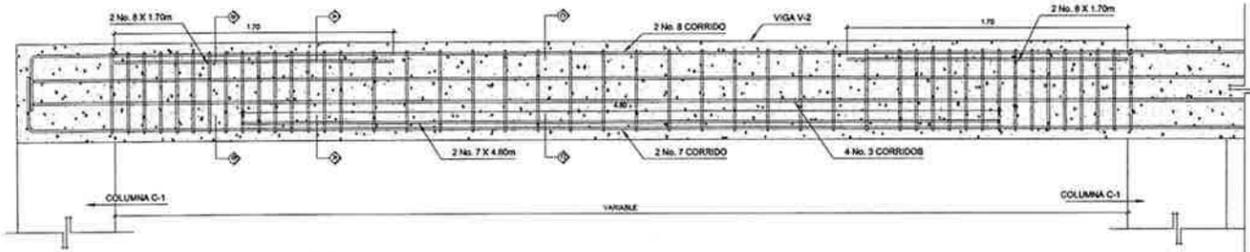
VIGA V-1
SECCION A-A'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



VIGA V-1
SECCION B-B'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

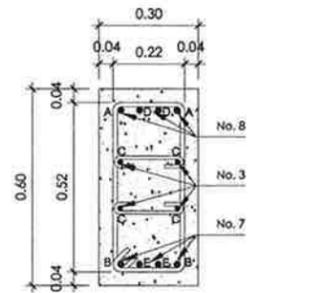


VIGA V-1
SECCION C-C'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

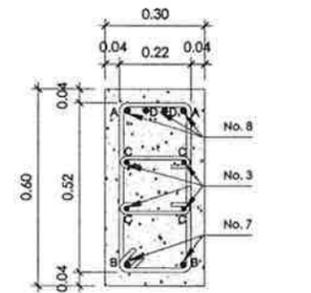


ARMADO VIGA V-2
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

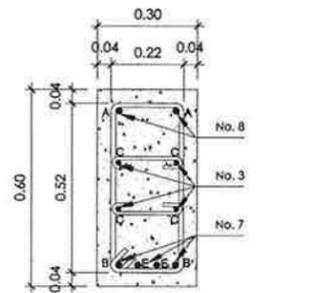
NOTA:
EL CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS EN
VIGAS SE ESPECIFICA EN EL DETALLE
DE CONFINAMIENTO EN HOJA 31
VER DETALLE COMPLETO DE VIGA EN
HOJA 22



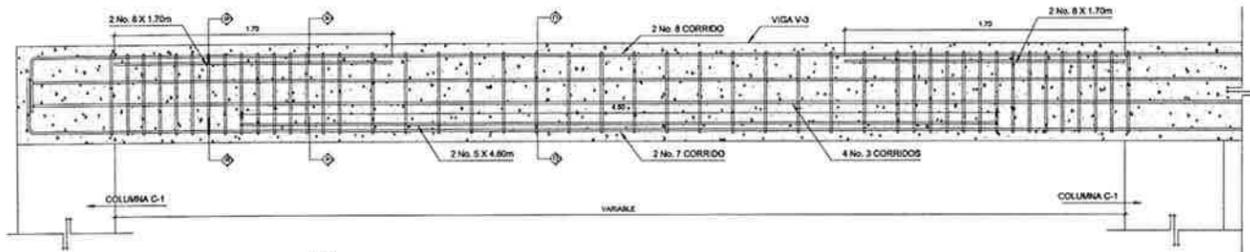
VIGA V-2
SECCION A-A'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



VIGA V-2
SECCION B-B'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

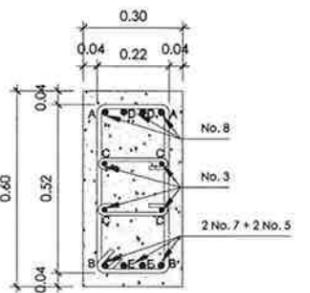


VIGA V-2
SECCION C-C'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

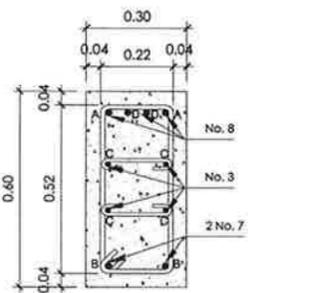


ARMADO VIGA V-3
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

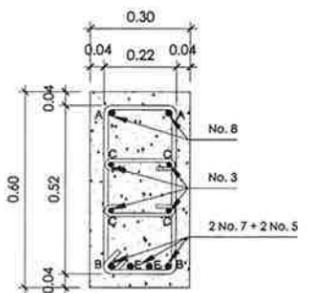
NOTA:
EL CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS EN
VIGAS SE ESPECIFICA EN EL DETALLE
DE CONFINAMIENTO EN HOJA 31
VER DETALLE COMPLETO DE VIGA EN
HOJA 22



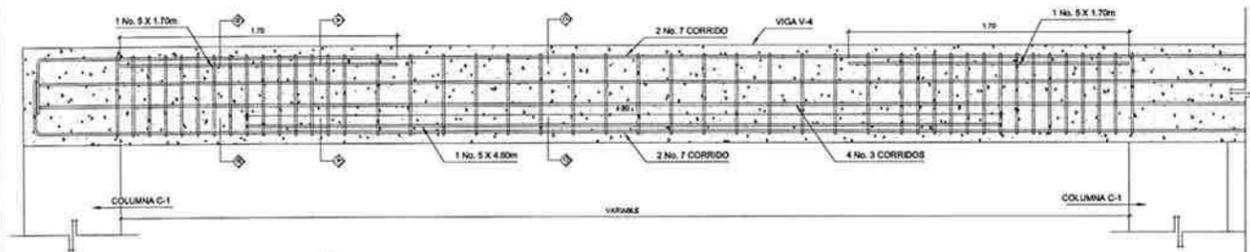
VIGA V-3
SECCION A-A'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



VIGA V-3
SECCION B-B'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

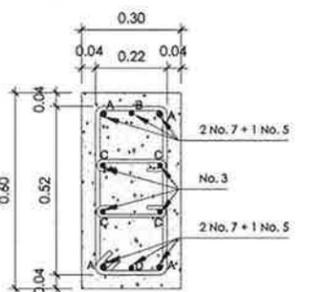


VIGA V-3
SECCION C-C'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

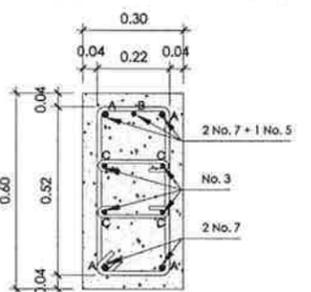


ARMADO VIGA V-4
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

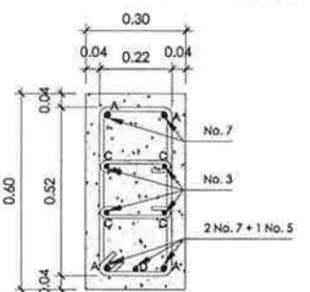
NOTA:
EL CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS EN
VIGAS SE ESPECIFICA EN EL DETALLE
DE CONFINAMIENTO EN HOJA 31
VER DETALLE COMPLETO DE VIGA EN
HOJA 22



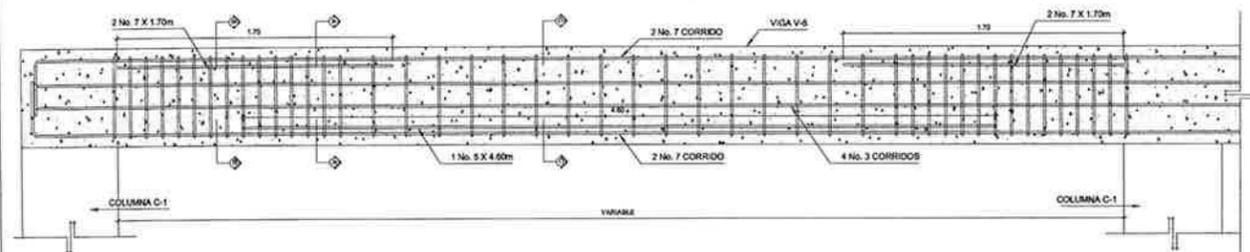
VIGA V-4
SECCION A-A'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



VIGA V-4
SECCION B-B'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

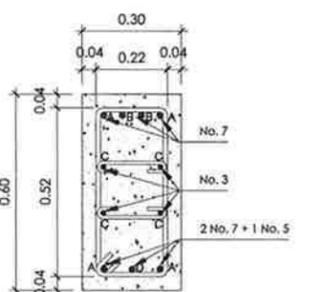


VIGA V-4
SECCION C-C'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

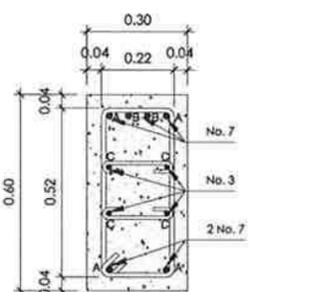


ARMADO VIGA V-5
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/20

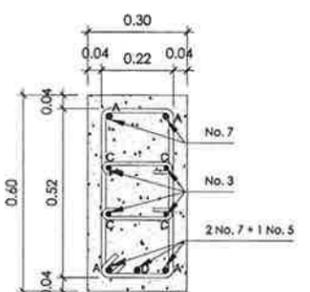
NOTA:
EL CONFINAMIENTO DE ESTRIBOS EN
VIGAS SE ESPECIFICA EN EL DETALLE
DE CONFINAMIENTO EN HOJA 31
VER DETALLE COMPLETO DE VIGA EN
HOJA 22



VIGA V-5
SECCION A-A'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

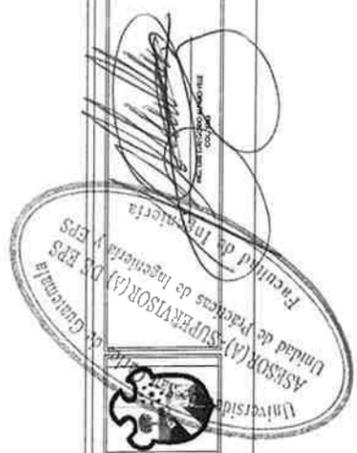


VIGA V-5
SECCION B-B'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10



VIGA V-5
SECCION C-C'
MERCADO SAN MARTIN DE PORRES ESCALA 1/10

NOTA:
TODOS LOS ESTRIBOS REALIZADOS EN
ESTRUCTURAS SE REALIZARAN CON
CANCHO ISOMCO, SEGUN NORMAS
ESTRUCTURALES



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
RETAHULEU, RETAHULEU

DIRECCION:

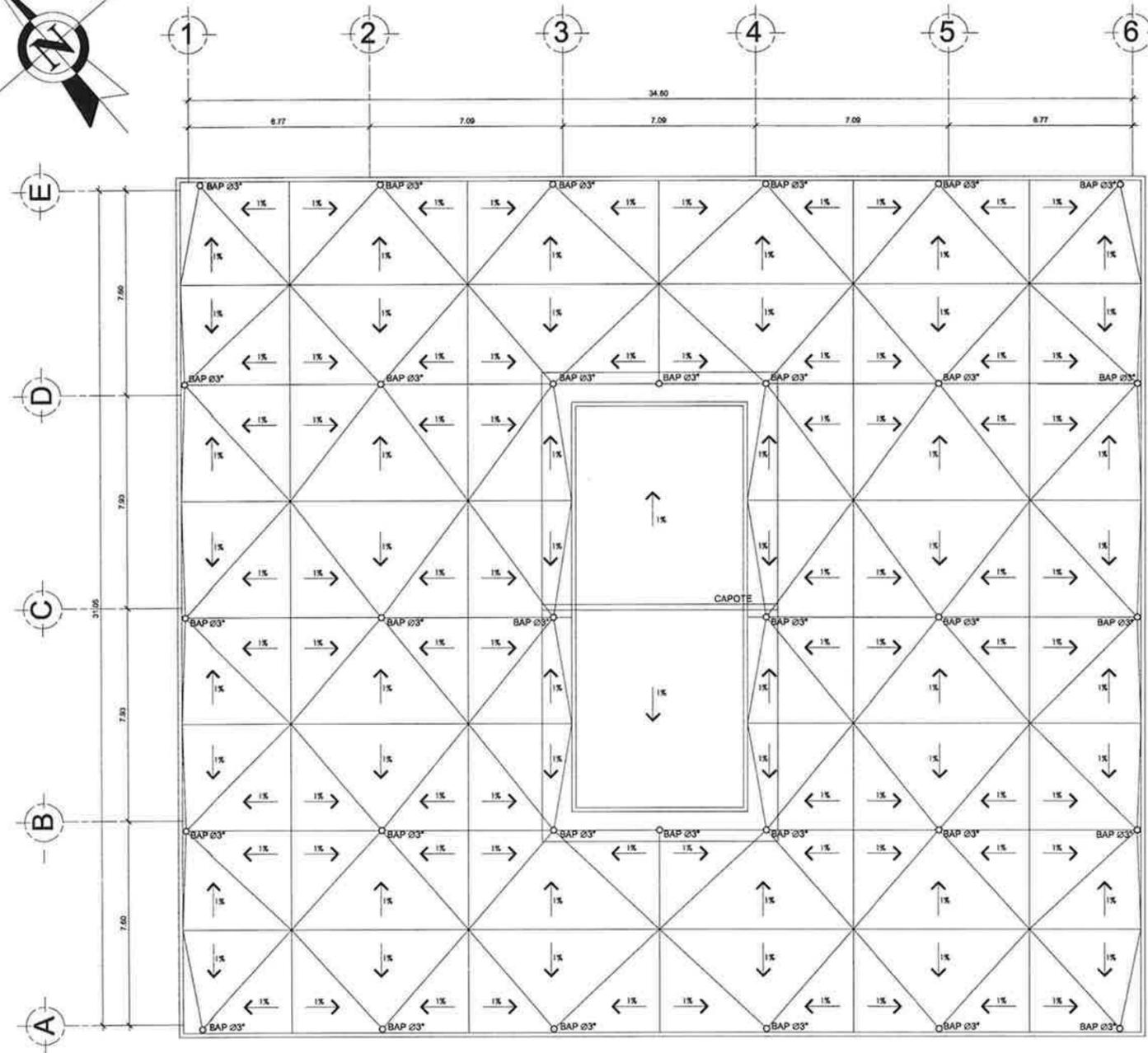
6 AVENIDA ZONA 1, RETAHULEU, RETAHULEU.

CONTIENE: DETALLES ESTRUCTURALES DE VIGAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALVARO VELIZ
JUNIO 2013

HOJA No:
E 23
35



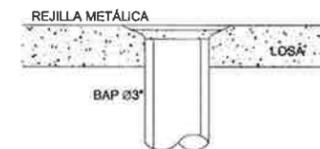
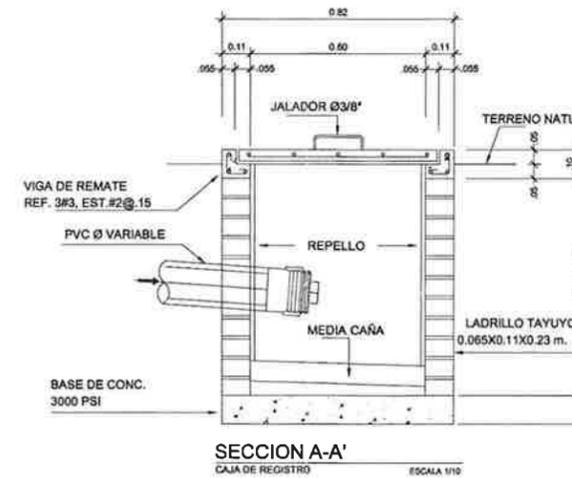
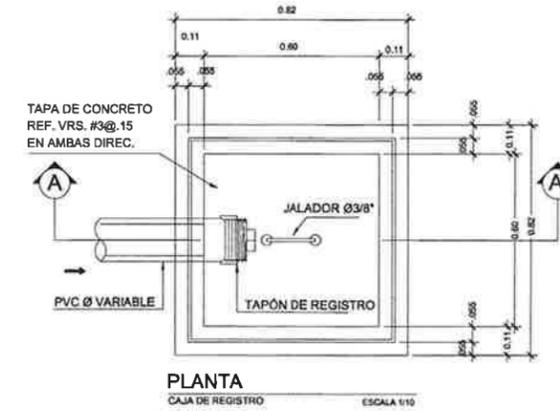
DETALLE EN TECHOS DE PAÑUELOS

MERCADO SAN MARTIN DE PORRES

ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA

	INDICA PROYECCIÓN DE PAÑUELO
	INDICA PAÑUELO
	INDICA DIRECCIÓN Y PENDIENTE DE LOS PAÑUELOS
	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, TUBERÍA DIÁMETRO 3"



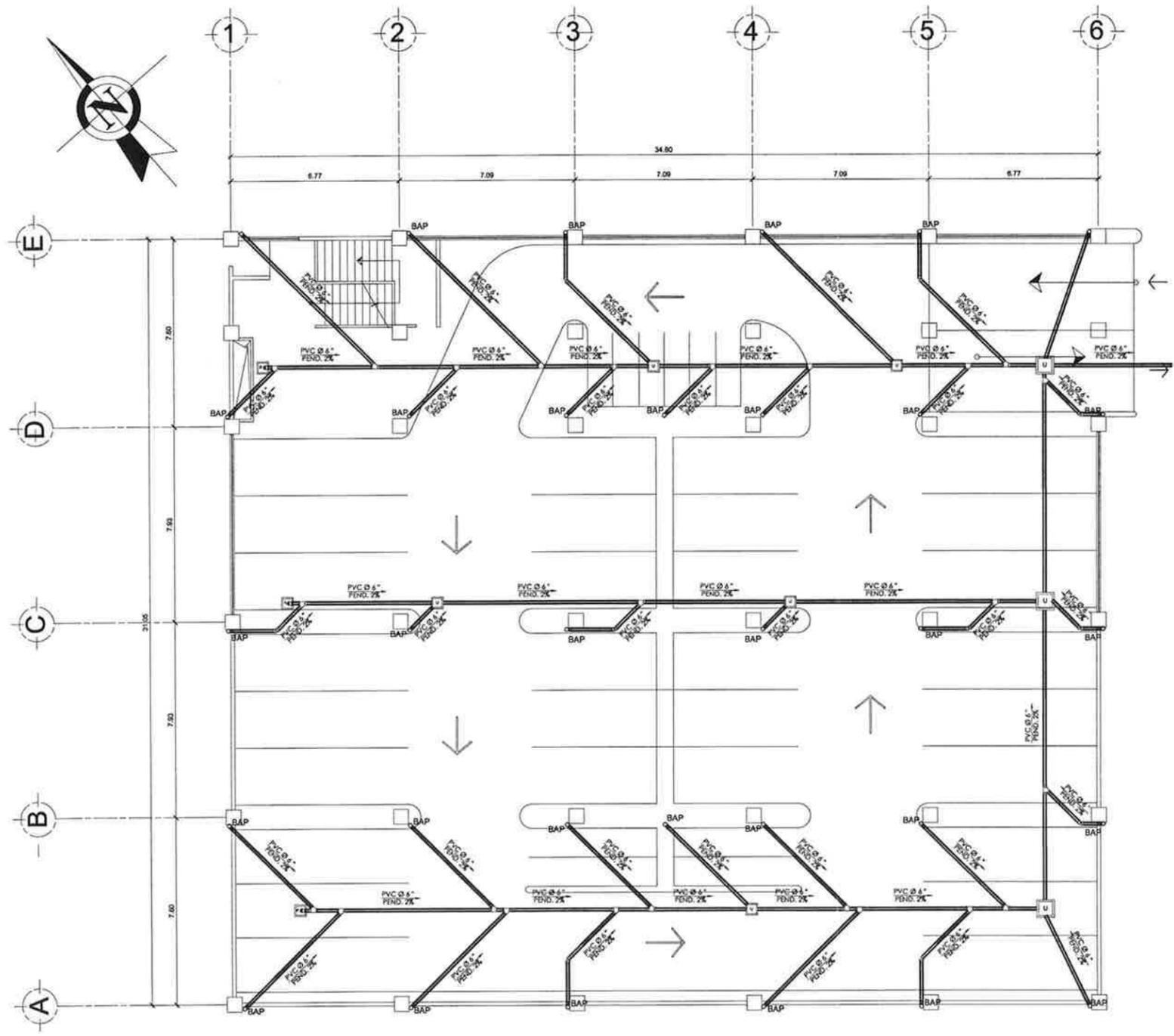
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

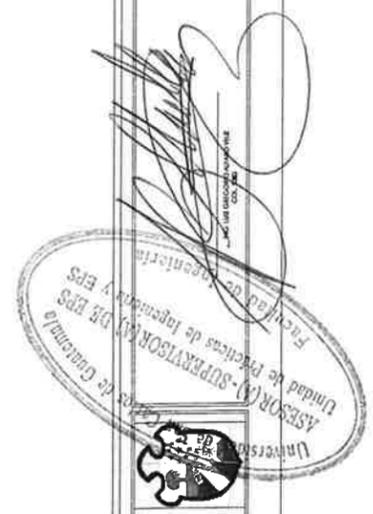
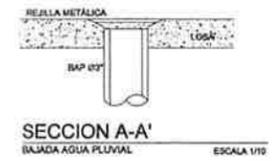
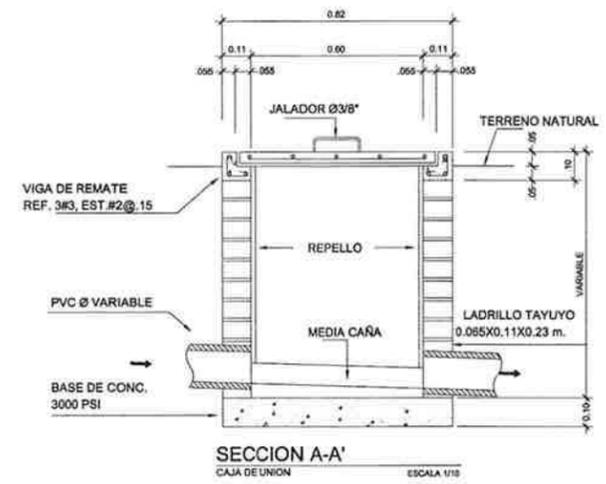
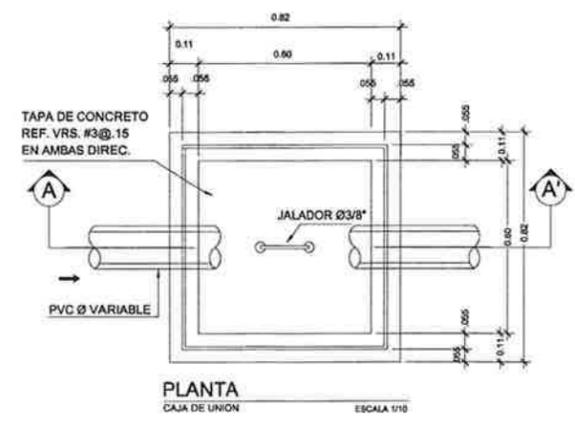
CONTIENE: DRENAJE PLUVIAL EN TECHOS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARDO VELIZ
JULIO 2013

HOJA No:
24
35



SIMBOLOGÍA	
	INDICA TUBERÍA DE PVC 4"
	INDICA DIÁMETRO Y PENDIENTE DE TUBERÍA
	CODO VERTICAL
	CODO HORIZONTAL
	YE HORIZONTAL
	CAJA DE REGISTRO
	CAJA DE UNIÓN
	BAJADA DE AGUA PLUVIAL, TUBERÍA DIÁMETRO 4"



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU.

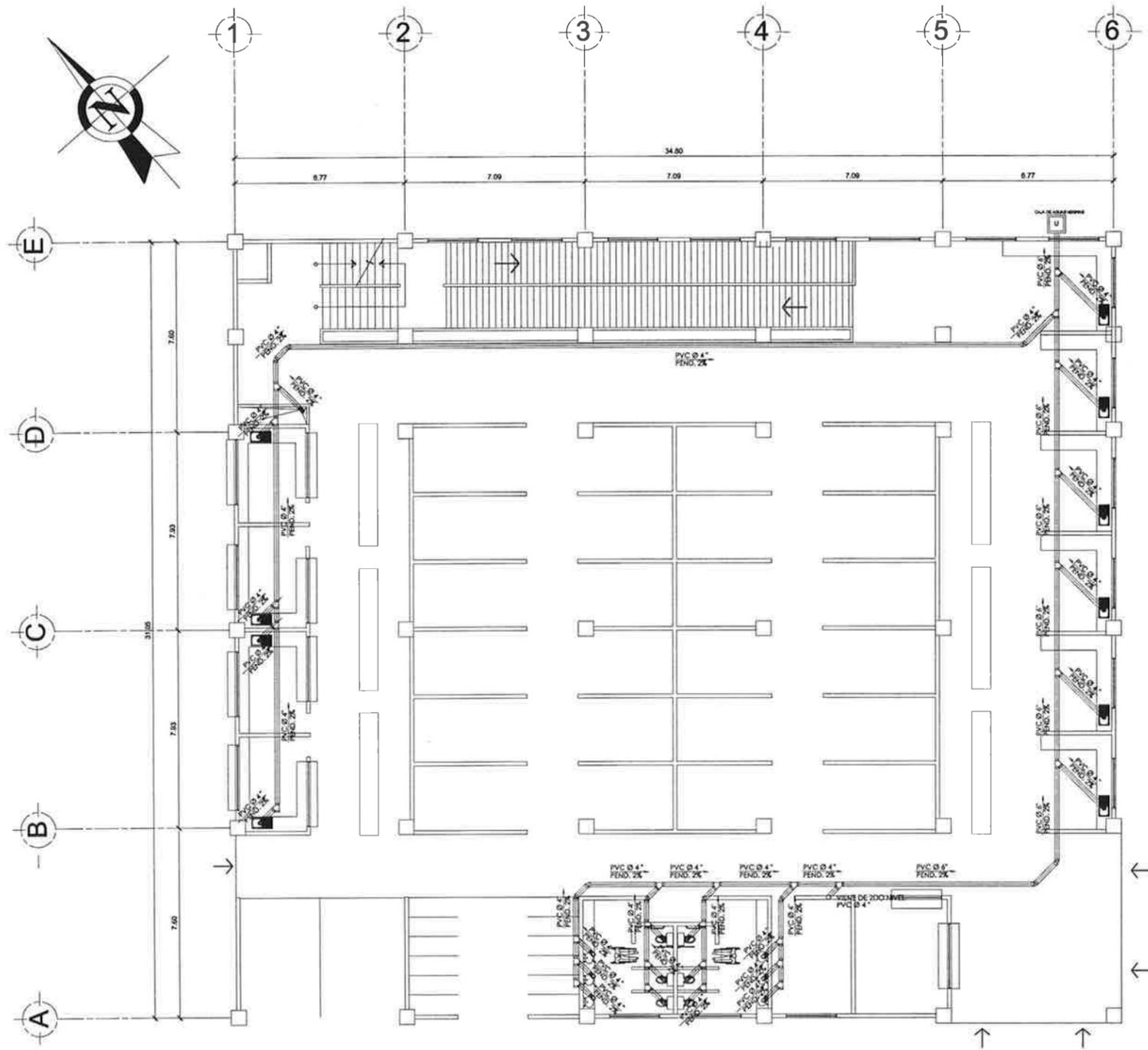
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: DRENAJES AGUA PLUVIAL EN SÓTANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELEZ
JULIO 2013

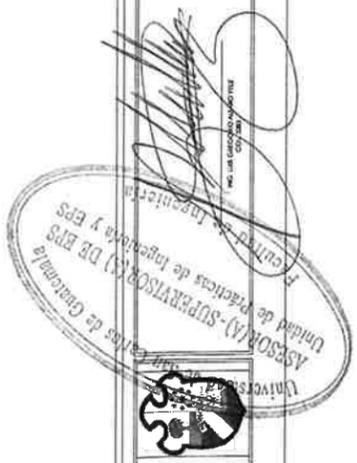
HOJA No:
1 25 / 35



SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PVC DE AGUA POTABLE Ø INDICADO
	COUDO A 90° VERTICAL Ø INDICADO
	COUDO A 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	FRECCIONES Ø INDICADO
	CHIMENEO Ø VIT

NOTA:
PARA DRENAJES SE UTILIZARÁ TUBERÍA PVC PRESIÓN DE 100 PSI
Y SE INSTALARÁN CON PENDIENTE DE DRENAJE 2%

INSTALACIÓN DE DRENAJES
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:100



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

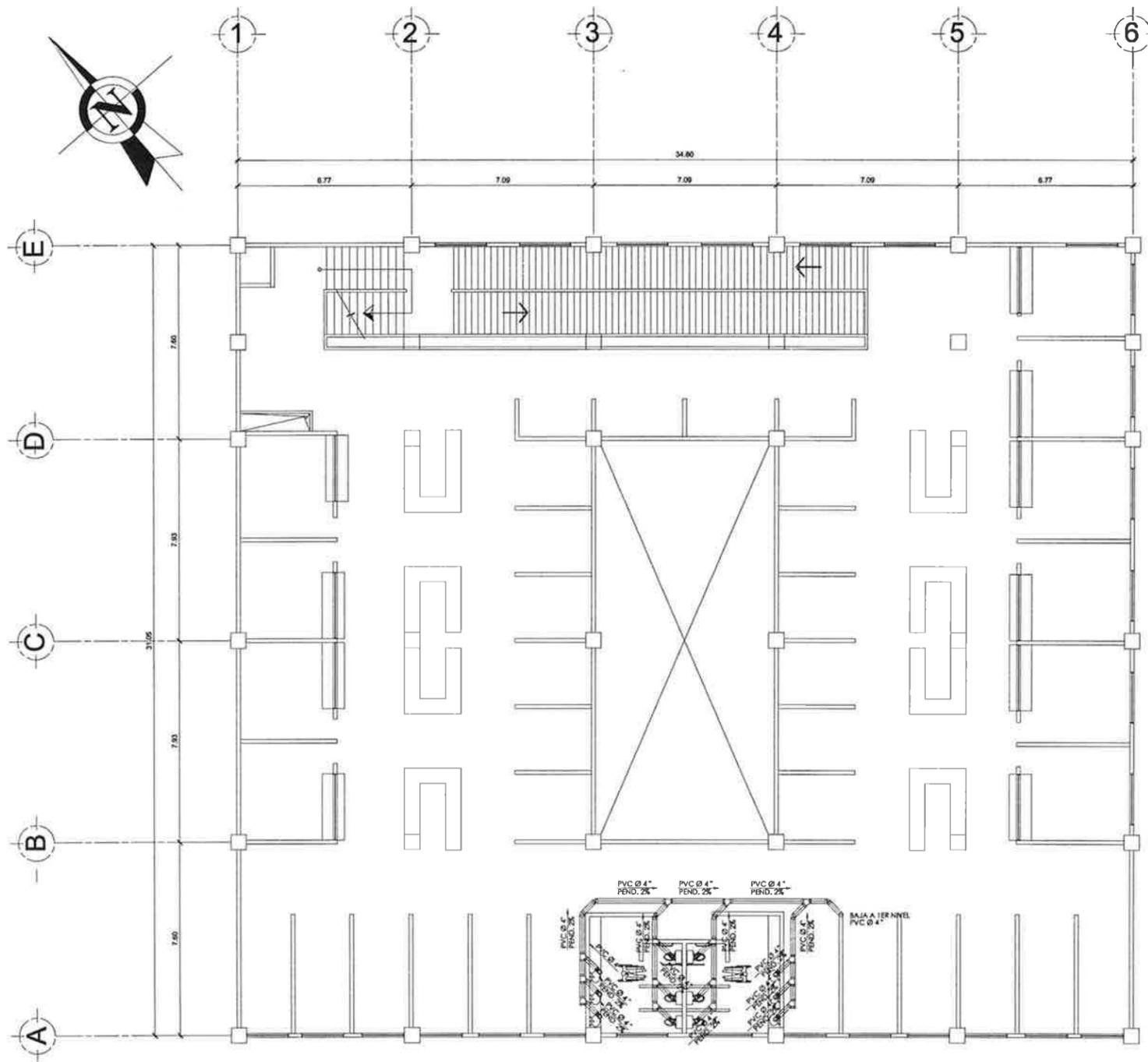
DIRECCIÓN: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: INSTALACIÓN DE DRENAJES, 1ER NIVEL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELZ
JULIO 2013

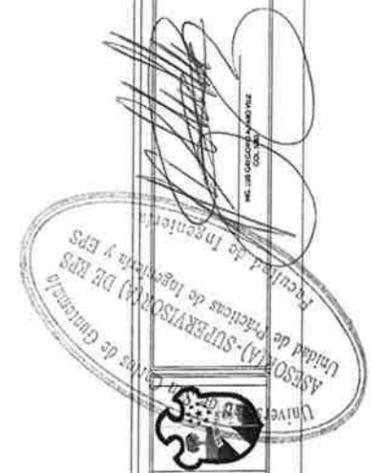
H O J A No:
1 26 / 35



SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PVC DE AGUA POTABLE Ø INDICADO
	COUDO A 90° VERTICAL Ø INDICADO
	COUDO A 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	TRE Nº HORIZONTAL Ø INDICADO
	REDUCCIÓN Ø INDICADO
	CHUBRO Ø 1/2"

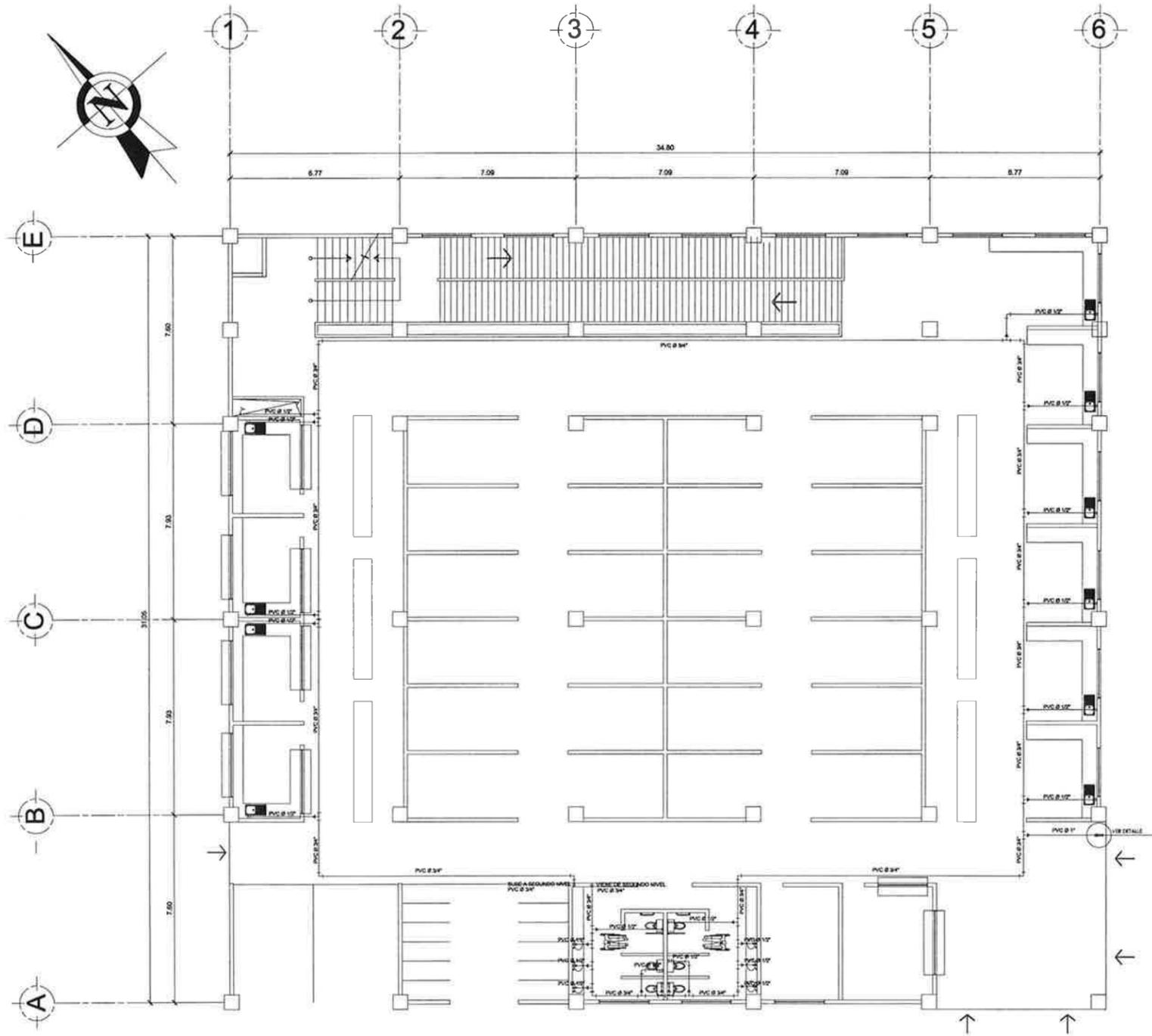
NOTA:
PARA DRENAJES SE UTILIZARÁ TUBERÍA PVC PRESIÓN DE 100 PSI
Y SE INSTALARÁN CON PENDIENTE DE DRENAJE 2%

INSTALACIÓN DE DRENAJES
 SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:100



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES,
 RETALHULEU, RETALHULEU
 DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

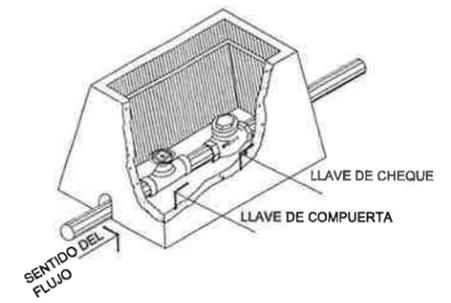
CONTIENE: INSTALACIÓN DE DRENAJES, 2DO NIVEL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INSTALACION DE AGUA POTABLE
 PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA PVC DE AGUA POTABLE Ø INDICADO
	CODO A 90° VERTICAL Ø INDICADO
	CODO A 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	TEE 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	REDUCIDOR Ø INDICADO
	CHORRO Ø 1/2"
	LLAVE DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE

NOTA:
 LA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE SE REALIZARÁ CON TUBERÍA PVC. EL CIRCUITO PRINCIPAL CON Ø 3/4" PRESIÓN 250 PSI. LOS RAMALES CON Ø 1/2" PRESIÓN 315 PSI Y LA TUBERÍA QUE ABASTECE LA RED DEL PROYECTO ES DE Ø 1" PRESIÓN 160 PSI. TANTO LOS CHORROS COMO LAS LLAVES SERÁN DE BRONCE. LAS LLAVES DE PASO SE INSTALARÁN DENTRO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO CON DIMENSIONES 0.30x0.50 M.



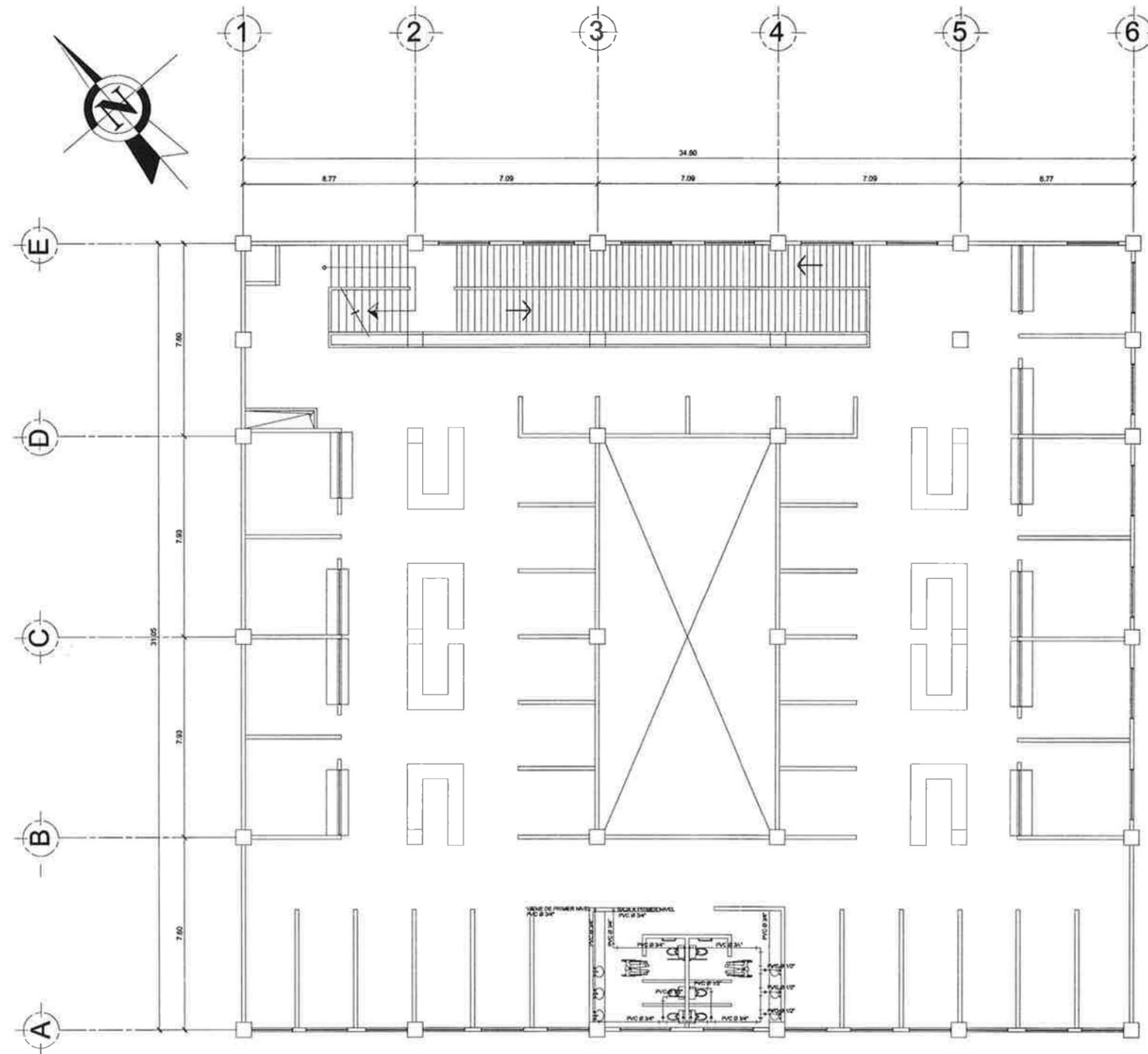
DETALLE DE LLAVES
 MERCADO SAN MARTIN DE PORRES SIN ESCALA

Ing. Carlos de Guzmán
 INGENIERO(A) SUPLENTE(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

PROYECTO: **DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU**
 DIRECCION: **6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.**

CONTENIDO: **DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, 1ER NIVEL**
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
 INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELAZ
 AÑO 2013
HOJA No: 28 / 35



INSTALACION DE AGUA POTABLE
 SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA	
—	TUBERÍA PVC DE AGUA POTABLE Ø INDICADO
⊙	CODO A 90° VERTICAL Ø INDICADO
└┘	CODO A 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
┌┐	TEE 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
▶	REDUCIDOR Ø INDICADO
⊙	CHORRO Ø 1/2"
⊗	LLAVE DE COMPUERTA
⊗	LLAVE DE CHEQUE

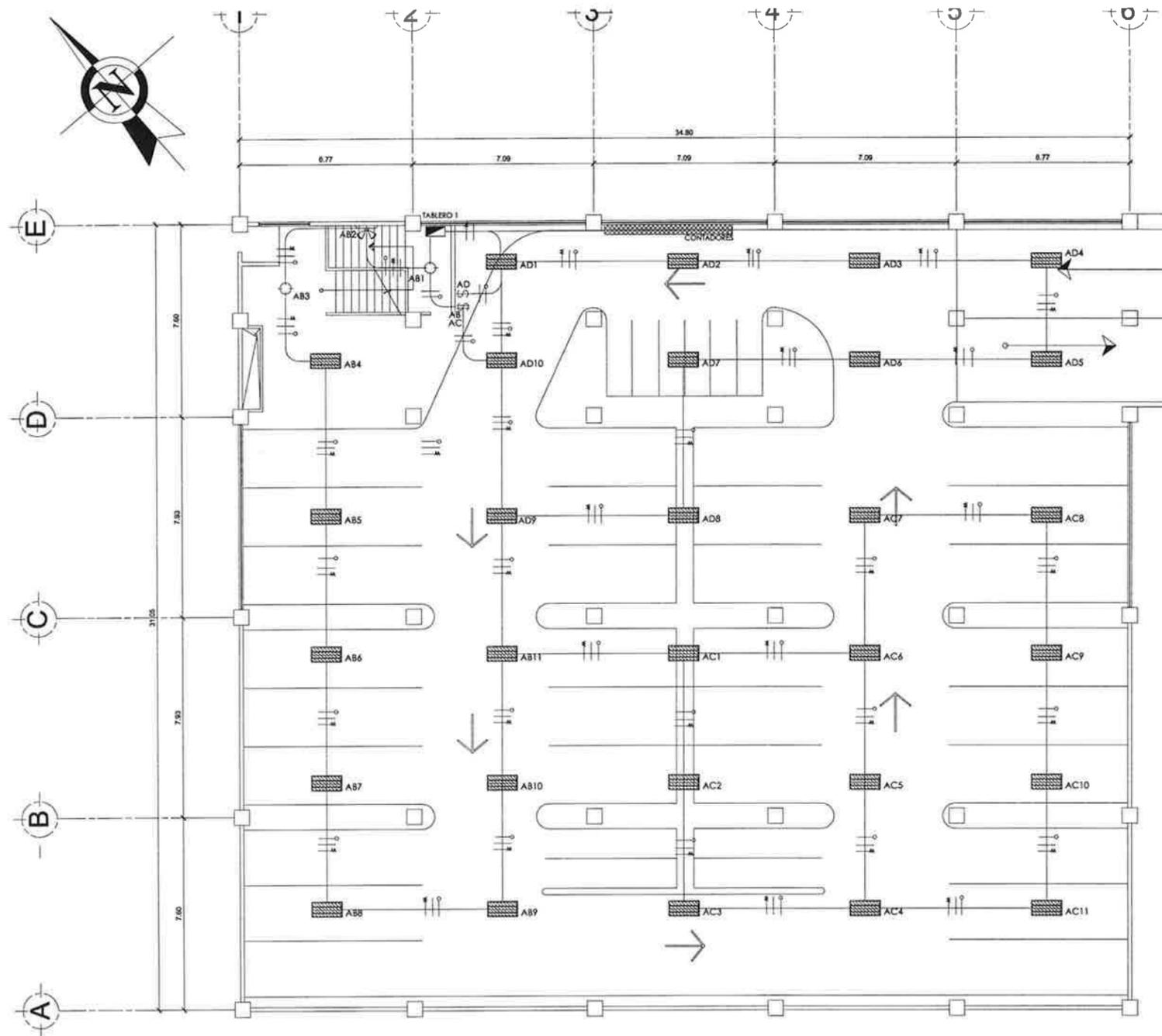
NOTA:
 LA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE SE REALIZARÁ CON TUBERÍA PVC. EL CIRCUITO PRINCIPAL CON Ø 3/4" PRESIÓN 250 PSI. LOS RAMALES CON Ø 1/2" PRESIÓN 315 PSI Y LA TUBERÍA QUE ABASTECE LA RED DEL PROYECTO ES DE Ø 1" PRESIÓN 160 PSI. TANTO LOS CHORROS COMO LAS LLAVES SERÁN DE BRONCE. LAS LLAVES DE PASO SE INSTALARÁN DENTRO DE UNA CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO CON DIMENSIONES 0.30x0.50 M.

ASOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Universidad de San Carlos de Guatemala

PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
 DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1. RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, 2DO NIVEL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
 DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
 DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
 DISEÑADA POR: ING. ALFARO VELIZ
 AÑO 2013
 HOJA No: 29 / 35



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN

SOTANO

ESCALA 1:100

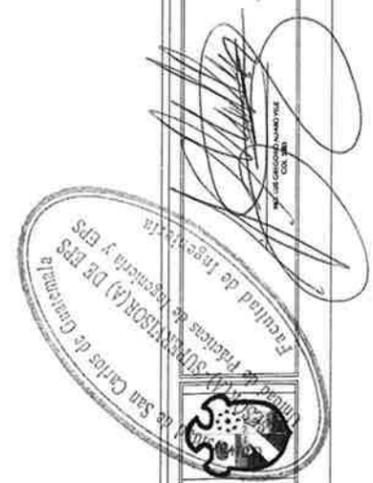
SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	
⊞	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.50 S.M.P.T.
⊞	INTERRUPTOR DOBLE H=1.50 S.M.P.T.
⊞	BOMBILLA AHORRADORA 25 WATTS CÓDIGO HGL25W/27
—+—	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
—+—	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO
—+—	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
—+—	LÍNEA RETORNO CALIBRE 12 TW
—	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2"
—	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2" EN MUROS Y LOSA
■	TABLERO
■	LAMPARA FLUORESCENTE CON DIFUSOR PARALELO Y 4 TUBOS DE 54 WATTS O 2 TUBOS DE 20 WATTS
⊞	REFLECTOR DOBLE EN PARED de 150 W

NOTA:

Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

La iluminación en áreas comunes funcionará independientemente, contando con contador propio.

Las lámparas utilizadas en áreas comunes como pasillos y baños serán de 2 tubos de 20 watts y en el área de parqueo de 4 tubos de 54 watts.



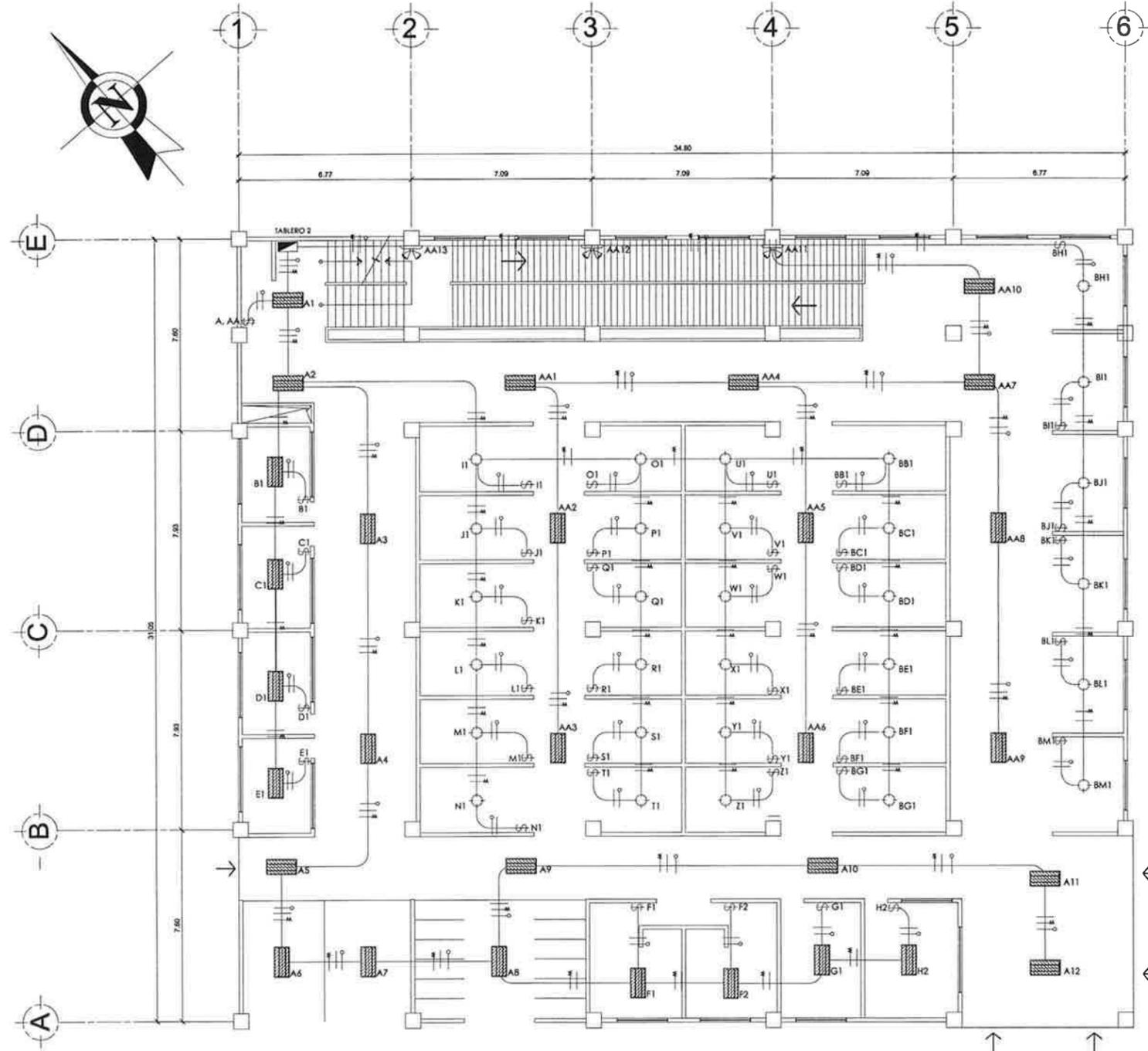
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SÓTANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FECHA:	REVISADO:
ELABORADO:	APROBADO:
ING. ALFARO VELAZ	
JULIO 2013	
H.O.J.A. No:	
1	30
	35



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN
 PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

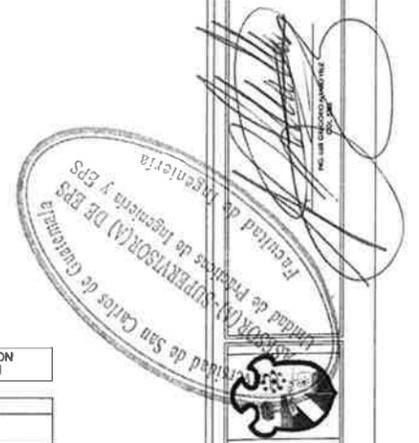
SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELÉCTRICA ILUMINACIÓN	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.50 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.50 S.N.P.T.
	BOMBILLA AHORRADORA 25 WATTS CÓDIGO HEL25W/27
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
	LÍNEA RETORNO CALIBRE 12 TW
	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2"
	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2" EN MUROS Y LOSA
	TABLERO
	LAMPARA FLUORESCENTE CON DRIVER PARABOLICO Y 4 TUBOS DE 54 WATTS O 2 TUBOS DE 25 WATTS
	REFLECTOR DOBLE EN PARED de 150 W

NOTA:

Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

La iluminación en áreas comunes funcionará independientemente, contando con contador propio.

Las lámparas utilizadas en áreas comunes como pasillos y baños serán de 2 tubos de 20 watts y en el área de parqueo de 4 tubos de 54 watts.



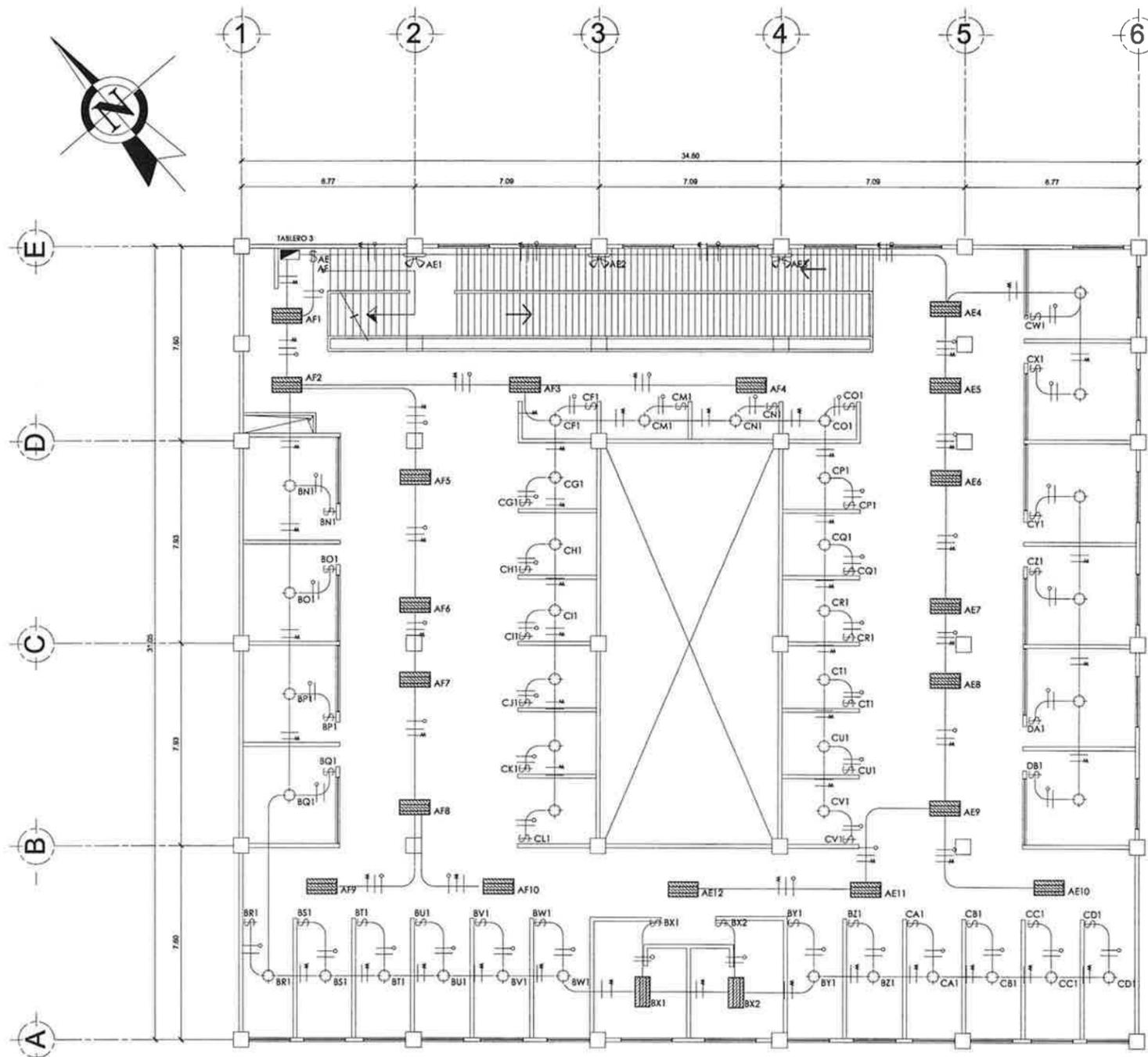
PROYECTO: **DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU**

DIRECCION: **6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.**

CONTIENE: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS 1ER NIVEL**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

IPS
RENCADA
CARLOS GARDONA
CARLOS GARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JULIO 2013
H O J A No:
1 31
35



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN
 SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:100

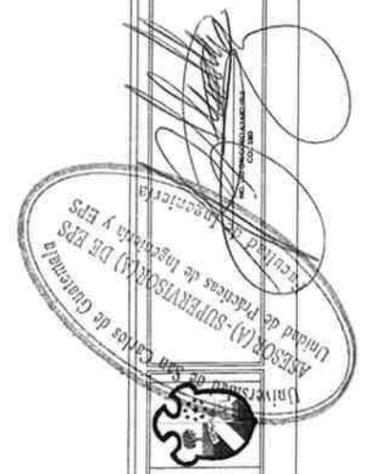
SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.50 S.N.P.T.
	INTERRUPTOR DOBLE H=1.50 S.N.P.T.
	BOMBILLA AHORRADORA 25 WATTS CÓDIGO HEL28W27
	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA DE RETORNO CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
	LÍNEA RETORNO CALIBRE 12 TW
	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2"
	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/2" EN MUROS Y LOSA
	TABLERO
	LAMPARA FLUORESCENTE CON DEFUSOR PARALADO Y TUBOS DE 34 WATTS Ø 2 TUBOS DE 30 WATTS
	REFLECTOR DOBLE EN PARED Ø 150 W

NOTA:

Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

La iluminación en áreas comunes funcionará independientemente, contando con contador propio.

Las lámparas utilizadas en áreas comunes como pasillos y baños serán de 2 tubos de 20 watts y en el área de parqueo de 4 tubos de 54 watts.



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU.

DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, 2DO NIVEL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS

INDICADA

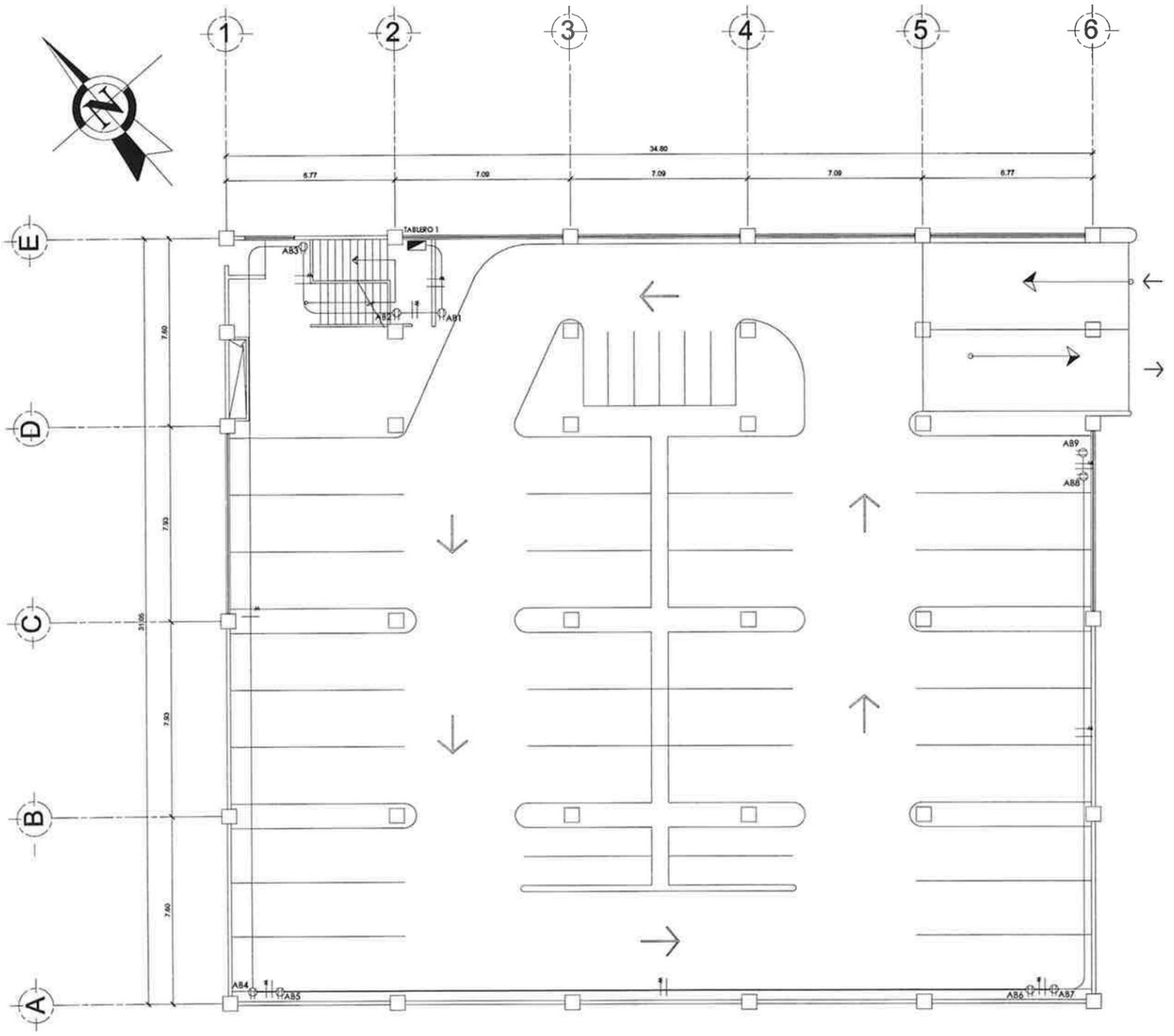
CARLOS CARDONA

CARLOS CARDONA

ALFARO VELIZ

JULIO 2013

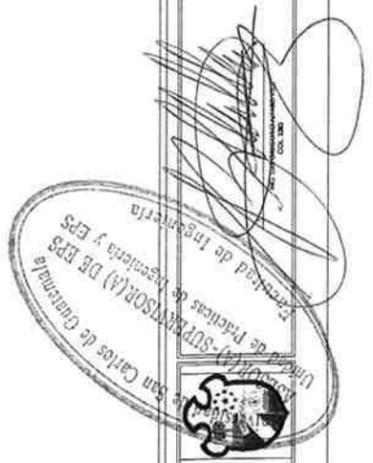
HOJA No: 32 / 35



SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
+	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
+	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
—	TUBO POLYDUCTO Ø 1 1/4" INDICADO EN PISO
—	TUBO ELÉCTRICO Ø1 1/4" EN MUROS Y LOSA
■	TABLERO
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE
⊕	TOMACORRIENTE 220V

NOTA:
Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

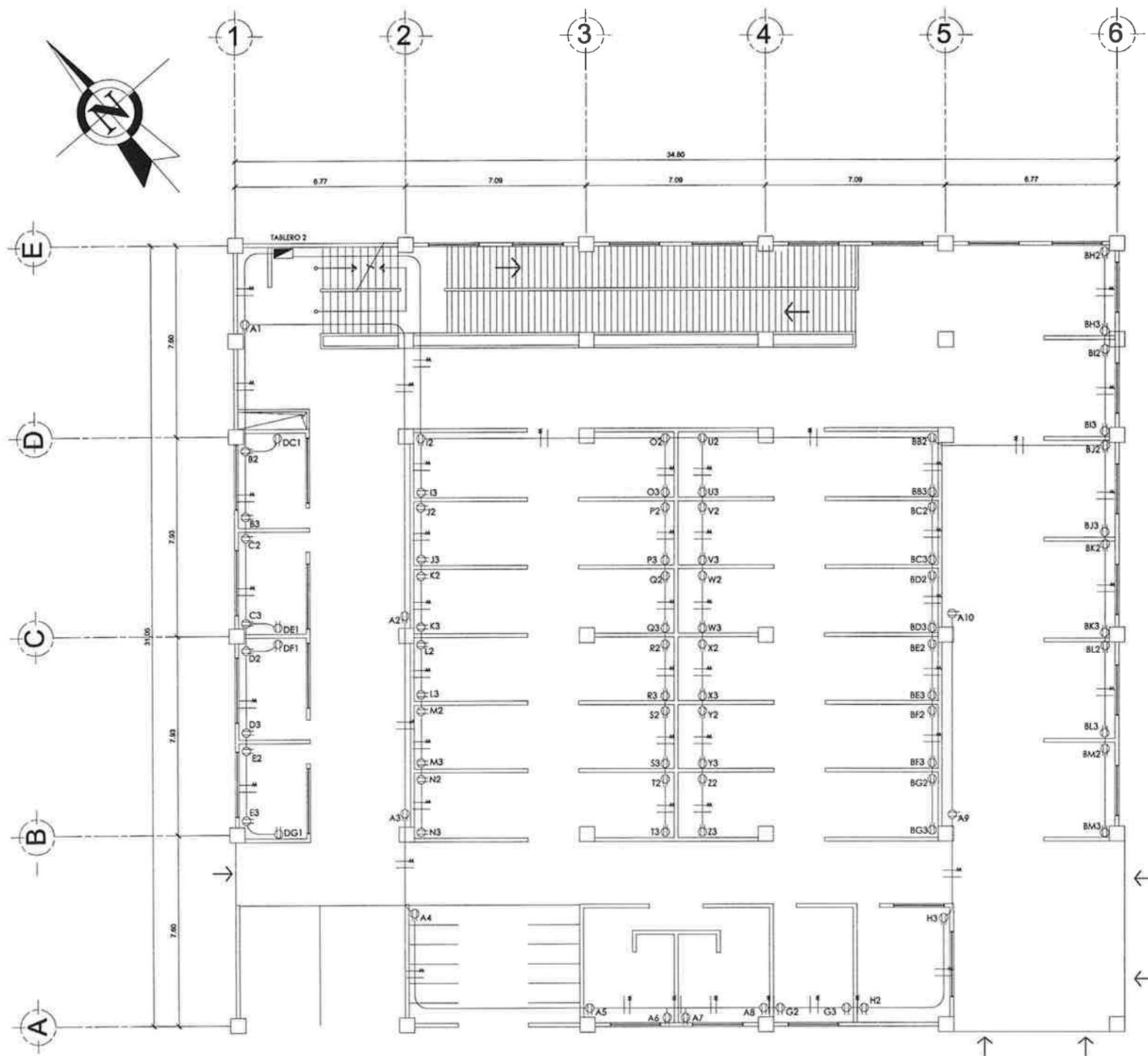
INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA
SOTANO
ESCALA 1:100



PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCION: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CONTIENE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SÓTANO
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JULIO 2013
HOJA No:
1 33 35



INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA

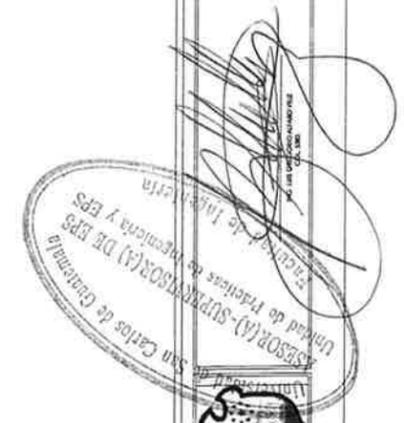
PRIMER NIVEL ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELÉCTRICA FUERZA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
—+—	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW O INDICADO
—+—	LÍNEA FVA CALIBRE 12 TW O INDICADO
— —	TUBO POLYDUCTO Ø 1 1/4" INDICADO EN PISO
— —	TUBO ELÉCTRICO Ø 1 1/4" EN MUROS Y LOSA
▭	TABLERO
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE
⊕	TOMACORRIENTE 220V

NOTA:

Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

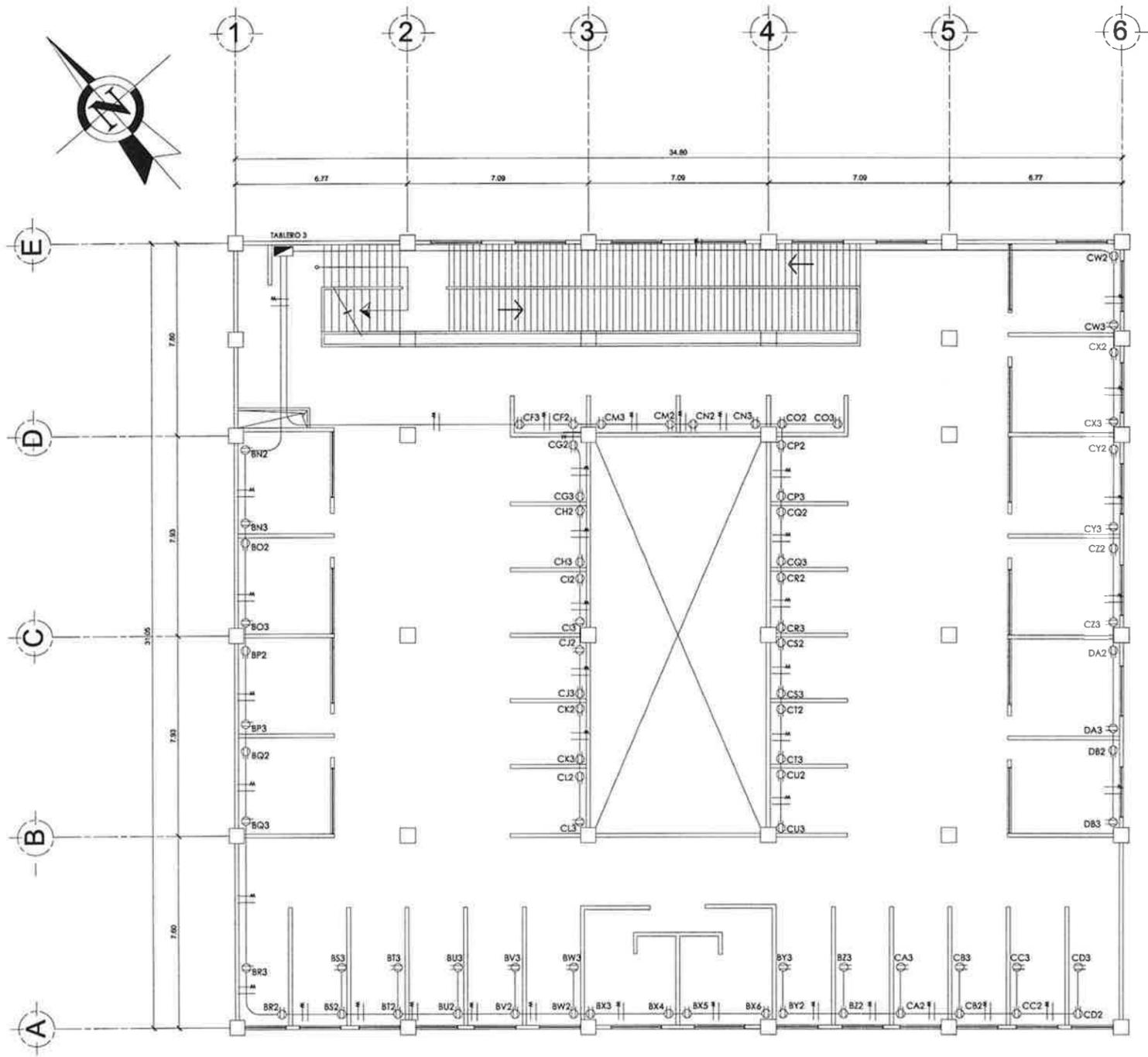


PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU

DIRECCION: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
JULIO 2013

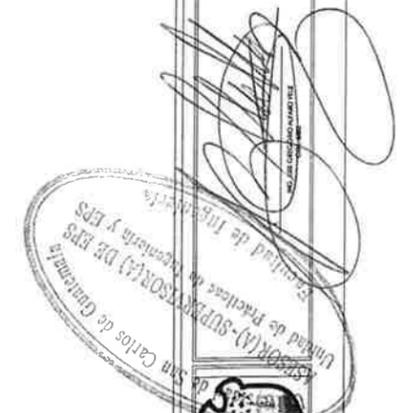
HOJA No:
1 34 / 35



SIMBOLOGÍA DE INSTALACION ELECTRICA FUERZA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
+	LÍNEA NEUTRAL CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
+	LÍNEA VIVA CALIBRE 12 TW Ø INDICADO
—	TUBO POLYDUCTO Ø 1 1/4" INDICADO EN PISO
—	TUBO ELECTRICO Ø 1 1/4" EN MUROS Y LOSA
▭	TABLERO
⊕	TOMACORRIENTE DOBLE
⊕	TOMACORRIENTE 220V

NOTA:
Cada local contará con su propio circuito y contador, localizado en el sótano, este incluirá el servicio de iluminación y tomas eléctricas que se encuentran en cada local.

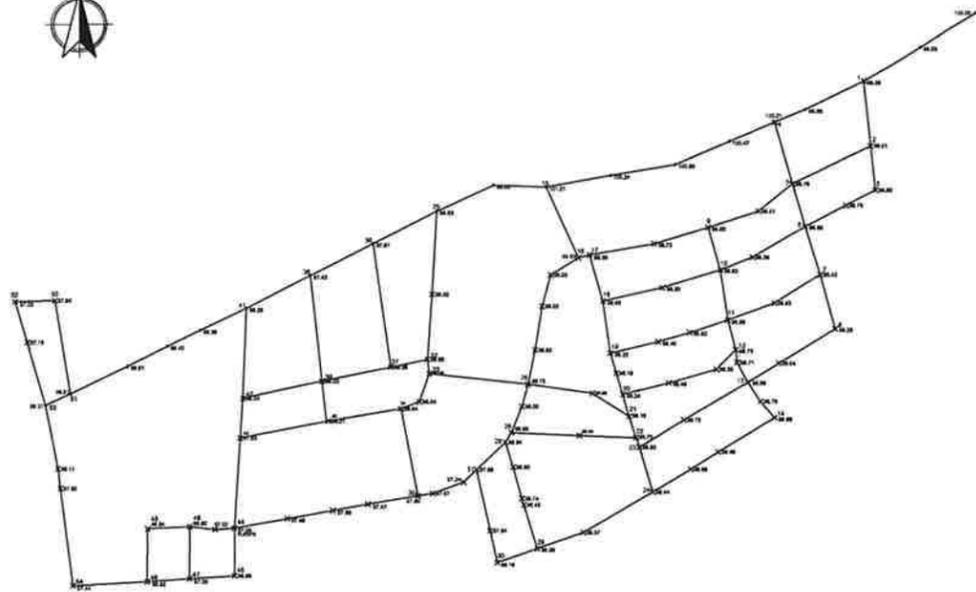
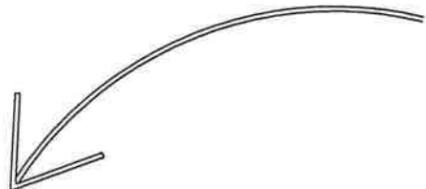
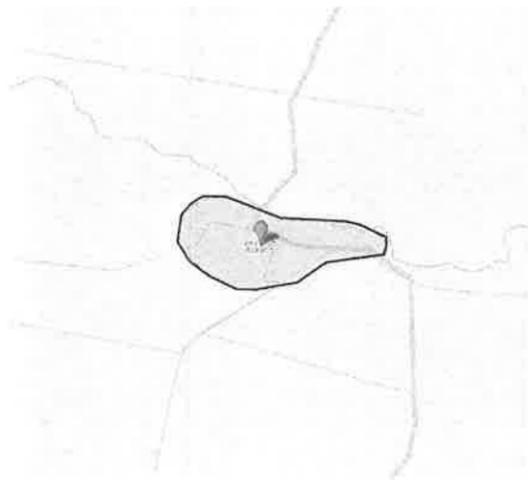
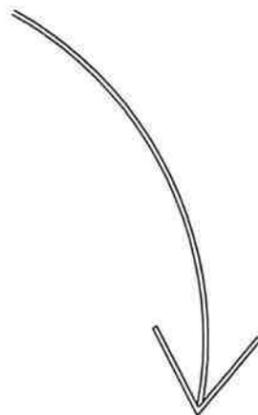
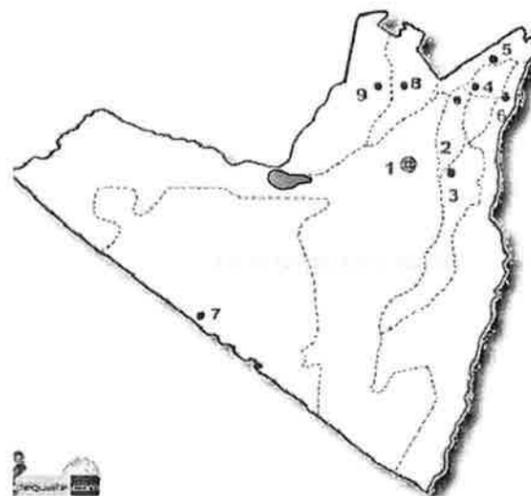
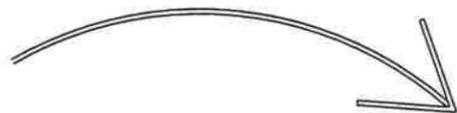
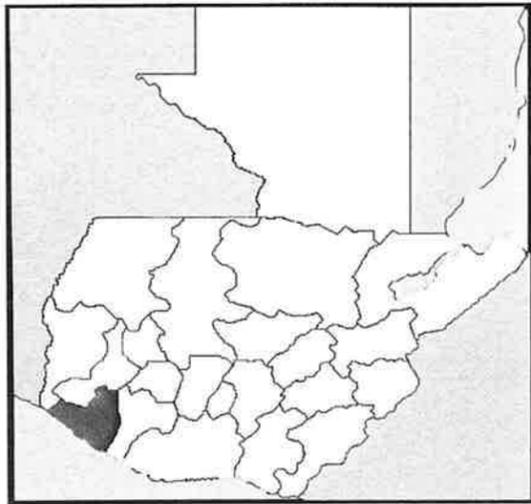
INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FUERZA
SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:100



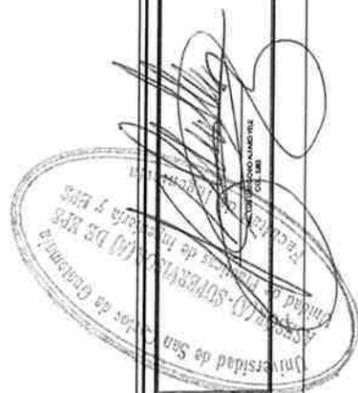
PROYECTO: DISEÑO MERCADO SAN MARTIN DE PORRES, RETALHULEU, RETALHULEU
DIRECCIÓN: 6 AVENIDA ZONA 1, RETALHULEU, RETALHULEU.

CORRIENTE: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, 2DO NIVEL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA
DISEÑADO: CARLOS CARDONA
DISEÑADO: CARLOS CARDONA
DISEÑADO: ING. ALFARO VELAZ
AÑO: JULIO 2013
HOJA No: 35



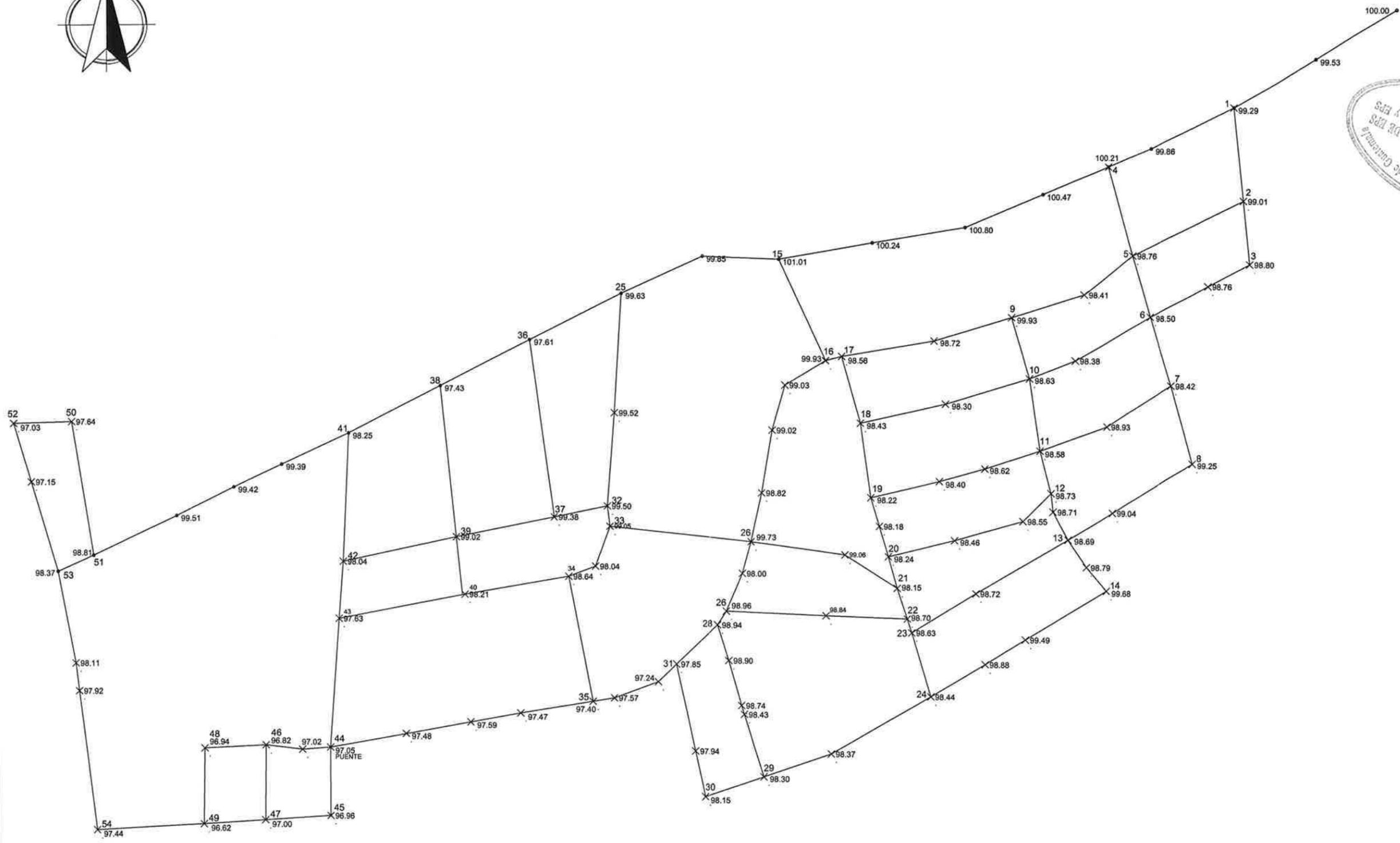

PLANTA GENERAL
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:5000



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
 DIRECCION: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANO DE LOCALIZACIÓN
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPI
 INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELEZ
 SEPTIEMBRE 2013
 HOJA No:
A01
13



PROYECTO:
DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEJ

DIRECCION:
CABALLO BLANCO, RETALHULEJ.

CONTIENE:
PLANTA GENERAL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
POR: CARLOS CARDONA
DISEÑADO: CARLOS CARDONA
REVISADO: ING. ALFARO VELAZ
SEPTIEMBRE 2013

HOJA No:
A 02
13

PLANTA GENERAL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:2000



LOCALIZACIÓN DE VIVIENDAS

PRIMER NIVEL

ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA

	INDICA RED DE DISTRIBUCIÓN
	INDICA VIVIENDA
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA NÚMERO DE CIRCUITO

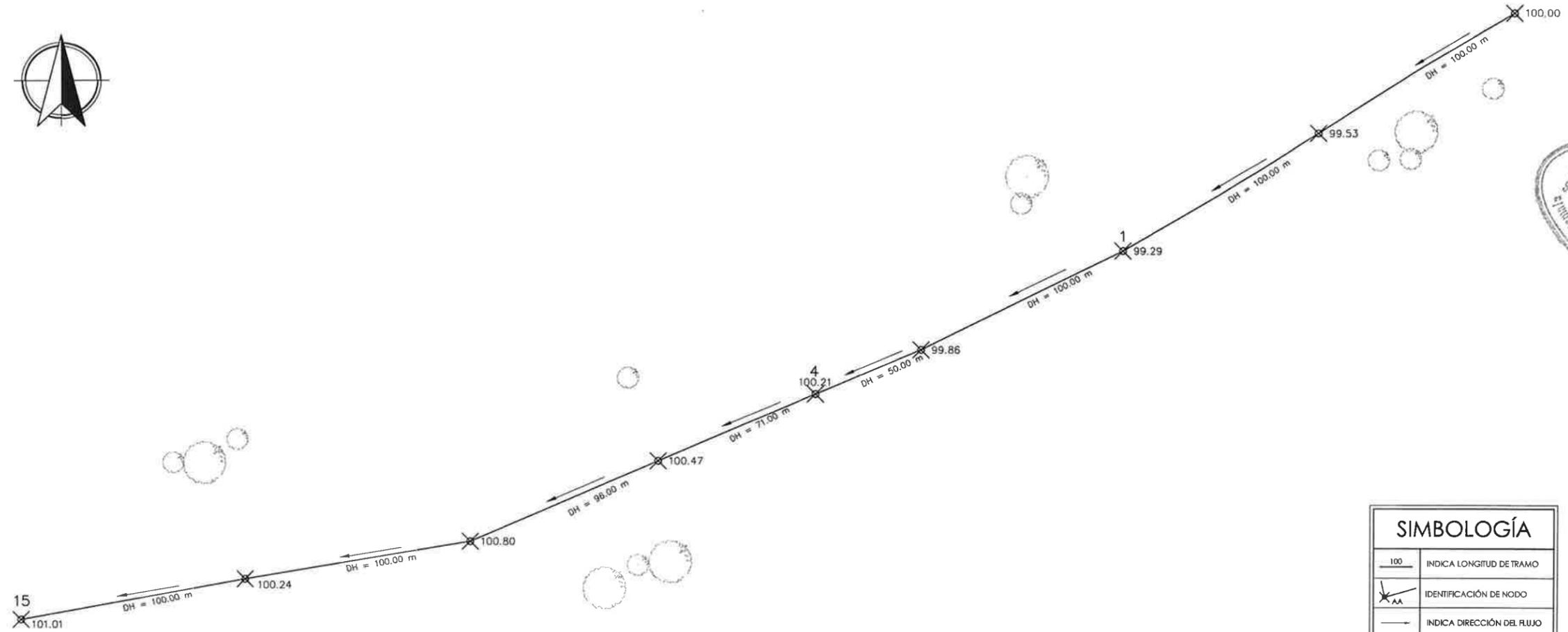


PROYECTO:
DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU

DIRECCIÓN:
CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE:
LOCALIZACIÓN DE VIVIENDAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

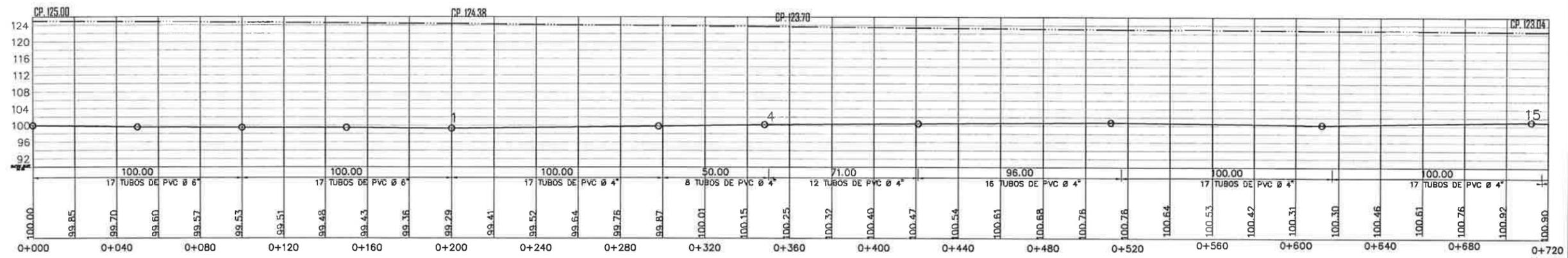
EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELIZ
SEPTIEMBRE 2013
HOJA No:
A 03 / 13



SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
X	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
○	INDICA VEGETACIÓN

PLANTA TRAMO 1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 1

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

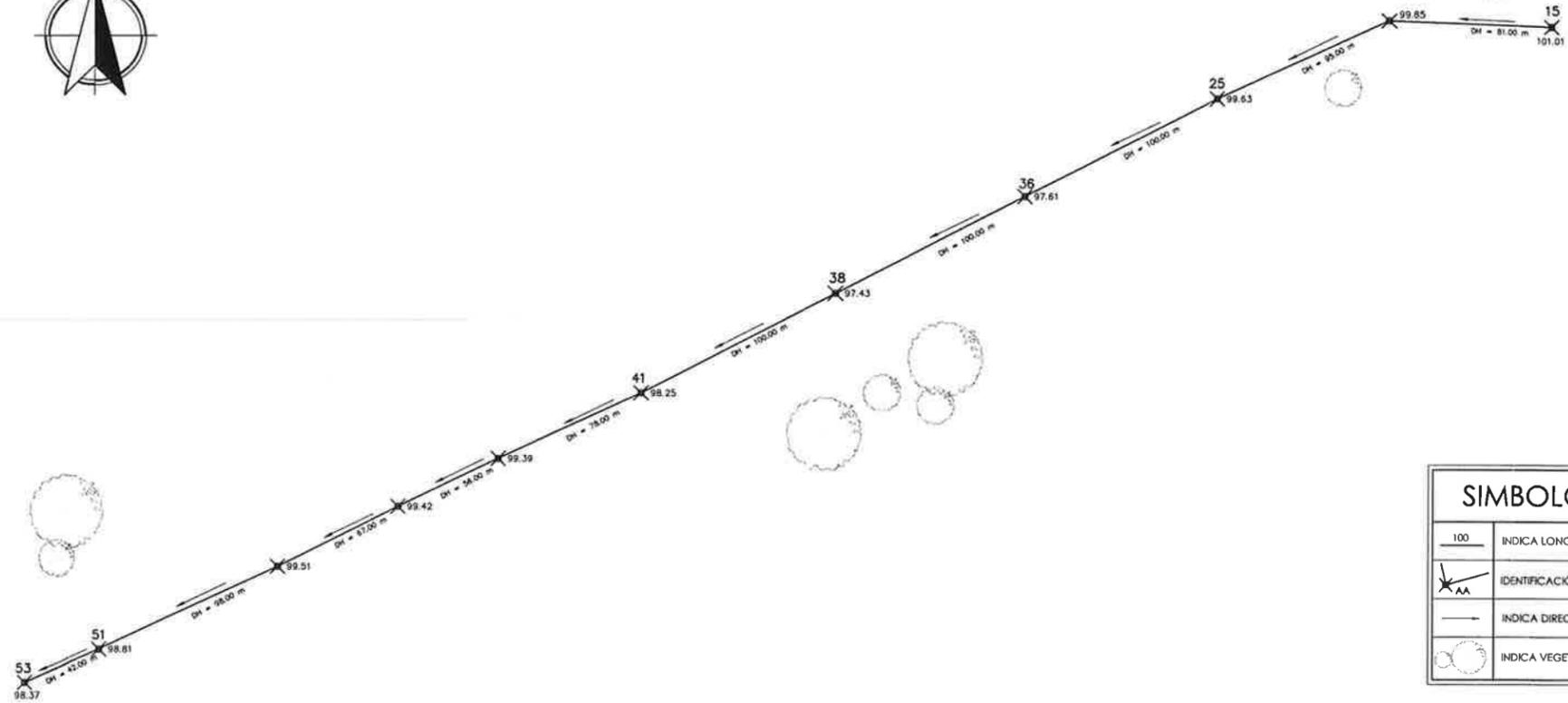
SIMBOLOGÍA			
CP 125.00	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA	⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO	⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
X	IDENTIFICACIÓN DE NODO	⊗	INDICA VÁLVULA DE PASO



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
 DIRECCION: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

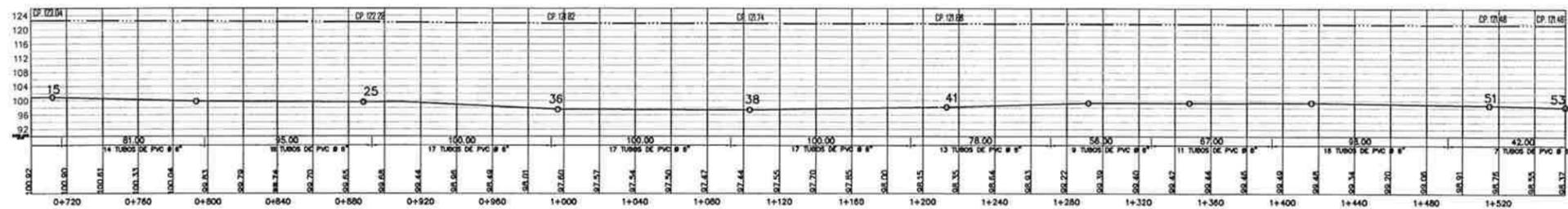
CONTIENE: PERFIL 01
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
 DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
 DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
 DISEÑADA POR: ING. ALFARO VELAZQUEZ
 13/09/2013
 HOJA No: A 04 / 13



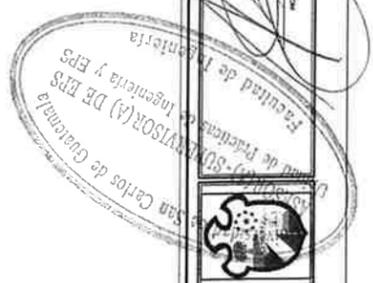
SIMBOLOGÍA	
— 100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
X AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL RUJO
○	INDICA VEGETACIÓN

PLANTA TRAMO 1.1
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500



SIMBOLOGÍA	
— 100	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
X AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊕	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO

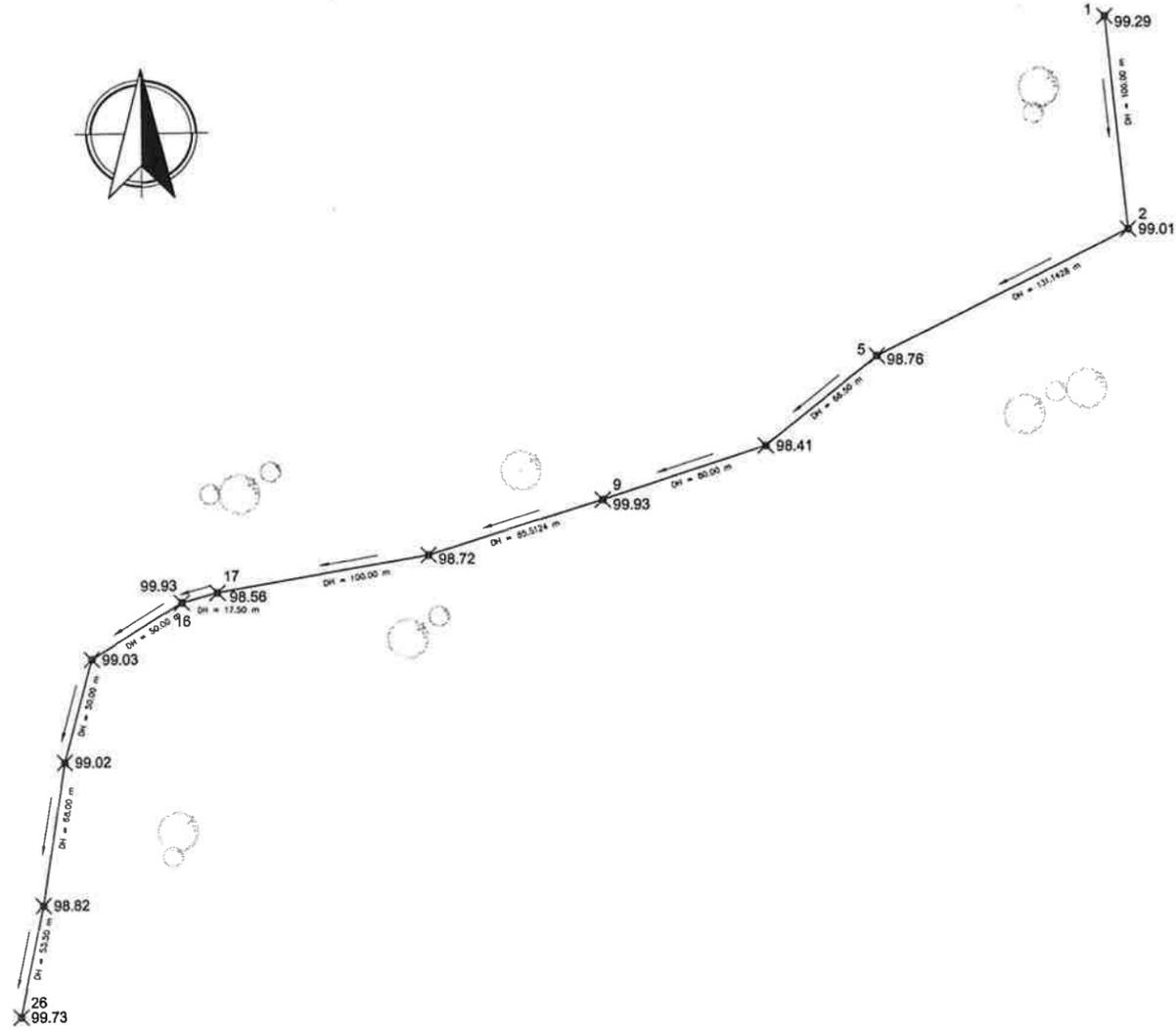
PERFIL TRAMO 1.1
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCION: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: **PERFIL 01**
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

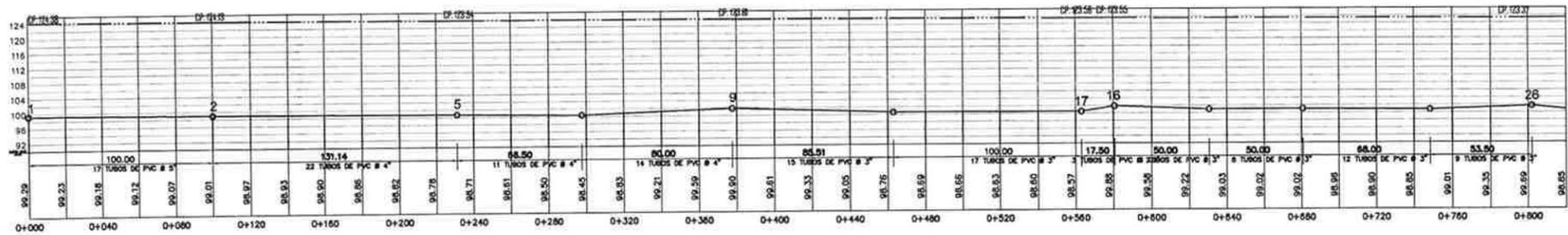
EPS
AUTORIZADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
SEPTIEMBRE 2013
HOJA No: **A 05 20**



SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
(Círculo con línea)	INDICA VEGETACIÓN

PLANTA TRAMO 2

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500



PERFIL TRAMO 2

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500

SIMBOLOGÍA	
—	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

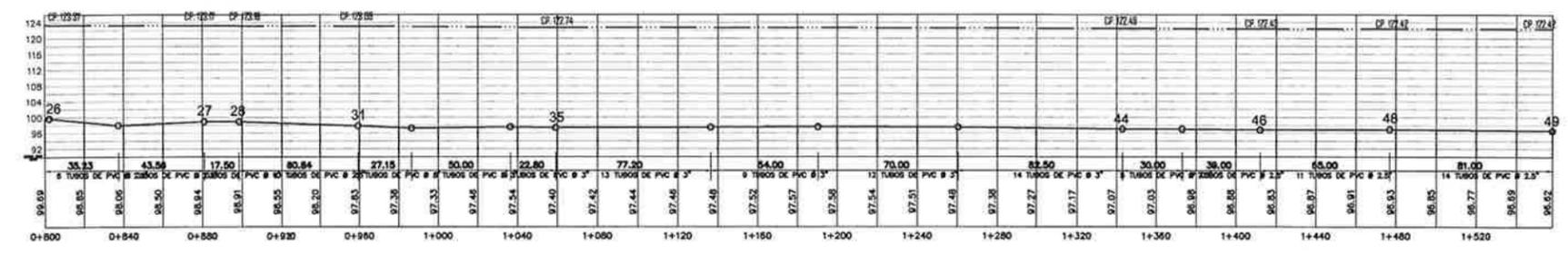
CONTIENE: **PERFIL 02**
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS:
DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
DISEÑADA POR: CARLOS CARDONA
DISEÑADA POR: INEL ALFARO VELAZQUEZ
FECHA: SEPTIEMBRE 2013
HOJA No: **A06/20**



PLANTA TRAMO 2.1
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500

SIMBOLOGÍA	
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN



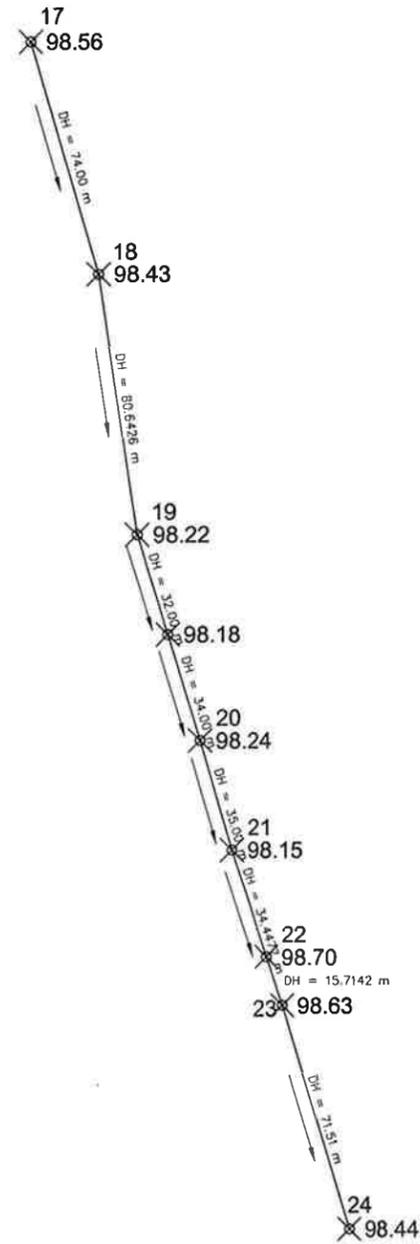
PERFIL TRAMO 2.1
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1500

SIMBOLOGÍA	
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO

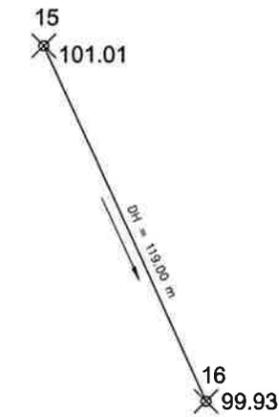
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
 DIRECCION: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PERFIL 02
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

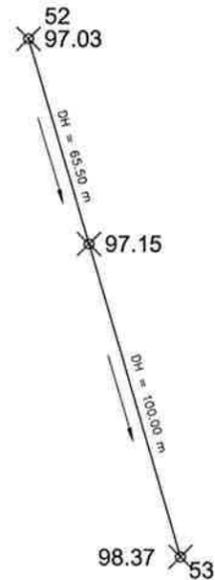
EPS
 INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELEZ
 10/07/2013
 HOJA No:
 A 07 / 20



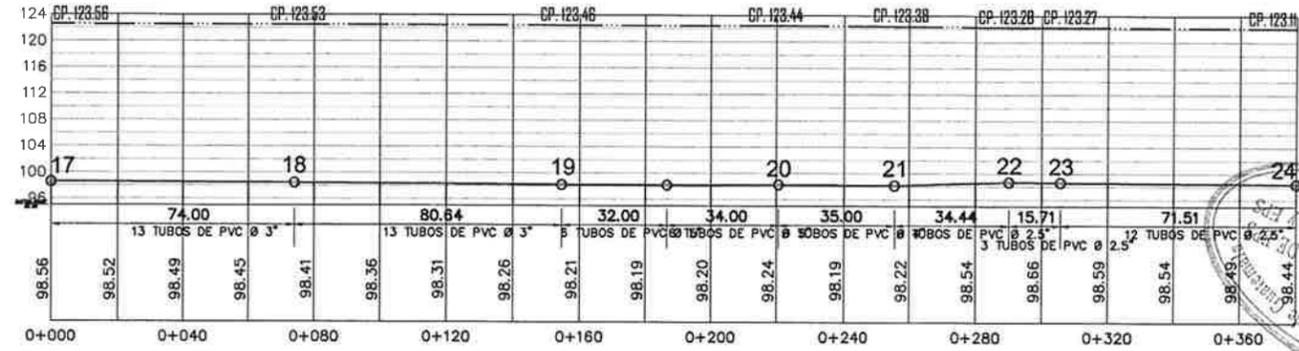
PLANTA TRAMO 3
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000



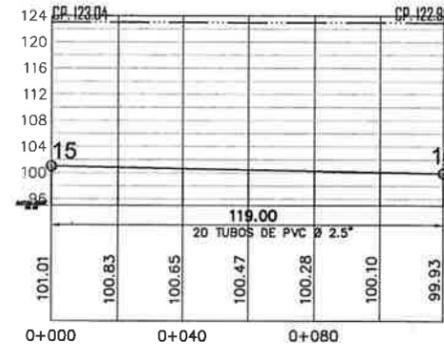
PLANTA TRAMO 4
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000



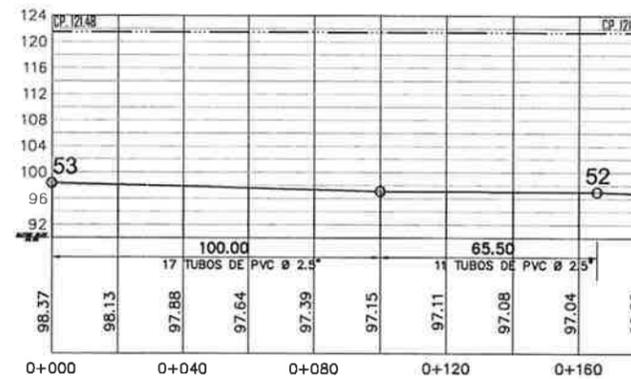
PLANTA TRAMO 5
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 3
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 4
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 5
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA			
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA		INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA PERFIL DEL TERRENO		INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	IDENTIFICACIÓN DE NODO		INDICA VÁLVULA DE PASO

SIMBOLOGÍA	
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN

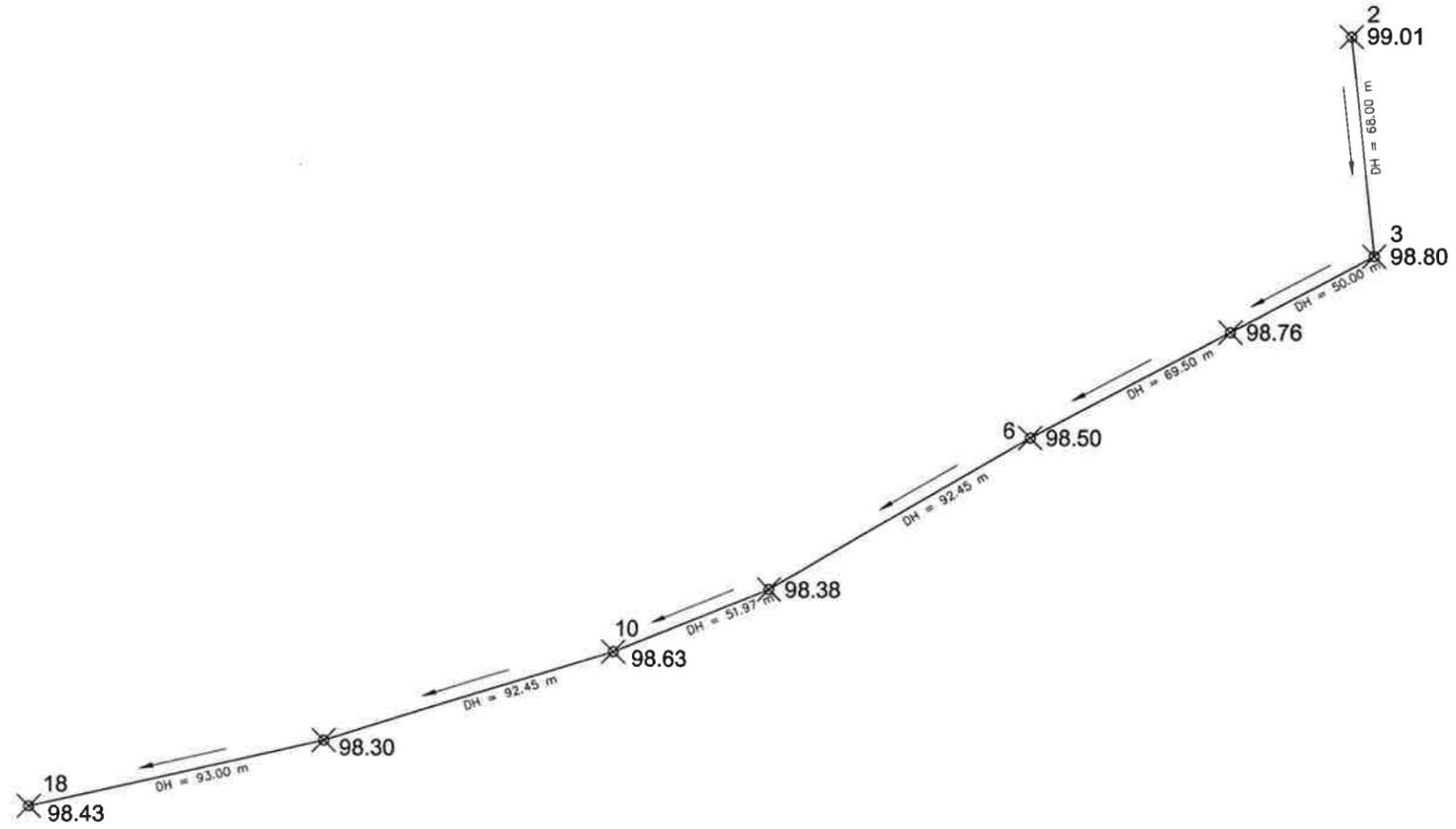
PROYECTO:
DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHUEU

DIRECCIÓN:

CABALLO BLANCO, RETALHUEU.

CONTIENE:
PLANTA Y PERFILES TRAMOS 3, 4, Y 5
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELZ
SEPTIEMBRE 2013
HOJA No:
A 08 / 20

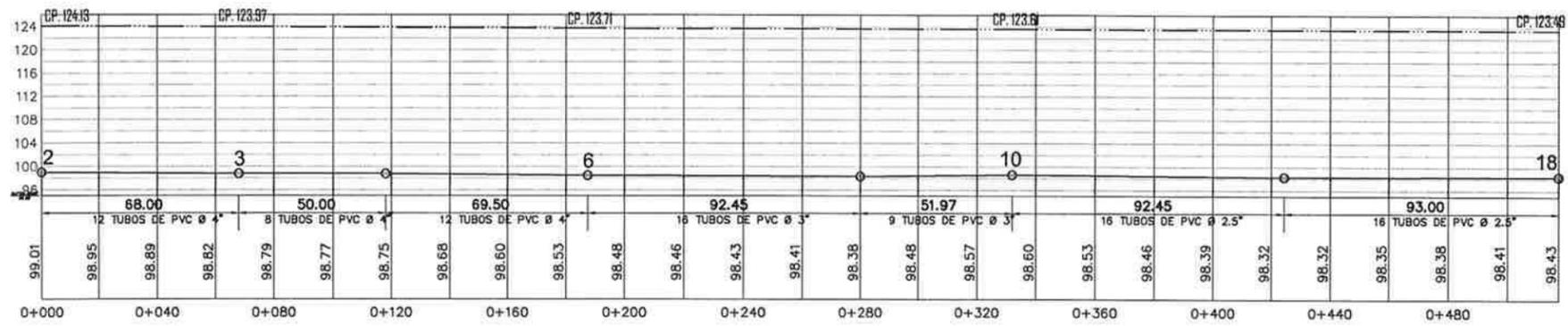


PLANTA TRAMO 6

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO

ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
○	INDICA VEGETACIÓN



PERFIL TRAMO 6

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO

ESCALA 1:1000

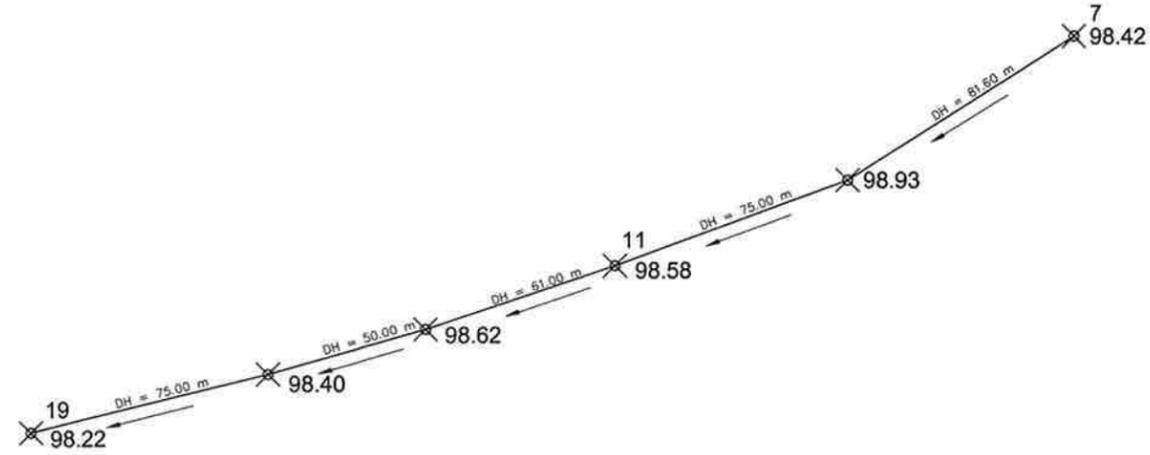
SIMBOLOGÍA	
CP 124.13	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
○	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

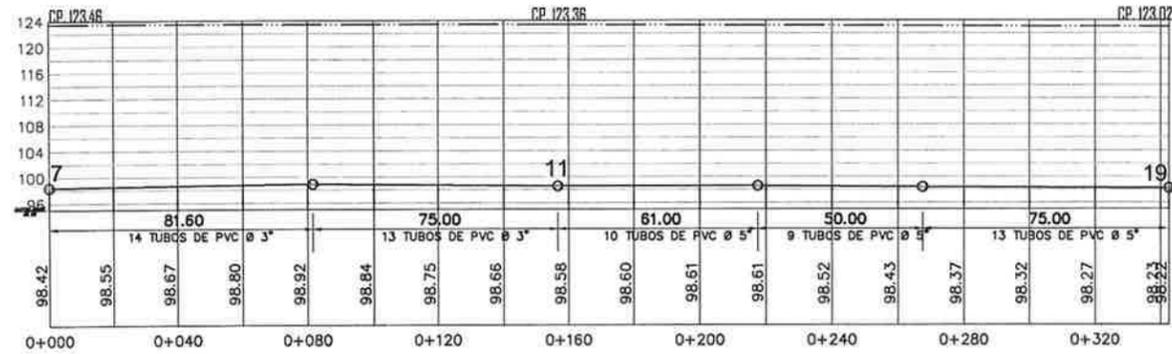
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL TRAMO 6
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELEZ
SEPTIEMBRE 2013
HOJA No: A 09 / 20



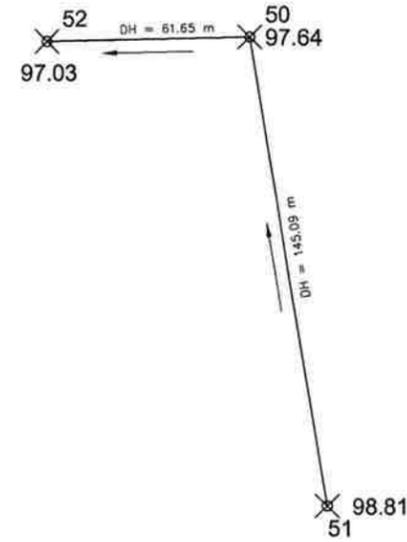
PLANTA TRAMO 7

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



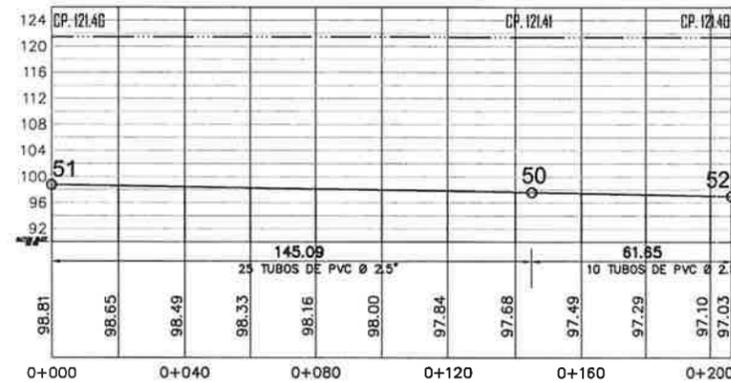
PERFIL TRAMO 7

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 8

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 8

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN

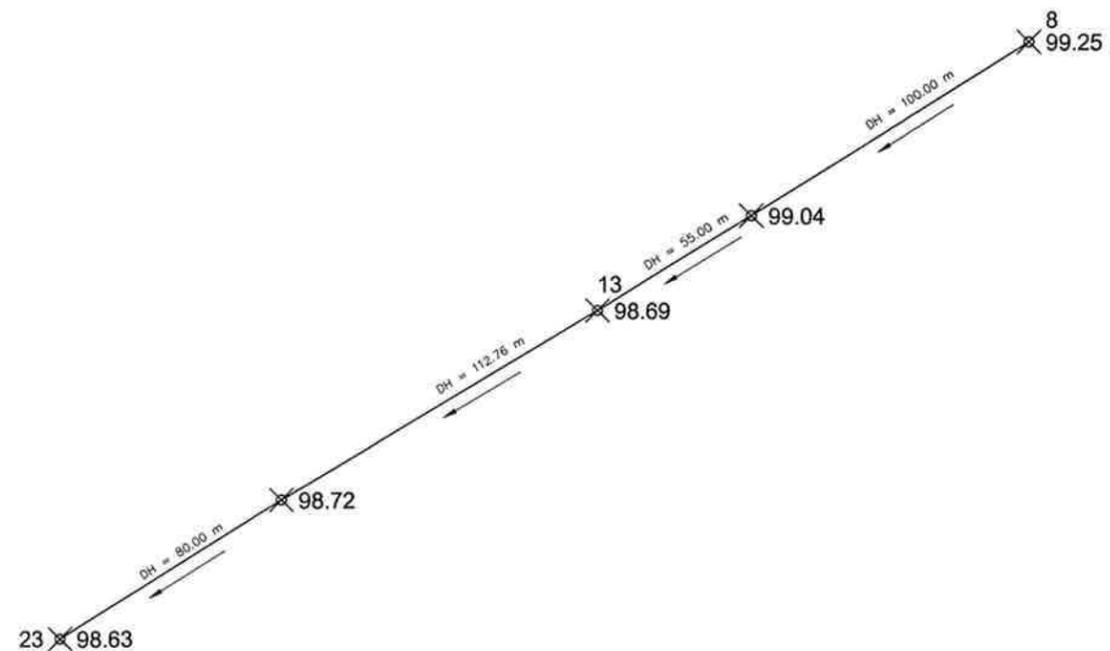
SIMBOLOGÍA	
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO

Facultad de Ingeniería
 Unidad de Planeación, Investigación y EPS
 San Carlos de Guatemala

PROYECTO:
 DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
 DIRECCION:
 CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

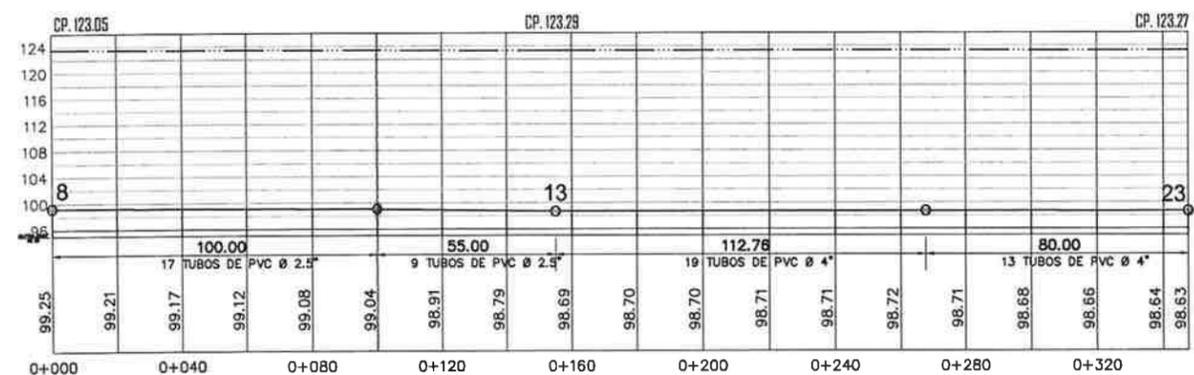
CONTIENE:
 PLANTA Y PERFILES TRAMOS 7 Y 8
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS
 INDICADA
 CARLOS CARDONA
 CARLOS CARDONA
 ING. ALFARO VELIZ
 SEPTIEMBRE 2013
 HOJA No:
 A 10 / 20



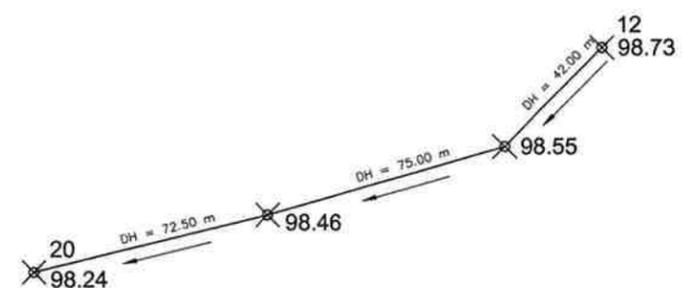
PLANTA TRAMO 9

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



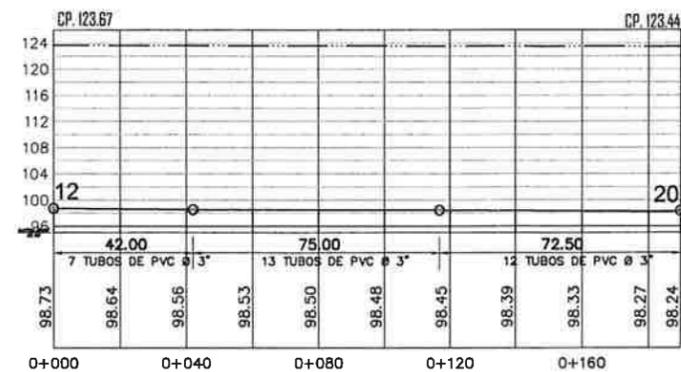
PERFIL TRAMO 9

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 10

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 10

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN

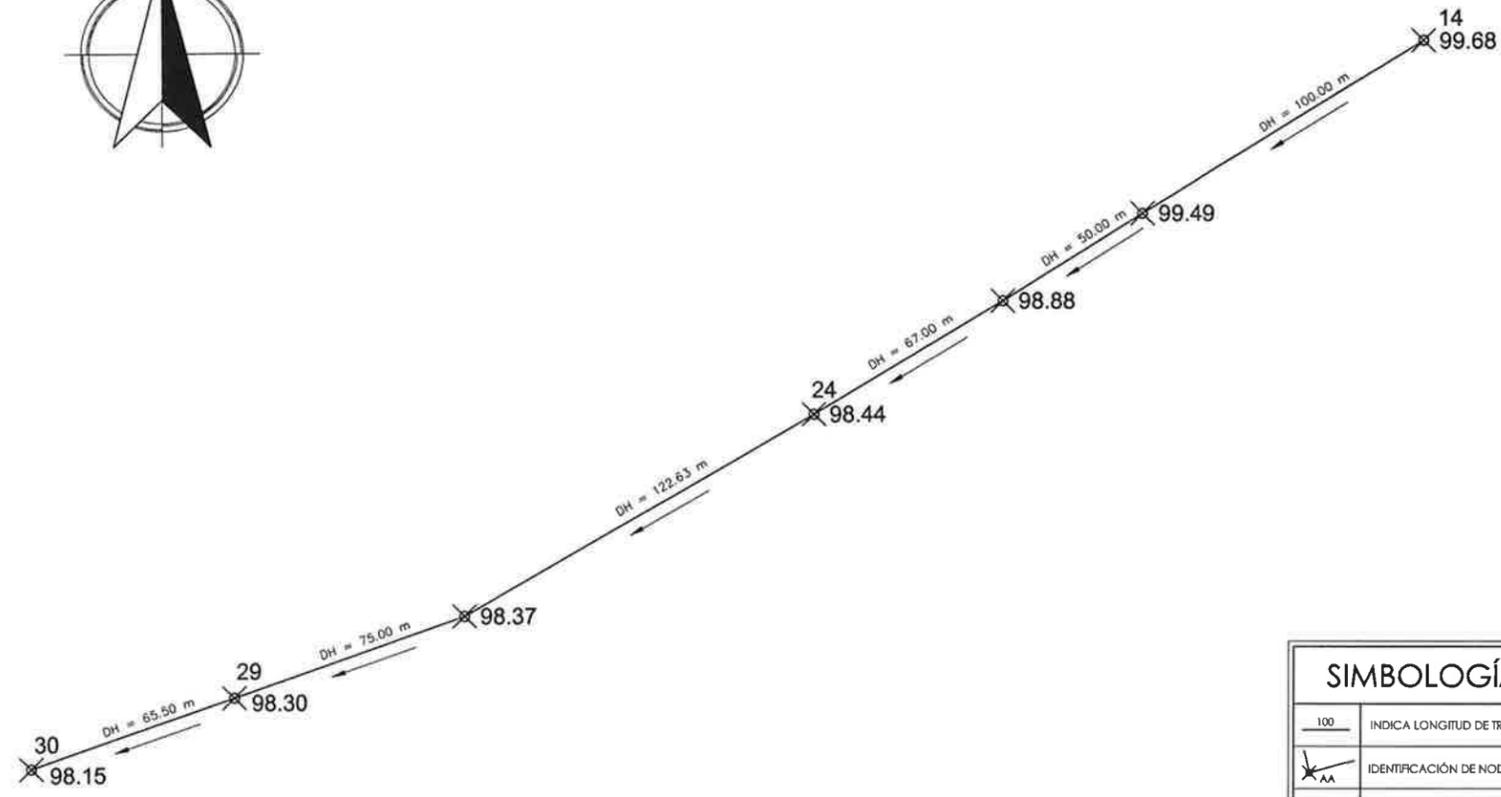
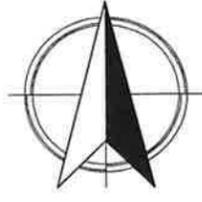
SIMBOLOGÍA	
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMOS 9 Y 10
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

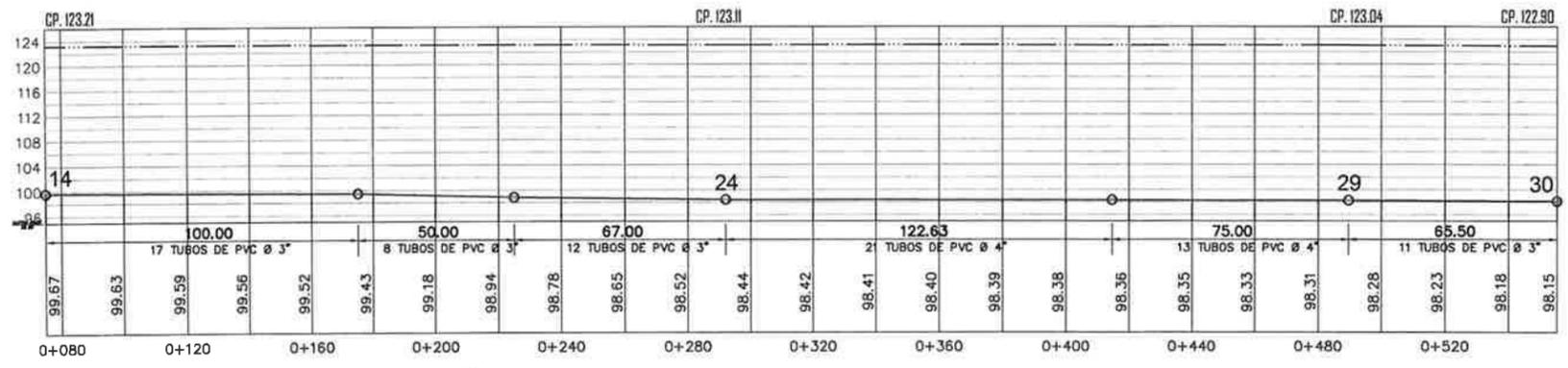
INDICADA: CARLOS CARDONA
INDICADA: CARLOS CARDONA
INDICADA: ING. ALFARO VELEZ
SEPTIEMBRE 2013
HOJA No: A11/20



PLANTA TRAMO 11

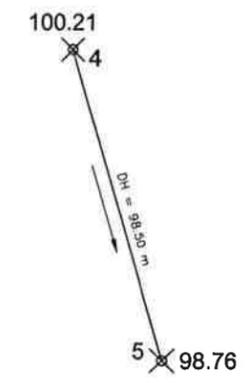
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN



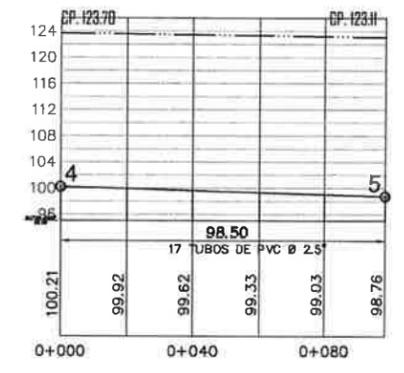
PERFIL TRAMO 11

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 12

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 12

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

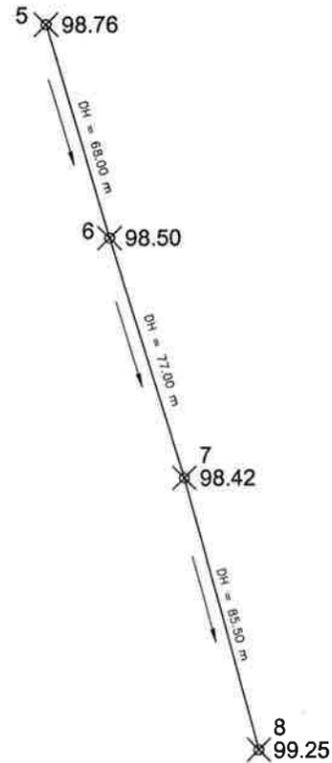
SIMBOLOGÍA	
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMOS 11 Y 12
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

HOJA No: 12/20



PLANTA TRAMO 13

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



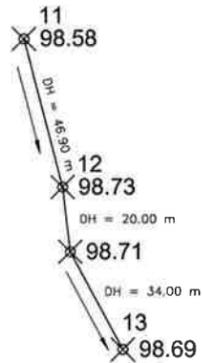
PLANTA TRAMO 14

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 15

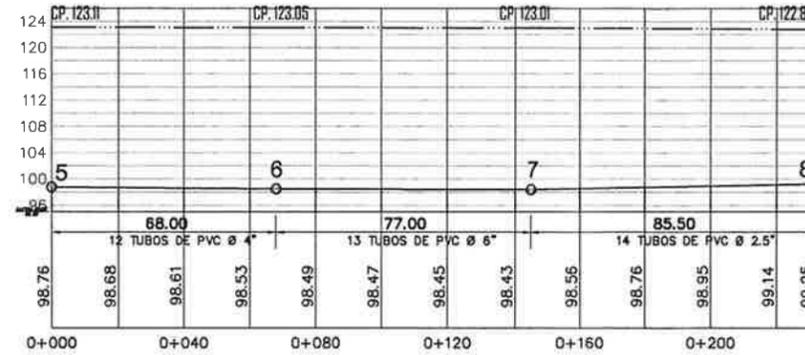
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 16

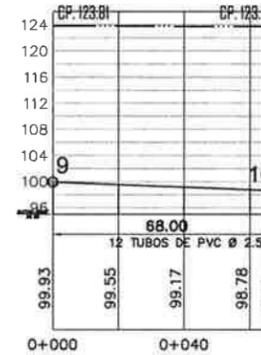
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
○	INDICA VEGETACIÓN



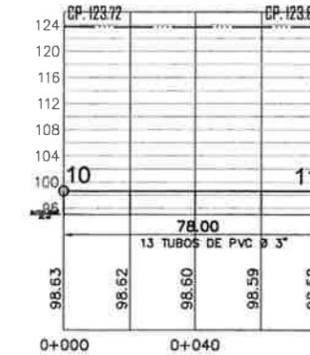
PERFIL TRAMO 13

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



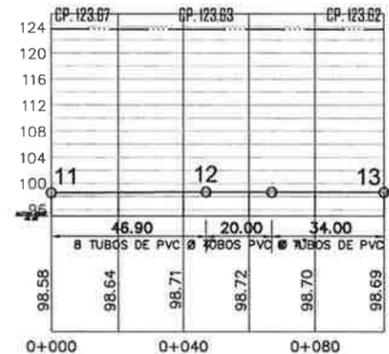
PERFIL TRAMO 14

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 15

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 16

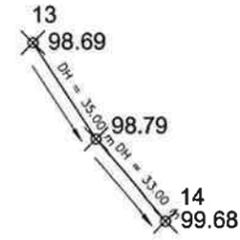
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
○	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
○	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊕	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO



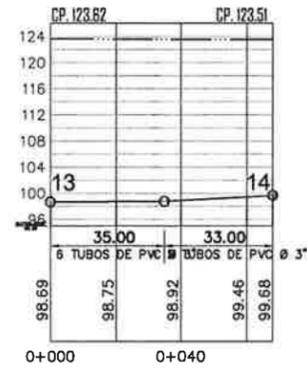
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMOS 13, 14, 15 Y 16
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



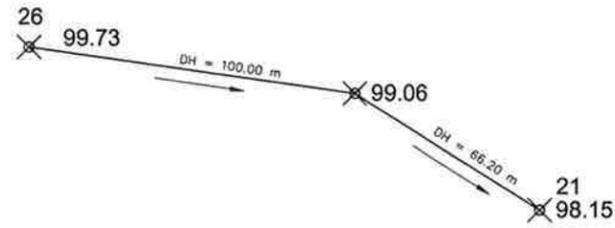
PLANTA TRAMO 17

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



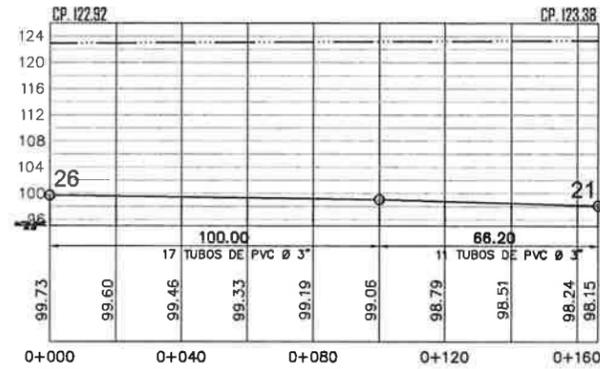
PERFIL TRAMO 17

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



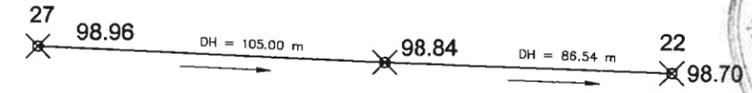
PLANTA TRAMO 18

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



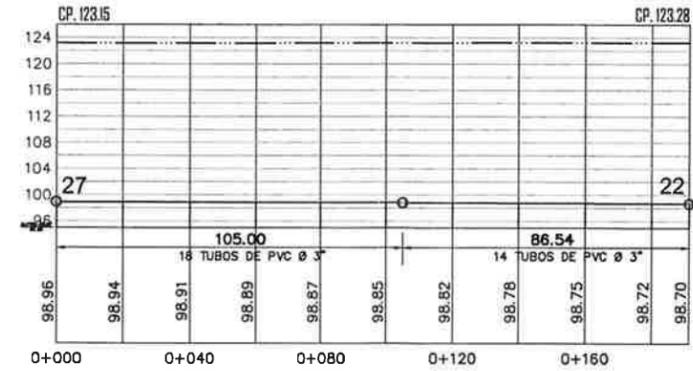
PERFIL TRAMO 18

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



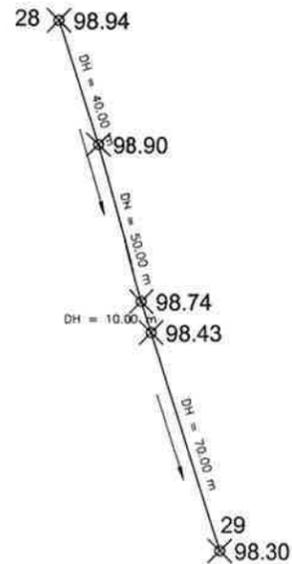
PLANTA TRAMO 19

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



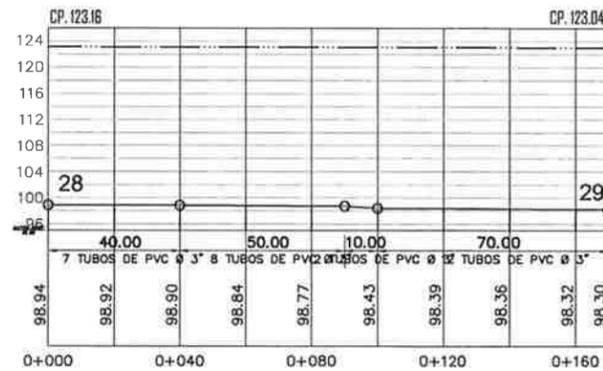
PERFIL TRAMO 19

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 20

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

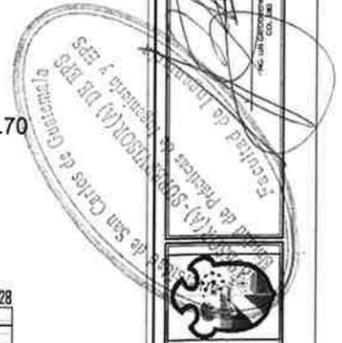


PERFIL TRAMO 20

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN

	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO



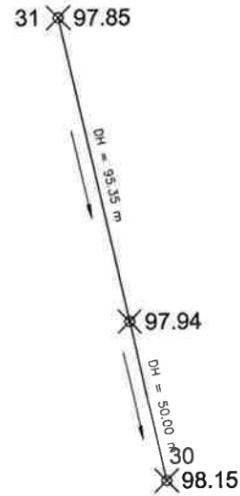
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETAHULEU

DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETAHULEU.

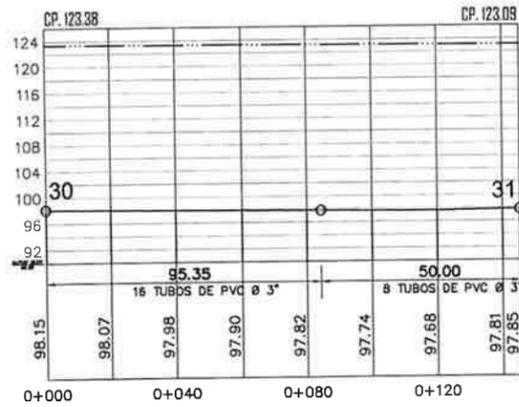
CONTIENE: PERFIL 01 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICADA: CARLOS CARDONA, CARLOS CARDONA, ING. ALFARO VEJZ, SEPTIEMBRE 2013

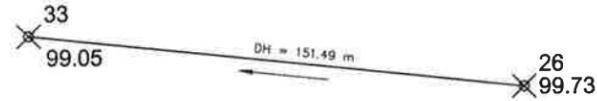
HOJA No: A14/20



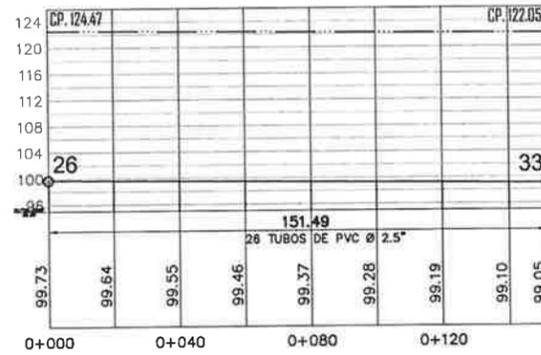
PLANTA TRAMO 21
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 21
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000



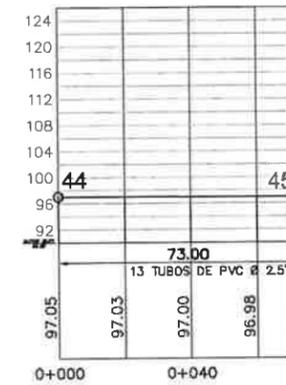
PLANTA TRAMO 22
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 22
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 23
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000



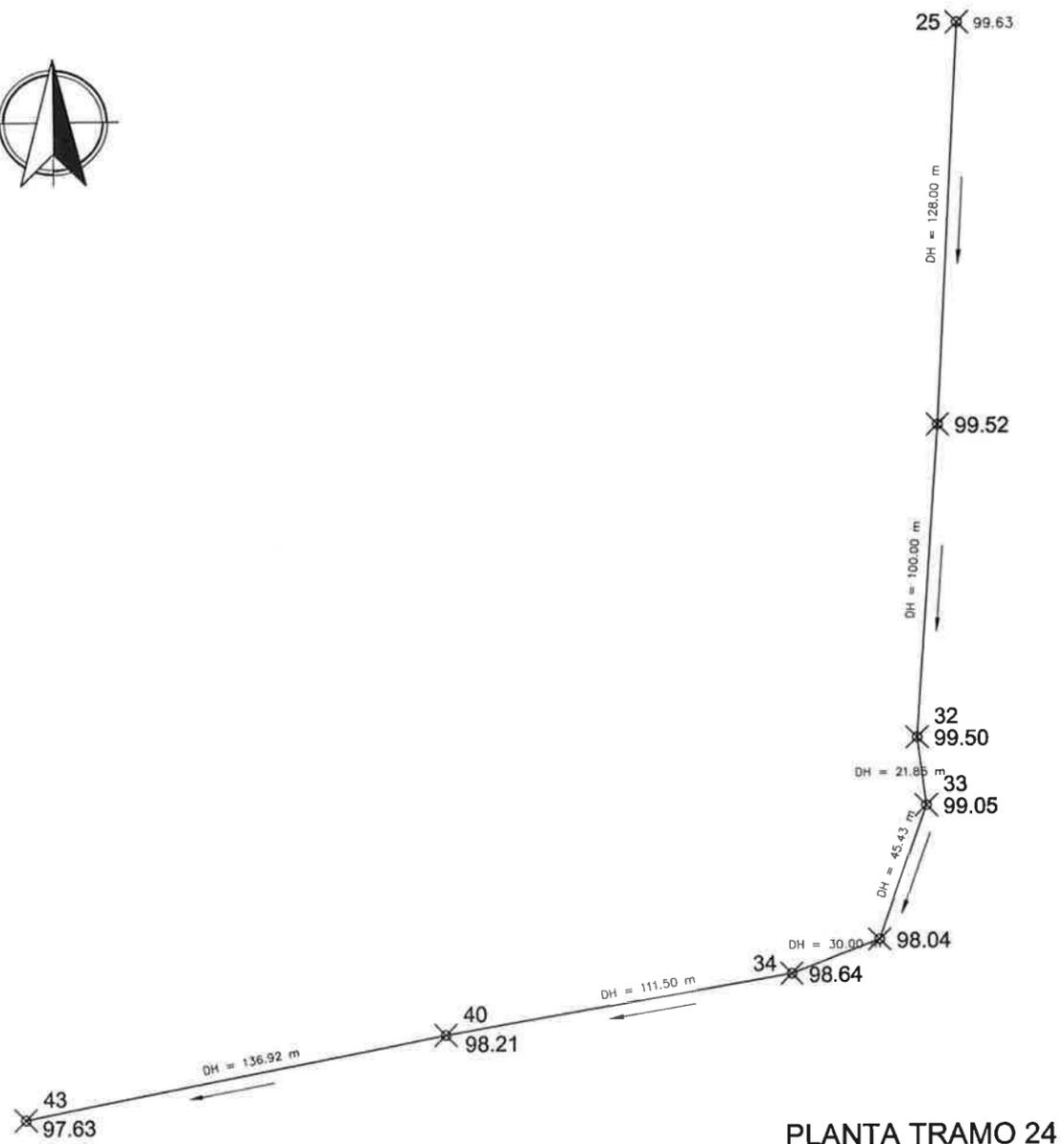
PERFIL TRAMO 23
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO
 ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
○	INDICA VEGETACIÓN

SIMBOLOGÍA	
CP	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
○	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO

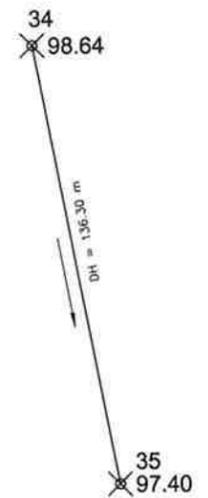


PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU.
 DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.
 CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMOS 21, 22 Y 23
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EPS
 INICIA: CARLOS GARCONA
 FIN: CARLOS GARCONA
 ING. ALFARO VELAZ
 SEPTIEMBRE 2013
 HOJA No: 15
 20



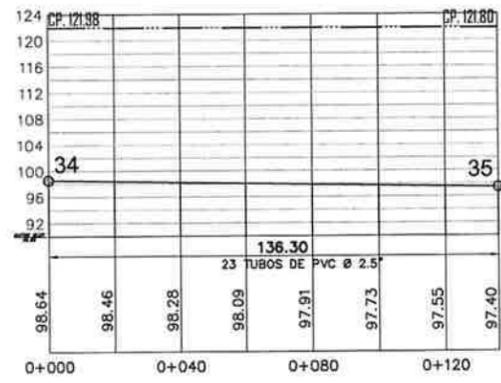
PLANTA TRAMO 24

ESCALA 1:1000 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO



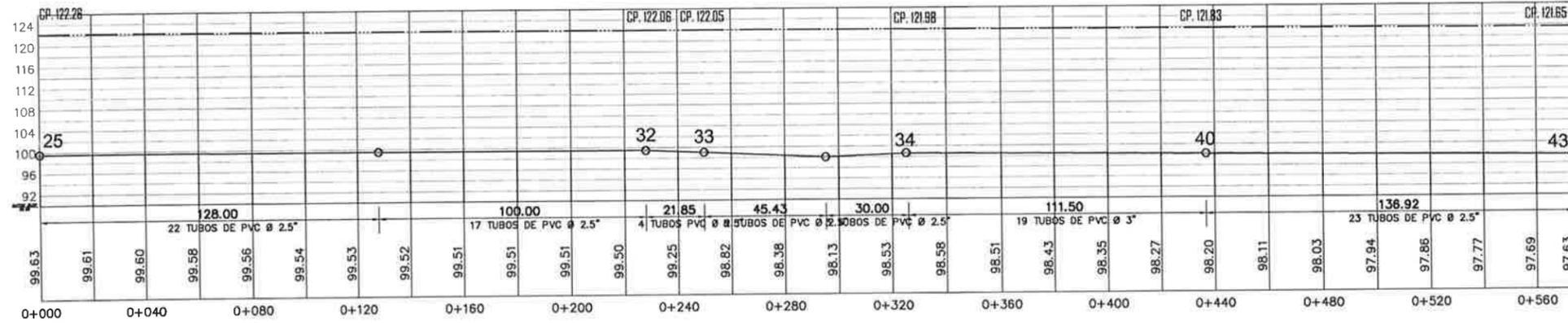
PLANTA TRAMO 25

ESCALA 1:1000 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO



PERFIL TRAMO 25

ESCALA 1:1000 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO



PERFIL TRAMO 24

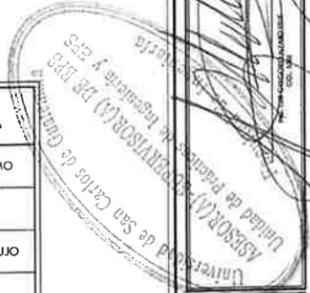
ESCALA 1:1000 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO

SIMBOLOGÍA

100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
→	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
○	INDICA VEGETACIÓN

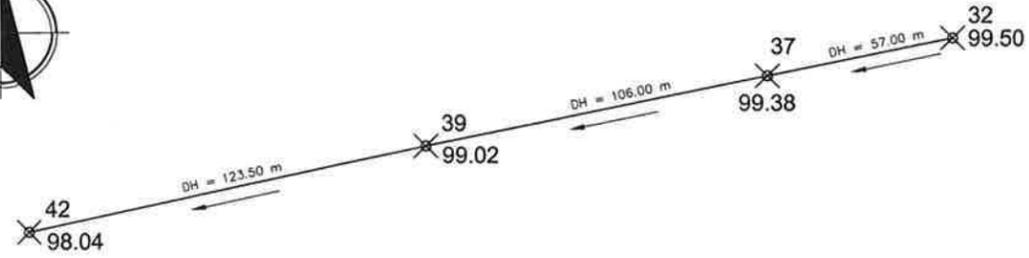
SIMBOLOGÍA

□ 12.00	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
○	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊕	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO



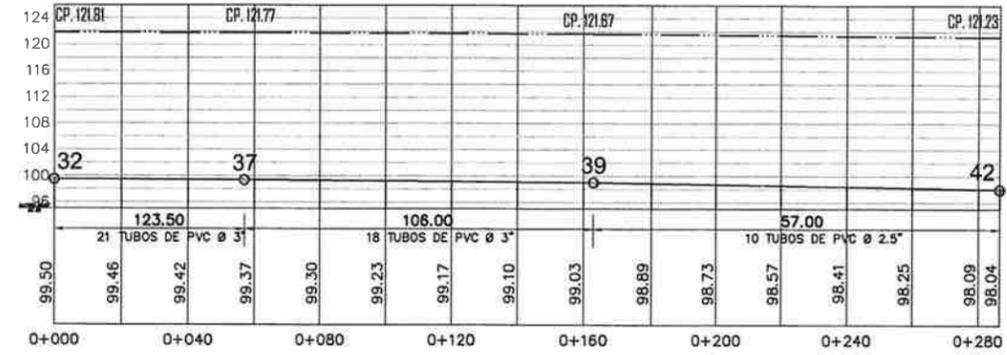
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU
 DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMOS 24 Y 25
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



PERFIL TRAMO 26

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



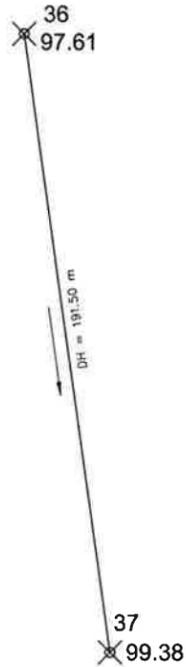
PERFIL TRAMO 26

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 28

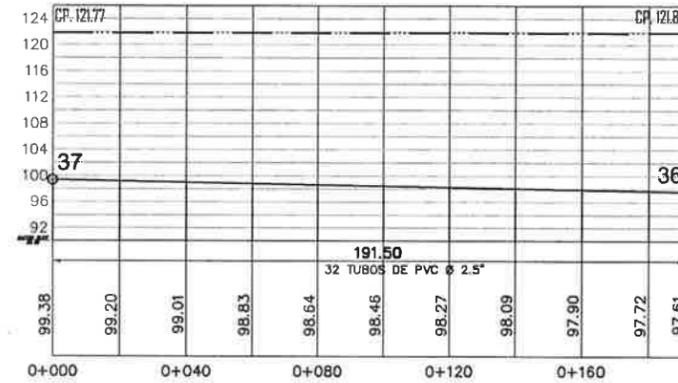
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 27

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

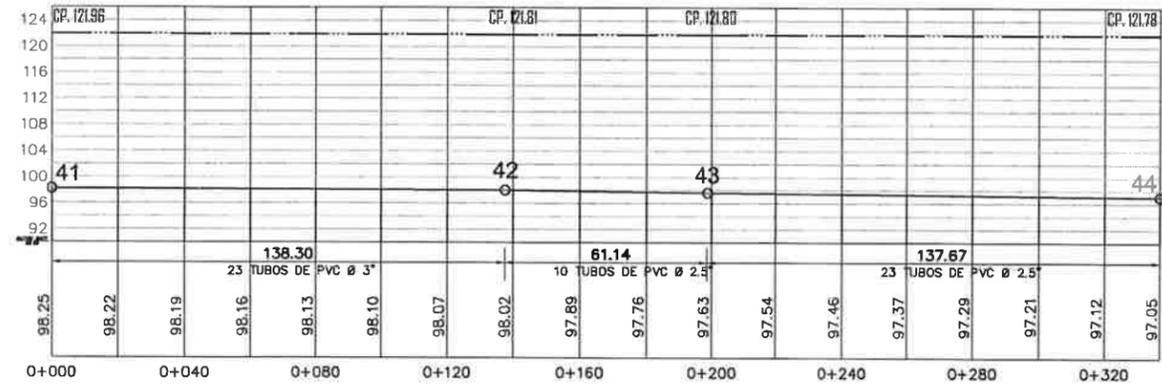
SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
	INDICACIÓN DE NODO
	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	INDICA VEGETACIÓN



PERFIL TRAMO 27

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA PERFIL DEL TERRENO
	IDENTIFICACIÓN DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	INDICA VÁLVULA DE PASO



PERFIL TRAMO 28

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU

DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES DE TRAMOS 26, 27 Y 28

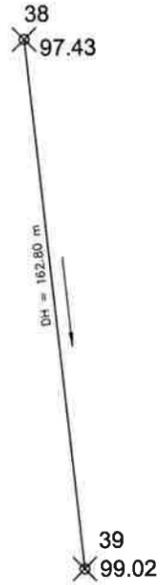
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EPS

FECHA: 14/09/2013
 DISEÑADO: CARLOS CARDONA
 REVISADO: CARLOS CARDONA
 INGENIERO: ING. ALFARO VELAZ

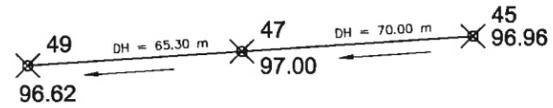
HOJA No:

A 17 / 20



PLANTA TRAMO 29

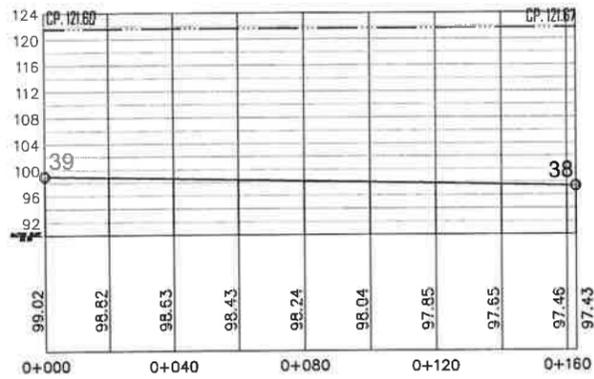
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PLANTA TRAMO 30

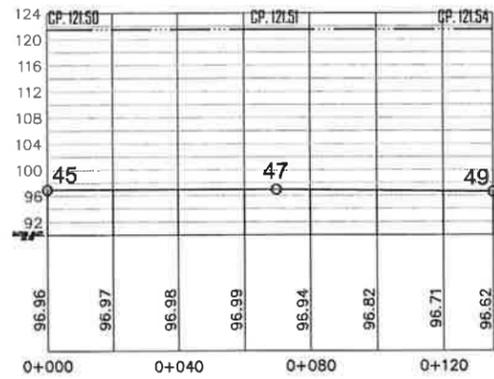
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
—	INDICA DIRECCIÓN DEL RUJIO
○	INDICA VEGETACIÓN



PERFIL TRAMO 29

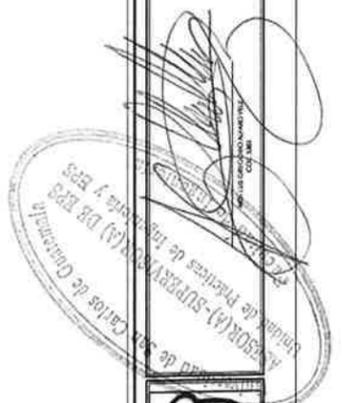
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 30

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA	
121.50	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊗	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊗	INDICA VÁLVULA DE PASO



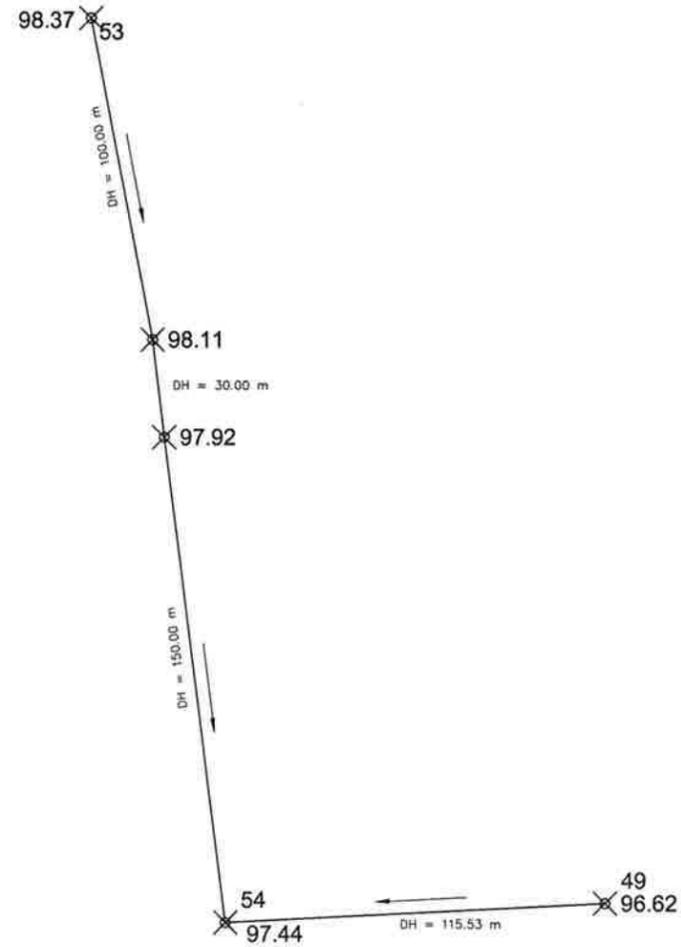
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

DIRECCION: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

CONTIENE: PLANTA Y PERFILES DE TRAMOS 29 Y 30

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EP1
INDICADA
CARLOS CARDONA
CARLOS CARDONA
ING. ALFARO VELAZ
SEPTIEMBRE 2013
H O J A No:
A 18 / 20



PLANTA TRAMO 31

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

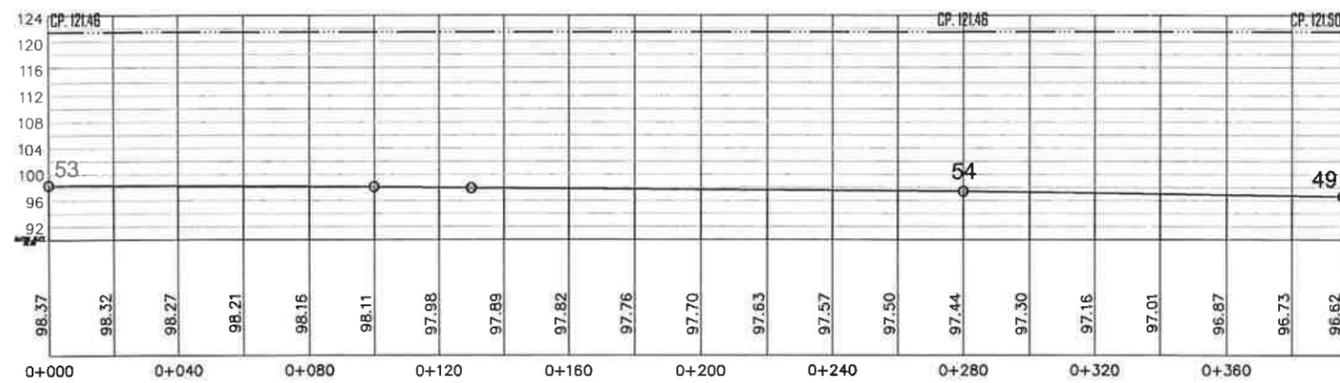
SIMBOLOGÍA

100	INDICA LONGITUD DE TRAMO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
—	INDICA DIRECCIÓN DEL FLUJO
⊘	INDICA VEGETACIÓN



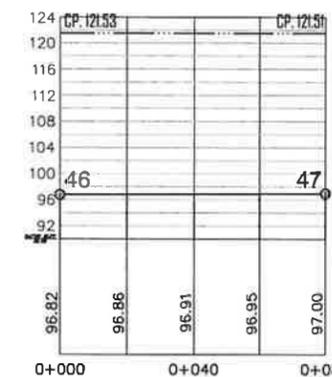
PLANTA TRAMO 32

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 31

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000



PERFIL TRAMO 32

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO ESCALA 1:1000

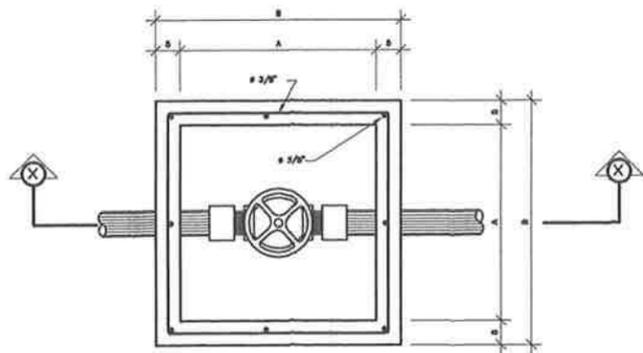
SIMBOLOGÍA

CP	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA PERFIL DEL TERRENO
AA	IDENTIFICACIÓN DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE AIRE
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊘	INDICA VÁLVULA DE PASO

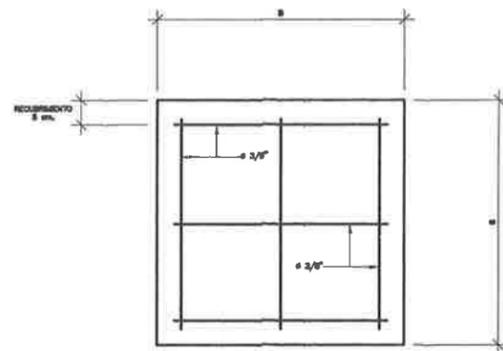


PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, CABALLO BLANCO, RETALHULEU.
 DIRECCIÓN: CABALLO BLANCO, RETALHULEU.

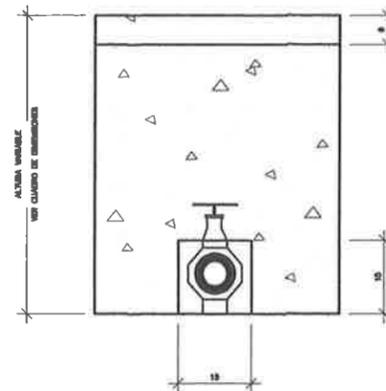
CONTIENE: PLANTA Y PERFILES TRAMO 31 Y 32
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



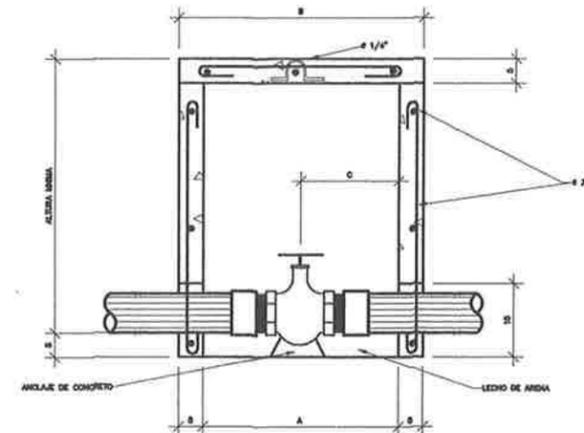
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS
ESCALA 1:5



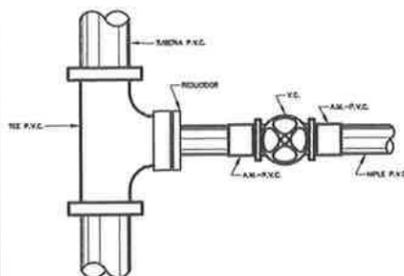
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS
ESCALA 1:5



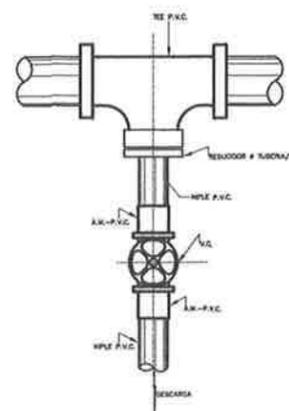
ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS
ESCALA 1:5



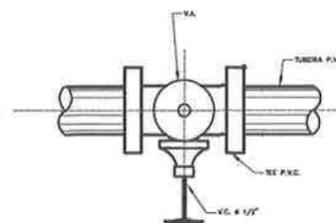
CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS
ESCALA 1:5



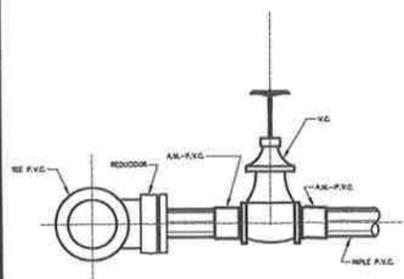
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



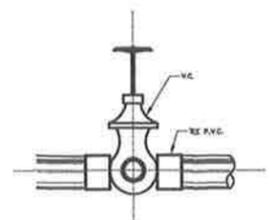
PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA



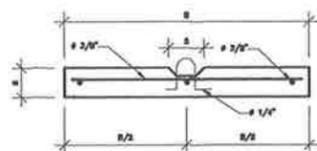
PLANTA
VALVULA DE AIRE



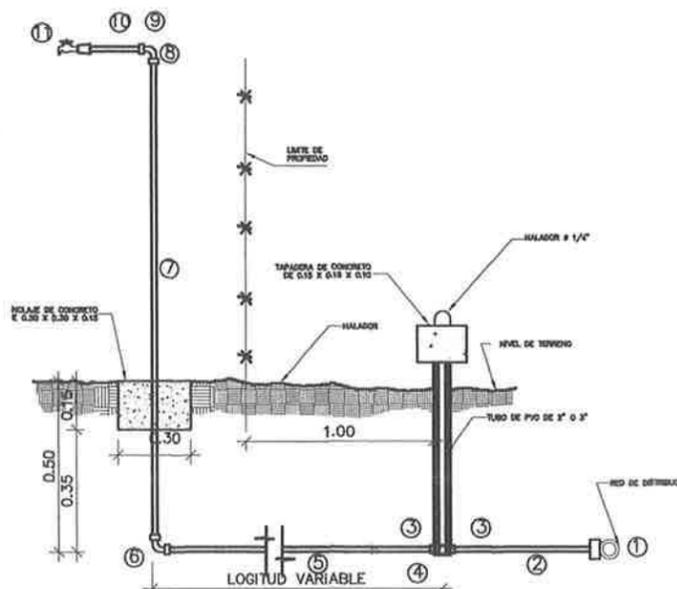
ELEVACION VALVULA DE COMPUERTA
TUBERIA Y ACCESORIOS P.V.C.



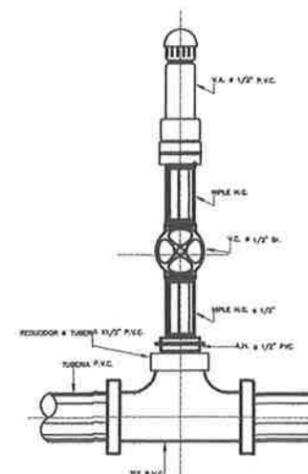
ELEVACION
VALVULA DE LIMPIEZA



DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS
ESCALA 1:5



ELEVACION
CONEXIÓN DOMICILIAR TÍPICA



ELEVACION
VALVULA DE AIRE

REFERENCIA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIP
2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
7. NIPLE HG 1.50 Ø 3/4"
8. CODO HG 90° Ø 3/4"
9. NIPLE HG 0.15 Ø 3/4"
10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
11. TUBERIA PVC Ø 2" O 3"
12. TUBERIA PVC Ø 2" O 3"
13. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"

