



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS Y SALÓN  
POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ**

**Exal Miguel Córdova Ramos**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS Y SALÓN  
POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EXAL MIGUEL CÓRDOVA RAMOS**

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS Y SALÓN  
POLIDEPORTIVO CUMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 18 de septiembre de 2014.

**Exal Miguel Córdova Ramos**



Guatemala, 19 de julio de 2017  
REF.EPS.DOC.412.07.17

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Exal Miguel Córdova Ramos, Registro Académico 200715112 y CUI 2187 73528 1412**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
SJRS/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,  
19 de julio de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Exal Miguel Córdova Ramos, con CUI 2187 73528 1412 Registro Académico No. 200715112, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 25 de octubre de 2017

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

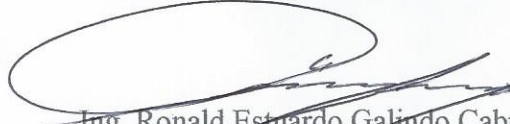
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Exal Miguel Córdova Ramos, con Registro Estudiantil No. 200715112, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 ESTRUCTURAS  
**USAC**

/mrrm.





Guatemala, 27 de octubre de 2017  
REF.EPS.D.442.10.17

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Exal Miguel Córdova Ramos, Registro Académico 200715112 y CUI 2187 73528 1412**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y 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. Manuel Alfredo Arriaga Ochaeta

Director San Carlos de EPS



CCdP/ra





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Exal Miguel Córdova Ramos titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre  
/mrrm.

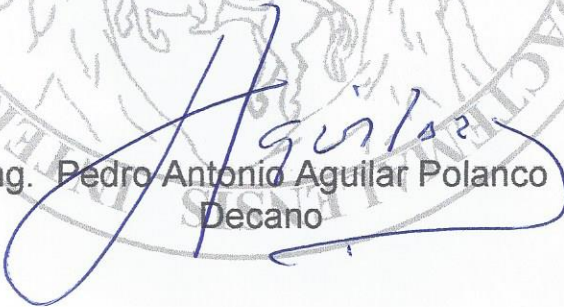


*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



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 SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS Y SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ**, presentado por el estudiante universitario: **Exal Miguel Córdova Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, noviembre de 2017



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mi Padre Celestial</b>	Por brindarme la vida y todo lo que soy y lo que tengo.
<b>Mis padres</b>	Blanca Elizabeth Ramos Soberanis y Miguel Ángel Córdova Arévalo.
<b>Mis hermanos</b>	Blanca Herendida, Axel Josué y Ludbin Gudiel Córdova Ramos.
<b>Mi esposa</b>	Gelin Yessenia Quiroa Rodríguez.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi Padre Celestial**

Por brindarme la vida y darme la oportunidad de cumplir esta meta más en mi vida, siempre guiándome y dándome sabiduría.

### **Mis padres**

Por apoyarme en todo momento, porque siempre me inculcaron valores correctos y me enseñaron que todas las metas que me propongo se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, este logro es de ustedes.

### **Mis hermanos**

Por toda la ayuda que me brindaron a lo largo de mi carrera, así como el apoyo incondicional que siempre me brindan para luchar por mis metas.

### **Mi esposa**

Por la compañía, amor y comprensión en los momentos más difíciles de universidad y en todo momento de mi vida.

### **Mi familia en general**

Principalmente a los miembros de mi familia que me apoyaron cuando lo necesité, y que estuvieron ahí ante cualquier situación.

**Mis amigos**

Por brindarme su amistad.

**Ing. Silvio José  
Rodríguez Serrano**

Por asesorarme durante la revisión y elaboración del presente trabajo y por sus consejos como profesional.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por permitirme formar parte de tan importante casa de estudios, así como darme la oportunidad de ser un profesional.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme la formación académica y ética necesaria para ser un profesional de la ingeniería.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografías y generalidades .....	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.2. Ubicación y localización geográfica .....	3
1.1.3. Vías de comunicación.....	5
1.1.4. Costumbres y tradiciones .....	6
1.1.5. Fiesta patronal.....	8
1.1.6. Producción.....	8
1.1.6.1. Agricultura.....	10
1.1.6.2. Producción pecuaria .....	12
1.1.7. Centros turísticos.....	13
1.1.8. Distribución actual .....	13
1.1.9. Clima .....	15
1.1.10. Orografía.....	17
1.1.11. Hidrografía .....	17
1.1.12. Topografía .....	18
1.1.13. Servicios básicos .....	18
1.1.13.1. Servicio de agua potable .....	19

	1.1.13.2.	Servicio sanitario .....	19
	1.1.13.3.	Servicio de energía eléctrica .....	19
1.2.		Diagnóstico de las necesidades de infraestructura .....	19
	1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	19
	1.2.2.	Priorización de las necesidades .....	20
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	21
2.1.		Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea, Los Altos, Pachalúm, Quiché, Guatemala .....	21
	2.1.1.	Descripción del proyecto .....	21
	2.1.2.	Estudios preliminares .....	21
	2.1.2.1.	Estudios topográficos .....	22
		2.1.2.1.1. Planimetría .....	22
		2.1.2.1.2. Altimetría .....	22
	2.1.2.2.	Aforo.....	22
	2.1.2.3.	Análisis de la calidad del agua .....	23
	2.1.2.4.	Estudio de suelos .....	24
	2.1.3.	Bases de diseño .....	24
	2.1.3.1.	Cálculo de población futura .....	24
		2.1.3.1.1. Tasa de crecimiento poblacional .....	24
		2.1.3.1.2. Período de diseño .....	25
		2.1.3.1.3. Población futura .....	25
	2.1.3.2.	Dotación .....	25
	2.1.3.3.	Factores de consumo y caudales de diseño.....	26
		2.1.3.3.1. Caudal medio diario .....	26
		2.1.3.3.2. Caudal máximo diario ...	27

	2.1.3.3.3.	Caudal máximo horario .....	27
2.1.4.		Diseño hidráulico .....	27
	2.1.4.1.	Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías.....	28
	2.1.4.2.	Clases y presiones de trabajo de tuberías.....	29
	2.1.4.3.	Velocidades y presiones máximas y mínimas .....	29
	2.1.4.4.	Diseño hidráulico de la red de distribución.....	30
2.1.5.		Obras hidráulicas.....	33
	2.1.5.1.	Cálculo del volumen del tanque de distribución.....	33
	2.1.5.2.	Conexión predial.....	34
	2.1.5.3.	Sistema de desinfección.....	34
2.1.6.		Elaboración de planos .....	37
2.1.7.		Elaboración de presupuesto .....	38
	2.1.7.1.	Integración de precios .....	39
	2.1.7.2.	Prestaciones.....	46
	2.1.7.3.	Programa de operación y mantenimiento .....	48
	2.1.7.4.	Propuesta de tarifa .....	48
2.1.8.		Evaluación de impacto ambiental .....	49
2.2.		Diseño del salón polideportivo comunal, municipio de Pachalum, departamento de Quiché, Guatemala.....	52
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	54
	2.2.2.	Estudios preliminares .....	54
	2.2.2.1.	Levantamiento topográfico .....	54



2.2.2.2.	Estudio del suelo .....	55
2.2.2.3.	Granulometría .....	55
2.2.2.3.1.	Límites de Attemberg ....	55
2.2.2.3.2.	Triaxial.....	55
2.2.2.3.3.	Determinación del valor soporte del suelo .....	56
2.2.2.4.	Diseño arquitectónico.....	58
2.2.2.4.1.	Requerimiento de áreas .....	59
2.2.2.4.2.	Distribución de espacios.....	59
2.2.2.4.3.	Niveles y cotas .....	62
2.2.3.	Predimensionamiento.....	63
2.2.3.1.	Integración de cargas AGIES .....	66
2.2.3.1.1.	Cargas vivas .....	66
2.2.3.1.2.	Cargas muertas.....	68
2.2.3.1.3.	Cargas sísmicas.....	71
2.2.3.1.4.	Cálculo del corte basal .....	71
2.2.3.2.	Análisis estructural .....	93
2.2.3.2.1.	Análisis por método numérico .....	93
2.2.3.2.2.	Análisis por software .....	97
2.2.3.2.3.	Envolvente de momentos .....	100
2.2.4.	Diseño de losa.....	104
2.2.4.1.1.	Diseño de vigas.....	114
2.2.4.1.2.	Diseño de columnas....	123

	2.2.4.1.3.	Diseño de cimientos ...	137
	2.2.4.1.4.	Diseño de gradas .....	146
2.2.5.		Instalaciones eléctricas.....	151
2.2.6.		Instalaciones hidráulicas y sanitarias.....	153
2.2.7.		Planos constructivos.....	156
2.2.8.		Presupuestos.....	156
2.2.10.		Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).....	160
CONCLUSIONES .....			163
RECOMENDACIONES .....			165
BIBLIOGRAFÍA .....			167
APÉNDICE.....			169
ANEXOS .....			171



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Municipio de Pachalum, Quiché, Guatemala .....	4
2.	Localización de aldea Los Altos .....	4
3.	Localización de aldea La Joya .....	5
4.	Distribución del municipio de Pachalum.....	14
5.	Hipoclorador PPG modelo 3015.....	36
6.	Gráfica de hipoclorador automático PPG 3015 .....	37
7.	Ubicación del proyecto .....	53
8.	Valor soporte permisible, según el tipo de suelo .....	58
9.	Planta de distribución de espacios, primer nivel .....	60
10.	Planta de distribución de espacios, segundo nivel .....	61
11.	Sección transversal Y-Y .....	62
12.	Sección longitudinal X-X .....	62
13.	Cargas vivas y cargas muertas marco A sentido X.....	69
14.	Cargas vivas y cargas muertas marco 1 sentido Y .....	69
15.	Fuerzas por marco en sentido X .....	92
16.	Fuerzas por marco en sentido Y .....	92
17.	Momentos de carga viva .....	98
18.	Momentos de carga muerta .....	98
19.	Momentos de carga sísmica .....	99
20.	Área tributaria de losa .....	104
21.	Losa 1 y 5 caso 9 .....	105
22.	Momentos sin balancear losa 1 lado A.....	106
23.	Momentos sin balancear losa 1 lado B.....	107
24.	Momentos de losas sin balancear .....	107

25.	Momentos de losas balanceados.....	109
26.	Armado de losas balanceadas.....	113
27.	Detalle de sección de viga 2X.....	122
28.	Detalle de armado de viga 2X.....	122
29.	Gráfica programa JC-Diseño de concreto.....	131
30.	Detalle de armado de columna C1.....	136
31.	Detalle de sección de columna C1.....	137
32.	Corte simple.....	141
33.	Corte punzonante, planta.....	142
34.	Detalle de zapata Z-1.....	146
35.	Detalle de armado de gradas.....	151

## TABLAS

I.	Elementos del clima.....	16
II.	Fenómenos atmosféricos.....	16
III.	Modelos de hipocloradores automáticos PPG .....	35
IV.	Cantidades de trabajo.....	39
V.	Integración de precios unitarios .....	39
VI.	Cronograma de ejecución.....	45
VII.	Cronograma financiero .....	46
VIII.	Días con goce de sueldo .....	46
IX.	Prestaciones extras .....	47
X.	Cuadro de resumen de gastos de operación y mantenimiento .....	48
XI.	Matriz modificada de Leopold para el proyectos de agua potable .....	50
XII.	Dimensiones de vigas.....	64
XIII.	Dimensiones de las columnas .....	65
XIV.	Dimensionamiento de losa analizada .....	66
XV.	Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas.....	67

XVI.	Resumen peso de losas.....	71
XVII.	Resumen peso de vigas.....	72
XVIII.	Resumen peso de columnas.....	72
XIX.	Resumen de peso de muros c/s ventana.....	73
XX.	Resumen de peso de ventanas.....	73
XXI.	Resumen de peso por sobrecargas.....	74
XXII.	Sumatoria de pesos segundo nivel.....	74
XXIII.	Resumen de pesos de losas.....	75
XXIV.	Resumen de pesos de vigas.....	75
XXV.	Resumen de pesos de columnas.....	76
XXVI.	Resumen de pesos de muros c/s ventanas.....	76
XXVII.	Resumen de pesos de ventanas.....	77
XXVIII.	Resumen de pesos por sobrecarga.....	77
XXIX.	Resumen de pesos primer nivel.....	78
XXX.	Peso total.....	78
XXXI.	Cálculo de coeficiente sísmico Cs con AGIES NSE10.....	79
XXXII.	Cálculo de rigidez (K) para marcos 1,2,3,4,5,6.....	81
XXXIII.	Formula de Willburd para los marcos 1,2,3,4,5,6.....	82
XXXIV.	Cálculo de rigidez (K) para marcos A y B.....	83
XXXV.	Formula de willburd para los marcos A y B.....	84
XXXVI.	Cálculo de excentricidad.....	85
XXXVII.	Cálculo de coordenadas en sentidos Y, segundo nivel.....	86
XXXVIII.	Cálculo de coordenadas en sentidos X, segundo nivel.....	87
XXXIX.	Rigideces (K).....	88
XL.	Fórmula de Willburd, primer nivel.....	88
XLI.	Rigideces para los marcos A y B.....	89
XLII.	Coordenadas geométricas del segundo nivel.....	89
XLIII.	Cálculo de coordenadas en sentidos Y, primer nivel.....	90
XLIV.	Cálculo de coordenadas en sentidos X, primer nivel.....	91

XLV.	Método de Kani para carga viva marco A sentido X, cálculo de inercias .....	94
XLVI.	Cálculo de momentos fijos carga viva marco A sentido X .....	94
XLVII.	Cálculo de factores de distribución carga viva marco A sentido X.....	95
XLVIII.	Cálculo de factores de corrimiento carga viva marco A sentido X.....	95
XLIX.	Cálculo de distribución de momentos Método de Kani carga viva marco A sentido X.....	96
L.	Comparación de momentos marco A carga viva .....	99
LI.	Momentos sin balancear marco A sentido X nivel 1 .....	101
LII.	Momentos sin balancear marco A sentido X nivel 2 .....	101
LIII.	Balanceo de momentos marco A sentido X nivel 2 en vigas .....	102
LIV.	Balanceo de momentos marco A nivel 1 en vigas .....	103
LV.	Diseño de losa .....	105
LVI.	Balanceo de momentos losas.....	108
LVII.	Diseño de acero en losas balanceadas .....	110
LVIII.	Distribución de acero en losas balanceadas.....	111
LIX.	Armado de vigas .....	119
LX.	Unidades de gasto Hunter .....	154
LXI.	Gastos probables método de Hunter (It/s) .....	155
LXII.	Presupuesto.....	157
LXIII.	Cronograma ejecución física-financiera .....	158
LXIV.	Matriz de Leopold .....	161

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>h</b>	Altura
<b>Hv</b>	Altura de la viga
<b>A</b>	Área
<b>Av</b>	Área de la varilla
<b>At</b>	Área tributaria
<b>CTD</b>	Carga dinámica total
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>P</b>	Carga puntual
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qd</b>	Caudal de distribución
<b>Qmáxd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmáxh</b>	Caudal máximo horario
<b>Qmd</b>	Caudal medio diario
<b>Qu</b>	Caudal unitario de vivienda
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo rígido
<b>C</b>	Coefficiente de fricción de tubería PVC
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>Dd</b>	Diámetro interno de la tubería
<b>Dt</b>	Diámetro teórico
<b>m<sup>2</sup></b>	Dimensional de área, metro cuadrado



<b>Fy</b>	Esfuerzo de fluencia para el acero
<b>m<sup>3</sup></b>	Dimensional de volumen, metro cúbico
<b>t</b>	Espesor de la losa de concreto del pavimento (carpeta de rodadura)
<b>Est</b>	Estación
<b>e</b>	Excentricidad
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo
<b>S</b>	Fuerza de sismo
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>kg/cm<sup>3</sup></b>	Kilogramo por centímetro cúbico
<b>km</b>	Kilómetro
<b>lb</b>	Libra
<b>lb/pie<sup>3</sup></b>	Libra por pie cúbico
<b>Psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>LL</b>	Límite líquido
<b>LP</b>	Límite plástico
<b>lt/hab/día</b>	Litros por habitante día
<b>L</b>	Longitud
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>Es</b>	Módulo de elasticidad del acero
<b>Ec</b>	Módulo de elasticidad del concreto
<b>K</b>	Módulo de ruptura del concreto
<b>M</b>	Momento

<b>Mb</b>	Momento balanceado
<b>M(-)</b>	Momento negativo
<b>Mcm</b>	Momento por carga muerta
<b>Mcv</b>	Momento por carga viva
<b>M(+)</b>	Momento positivo
<b>Mu</b>	Momento último
<b>US\$</b>	Moneda de Estados Unidos de América
<b>Q</b>	Moneda de Guatemala
<b>π</b>	Número PI, 3,141592654
<b>ST%</b>	Pendiente de terreno
<b>S%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>Hf</b>	Pérdida de carga por fricción
<b>n</b>	Periodo de diseño
<b>W</b>	Peso
<b>Pie<sup>3</sup></b>	Pie cúbico
<b>Pf</b>	Población futura
<b>P.U.</b>	Precio unitario
<b>P.C.</b>	Principio de curva
<b>P.T.</b>	Principio de tangente
<b>P.I.</b>	Punto de intersección
<b>P.O.</b>	Punto observado
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Sc</b>	Sobrecarga
<b>R</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>v</b>	Velocidad



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	American Concrete Institute.
<b>AGIES</b>	Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala.
<b>Agregado</b>	Materiales inertes de determinadas características que conforman el concreto, excluyendo el agua.
<b>Agregado fino</b>	Agregado del concreto que sus partículas tienen un diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros. (Arena).
<b>Agregado grueso</b>	Agregado que sus partículas tienen un diámetro que varía entre 4,77 y 19,10 milímetros. Normalmente es llamado pedrín o grava.
<b>Agua potable</b>	Agua que, por sus características de calidad específicas, es adecuada para el consumo humano.
<b>Altimetría</b>	Rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de un terreno.

<b>Área</b>	Unidad de superficie comprendida dentro de un perímetro.
<b>Área de acero</b>	Cantidad de acero, determinado por la sección y límite de fluencia.
<b>Asentamiento</b>	Es el descenso de nivel que presenta una estructura debido al hundimiento del suelo.
<b>Carga muerta</b>	Peso muerto soportado por un elemento estructural incluyendo el propio.
<b>Carga viva</b>	Peso variable dado por el personal, maquinaria móvil, entre otros, soportado por un elemento.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que corre en un tiempo determinado en el colector.
<b>Cemento</b>	Aglomerante hidráulico, es decir que reacciona y fragua con agua, utilizada en el concreto y su función es aglomerar o pegar los agregados del concreto.
<b>Cimiento corrido</b>	Soporte que se construye bajo un muro.
<b>Cloración</b>	Desinfección del agua por medio de cloro.
<b>Columna</b>	Miembro que usan principalmente para resistir carga axial de compresión y que tiene una altura de por lo menos, tres veces su mejor dimensión lateral.

<b>Columna de agua</b>	Carga de presión, en (Newton-metro)/Newton.
<b>Compactación</b>	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando su densidad, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
<b>Consumo</b>	Cantidad de agua utilizada por la población en litros/habitante/día.
<b>Cota piezométrica</b>	Altura de presión de agua que se tiene en un punto específico, en (Newton-metro)/Newton.
<b>Dotación</b>	Es la estimación del promedio de cantidad de agua que consume cada habitante. Se expresa en litros por habitantes por día.
<b>Esfuerzo</b>	Intensidad de fuerza por unidad de área.
<b>Especificaciones</b>	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
<b>Estribo</b>	Elemento estructural colocado para soportar esfuerzo cortante y para el confinamiento de estructuras sometidas a flexocompresión, también se utiliza para posicionar varillas longitudinales.

<b>Excentricidad</b>	Cuando el centro de rigidez no coincide con el centro de masa, produce excentricidad, esto debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
<b>Factor de Harmond</b>	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
<b>Fraguado del concreto</b>	Es el cambio del estado plástico al estado sólido del concreto.
<b>Losa</b>	Estructura plana de concreto con grosor específico, utilizada para soportar cargas verticales.
<b>Momento</b>	Resistencia mecánica de las estructuras que depende exclusivamente del material y las dimensiones que tenga la sección transversal de los elementos.
<b>Pérdida de carga</b>	Baja de la presión debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Periodo de diseño</b>	Periodo de tiempo durante el cual es sistema prestará un servicio eficiente.
<b>Solera</b>	Elemento estructural horizontal colocado en muros para confinar mampostería, corrección de alturas, aislamiento de humedad y resistir esfuerzos cortantes.

**Topografía**

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

**Zapata**

Elemento estructural de cimentación que transmite las cargas al suelo dependiendo de la ubicación de la carga en el canto superior y de la capacidad del suelo portante.





## RESUMEN

Con el presente proyecto se genera un proceso de participación y autogestión en las comunidades, a fin de promover y fortalecer su organización como instrumento para el impulso del desarrollo social permanente y sostenible a través de proyectos de infraestructura.

En la aldea La Joya, se carece de sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano, siendo este de suma importancia para el desarrollo de la comunidad y para la calidad de vida de los pobladores, por lo que se propone diseñar una red de distribución de agua potable que cumpla con las especificaciones técnicas que rigen estos proyectos.

Otro problema que tiene el municipio de Pachalum, es que en la aldea La Joya, carecen de un lugar adecuado para la recreación, especialmente los jóvenes de la región, por lo cual se ven obligados a practicar deportes en áreas improvisadas y no adecuadas. Para la realización del diseño del edificio propuesto se tuvo que realizar estudios previos, los cuales se utilizaron para determinar áreas, dimensiones, capacidad de carga del suelo y todos los aspectos técnicos para caracterizar el terreno. Al terminar esta etapa se procedió a realizar un predimensionamiento y análisis estructural de los elementos del edificio, para conocer su comportamiento ante fuerzas sísmicas, cargas muertas y vivas, el salón también le servirá a toda la población para diferentes actividades sociales.

Las normas que se aplicarán en estos proyectos son las UNEPAR e INFOM, ACI, AISC, ASTM, estas se refieren a las especificaciones de los

materiales, métodos de comprobación y especificaciones para la prueba de equipos; tienden a ser flexibles, de acuerdo con las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados, tales como cemento, acero, etc.

La metodología a trabajar será la siguiente según cada fase: Fase de investigación: recopilación de datos significativos, análisis de datos rurales y análisis bibliográfico de los temas; Fase de servicio técnico profesional: realizar actividades de campo, reconocer y priorizar el proyecto, recolectar datos de la comunidad, levantamiento topográfico (planimetría y altimetría), diseño del eje del acueducto, diseño del salón polideportivo, dibujo de planos, cuantificación de materiales, realizar presupuesto por renglones, realizar cronogramas de ejecución; fase de docencia: desarrollar una presentación para transmitir los diferentes criterios de mantenimiento y operación de acueductos y del salón polideportivo comunal, realización de prácticas en el campo, apoyar a la municipalidad con manuales que contengan los criterios para mantenimiento y operación de acueductos y del salón polideportivo.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de agua potable de la aldea Los Altos, y diseñar estructuralmente el salón polideportivo comunal de la aldea La Joya, Pachalum, Quiché, Guatemala.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica de las necesidades de servicios básicos, de salud y de infraestructura del municipio de Pachalum.
2. Realizar el estudio de los proyectos proporcionando a la unidad de planificación municipal las memorias de cálculo, cuantificación de materiales, planos de construcción, presupuestos y cronogramas de ejecución, analizando los resultados de laboratorio de suelos y los estudios topográficos realizados previamente para caracterizar los proyectos.
3. Brindar a la comunidad un espacio para la realización de espectáculos, encuentros deportivos y eventos sociales, respetando las normas de diseño estructural adoptadas para el país.
4. Promover la participación de la comunidad en las actividades deportivas, culturales y sociales a realizarse en estas instalaciones.



## INTRODUCCIÓN

Luego de realizar un estudio de la región, en la cual se pudo observar la creciente necesidad del acueducto y la condición de las instalaciones deportivas actuales del municipio y de acuerdo a la finalidad del Ejercicio Profesional Supervisado en donde se priorizan los proyectos más necesarios, se diseñaron, por un lado, el acueducto de la aldea Los Altos y, por el otro, el salón polideportivo comunal de la aldea la Joya, ambos en el municipio de Pachalum, departamento de Quiché, Guatemala.

El primer proyecto es el diseño del acueducto de la aldea Los Altos, el cual es necesario porque la comunidad carece de agua potable, razón por la cual se deben abastecer por vendedores ambulantes que la proporcionan por medio de tanques. El problema radica en que no se tiene un control de la calidad de la potabilización del vital líquido y esto provoca muchas enfermedades gastrointestinales, entre otras. El proyecto será diseñado para una población aproximada de 704 personas y un periodo de diseño de 20 años.

El segundo proyecto es el diseño del salón polideportivo comunal, de la aldea La Joya, porque actualmente no cuenta con una infraestructura que reúna las condiciones mínimas para la recreación de los pobladores, realizando esta actividad en cualquier área improvisada, siendo el salón polideportivo comunal, una zona de recreación que será usado por la mayoría de la población del municipio, y de otros municipios vecinos.

El diseño arquitectónico obedece al ordenamiento de la comunidad y está avalado por arquitectos de la Dirección Municipal de Planificación, en el que se

evidencia la importancia para realizar el diseño de cualquier proyecto de esta índole, ya que es necesario fundamentar los criterios tomados para el diseño y análisis de las estructuras, esto para evitar las decisiones a discreción y realizar un diseño ajustado a las necesidades de la comunidad y apegado a los conocimientos de la ingeniería civil. Se deben tomar estas directrices debido a que el diseño estructural de salones y polideportivos comunales requieren un especial cuidado por ser obras esenciales.

Los proyectos pretenden mejorar las condiciones actuales de salud, infraestructura y recreación para los habitantes del municipio de Pachalúm.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografías y generalidades**

El nombre «Pachalum» se originó del «Juego de Pachecas» que se practicaba bajo la sombra de una ceiba, o «Chalum». Durante las primeras décadas del siglo XX se veía practicar a los hombres esgrima —ya fuera con espadas o con machetes— bajo la sombra de frondosos árboles de Chalum; cuando practicaban, lo hacían con pequeños palos —o pachecas—. Este juego fue herencia de la conquista española y se practicaba para obtener el respeto de las damas.

Pachalúm, posee una trayectoria histórica y recursos los cuales se describen a continuación:

### **1.1.1. Aspectos históricos**

José de Alvarado —familiar del conquistador Pedro de Alvarado recibió de la Capitanía General de Guatemala, ciento veintiocho caballerías en la región de Joyabaj, dando origen al establecimiento de colonizadores españoles en la región. Pachalúm se menciona por primera vez en 1817, reconocido por unos trapiches que se establecieron con familias de San Martín Jilotepeque, El Chol y gran parte del resto del moderno departamento de Baja Verapaz

En 1817 da origen la formación de aquel pequeño paraje, endulzado por aquellos pequeños y grandes trapiches que eran el orgullo y fuentes de trabajo de esos años razón por la cual, vinieron familias a poblarlo; estas eran de San



Martín Jilotepeque, Santa Cruz El Chol y gran parte del resto de Baja Verapaz. Al fusionarse las familias españolas predominaron algunos apellidos: Elías, Estrada, Roca, García, Martínez, Córdova, Valdez, Soto, Duarte, etc. Transcurrido el tiempo, las familias acompañadas de sus líderes revolucionarios que habían participado activamente en esa gesta del 71, solicitaron a la Municipalidad de Joyabaj, se convirtiera ese caserío en Aldea; efectuándose el 9 de agosto de 1872. En este siglo nacen pilares fundamentales del desarrollo de Pachalum, quienes incansablemente trabajaron por la tierra que les vio nacer. Podemos descifrar, no con un 100 % de exactitud, que las familias de los años 1800 a 1900 las encabezaron: Don José de Alvarado, Felipe Valdez, Ilario Valdez, Secundina García, Ignacio Alvarado Bustamante, el cual procreó tres hijas: Doña Rosario, Doña Visitación y Doña Ester Alvarado Estrada, las cuales fueron dueñas de la mayor parte de Pachalum; Rafael Estrada, Don José María Estrada y miembros de las familias Batres y Duarte.

Esta la formaron: Santiago Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez y San Lucas Sacatepéquez, su dialecto fue y es hasta la fecha el Kakchiquel.

Del tiempo de la colonia se ignora casi todo, solamente se sabe que este pueblo fue encomendado al famoso historiador Bernal Díaz del Castillo y que los primeros frailes que instruyeron la religión católica fueron los de la orden de Santo Domingo de Guzmán, habiendo así constituido una iglesia católica en el convento parroquial.

A raíz del terremoto de Santa Marta ocurrido el 29 de julio de 1773, muchas personas de Antigua Guatemala buscaron refugio en San Juan Sacatepéquez, siendo así cómo gran cantidad de familias del municipio fueron

constituidas por los antigüenos, como los son las familias: Ortiz, Guerrero y Castellanos.

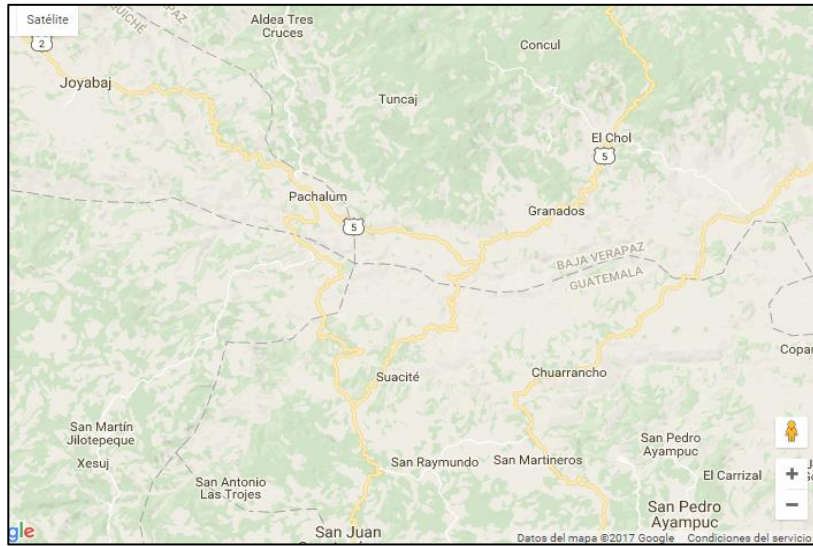
Se cree que fueron traídas de ahí, bellas imágenes para salvarlas de su destrucción o pérdida, algunas de las cuales son veneradas actualmente en la iglesia del municipio de San Juan Sacatepéquez.

Según documentos existentes, el título de tierra de San Juan Sacatepéquez tiene como fecha 3 de febrero de 1752, el cual hace constar que los indios de la región compraron al rey de España, 480 caballerías y 38 manzanas de tierra que se dividieron entre todos los ejidos, pagando 1 200 pesos de la moneda de esa época, segregando posteriormente parte de las tierras para los municipios vecinos.

### **1.1.2. Ubicación y localización geográfica**

El municipio de Pachalum geográficamente se ubica en el departamento de Quiché en la región sur oriental del mismo. Se encuentra situado en la región VII Quiché-Huehuetenango, tiene una ubicación geográfica de 14°55'31,8" latitud norte y 90° 39'52,0" longitud oeste y se encuentra localizado a una altitud desde 759 msnm (metros sobre el nivel del mar) en el caserío San Vicente hasta 2 020 msnm en el caserío Los Tunales.

**Figura 1. Municipio de Pachalum, Quiché, Guatemala**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Consulta: 5 de abril de 2016.

**Figura 2. Localización de aldea Los Altos**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Consulta: 5 de abril de 2016.

Figura 3. **Localización de aldea La Joya**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN). Consulta: 5 de abril de 2016.

### **1.1.3. Vías de comunicación**

El municipio de Pachalum se conecta con la ciudad capital de Guatemala a través de la ruta nacional que comunica con los municipios de San Juan y San Pedro Sacatepéquez con una distancia de 72 kilómetros en carretera asfaltada y 86 kilómetros de terracería, siempre con los municipios de San Juan y San Pedro Sacatepéquez vía Saltan con 44 kilómetros (Pachalúm al entronque de la aldea Montufar) y a la cabecera departamental de Santa Cruz de Quiché, por la ruta nacional RD QUI 02 pasando por los municipio de Joyabaj, Zacualpa, Chinique y Chiché con una distancia de 80 kilómetros, de los cuales 7,10 kilómetros son de terracería y que se localizan entre la Aldea Palibatz y el Caserío Los Achiotos del municipio de Joyabaj.

#### **1.1.4. Costumbres y tradiciones**

Los habitantes del municipio de Pachalum celebran su fiesta patronal entre diversas tradiciones y con actividades religiosas y populares. Este municipio está localizado en la región sureste del departamento de Quiché, en la República de Guatemala.

Existe gran variación de costumbres y tradiciones en San Juan Sacatepéquez, pero entre las más importantes se encuentran:

- **Cofradía:** primero que nada, la cofradía proviene de cafrade y esta, a la vez, se deriva de las voces latinas cum y frade que significa hermano, es decir con hermano se entiende entonces por cofradía a una institución que, según el derecho eclesiástico, es una reunión de fieles, que se erige en las iglesias para auxiliar al clero en su sostenimiento y contribuir a la suntuosidad del culto.

Es una costumbre de origen colonial, en el cual veneran algunas imágenes en especial las de: San Juan, Jesús, El Rosario, la Cruz y otras. Antiguamente existieron cofradías de ladinos, pero con el pasar del tiempo se fueron extinguiendo.

- **Auxiliatura:** forma parte de una autoridad civil-indígena, existen en todas las aldeas del municipio y así mismo en la cabecera municipal, pero no tienen la misma función, pues en la cabecera municipal celebran costumbres en las cuales veneran a la Cruz con festividades como procesiones y otros.

- **Matrimonios:** consiste en la realización de varias pedidas de la novia y en un acuerdo, se procede a la celebración de la información en la municipalidad, previa al matrimonio civil y finalizando con una fiesta o celebración del mismo (religioso) que comprende más actividades.
- **Música:** la música principal de municipio son los sones de arpa y marimba entre las cuales se puede mencionar: la Sanjuanerita, el Chuj, y el de matrimonios.
- **Danza:** en festividades especiales es tradicional el baile de los moros, los toritos, el venado y los gigantes, sin faltar el tradicional convite.
- **Leyendas:** existen algunas leyendas en los antepasados como lo son: La llorona, Juan Cenís, el tronchador y el sombreroón.
- **Poemas:** existen varios poemas dedicados a San Juan Sacatepéquez, en las cuales están La Niña de San Juan, Flor de mi Tierra y otros, escritos por los Sanjuaneros, Higinio Patzán y Efraín Patzán.
- **Comidas típicas:** existen en el municipio muchas comidas de origen indígena maya, la principal comida es el pinol, que es un atol de maíz tostado y molido, en algunos otros lugares lo preparan dulce, pero en San Juan Sacatepéquez se prepara salado y con gallina, este platillo es utilizado en ocasiones especiales como las bodas, cumpleaños, etc. En San Juan Sacatepéquez es costumbre en algunas festividades comer algo especial: tamales en Noche Buena, fiambre el 1ro de noviembre Día de los Santos, pescado en Semana Santa, buñuelos y torrijas en las ferias, siendo el pinol el más común en los lugares donde se llevan a cabo fiestas y celebraciones.

- Las Procesiones: fueron traídas de España e implantadas en Guatemala por los misioneros. San Juan Sacatepéquez, tiene sus procesiones. Entre las más conocidas están las de Semana Santa, La Velación, La Preciosa Sangre de Cristo y la de San Juan Bautista, el 24 de junio; el pueblo guarda estas tradiciones y se preparan para el paso de las procesiones adornando sus casas y haciendo alfombras de aserrín, flores y frutas.

#### **1.1.5. Fiesta patronal**

Fecha de la fiesta patronal 1 de noviembre, Santo patrono. Esta festividad se celebra en honor a Todos los Santos. El 1 de noviembre, la Iglesia católica celebra la solemnidad de Todos los Santos, es decir todos aquellos que con su vida son ejemplo de posibilidad de llegar a la santidad.

Dicha celebración tiene su origen en el siglo IV debido a la gran cantidad de mártires en la Iglesia. Luego en el año 610 el Papa Bonifacio IV dedicó el panteón romano al culto cristiano a la Bienaventurada Madre de Dios y a todos los mártires. Es así como empieza a celebrarse esa solemnidad.

#### **1.1.6. Producción**

El bosque de pino, del que se extrae resina, como fuente de ingresos y medida protectora contra incendios forestales por parte de los propietarios y/o arrendatarios que extraen de él la resina. Existe un número aproximado de 33 600 árboles de pino en proceso de resinación, bajo responsabilidad de 15 productores, en su mayoría a través de convenios de arrendamiento de tierras y/o producción en medianía. Las cantidades de resina promedio obtenidas por árbol maduro son 0,5 a 1,5 libras, en renuevos realizados a cada 15 o 20 días,

con un total de 11 renuevos en la temporada que abarca de noviembre a mayo; producción comercializada a través de intermediarios que pagan a los resinadores Q 120 00 por caneca y Q 1 200,00 por tonel de 11 canecas cada uno, puesta en el mercado de Los Cimientos, Cubulco, Baja Verapaz.

La población en edad productiva (PEA) que oscila entre 15 a 64 años de edad, según datos de proyección de población del INE para el 2009, asciende a un total de 1 589 personas (que representa al 18,36 % del total de la población), laborando como miembros de entidades del poder ejecutivo, judicial, municipalidad de Pachalum, empresas privadas, profesionales y técnicos de nivel medio, empleados de oficinas, vendedores de comercio y mercados, agricultores, pilotos, mecánicos y otros oficios, trabajadores no calificados, operadores de máquinas, etc. De este total 1 401 trabajadores son hombres y 188 son mujeres, teniendo un 88,16 % de hombres y un 11,84 % de mujeres. Observándose en el municipio que el hombre es el principal sustento de las familias. En el Departamento de Quiché, el municipio con el primer lugar de la PEA es Sacapulas con una PEA de 32,77, el último lugar lo ocupa el municipio de Canilla con una PEA de 12,01 % y el municipio de Pachalum ocupa el lugar 16 con respecto a la PEA.

En cuanto a movilidad del empleo, es más relevante en la cabecera municipal a la que se desplazan trabajadores para realizar labores de construcción, limpieza de hogar, comercio, transporte y otras ocupaciones. Para el caso de labores de construcción, últimamente se ha dado un ingreso de trabajadores provenientes del municipio San Juan Sacatepéquez quienes en cierta medida han desplazado parcialmente a los trabajadores locales. Los pobladores migran a otros municipios de Quiché y a otros departamentos de Guatemala y al extranjero, a Estados Unidos de América, para obtener mejores fuentes de trabajo y así sostener a sus familias.



De acuerdo a la misma información del Censo INE 2002 y proyectada al 2009, 806 personas son migrantes de toda la vida, muchos de ellos ubicados en el estado de Nueva Jersey principalmente, que han sido buena fuente del envío de remesas del exterior.

#### **1.1.6.1. Agricultura**

La principal actividad productiva es la agricultura, con el cultivo de granos básicos, como el maíz, tomate, frijol, sorgo (maicillo). De acuerdo a informaciones del Censo Agropecuario 2003, el primer producto es el maíz, se producen 18 350 quintales de maíz (blanco y amarillo) en 888 fincas con un total de 947 manzanas y con un rendimiento promedio de 19 quintales por manzana(qq/mz). En segundo lugar en producción agrícola se encuentra el sorgo o maicillo con una producción de 10 088 quintales, producido en 313 fincas y 428 manzanas, teniendo un rendimiento promedio de 23,55 quintales por manzana. En tercer lugar se encuentra el tomate con una producción de 2 283 quintales, en 10 fincas y 5 manzanas, con un rendimiento promedio de 498.50 quintales por manzana y en cuarto lugar en la producción se encuentra el frijol negro con una producción de 1 411 quintales de frijol negro al año en 352 fincas en una extensión de 312 manzanas, con un rendimiento promedio de 4,53 quintales por manzana.

La producción se hace en forma extensiva, se obtiene básicamente una cosecha al año. La mayor parte de esta producción se destina al autoconsumo, y el excedente para la venta.

También se dedican en menor cuantía a la producción de frutales, (cítricos, mango, tamarindo) por lo que también comercializan las frutas de estos cultivos. De la producción de tamarindo se tiene información de 14

productores de la zona sur (Cimarrón, Las Minas y Vega del Chile), que en árboles maduros cosechan entre 3 a 3,5 quintales por árbol, con una cantidad aproximada de 130 árboles en producción, con producciones en los rangos de 390 a 450 quintales por año, obtenidos a finales de marzo y abril. El corte, recolección, envasado y pesado es a nivel artesanal, a un costo promedio por quintal de Q 65,00 y comercializado localmente a intermediarios procedentes de Granados Baja Verapaz, Suasité San Juan Sacatepéquez y la ciudad capital, a precios que fluctúan de los Q 180,00 a Q 200,00 por quintal

En el municipio prevalece la producción en áreas de minifundismo. La producción de cultivos, agrícolas se da en la mayoría de áreas con vocación forestal, y la técnica de cultivo, se hace con pocas o ninguna estructura o prácticas de conservación de suelos; para el tipo de cultivos se hace uso de insumos como los fertilizantes químicos que actualmente asciende a un costo de Q 250,00 el quintal por citar un aspecto, herbicidas y pesticidas agrícolas, mientras el valor de un quintal de maíz es de aproximadamente de Q 120,00 a Q 150,00, lo que aumenta sus costos de producción en detrimento de sus utilidades.

También se cuenta con otras organizaciones comunitarias, tales como la Asociación de Agricultores de Pachalum, organización que opera y administra el sistema de riego por aspersión que dispone de una superficie total de 160 00 manzanas = 111 792 Hectáreas, para beneficiar a 191 agricultores que incluye áreas de riego en la parte de Moritas, Las Vegas, El Jocote, Xemap, Agua Zarca, Llano Grande, Veguitas, Volcancillos, La Joya, El Aguacate, El Cimarrón, regadores, que utilizan sus áreas de terreno con riego para cultivos de granos básicos, pastos, frutales y hortalizas principalmente. Se puede observar que el sistema de riego se encuentra subutilizado, por lo que se cree que se le

podría sacar más provecho, ya que actualmente la mayoría lo utiliza para regar pastizales para alimentar al ganado vacuno.

#### **1.1.6.2. Producción pecuaria**

En actividades pecuarias, el manejo de ganado bovino se da en gran parte por las familias de la zona, siendo su explotación mixta para la producción de leche y sus derivados (crema, queso y mantequilla) y producción de carne estos últimos vendidos a nivel de finca o feria de ganado en el municipio o fuera de el. Se da la producción de aves, principalmente de pollos de engorde, con la participación de pequeños productores que comercializan su producción principalmente en el área urbana del municipio. Estos productores se ubican en el caserío Los Trapichitos, aldea Agua Zarca, Villa Linda, contiguo al cementerio municipal, Toro Seco, El Jute. Se conoce una minigranja de producción de huevos, ubicada en la aldea de Los Volcancillos.

Además de la producción a nivel de hogar, de ganado porcino, para la venta en pie y ocasionalmente para autoconsumo. Últimamente se ha iniciado la producción de tilapia en charcas familiares en Los Trapichitos, Piedras Blancas, El Jocote, San Isidro, Las Vegas, El Jute, Moritas.

La producción artesanal es una actividad poco desarrollada en el municipio, únicamente en el área norte donde existe población maya, las mujeres de mayor edad y alguno que otro varón, elaboran guipiles para vestimenta y morrales de lana o de hilo.

En las comunidades de Moritas, Las Vegas, Guachipilín y Piedras Blancas, algunos agricultores extraen la resina de pino con el método tradicional de pileta, la que es comercializada regularmente a través de

intermediarios que la transportan mayormente a la aldea de Los Cimientos de Cubulco, Baja Verapaz, donde la transforman en productos para actos ceremoniales.

En lo que respecta a la Industria, en el municipio, a la fecha, no se realizan actividades relacionadas con la industria forestal y tampoco existe explotación minera. No obstante que en lo forestal se da en pequeña escala la explotación de resina de pino y que, de acuerdo a estudios realizados en los años 2004 y 2005, existe cierto potencial minero con la explotación de granate, que aún no se da.

Así también se cuenta con talleres de corte y confección, de carpintería, mecánica automotriz, herrería, zapatería, panadería, los cuales tienen métodos actualizados de producción.

#### **1.1.7. Centros turísticos**

Entre los centros turísticos de Pachalúm se encuentran, Xenap y El Jocote, los cuales cuentan con paseos, balnearios, piscinas, entre otros.

#### **1.1.8. Distribución actual**

En la siguiente figura, se visualiza la distribución poblacional del municipio de Pachalum:

Figura 4. **Distribución del municipio de Pachalum**



Fuente: Municipalidad de Pachalum.

- Agua Zarca (caserío)
- Capir (caserío)
- Cimarron (caserío)
- Corralitos (caserío)
- Cucul (finca)
- El Anono (caserío)
- El Ciprés (caserío)
- El Encinal (caserío)
- El Jute (caserío)
- El Maguey (caserío)
- El Tamarindo (caserío)
- El Tumbadero (caserío)
- Guachipilín (caserío)
- Joya de la Canoa (finca)
- Joya de Las Veguitas o Las Veguitas (caserío)
- Laguna Seca (caserío)

- Las Moritas (aldea)
- Las Vegas (caserío)
- Llano Grande (caserío)
- Los Altos (caserío)
- Los Cimientos (caserío)
- Los Tablones (caserío)
- Los Trapichitos (caserío)
- Los Tunales (caserío)
- Los Volcansillos (caserío)
- Naranjito (caserío)
- Pachalum (pueblo)
- Piedras Blancas (caserío)
- Población Dispersa (otra)
- San Isidro (caserío)
- San Rafael Las Minas (caserío)
- San Vicente (caserío)
- Toro Seco (caserío)
- Vega del Chile (finca)

### **1.1.9. Clima**

En La cabecera municipal de Pachalúm tiene clima tropical (Clasificación de Köppen: Aw).

La estación meteorológica más cercana a Pachalum es la estación Cubulco, se encuentra a 2 105 msnm, ubicada en finca Suiza Contenta, San Lucas Sacatepéquez, kilómetro 31 carretera a Santiago Sacatepéquez,

Guatemala. Dicha estación proporcionó los siguientes datos en el mes de febrero de 2016. 29.0 - 14.3

Tabla I. **Elementos del clima**

	<b>Media</b>	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>
<b>Temperatura °C</b>	20,40	29,00	14,30
<b>Humedad Relativa %</b>	77,00	79,00	75,00
<b>Nubosidad Octas</b>	4,13	7,00	3,00
<b>Velocidad de viento Km/h</b>	3,20	4,20	1,00

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, INSIVUMEH. Consulta: abril de 2016.

Los siguientes datos son porcentajes de los días del mes de julio en los que se dio cada fenómeno atmosférico:

Tabla II. **Fenómenos atmosféricos**

Neblina	56,32 %
Llovizna	6,89 %
Rocío	82,76 %
Helada	13,79 %

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, INSIVUMEH. Consulta: abril de 2016.

### **1.1.10. Orografía**

Está ubicado en el sistema de montañas de la Sierra Chuac a un nivel de altura entre los 890 y 2 288 metros sobre el nivel del mar, la cabecera municipal a 1 170 metros sobre el nivel del mar, está rodeado por las montañas de El Ciprés y Las Azucenas, así como de los cerros: Las Minas, los Cimientos y Cucul. San Juan Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm.

### **1.1.11. Hidrografía**

Cuenta con varios ríos importantes, como: Motagua y El Tumbadero, los cuales sirven como límite territorial entre los municipios. Estos ríos tienen potencial para generar electricidad por medio de mini hidroeléctricas; los caudales tienen posibilidad de producir entre 0,4 y 3,1 Mgw de potencia, pero el municipio no cuenta con los recursos necesarios para financiar este tipo de proyectos. San Juan Sacatepéquez cuenta con una amplia gama de accidentes hidrográficos entre los que se encuentran:

- Ríos: Boca Toma, Cenizo, Cotzibal, Cuxuyá, Chiltayá, El Potosí, El Zapote, Frío, Grande o Motagua.
- Riachuelos: Agua Zarca, Los Siney, Concepción, Cruz Verde, Los Encuentros, Los Canel, Los Guates, San Matías El Bosque, Llano de La Cuva, Horno de Cal, Pachaj (antes caserío), Buena Vista, Los Yupes, Caxnabal, Chuisec, El Ruso, Colorado, El Ciego, El Salvador, Curub, El Portal, La Campana, Guapinol, Los Chajones, Realamá, Sastop, Ixcac, Pachum, Ruyalhuit, Seco, Ixcopín, Paraxaj, Ruyalaj, Severino, Jesús, Patajzalaj, Sactzí, Simajuí, La Ciénaga, Paxot, Sajcavillá, Tapahuá, La



Lima, Pixcayá, San Miguel, Tapanal, Las Flores, Rajoní, San Pedro, Veracruz, Los Ajines, Rastunyá, Santiago, Zapote, Los Ajvix, Mixcal, Noxpil, Patanil, Ruyalquén, Nahuarón, Pachuj, Patzanes, Terreno de Villavicencio, Las Canteras, San Ignacio, Mala Paga, Santa Ana, Nimajuyú.

- Quebradas: de La Soledad, Las Palmas, Los Pescaditos, Puluc, Seca, El Achioté, Los Chayes, Los Prado, Raspas, Sunuj, El Choy, Los Chiques, Parquí, Realsiguán, Tocay, Las Minas, Los Mecates, Paxot, San Isidro.

#### **1.1.12. Topografía**

Tiene una topografía de inclinada a suave ondulada, tiene muchas pendientes y hondonadas, cubiertas de verde y exuberante vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos y hasta barrocos.

#### **1.1.13. Servicios básicos**

En el caso de Pachalúm, la pobreza general es de 54,1 % y la pobreza extrema es de 10,4 %, encontrándose en el rango muy bajo. En el contexto departamental, el municipio de Pachalúm posee los porcentajes más bajos (esto debido a lo pequeño del municipio y a las autoridades altruistas que han velado por el desarrollo integral del municipio desde la fundación del mismo). En el contexto nacional el departamento de Quiché se sitúa en el tercer departamento con los porcentajes más altos de pobreza general, teniendo 19 municipios que se encuentran entre los 125 municipios a nivel nacional con los niveles más altos de pobreza general y extrema.

#### **1.1.13.1. Servicio de agua potable**

El abastecimiento de agua se distribuye así, del total de viviendas formales, 64,41 %, tienen el servicio y 35,59 % no lo tienen.

#### **1.1.13.2. Servicio sanitario**

En lo referente al sistema de disposición de excretas y aguas servidas, se puede indicar que 55,32 % del total de viviendas poseen servicio sanitario y el 44,68 % carece de él.

#### **1.1.13.3. Servicio de energía eléctrica**

Según el Ministerio de Energía y Minas, el municipio de Pachalúm, tiene el 91,20 % de cobertura de energía eléctrica. Una de las mejores coberturas de todos los municipios.

### **1.2. Diagnóstico de las necesidades de infraestructura**

En el municipio de Pachalúm existen varias necesidades, las cuales se describen y se priorizan a continuación:

#### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Las necesidades, como en todos los municipios de la República de Guatemala, son varias, especialmente en infraestructura, como por ejemplo vías de acceso transitables en todas las épocas del año, edificios escolares adecuados, suministro de agua potable, alcantarillados, salones comunales, canchas polideportivas.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

En la aldea Los Altos, carecen de agua potable; para abastecerse compran agua que no es potable, a vendedores en camiones cisternas, lo cual daña su salud, y su economía. Por ese motivo, para esta aldea, es necesario el proyecto de agua potable.

La otra prioridad es en la aldea La Joya, en donde los pobladores, no cuentan con instalaciones adecuadas para practicar sus deportes preferidos, también carecen de un salón de usos múltiples, por lo que priorizaron la construcción de un salón polideportivo comunal para esta población, en donde podrían practicar varios deportes, y cuenten con un salón para eventos sociales, usos múltiples, y les sirva de refugio en caso de desastres.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea, Los Altos, Pachalúm, Quiché, Guatemala**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

En la aldea Los Altos, se tienen la necesidad de un sistema de agua potable que abastezca a la población. Para este proyecto, cuentan con una fuente de agua, en el lugar llamado Piedra Blanca 1. El agua se captará, con una caja de captación, luego se conducirá por tubería de PVC, por 2,40 kilómetros, hacia un tanque de distribución de 25 metros cúbicos. El caudal de la fuente es de 1,25 litros por segundo, el cual es suficiente para distribuirles a las 64 casa de la aldea. El agua será clorada en el tanque, por un hipoclorador, para hacerla potable, y será distribuida por gravedad, para así cubrir la demanda de la población actual y la población futura, para un periodo de vida útil del proyecto de 20 años.

#### **2.1.2. Estudios preliminares**

Como estudios preliminares, tenemos el reconocimiento del terreno para recabar toda la información necesaria, para seleccionar la mejor ruta para el levantamiento topográfico, y recopilar todos los datos e información necesaria para definir los diseños y procedimientos para la ejecución del proyecto.

### **2.1.2.1. Estudios topográficos**

Se realizó el levantamiento topográfico desde la fuente de agua, ubicada en el lugar conocido como Piedra Blanca 1. El levantamiento topográfico se realizó en la línea de distribución de la comunidad. Se realizaron radiaciones hacia las viviendas para determinar la distancia hasta la red de distribución, así como las cotas de terreno que son de utilidad al momento de la ejecución del proyecto.

#### **2.1.2.1.1. Planimetría**

La planimetría tiene como objeto determinar las distancias horizontales, las coordenadas vistas en planta de todos los componentes del sistema de agua potable. Para esto se utilizó el método de conservación de azimut, utilizando una estación total marca Sokkia modelo CX- DTM-S, estadal, brújula, prismas y plomadas metálicas.

#### **2.1.2.1.2. Altimetría**

La altimetría tiene como fin determinar las diferencias de nivel existentes entre todos los componentes del sistema de agua potable. Para este proyecto se aplicó el método de nivelación directa con la utilización de una estación total marca Sokkia modelo CX- DTM-S, estadal telescópico de aluminio de 5 metros, cinta métrica, estacas, clavos y pintura.

### **2.1.2.2. Aforo**

Con el aforo conocimos el caudal de la fuente de agua, la cual está ubicada en el lugar nombrado Piedra Blanca 1. Se aforó tres veces, dándonos

los resultados siguientes: primer aforo 1,26 litros por segundo; segundo aforo 1,24 litros por segundo, y el tercer aforo fue de 1,25 litros por segundo. Los tres aforos se realizaron en época de estiaje. Se promediaron los resultados, obteniendo el aforo de diseño de 1,25 litros por segundo.

### **2.1.2.3. Análisis de la calidad del agua**

Para determinar la calidad del agua, nos basamos en las normas COGUANOR NGO 29001, la cual dicta los límites en que deben encontrarse las características de calidad, físicas, químicas y bacteriológicas del agua. Estas características se determinan por medio de exámenes de laboratorio, entre los que se tiene, el análisis físico químico sanitario, que brinda las propiedades físicas y químicas como color, olor, sabor, pH, turbiedad, entre otras; dese al punto de vista de calidad física y calidad química, el agua del pozo cumple con la norma internacional de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua. Solo se recomienda una cantidad de cloro para la desinfección.

El Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó el análisis físico químico sanitario, estudio bacteriológico, e investigación de coliformes (grupo coli – aerogenes), los resultados se encuentran en los anexos del presente trabajo. En las observaciones de los resultados se lee: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud. (O.M.S.). Por lo que concluimos, que el agua de la fuente es adecuada para el proyecto.

#### **2.1.2.4. Estudio de suelos**

Los suelos del municipio de Pachalum, tienen un valor soporte alto, por lo cual no se realizarán estudios de suelos. En base a otro estudio, el cual se encuentra en Anexos, y con la autorización del Ingeniero Asesor del presente trabajo de graduación, se tomará un valor soporte de 29,00 toneladas / metro cuadrado.

#### **2.1.3. Bases de diseño**

Para las bases de diseño, tomamos los siguientes factores: el nivel de vida de la población, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población, y aspectos socioeconómicos, tomando lo que establece el Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento para el área rural de Guatemala, en las normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. A continuación, se describen las bases de diseño utilizadas para el proyecto.

##### **2.1.3.1. Cálculo de población futura**

Se utilizó el método geométrico para este proyecto, tomando en cuenta los siguientes factores:

###### **2.1.3.1.1. Tasa de crecimiento poblacional**

En la comunidad de Estancia el Rosario se tomó en cuenta los valores que se proporcionan en el Instituto Nacional de Estadística que es de 3,00 %.

### **2.1.3.1.2. Período de diseño**

El período de diseño comprende el tiempo que el servicio será efectivo para la población. Para determinar este tiempo se tomó en cuenta el periodo de la vida útil de los materiales y el tipo de proyecto. Dicho periodo es de 20 años, tomando en cuenta las normas del Instituto de Fomento Municipal, INFOM.

### **2.1.3.1.3. Población futura**

El cálculo de población futura, según el periodo de diseño adoptado para el proyecto, ya que se describieron los parámetros del crecimiento geométrico, se calculan a continuación:

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

Donde:

$$Pf=384 (1+0,05)^{20}=704 \text{ habitantes}$$

- Pf = población futura
- R = tasa de crecimiento = 3,00 %
- Po = población inicial = 384 habitantes
- n = periodo de diseño = 20 años

### **2.1.3.2. Dotación**

Para determinar la dotación de la comunidad se tomó en cuenta factores, tales como: el clima, topografía, capacidad y disponibilidad de pago; por lo que se optó por el tipo de conexión predial. Es importante para este tipo de



conexión la capacidad o disponibilidad de agua de la fuente, por lo que, la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 120 litros/habitante/día.

### **2.1.3.3. Factores de consumo y caudales de diseño**

Existen ciertos factores que influyen en el consumo de agua, como por ejemplo:

- Condiciones climáticas
- Calidad del agua
- Características socio-económicas
- Disponibilidad de alcantarillado sanitario
- Presiones en la red
- Administración del sistema
- Medición y tarifa

#### **2.1.3.3.1. Caudal medio diario**

El caudal medio diario se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes, que se estiman al final del periodo del diseño.

$$Q_{md} = \frac{(Dotación * Población futura)}{86\ 400}$$

$$Q_{md} = \frac{(118\ l/hab/d * 704\ hab)}{86\ 400} = 0,961\ l/s$$

#### **2.1.3.3.2. Caudal máximo diario**

El caudal máximo diario o caudal de conducción, es el mayor consumo que se da en un día al año. Este será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1,2 y 1,5.

$$Q_{máxd} = Q_{md} * FDM$$

En este caso el proyecto ya cuenta con la conducción, por lo que no se realizará este cálculo.

#### **2.1.3.3.3. Caudal máximo horario**

El consumo máximo horario o caudal de distribución, es el máximo consumo que se da en una hora del día. Se determina multiplicando el consumo medio diario por un coeficiente o factor que varía entre 2 a 3. Para este proyecto se utilizó un coeficiente de 2,11 m.

$$Q_{máxh} = Q_{md} * FHM$$

$$Q_{máxh} = 0,961 \text{ l/s} * 2,00 = 1,92 \text{ l/s}$$

#### **2.1.4. Diseño hidráulico**

Con el diseño hidráulico se determinan los componentes, presiones, velocidades, dimensiones de la red, así como el funcionamiento de la misma, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua a la población beneficiada con el proyecto, en el tiempo que se haya establecido.

### 2.1.4.1. Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías

Para el cálculo de la línea de conducción y red de distribución se utilizaron las ecuaciones de continuidad y conservación de energía, así como la fórmula empírica para fluidos de agua de Hazen-Williams, empleada para la pérdida de carga en tuberías cerradas a presión. A continuación se describe la fórmula Hazen-Williams:

$$H_f = \frac{(1\,743,811 * L * Q^{1,852})}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

- $H_f$  = pérdida de carga por fricción en metros.
- $L$  = longitud del tramo en metros.
- $Q$  = caudal conducido en litros/segundos.
- $C$  = coeficiente de fricción de Hazen-Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería PVC se adoptará un valor de 150 adimensional.
- $D$  = diámetro interno de la tubería en pulgadas.

Ejemplo:

$$H_f = \left( \frac{1743,811 * (200,00 \text{ m} * 1,05) * 1,201 \text{ l/s}^{1,852}}{150^{1,852} * 1,754^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 2,99\text{m}$$

#### **2.1.4.2. Clases y presiones de trabajo de tuberías**

En el proyecto se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetro exterior, espesor de la pared), de las cuales se usarán las siguientes:

- SDR, presión de trabajo de 250 PSI (176 mca)
- SDR, presión de trabajo de 160 PSI (113 mca)

#### **2.1.4.3. Velocidades y presiones máximas y mínimas**

Según las normas del Instituto de Fomento Municipal, INFOM, la velocidad mínima recomendable es de 0,60 m/s, pero debido a que el caudal no contiene sedimentos, este valor puede ser menor hasta un valor de 0,30 m/s a menos que sea un final de ramal donde no se necesite mucha velocidad sin causar algún daño en el funcionamiento del sistema. La velocidad máxima será de 3,00 m/s.

Las presiones que debemos chequear son la presión estática y presión dinámica; la presión estática que es la que se presenta cuando el agua se encuentra en reposo dentro de una tubería. También encontramos la presión dinámica, que se presenta cuando el agua se encuentra en movimiento dentro de una tubería, la cual debe de mantenerse entre 10 y 40 metros columna de agua en distribución.

En conducción, las presiones máximas y mínimas son, como mínimo, de un metro columna de agua y la máxima depende de la capacidad de presión, de la tubería que se diseñe.

#### 2.1.4.4. Diseño hidráulico de la red de distribución

El diseño de la distribución se efectuó por medio de ramales abiertos, debido a lo disperso de las viviendas y a las condiciones topográficas del lugar. El caudal de diseño para la red de distribución será el caudal máximo horario.

Para el diseño se determina el caudal unitario de vivienda, el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Qu = \frac{\text{Caudal de distribución l/s}}{\text{Total de viviendas actuales}}$$

$$Qu = \frac{1\ 201\ \text{l/s}}{64\ \text{viviendas}} = 0,03\ \text{l/s/vivienda}$$

Para determinar el caudal de diseño de un tramo de la red de distribución, se suma el caudal de vivienda del tramo y los caudales de vivienda que llegan a ese tramo. El caudal de vivienda es igual al producto del caudal unitario de vivienda por el número de viviendas por tramo.

Seguidamente se presenta el diseño del tramo del caminamiento 0 al punto observado 240,00. Los datos son los siguientes:

- Longitud = 240,00 m
- Cota "0" = 788,13 m
- Cota "240,00" = 760,81 m
- Número de viviendas en el tramo = 10 viviendas

Teniendo en cuenta los datos anteriores, el caudal de vivienda se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_v = Q_u * No. viv$$

Donde:

- $Q_v$  = caudal de vivienda l/s
- $Q_u$  = caudal unitario l/s
- No. Viv = número de viviendas del tramo

$$Q_v = 0,03 \text{ l/s/vivienda} * 22 \text{ viviendas} = 0,66 \text{ l/s}$$

Para el diseño del tramo se calculará la carga disponible o la diferencia de nivel entre los caminamientos calculados:

$$H_{fdisponible} = Cota 0 - Cota 240,00$$

$$H_{fdisponible} = 788,13m - 760,81m = 27,32m$$

Para esta pérdida de carga disponible se determina el diámetro teórico:

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * H_{fdisponible}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D_{teórico} = \left( \frac{1743,811 * (240,00m * 1,05) * 0,66^{1,852}}{150^{1,852} * 27,32m} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,92 \text{ pulgadas}$$

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial que sea óptimo para el diseño hidráulico, es decir, que cumpla con los parámetros mínimos y máximos. En este caso se tomará la tubería de tamaño 1 ½”.

Luego se calcula la velocidad. Para encontrar la velocidad del agua dentro de una tubería recurrimos a la ecuación de continuidad que, adaptada para trabajar con unidades de medida convencionales, utilizamos:

$$V = \frac{1,974 * Q}{\emptyset^2}$$

Donde:

- V = Velocidad m/s
- Q = Caudal l/s
- $\emptyset$  = Diámetro pulgadas

$$V = \frac{1\ 974 * 0,66\ l/s}{1\ 195^2} = 0,94\ m/s$$

La velocidad cumple con los parámetros de diseño.

Entonces se procede a calcular la presión estática y dinámica con pérdida de carga:

$$H_f = \left( \frac{1743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * \emptyset^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$H_f = \left( \frac{1743,811 * (240,00\ m * 1,05) * 0,66\ l/s^{1,852}}{150^{1,852} * 1,195^{4,87}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 7,68\ m$$

$$Cota\ piezométrica\ final = Cota\ piezométrica\ inicial - H_f$$

En este caso la cota piezométrica inicial es la cota inicial del terreno por ser inicio de tramo.

$$Cota\ piezométrica\ final = 788,13m - 7,68m = 780,45m$$

$$Pe = Cota\ piezométrica\ inicial - Cota\ de\ terreno\ final$$

$$Pe = 788,13m - 780,45m = 7,68m$$

$$Pd = Cota\ piezométrica\ final - Cota\ terreno\ final$$

$$Pd = 780,45m - 760,81m = 19,64m$$

Todo el diseño hidráulico fue calculado de esta manera.

### **2.1.5. Obras hidráulicas**

Se llaman obras hidráulicas, u obras de infraestructura de acueductos, destinadas para la adecuada función del proyecto. En este proyecto se diseñaron las obras de infraestructura siguientes: caja de captación, paso aéreo de zanjón, caja para válvulas, caja rompe presión, tanque de distribución de 25 metros cúbicos, hipoclorador y conexiones prediales.

#### **2.1.5.1. Cálculo del volumen del tanque de distribución**

Para cubrir las variaciones horarias de consumo de las comunidades se diseñará un tanque de distribución superficial. Se procede a calcular la



capacidad del tanque como un porcentaje de utilidad del sistema del 30 % del consumo de día máximo.

$$Vol = 0,30 * \left( \frac{Qmd * 8\ 6400}{1\ 000} \right)$$

Donde:

- V = volumen de tanque de distribución en m<sup>3</sup>
- Qmd = caudal medio diario l/s

$$Vol = 0,30 * \left( \frac{0,961 \frac{l}{s} * 86\ 400}{1\ 000} \right) = 24,91\ m^3$$

El tanque que se construirá es de 25 m<sup>3</sup>, para satisfacer la demanda.

### **2.1.5.2. Conexión predial**

La instalación domiciliar consiste en niple de ½” tapado para que cada quien haga su conexión, ubicado en el límite de cada predio, llega de la red de distribución por medio de una tee reductora del diámetro de la red de distribución, a una tubería de ½”, para todas las viviendas y, además, una válvula de paso.

### **2.1.5.3. Sistema de desinfección**

Debido a que el agua no es potable, desde el punto de vista bacteriológico, se le da un tratamiento por medio de desinfección. Este proceso tiene por objetivo garantizar la potabilidad del agua al asegurar la ausencia de

microorganismos patógenos. Para la desinfección se utilizará hipoclorito de calcio con 65 % de cloro y un hipoclorador automático PPG. Este dispositivo consiste en la disolución de las pastillas de hipoclorito de calcio por el flujo de agua que entra en el hipoclorador; la coloración del agua es controlada por este flujo.

Para determinar el modelo del hipoclorador se necesita determinar el flujo de cloro y referirse a la tabla de hipocloradores.

Tabla III. **Modelos de hipocloradores automáticos PPG**

HIPOCLORADORES		
MODELO	FLUJO DE CLORO	CAPACIDAD
	G/HORA	TABLETAS
3 015	20-200	22
3 075	90-900	113
3 150	450-5400	227
3 550	1 400-11 000	833

Fuente: GILES, Ranald V. *Mecánica de fluidos e hidráulica*. p. 61.

Determinación de flujo de cloro:

$$F_c = Q * D_c * 0,06$$

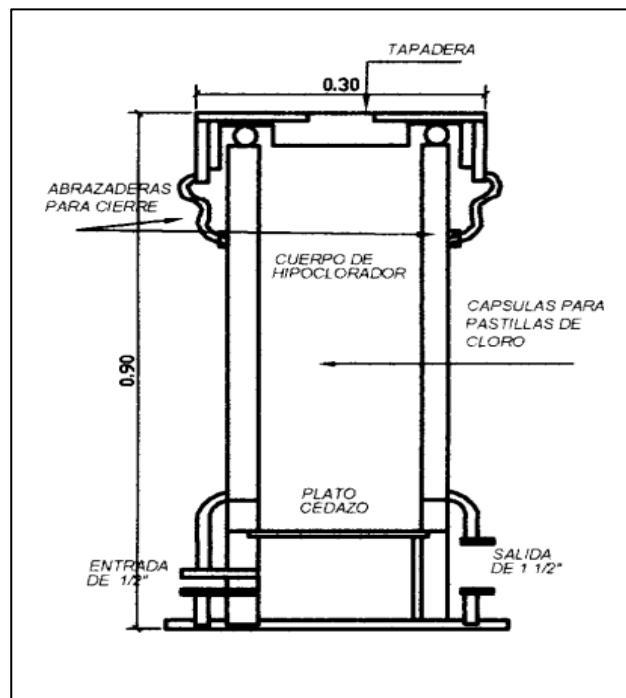
Donde:

- $F_c$  = flujo de cloro gr/hora
- $Q$  = caudal a clorar (1,92 l/s = 115,20 l/min)
- $D_c$  = demanda de cloro en partes por millón (la fuente produce agua clara, se estima una demanda de cloro de 2 partes por millón).

$$F_c = 115,20 \text{ l/min} * 2 * 0,06 = 13,824 \text{ gr/hora}$$

Con este resultado se determina el modelo del hipoclorador PPG que se debe utilizar. Según la tabla de hipocloradores, el flujo de cloro calculado corresponde a un hipoclorador PPG modelo 3015, con capacidad de 10 tabletas de hipoclorito de calcio.

Figura 5. **Hipoclorador PPG modelo 3015**

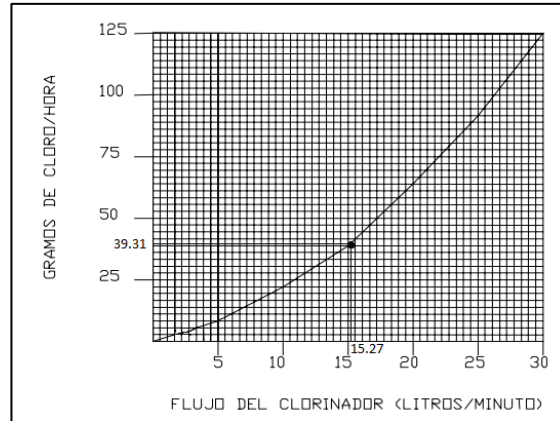


Fuente: GILES, Ranald V. *Mecánica de fluidos e hidráulica*. p. 61.

Teniendo el flujo de cloro en gr/hora, se interpola en la gráfica de hipocloradores para obtener el flujo de agua que debe entrar en el hipoclorador.

Figura 6. **Gráfica de hipoclorador automático PPG 3015**

**13,824**  
**8,5**



Fuente: elaboración propia.

Al interpolar el flujo de cloro en la figura 5 se obtiene el flujo de agua que debe entrar en el hipoclorador, que es de 15,27 litros/minuto. Con este flujo sumado al flujo que no es clorado ( $327,60 \text{ l/min} - 15,27 \text{ l/min} = 312,33 \text{ l/min}$ ), se obtiene la concentración de 2 partes por millón de cloro disponible en el tanque.

El flujo del hipoclorador es de 39,10 g/hora, entonces la cantidad de tabletas en un mes es:

$$39,10 \text{ g/hora} * 24 \text{ horas} * 30 \text{ días/mes} = 28\ 152 \text{ g/mes}$$

$$28\ 152 \text{ g/mes} * 1 \text{ tableta/300 g} = 94 \text{ tabletas}$$

### 2.1.6. **Elaboración de planos**

La elaboración de planos finales se realizó en AutoCAD Civil 3D 2016, cada uno contiene los detalles correspondientes.

Los planos del proyecto, se describen a continuación (ver anexos):

- Plano 1, planta general
- Plano 2, planta – perfil
- Plano 3, planta - perfil
- Plano 4, planta - perfil
- Plano 5, planta - perfil
- Plano 6, planta - perfil
- Plano 7, planta - perfil
- Plano 8, caja de captación + conexiones prediales
- Plano 9, caja rompe presión
- Plano 10, paso aéreo
- Plano 11, tanque de distribución
- Plano 12, caja para válvulas

#### **2.1.7. Elaboración de presupuesto**

A continuación, se presentan los costos unitarios del proyecto:

Tabla IV. Cantidades de trabajo

Diseño de red de agua potable.					
Aldea Los Altos, pachalum, Quiché.					
CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO					
CÓDIGO: 10,042-2004					
No.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	Limpieza y Chapeo	Km <sup>2</sup>	16,04	Q 402,94	Q 6 461,83
2	Levantamiento Topográfico	Km	4,01	Q 4 120,31	Q 16 519,19
3	Diseño, cálculo y presupuesto	Km	4,01	Q 3 281,85	Q 13 157,63
4	Replanteo Topográfico	Km	4,01	Q 3 837,46	Q 15 385,19
5	Caja de captación	Unidad	1,00	Q 12 856,04	Q 12 856,04
6	Línea de conducción	ml	2400,00	Q 46,76	Q 112 222,64
7	Caja para válvula de limpieza	Unidad	4,00	Q 3 177,83	Q 12 711,32
8	Caja para válvula de aire	Unidad	6,00	Q 1 158,54	Q 6 951,22
9	Paso aéreo de zanjón	Unidad	2,00	Q 130 381,58	Q 260 763,17
10	Tanque de distribución de 25 m <sup>3</sup>	Unidad	1,00	Q 85 024,36	Q 85 024,36
11	Línea de distribución	ml	1609,08	Q 28,91	Q 46 512,28
12	Conexiones domiciliarias	Unidad	64,00	Q 65,88	Q 4 216,63
13	Supervisión	Unidad	32,00	Q 1 957,50	Q 62 640,00
14	Transporte de materiales	Unidad	64,00	Q 303,75	Q 19 440,00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 674 861,49</b>
EL COSTO ES DE: SISCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UNO CON 49/100,					

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7.1. Integración de precios

Tabla V. Integración de precios unitarios

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
PROYECTO:	Diseño de red de agua potable.				
UBICACIÓN:	Aldea Los Altos, pachalum, Quiché.				
LONGITUD:	4009,21	mts			
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Limpieza y Chapeo	Km <sup>2</sup>	16,04	Q 402,94	Q 6 461,83
1,1	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Machetes	Unidad	4,00	Q 50,00	Q 200,00
<b>TOTAL DE MANO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					<b>Q 200,00</b>
1,2	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	4 Jornaleros	Km <sup>2</sup>	16,04	Q 200,00	Q 3 207,37
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q 3 207,37</b>
PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %					Q 1 379,17
SUB-TOTAL MANO DE OBRA					Q 4 586,54
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 4 786,54</b>
COSTO UNITARIO					Q 298,47
Factor de Indirectos 35 %					Q 104,47
PRECIO UNITARIO					Q 402,94
<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 6 461,83</b>

Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
2	Levantamiento Topográfico	Km	4,01	Q 4 120,31	Q 16 519,19

2.1	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Madera para estaqueado y trompos	Pie tablar	150,00	Q 15,00	Q 2 250,00
	Pintura de aceite	Galón	0,50	Q 250,00	Q 125,00
	Clavos de 6"	Libra	10,00	Q 3,50	Q 35,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 2 410,00</b>

2.2	MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Estación total con tripode y 2 prismas	Día	4,00	Q 450,00	Q 1 800,00
	<b>TOTAL DE MANO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				<b>Q 1 800,00</b>

2.3	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Topógrafo	Km	4,01	Q 1 000,00	Q 4 009,21
	2 Cadeneros	Km	4,01	Q 400,00	Q 1 603,68
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 5 612,89</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %				Q 2 413,54
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8 026,44</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 12 236,44</b>
	COSTO UNITARIO				Q 3 052,08
	Factor de Indirectos 35 %				Q 1 068,23
	PRECIO UNITARIO				Q 4 120,31
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 16 519,19</b>

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
3	Diseño, cálculo y presupuesto	Km	4,01	Q 3 281,85	Q 13 157,63

3.1	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Ingeniero diseñador	Km	4,01	Q 1 200,00	Q 4 811,05
	Dibujante calculista	Km	4,01	Q 500,00	Q 2 004,61
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 6 815,66</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %				Q 2 930,73
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 9 746,39</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 9 746,39</b>
	COSTO UNITARIO				Q 2 431,00
	Factor de Indirectos 35 %				Q 850,85
	PRECIO UNITARIO				Q 3 281,85
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 13 157,63</b>

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
4	Replanteo Topográfico	Km	4,01	Q 3 837,46	Q 15 385,19

4.1	MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Madera para estaqueado y trompos	Pie tablar	150,00	Q 15,00	Q 2 250,00
	Pintura de aceite	Unidad	1,00	Q 35,00	Q 35,00
	Clavos de 6"	Libra	10,00	Q 3,50	Q 35,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 2 320,00</b>

4.2	MAQUINARIA Y EQUIPO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Estación total con tripode y 2 prismas	Día	3,00	Q 350,00	Q 1 050,00
	<b>TOTAL DE MANO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				<b>Q 1 050,00</b>

4.3	MANO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUB-TOTAL
	Topógrafo	Km	4,01	Q 1 000,00	Q 4 009,21
	2 Cadeneros	Km	4,01	Q 400,00	Q 1 603,68
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 5 612,89</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %				Q 2 413,54
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8 026,44</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 11 396,44</b>
	COSTO UNITARIO				Q 2 842,56
	Factor de Indirectos 35 %				Q 994,90
	PRECIO UNITARIO				Q 3 837,46
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 15 385,19</b>

Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
5	Caja de captación	Unidad	1,00	Q 12 856,04	Q 12 856,04
5.1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Tubo 1 1/4" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 90,00	Q 90,00
	Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 182,00	Q 182,00
	Codo a 90° diámetro 2" PVC	Unidad	1,00	Q 15,90	Q 15,90
	Tee diámetro 1 1/4" PVC	Unidad	1,00	Q 11,90	Q 11,90
	Adaptador Macho de 1 1/4" PVC	Unidad	2,00	Q 5,80	Q 11,60
	Valvula de compuerta de 1 1/4" Bronce	Unidad	1,00	Q 400,00	Q 400,00
	Niple 1 1/4" x 1" PVC	Unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
	Pchacha PVC 1 1/2"	Unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 761,40</b>
5.2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Cemento gris	Saco	16,00	Q 73,10	Q 1 169,60
	Arena de Río	m³	2,00	Q 100,00	Q 200,00
	Pedrin	m³	1,00	Q 180,00	Q 180,00
	Piedra bola de 6"	m³	4,00	Q 180,00	Q 720,00
	Ciavo de 2"	Lbs	3,00	Q 5,00	Q 15,00
	Ciavo de 4"	Lbs	3,00	Q 5,00	Q 15,00
	Alambre de amarre cal 18	Lbs	15,00	Q 5,00	Q 75,00
	Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	18,00	Q 17,64	Q 317,52
	Hierro de 1/4" liso Grado 40	Varilla	3,00	Q 6,69	Q 20,07
	Grapas para cerco	Lbs	1,00	Q 5,00	Q 5,00
	Alambre espigado	Rollo	1,00	Q 150,00	Q 150,00
	Candado para intemperie de 60mm	Unidad	2,00	Q 100,00	Q 200,00
	Poste broñón	Unidad	11,00	Q 60,00	Q 660,00
	Tabla de pino rústica 1" *12" *6'	Pie-tablar	358,00	Q 4,00	Q 1 432,00
	Parales de 2"x3"x6'	Pie-tablar	300,00	Q 4,00	Q 1 200,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				<b>Q 6 359,19</b>
5.3	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Calificada	Jornal	8,00	Q 120,00	Q 960,00
	No Calificada	Jornal	8,00	Q 60,00	Q 480,00
	No Calificada para excavación	Jornal	4,00	Q 60,00	Q 240,00
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1 680,00</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %				Q 722,40
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2 402,40</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 9 522,99</b>
	COSTO UNITARIO				Q 9 522,99
	Factor de Indirectos 35 %				Q 3 333,05
	PRECIO UNITARIO				Q 12 856,04
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 12 856,04</b>
6	Línea de conducción	ml	2 400,00	Q 46,76	Q 112 222,64
6.1	<b>TUBERÍA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Diámetro de 1 1/4" PVC 160 PSI	Tubos	378,00	Q 90,00	Q 34 020,00
	Diámetro de 1 1/2" de 160 PSI	Tubos	35,00	Q 125,00	Q 4 375,00
	Diámetro de 1 1/4" HG Tipo Liviano	Tubos	4,00	Q 350,00	Q 1 400,00
	Diámetro de 1 1/2" HG Tipo Liviano	Tubos	4,00	Q 400,00	Q 1 600,00
	<b>SUB-TOTAL DE TUBERÍA</b>				<b>Q 41 395,00</b>
6.2	<b>ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Reductor bushing diámetro 1 1/2" x 1 1/4"	Unidad	1,00	Q 8,20	Q 8,20
	Adaptador hembra con rosca diámetro 1 1/2"	Unidad	2,00	Q 7,40	Q 14,80
	Adaptador hembra con rosca diámetro 1 1/4"	Unidad	2,00	Q 6,60	Q 13,20
	Codo a 45° diámetro 1 1/4"	Unidad	35,00	Q 11,60	Q 406,00
	Codo a 45° diámetro 1 1/2"	Unidad	5,00	Q 14,60	Q 73,00
	<b>SUB-TOTAL DE ACCESORIOS</b>				<b>Q 515,20</b>
6.3	<b>PRODUCTOS QUÍMICOS Y CONEXOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Perrmatex	Galón	0,50	Q 500,00	Q 250,00
	Pegamento solvente para PVC	Tubos	2,50	Q 350,00	Q 875,00
	<b>SUB-TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 1 125,00</b>
6.4	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Excavación	m³	480,00	Q 10,00	Q 4 800,00
	Instalación de tubería	ml	4 009,21	Q 4,00	Q 16 036,84
	Relleno	m³	480,00	Q 15,00	Q 7 200,00
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 28 036,84</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %				Q 12 055,84
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 40 092,68</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 83 127,88</b>
	COSTO UNITARIO				Q 34,64
	Factor de Indirectos 35 %				Q 12,12
	PRECIO UNITARIO				Q 46,76
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 112 222,64</b>



Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
7	Caja para válvula de limpieza	Unidad	4,00	Q 3 177,83	Q 12 711,32
7.1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 182,00	Q 182,00
	Codo a 90° diámetro 2" PVC	Unidad	1,00	Q 56,90	Q 56,90
	Tee diámetro 2" PVC	Unidad	1,00	Q 22,10	Q 22,10
	Codo a 90° diámetro 3" HG	Unidad	2,00	Q 100,00	Q 200,00
	Adaptador Macho de 1 1/2" PVC	Unidad	2,00	Q 7,60	Q 15,20
	Válvula de pila de 2" Bronce	Unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
	Niple 1 1/4" x 1" PVC	Unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
	Pichacha PVC 1 1/2"	Unidad	1,00	Q 50,00	Q 50,00
				<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q 651,20</b>
7.2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Cemento gris	Saco	16,00	Q 73,10	Q 1 169,60
	Arena de Río	m³	2,00	Q 100,00	Q 200,00
	Piedrín	m³	1,00	Q 180,00	Q 180,00
	Piedra bola de 6"	m³	4,00	Q 180,00	Q 720,00
	Clavo de 2"	Lbs	3,00	Q 5,00	Q 15,00
	Clavo de 4"	Lbs	3,00	Q 5,00	Q 15,00
	Alambre de amarre cal 18.	Lbs	15,00	Q 5,00	Q 75,00
	Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	18,00	Q 17,64	Q 317,52
	Hierro de 1/4" Iso Grado 40	Varilla	3,00	Q 6,69	Q 20,07
	Grapas para cerco	Lbs	1,00	Q 8,00	Q 8,00
	Alambre espigado	Rollo	1,00	Q 150,00	Q 150,00
	Candado para impermeable de 60mm	Unidad	2,00	Q 100,00	Q 200,00
	Poste broton	Unidad	11,00	Q 60,00	Q 660,00
	Tabla de pino rústica 1" *12" *6"	Pie-tablar	358,00	Q 4,00	Q 1 432,00
	Parales de 2"x3"x6"	Pie-tablar	300,00	Q 4,00	Q 1 200,00
				<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>Q 6 362,19</b>
7.3	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Calificada	Jornal	8,00	Q 120,00	Q 960,00
	No Calificada	Jornal	8,00	Q 60,00	Q 480,00
	No Calificada para excavación	Jornal	4,00	Q 60,00	Q 240,00
				<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>Q 1 680,00</b>
				PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %	Q 722,40
				<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>Q 2 402,40</b>
				<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Q 9 415,79</b>
				COSTO UNITARIO	Q 2 353,95
				Factor de Indirectos 35 %	Q 823,88
				PRECIO UNITARIO	Q 3 177,83
				<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>	<b>Q 12 711,32</b>
8	Caja para válvula de aire	Unidad	6,00	Q 1 158,54	Q 6 951,22
8.1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 182,00	Q 182,00
	Codo a 90° diámetro 2" PVC	Unidad	1,00	Q 56,90	Q 56,90
	Tee reductor PVC 1 1/4 diámetro 3/4"	Unidad	1,00	Q 19,10	Q 19,10
	Codo a 90° diámetro 2" HG	Unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
	Adaptador con rosca Hembra de 3/4" PVC	Unidad	1,00	Q 3,40	Q 3,40
	Válvula evacuadora de aire automático Br. 2"	Unidad	1,00	Q 1 000,00	Q 1 000,00
	Niple 2" x 6" PVC	Unidad	3,00	Q 40,00	Q 120,00
				<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q 1 481,40</b>
8.2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Cemento gris	Saco	4,00	Q 73,10	Q 292,40
	Arena de Río	m³	0,40	Q 100,00	Q 40,00
	Piedrín	m³	0,30	Q 180,00	Q 54,00
	Clavo de 2"	Lbs	1,00	Q 5,00	Q 5,00
	Alambre de amarre cal 18.	Lbs	3,00	Q 5,00	Q 15,00
	Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	4,00	Q 17,64	Q 70,56
	Hierro de 1/4" Iso Grado 40	Varilla	1,00	Q 6,69	Q 6,69
	Ladrillo layuyo de 0,11 x 0,65 x 0,23 m	Ladrillo	200,00	Q 7,00	Q 1 400,00
	Tabla de pino rústica 1" *12" *4"	Unidad	4,00	Q 26,00	Q 104,00
				<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>Q 1 987,65</b>
8.3	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Calificada	Jornal	8,00	Q 120,00	Q 960,00
	No Calificada	Jornal	8,00	Q 60,00	Q 480,00
	No Calificada para excavación	Jornal	4,00	Q 60,00	Q 240,00
				<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>Q 1 680,00</b>
				PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %	Q 722,40
				<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>Q 2 402,40</b>
				<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>	<b>Q 5 149,05</b>
				COSTO UNITARIO	Q 858,18
				Factor de Indirectos 35 %	Q 300,36
				PRECIO UNITARIO	Q 1 158,54
				<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>	<b>Q 6 951,22</b>

Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
9	Paso aéreo de zanjón	Unidad	2,00	Q 130 381,58	Q 260 763,17
9.1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Tubo 1 1/4" HG Tipo Liviano	Unidad	11,00	Q 400,00	Q 4 400,00
	Tubo 4" HG Tipo Liviano	Unidad	2,00	Q 800,00	Q 1 600,00
	Copla HG 1 1/4"	Unidad	10,00	Q 100,00	Q 1 000,00
	Copla HG 4"	Unidad	2,00	Q 150,00	Q 300,00
	Cable acerado 1"	m	110,00	Q 500,00	Q 55 000,00
	Cable acerado 2"	m	133,00	Q 700,00	Q 93 100,00
	Adaptador Hembra de 1 1/4 " PVC	Unidad	2,00	Q 6,60	Q 13,20
	Abrazaderas de 1"	Unidad	143,00	Q 75,00	Q 10 725,00
	Abrazaderas de 2"	Unidad	12,00	Q 100,00	Q 1 200,00
	Tensores	Unidad	4,00	Q 150,00	Q 600,00
	Guardacables	Unidad	4,00	Q 150,00	Q 600,00
	Alambre galvanizado calibre 18	m	12,00	Q 8,00	Q 96,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 168 634,20</b>
9.2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Cemento gris	Saco	23,00	Q 73,10	Q 1 681,30
	Arena de amarilla	m³	31,00	Q 100,00	Q 3 100,00
	Piedrín	m³	46,00	Q 180,00	Q 8 280,00
	Cal hidratada	Saco	140,00	Q 25,00	Q 3 500,00
	Tabla de pino rústica 1" *12" *8'	Unidad	100,00	Q 40,00	Q 4 000,00
	Parales de 2"x3"x6"	Unidad	52,00	Q 30,00	Q 1 560,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				<b>Q 22 121,30</b>
9.3	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Calificada	Jornal	8,00	Q 120,00	Q 960,00
	No Calificada	Jornal	8,00	Q 60,00	Q 480,00
	No Calificada para excavación	Jornal	4,00	Q 60,00	Q 240,00
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1 680,00</b>
	<b>PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %</b>				<b>Q 722,40</b>
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 2 402,40</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 193 157,90</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>				<b>Q 96 578,95</b>
	<b>Factor de Indirectos 35 %</b>				<b>Q 33 802,63</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 130 381,58</b>
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 260 763,17</b>
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
10	Tanque de distribución de 25 m³	Unidad	1,00	Q 85 024,36	Q 85 024,36
10.1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Tubo 1 1/4" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 90,00	Q 90,00
	Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q 182,00	Q 182,00
	Codo a 90° diámetro 1 1/4" PVC	Unidad	2,00	Q 9,30	Q 18,60
	Codo a 45° diámetro 1 1/4" PVC	Unidad	1,00	Q 11,60	Q 11,60
	Codo a 90° diámetro 2" PVC	Unidad	2,00	Q 15,90	Q 31,80
	Codo a 90° diámetro 3" PVC	Unidad	2,00	Q 83,60	Q 167,20
	Adaptador Macho de 1" PVC	Unidad	2,00	Q 5,60	Q 11,20
	Valvula de Compuerta de 1 1/4" Br	Unidad	1,00	Q 500,00	Q 500,00
	Valvula de Compuerta de 1" Br	Unidad	1,00	Q 450,00	Q 450,00
	Valvula de pila Br. 2"	Unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
	Pichacha de PVC 1 "	Unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 1 587,40</b>
10.2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
	Cemento gris	Saco	198,00	Q 73,10	Q 14 473,80
	Arena de Rio	m³	25,00	Q 100,00	Q 2 500,00
	Piedrín	m³	4,00	Q 180,00	Q 720,00
	Piedra bola de 6"	m³	52,00	Q 180,00	Q 9 360,00
	Clavo de 2"	Lbs	10,00	Q 5,00	Q 50,00
	Clavo de 3"	Lbs	10,00	Q 5,00	Q 50,00
	Clavo de 4"	Lbs	10,00	Q 5,00	Q 50,00
	Alambre de amarre cal 18.	Lbs	40,00	Q 5,00	Q 200,00
	Hierro corrugado 5/8" Grado 40	Varilla	1,00	Q 60,00	Q 60,00
	Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	56,00	Q 17,64	Q 987,84
	Hierro de 1/4" liso Grado 40	Varilla	13,00	Q 6,69	Q 86,97
	Grapa	Lbs	4,00	Q 8,00	Q 32,00
	Alambre espigado	Rollo	3,60	Q 150,00	Q 540,00
	Candado para intemperie de 60mm	Unidad	3,00	Q 100,00	Q 300,00
	Poste brotón	Unidad	40,00	Q 60,00	Q 2 400,00
	Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pie-tablar	400,00	Q 45,00	Q 18 000,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				<b>Q 49 810,61</b>

Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
10,3	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Calificada	Jornal	30,00	Q 120,00	Q 3 600,00
	No Calificada	Jornal	60,00	Q 60,00	Q 3 600,00
	No Calificada para excavación	Jornal	15,00	Q 60,00	Q 900,00
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8 100,00</b>
	<b>PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %</b>				<b>Q 3 483,00</b>
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 11 583,00</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 62 981,01</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>				<b>Q 62 981,01</b>
	<b>Factor de Indirectos 35 %</b>				<b>Q 22 043,35</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 85 024,36</b>
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 85 024,36</b>
11	<b>Line de distribución</b>	ml	1 609,08	Q 28,91	Q 46 512,28
11,1	<b>TUBERÍA</b>				
	Diámetro de 1" PVC 160 PSI	Tubos	282,00	Q 70,00	Q 19 740,00
	Diámetro de 1/2" PVC 315 PSI	Tubos	128,00	Q 43,00	Q 5 504,00
	<b>SUB-TOTAL DE TUBERÍA</b>				<b>Q 19 740,00</b>
11,2	<b>ACCESORIOS</b>				
	Reductor bushing diámetro 1 1/2"x 1 1/4"	Unidad	1,00	Q 4,00	Q 4,00
	Adaptador hembra diámetro 1 1/2"	Unidad	2,00	Q 7,50	Q 15,00
	Tee diámetro 1"	Unidad	2,00	Q 11,60	Q 23,20
	Tee reductora 1" x 1/2"	Unidad	64,00	Q 11,10	
	Codo a 45° diámetro 1"	Unidad	37,00	Q 8,80	Q 325,60
	<b>SUB-TOTAL DE ACCESORIOS</b>				<b>Q 367,80</b>
11,3	<b>PRODUCTOS QUÍMICOS Y CONEXOS</b>				
	Perrmatex	Galón	0,50	Q 250,00	Q 125,00
	Pegamento solvente para PVC	Tubos	2,50	Q 350,00	Q 875,00
	<b>SUB-TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 1 000,00</b>
11,4	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Excavación	m³	321,82	Q 10,00	Q 3 218,17
	Instalación de tubería	ml	321,82	Q 4,00	Q 1 287,27
	Relleno	m³	321,82	Q 15,00	Q 4 827,25
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 9 332,69</b>
	<b>PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %</b>				<b>Q 4 013,06</b>
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 13 345,74</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>Q 34 453,54</b>
	<b>COSTO UNITARIO</b>				<b>Q 21,41</b>
	<b>Factor de Indirectos 35 %</b>				<b>Q 7,49</b>
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 28,91</b>
	<b>PRECIO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 46 512,28</b>
12	<b>Conexiones domiciliare</b>	Unidad	64,00	Q 65,88	Q 4 216,63
12,1	<b>MATERIALES DE TUBERÍA Y ACCESORIOS</b>				
	Codo a 90° diámetro 1/2" HG	Unidad	2,00	Q 50,00	Q 100,00
	Adaptador Macho de 1/2 " PVC	Unidad	3,00	Q 1,70	Q 5,10
	Niple HG con rosca diámetro 1/2" x 5'	Unidad	1,00	Q 200,00	Q 200,00
	Niple HG con rosca diámetro 1/2" x 1'	Unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
	Copla HG diámetro 1/2"	Unidad	1,00	Q 50,00	Q 50,00
	Llave de paso Bronce diámetro 1/2"	Unidad	1,00	Q 300,00	Q 300,00
	Llave de chorro sin rosca diámetro 1/2"	Unidad	1,00	Q 150,00	Q 150,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 905,10</b>
12,2	<b>MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				
	Cemento gris	Saco	0,56	Q 73,10	Q 40,94
	Arena de Rio	m³	0,03	Q 100,00	Q 3,00
	Piedrín	m³	0,04	Q 180,00	Q 7,20
	Alambre de amarre cal 18.	Lbs	0,10	Q 5,00	Q 0,50
	Hierro de 1/4" liso Grado 40	Varilla	1,00	Q 6,69	Q 6,69
	<b>TOTAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b>				<b>Q 58,33</b>

Continuación de la tabla V.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
12.3	<b>MANO DE OBRA</b>				
	Calificada	Jornal	12,00	Q 120,00	Q 1 440,00
	No Calificada	Jornal	12,00	Q 60,00	Q 720,00
	<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			Q	<b>2 160,00</b>
	PRESTACIONES DE MANO DE OBRA 43 %			Q	928,80
	<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>			Q	<b>3 088,80</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>			Q	<b>3 123,43</b>
	COSTO UNITARIO			Q	48,80
	Factor de Indirectos 35 %			Q	17,08
	PRECIO UNITARIO			Q	65,88
	PRECIO DEL RENGLÓN			Q	<b>4 216,63</b>

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
13	Supervisión	Unidad	32,00	Q 1 957,50	Q 62 640,00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
13.1	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
	Vehículo 4 x 4	dia	32,00	Q 500,00	Q 16 000,00
	Combustible	galón	384,00	Q 25,00	Q 9 600,00
	Visicos	dia	32,00	Q 150,00	Q 4 800,00
	<b>TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>			Q	<b>30 400,00</b>

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
13.2	<b>SUPERVISIÓN</b>				
	Ingeniero supervisor	dia	32,00	Q 500,00	Q 16 000,00
	<b>TOTAL DE SUPERVISIÓN</b>			Q	<b>16 000,00</b>
	PRESTACIONES DE SUPERVISIÓN 43 %			Q	6 880,00
	<b>SUB-TOTAL SUPERVISIÓN</b>			Q	<b>22 880,00</b>
	<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>			Q	<b>46 400,00</b>
	COSTO UNITARIO			Q	1 450,00
	Factor de Indirectos 35 %			Q	507,50
	PRECIO UNITARIO			Q	1 957,50
	PRECIO DEL RENGLÓN			Q	<b>62 640,00</b>

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
14	Transporte de materiales	Unidad	64,00	Q 303,75	Q 19 440,00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
14.1	<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
	Camión de Estacas	viaje	8,00	Q 900,00	Q 7 200,00
	Camión de palangana	viaje	8,00	Q 900,00	Q 7 200,00
	<b>TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>			Q	<b>14 400,00</b>
	COSTO UNITARIO			Q	225,00
	Factor de Indirectos 35 %			Q	78,75
	PRECIO UNITARIO			Q	303,75
	PRECIO DEL RENGLÓN			Q	<b>19 440,00</b>

Fuente: elaboración propia.

### Tabla VI. Cronograma de ejecución

Diseño de red de agua potable.  
Aldea Los Altos, pachalum, Quiché.

No.	DESCRIPCIÓN	UD	CANT.	P/U	TOTAL	TIEMPO EN MESES			
						1	2	3	4
1	Limpieza y Chapeo	Km <sup>2</sup>	16,04	Q 402,94	Q 6 461,83				
2	Levantamiento Topográfico	Km	4,01	Q 4 120,31	Q 16 519,19				
3	Diseño, cálculo y presupuesto	Km	4,01	Q 3 281,85	Q 13 157,63				
4	Replanteo Topográfico	Km	4,01	Q 3 837,46	Q 15 385,19				
5	Caja de captación	Unidad	1,00	Q 12 856,04	Q 12 856,04				
6	Línea de conducción	ml	2400,00	Q 46,76	Q 112 222,64				
7	Caja para válvula de limpieza	Unidad	4,00	Q 3 177,83	Q 12 711,32				
8	Caja para válvula de aire	Unidad	6,00	Q 1 158,54	Q 6 951,22				
9	Paso aéreo de zanjón	Unidad	2,00	Q 130 381,58	Q 260 763,17				
10	Tanque de distribución de 25 m <sup>3</sup>	Unidad	1,00	Q 85 024,36	Q 85 024,36				
11	Líne de distribución	ml	1609,08	Q 28,91	Q 46 512,28				
12	Conexiones domiciliare	Unidad	64,00	Q 65,88	Q 4 216,63				
13	Supervisión	Unidad	32,00	Q 1 957,50	Q 62 640,00				
14	Transporte de materiales	Unidad	64,00	Q 303,75	Q 19 440,00				
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q674 861,49</b>				

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Cronograma financiero

Diseño de red de agua potable. Aldea Los Altos, pachalum, Quiché.						TIEMPO EN MESES			
No.	DESCRIPCIÓN	UD	CANT.	P/U	TOTAL	1	2	3	4
1	Limpieza y Chapeo	Km²	16,04	Q 402,94	Q 6 461,83	■			
2	Levantamiento Topográfico	Km	4,01	Q 4 120,31	Q 16 519,19	■			
3	Diseño, cálculo y presupuesto	Km	4,01	Q 3 281,85	Q 13 157,63	■			
4	Replanteo Topográfico	Km	4,01	Q 3 837,46	Q 15 385,19		■		
5	Caja de captación	Unidad	1,00	Q 12 856,04	Q 12 856,04		■		
6	Línea de conducción	ml	2400,00	Q 46,76	Q 112 222,64		■		
7	Caja para válvula de limpieza	Unidad	4,00	Q 3 177,83	Q 12 711,32			■	
8	Caja para válvula de aire	Unidad	6,00	Q 1 158,54	Q 6 951,22			■	
9	Paso aéreo de zanjón	Unidad	2,00	Q 130 381,58	Q 260 763,17			■	
10	Tanque de distribución de 25 m³	Unidad	1,00	Q 85 024,36	Q 85 024,36			■	
11	Línea de distribución	ml	1609,08	Q 28,91	Q 46 512,28				■
12	Conexiones domiciliarias	Unidad	64,00	Q 65,85	Q 4 216,63				■
13	Supervisión	Unidad	32,00	Q 1 957,50	Q 62 640,00		■		■
14	Transporte de materiales	Unidad	64,00	Q 303,75	Q 19 440,00		■		■
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q674 861,49</b>	#####	#####	#####	#####
						5,35%	26,01%	56,47%	12,16%

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7.2. Prestaciones

Las prestaciones se obtienen en base a los números de días que no se labora.

Tabla VIII. Días con goce de sueldo

Días de goce de sueldo	
Domingos	52
Sábados	26
1ero de enero	1
Jueves Santo	1
Viernes Santo	1
Sábado Santo	1
1ero de mayo	1
30 de junio	1
15 de septiembre	1
20 de octubre	1
1ero de noviembre	1
24 de diciembre	0,5
31 de diciembre	0,5
Feria patronal	1
Vacaciones	15
<b>Total días no trabajados</b>	<b>104</b>

Fuente: elaboración propia.

En total los días trabajados al año son:

$$Dta = 365 \text{ días} - 104 \text{ días} = 261 \text{ días}$$

Entre las prestaciones extras encontramos:

Tabla IX. **Prestaciones extras**

<b>Prestaciones extras</b>	<b>Días extras</b>
Aguinaldo	30
Bono 14	30
Indemnización	30
<b>Total</b>	<b>90</b>

Fuente: elaboración propia.

Entonces el total de días a pagar como prestaciones:

$$D = 104 \text{ días} + 90 \text{ días} = 194 \text{ días}$$

Porcentaje de prestaciones laborales:

$$P = (194 \text{ días} / 261 \text{ días}) * 100 = 74 \%$$

A esto le debemos sumar el porcentaje del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (I.G.S.S.) que en la localidad de Pachalum, el patrono paga el 10,60 %

$$P = 74 \% + 10,6 \% = 84,60 \%$$

### 2.1.7.3. Programa de operación y mantenimiento

Se tiene contemplado este programa como propuesta para la comunidad, por lo que no se incluyeron estos gastos en el presupuesto.

Se propone 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, incluyendo la supervisión del correcto funcionamiento del equipo de bombeo y el sistema de cloración.

Para los gastos de mantenimiento se propone la compra de accesorios tales como: tubos, codos, llaves, pegamentos, uniones, sistema de cloración, etc., durante el proceso de operación del proyecto.

Tabla X. **Cuadro de resumen de gastos de operación y mantenimiento**

<b>Gastos</b>	<b>Cantidad</b>
Operación	Q 1 000,00 al mes
Mantenimiento	Q 1 000,00 al mes

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7.4. Propuesta de tarifa

Durante la operación de este servicio se pretende cobrar una tarifa por vivienda de Q 25,00 los cuales se utilizarán para cubrir gastos generados por el proyecto. Con esta tarifa y un aporte municipal se mantendrá el sistema de desinfección, gastos de operación y mantenimiento.

### **2.1.8. Evaluación de impacto ambiental**

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización cercana a localidad, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.



- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, históricos y en general los pertenecientes al patrimonio cultural.

En la evaluación de impacto ambiental se utilizará el método de la matriz de Leopold, anteriormente explicada en el proyecto de drenaje sanitario.

Tabla XI. **Matriz modificada de Leopold para el proyectos de agua potable**

ELEMENTOS AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE FUNCIONAMIENTO		
	A	B	N	A	B	N
<b>I. MEDIO AMBIENTE</b>						
1. Tierras						
a) Topografía			*			*
b) Suelo	-			-		
c) Erosión y sedimentación			*			*
2. Microclima			*			*
3. Agua						
a) Ríos			*			*
b) Aguas subterráneas			*			*
c) Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistema						
a. Flora						
-Vegetación natural	-			-		
-Cultivos	-			-		
b. Fauna						
-Mamíferos y aves			*			*
-Peces y organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
-Peligro de extinción			*			*
-Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales						
<b>II. MEDIO AMBIENTE SOCIOECONÓMICO</b>						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Reasentamiento			*			*

Continuación de la tabla XI.

c. Población migratoria			*			*
2. Uso de tierra	-			-		
3. Uso de agua			*			*
4. Actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+				*
6. Aspectos Culturales			*			*
7. Historia y Arqueología			*			*
8. Turismo			*			*
<b>III. PROBLEMAS AMBIENTALES</b>						
1. Contaminación del Aire			*			
2. Contaminación del Agua			*			
3. Contaminación del Suelo	-					*
4. Ruido y Vibración	-					*
5. Hundimientos de Suelo			*			*
6. Mal Olor			*			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nomenclatura: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ++ Impacto positivo grande</li> <li>○ + Impacto positivo pequeño</li> <li>○ * Neutro</li> <li>○ - Impacto negativo pequeño</li> <li>○ A adverso</li> <li>○ B benéfico</li> <li>○ N neutro</li> </ul> </li> </ul>						

Fuente: elaboración propia.

Respecto al control ambiental, los contaminantes que serán generados durante el proceso de construcción serán suelo y polvo, por lo que el suelo será mojado para minimizar dicho impacto.

Las emisiones a la atmósfera como gases, humo, etc., tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, más que el de la maquinaria de excavación.

Debido a que el proyecto funcionará con bomba, los niveles de ruido y vibración se encuentran en un límite aceptable, ya que la ubicación del pozo se encuentra alejada de las viviendas.

Respecto a la contaminación visual, se generará algún tipo de contaminación debido a la acumulación del material suelto, el cual al rellenar las zanjas se reutilizará y el resto se recogerá y depositará en un lugar adecuado.

Para el plan de mitigación, previo a realizar excavaciones, se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocada la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual. También se dotará al personal encargado de la construcción, del equipo de seguridad industrial adecuado como cascos, botas, guantes, etc., para evitar accidentes.

## **2.2. Diseño del salón polideportivo comunal, municipio de Pachalum, departamento de Quiché, Guatemala**

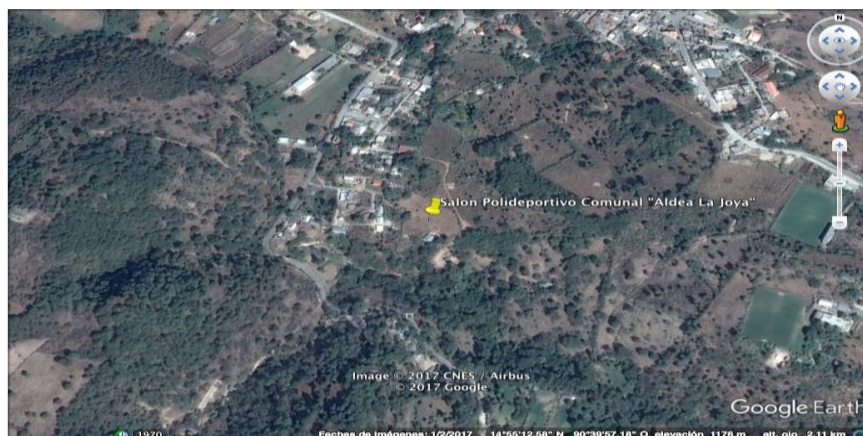
En la realización de este diseño, se consideraron todas las características del entorno, para lograr la optimización del mismo, para que cubra las necesidades existentes.

En la aldea La Joya, del municipio de Pachalum, carecen de un lugar adecuado para la recreación, especialmente los jóvenes de la región, por lo cual se ven obligados a practicar deportes en áreas improvisadas y no adecuadas.

La solución a dicho problema es diseñar un salón polideportivo comunal; el salón también le servirá a toda la población para diferentes actividades sociales; y para cualquier necesidad de los pobladores, como albergues en casos de desastres de cualquier índole.

Se diseñó un salón que tendrá una cancha, en donde se practicará básquetbol, papi futbol, y boli bol, con todo el equipo necesario, y medidas reglamentarias para cada deporte. El salón comunal contará con un edificio de dos niveles, en el primer nivel, el edificio tendrá servicios sanitarios y duchas para los jugadores locales y visitantes, servicios sanitarios para el público masculino y femenino; en el segundo nivel el edificio tendrá servicios sanitarios para el público masculino y femenino y dos salones de usos múltiples. El edificio tendrá las dimensiones siguientes: 5,80 metros de ancho por 30,25 metros de largo y una altura de 6,30 metros. Con todas sus instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. También contará con dos áreas de tres gradas cada una para que el público se siente a observar las actividades deportivas que se lleven a cabo.

Figura 7. **Ubicación del proyecto**



Fuente: Google Maps. <https://www.google.com.gt/maps>. Consulta: 25 de febrero de 2017.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

Otro problema que tiene el municipio de Pachalum, es que en la aldea La Joya, carecen de un lugar para la recreación, especialmente los jóvenes de la región, por lo cual se ven obligados a practicar deportes en áreas improvisadas y no adecuadas. El salón también le servirá a toda la población para diferentes actividades sociales.

Las normas que se aplicarán en estos proyectos son las UNEPAR e INFOM, ACI, AISC, ASTM, estas se refieren a las especificaciones de los materiales, métodos de comprobación y especificaciones para la prueba de equipos; tienden a ser flexibles, de acuerdo con las necesidades y características de los materiales locales, mas no así para los materiales fabricados, tales como cemento, acero, etc.

### **2.2.2. Estudios preliminares**

Son los estudios que nos darán la información inicial del proyecto, para determinar el tipo de estructura que utilizaremos, para satisfacer las necesidades existentes.

#### **2.2.2.1. Levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico en el terreno en donde se construirá el salón polideportivo, se determinó el área, el perímetro, y las curvas de nivel del terreno.

### **2.2.2.2. Estudio del suelo**

El estudio de suelos se realizó por medio de perforación de pozo a cielo abierto y extracción de muestra inalterada de 1 pie cúbico, cubierta con cera para evitar alteraciones en sus propiedades mecánicas y físicas.

### **2.2.2.3. Granulometría**

El ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en una gráfica. El tipo de ensayo que se realizó fue de análisis granulométrico, con tamices, según la norma de clasificación ASTM D6913-4.

#### **2.2.2.3.1. Límites de Attemberg**

Los límites de Attemberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido. La arcilla, por ejemplo al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido. Los límites de Attemberg son propiedades índices de los suelos, con que se definen la plasticidad y se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

#### **2.2.2.3.2. Triaxial**

Su principal finalidad es obtener parámetros del suelo, y la relación esfuerzo–deformación, a través de la determinación del esfuerzo cortante. Es

un ensayo complejo, pero la información que entrega es la más representativa del esfuerzo que sufre una masa de suelo al ser cargada.

### 2.2.2.3.3. Determinación del valor soporte del suelo

El suelo encontrado en esta área es una arena limo-arcillosa con partículas de grava color café. Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación de 2,5 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra; esta se sometió al ensayo de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo estos:

Ángulo de fricción interna  $\phi = 27,07^\circ$

Cohesión  $C_u = 3,05 \text{ ton/m}^2$

Descripción del suelo = Arena limo-arcillosa con mica y partículas de grava color café

Densidad seca =  $1,35 \text{ ton/m}^3$

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó la ecuación del Dr. Karl Terzaghi

$$q_d = 1,3 * c * N'_c + \delta_{\text{suelo}} * Z * N'_q + 0,4\delta_{\text{suelo}} * B * N_w$$

Donde:

$q_d$  = capacidad de carga límite en  $\text{ton/m}^2$

$c'$  = cohesión del suelo en  $\text{ton/m}^2$

$\delta_{\text{suelo}}$  = peso volumétrico del suelo en  $\text{ton/m}^3$

$Z$  = profundidad a donde se realizó la prueba

$B$  = ancho de zapata

$N'_c$  = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

$N'_q$  = factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga

$N_w$  = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

$N'_c$ ,  $N'_q$  y  $N_w$  pueden calcularse mediante fórmulas o determinarse mediante gráficas. Para este caso los valores de  $N'_c$ ,  $N'_q$  y  $N_w$ , fueron obtenidos de la gráfica que se muestra en el anexo 2.

Datos:

$$c' = 3,05 \text{ ton/m}^2$$

$$\delta_{\text{suelo}} = 1,35 \text{ Ton/m}^3$$

$$Z = 2,5 \text{ m}$$

$$B = 1,00 \text{ m}$$

$$N'_c = 16$$

$$N'_q = 7$$

$$N_w = 2$$

Entonces

$$q_d = (1,3 \cdot 3,05 \cdot 16) + (1,35 \cdot 2,5 \cdot 7) + (0,4 \cdot 1,35 \cdot 1 \cdot 2)$$

$$q_d = 88,145$$

Como se puede observar, el valor  $q_d$  es el esfuerzo límite, más no el admisible o de diseño de cimentación. Por criterio se tomará el valor de  $F_s = 3$

$$V_s = q_d / F_s = 88,145 / 3 = 29,38 \text{ ton/m}^2, \text{ este valor se adopta como soporte.}$$



Figura 8. **Valor soporte permisible, según el tipo de suelo**

Valor soporte sugeridos para diferentes tipos de suelos.		
Material del suelo	t/m <sup>2</sup>	Observaciones
Roca sana no intemperizada.	645	Hay estructura de grietas
Roca regular.	430	
Roca intermedia.	215	
Roca agrietada o porosa.	22 – 86	
Suelos gravillosos.	107	Compactados, buena granulometría.
Suelos gravillosos.	64	Flojos, mala granulometría.
Suelos gravillosos.	43	Flojos, con mucha arena.
Suelos arenosos.	32 – 64	Densos.
Arena fina.	22 – 43	Densa.
Suelos arcillosos.	53	Duros.
Suelos arcillosos.	22	Solidez mediana.
Suelos limosos.	32	Densos.
Suelos limosos.	16	Densidad mediana.

Fuente: CABRERA, Jadenón. *Guía teórica para el curso de cimentaciones 1*. p. 44.

Según la clasificación del valor soporte permisible para un suelo arenoso el valor soporte debe estar entre 22-43 t/m<sup>2</sup>, lo cual está dentro del rango según clasificación de suelo.

#### 2.2.2.4. **Diseño arquitectónico**

Es el que define la forma y estilo que tendrá el edificio, sus dimensiones y distribución de ambientes de forma funcional que permita cubrir las necesidades existentes.

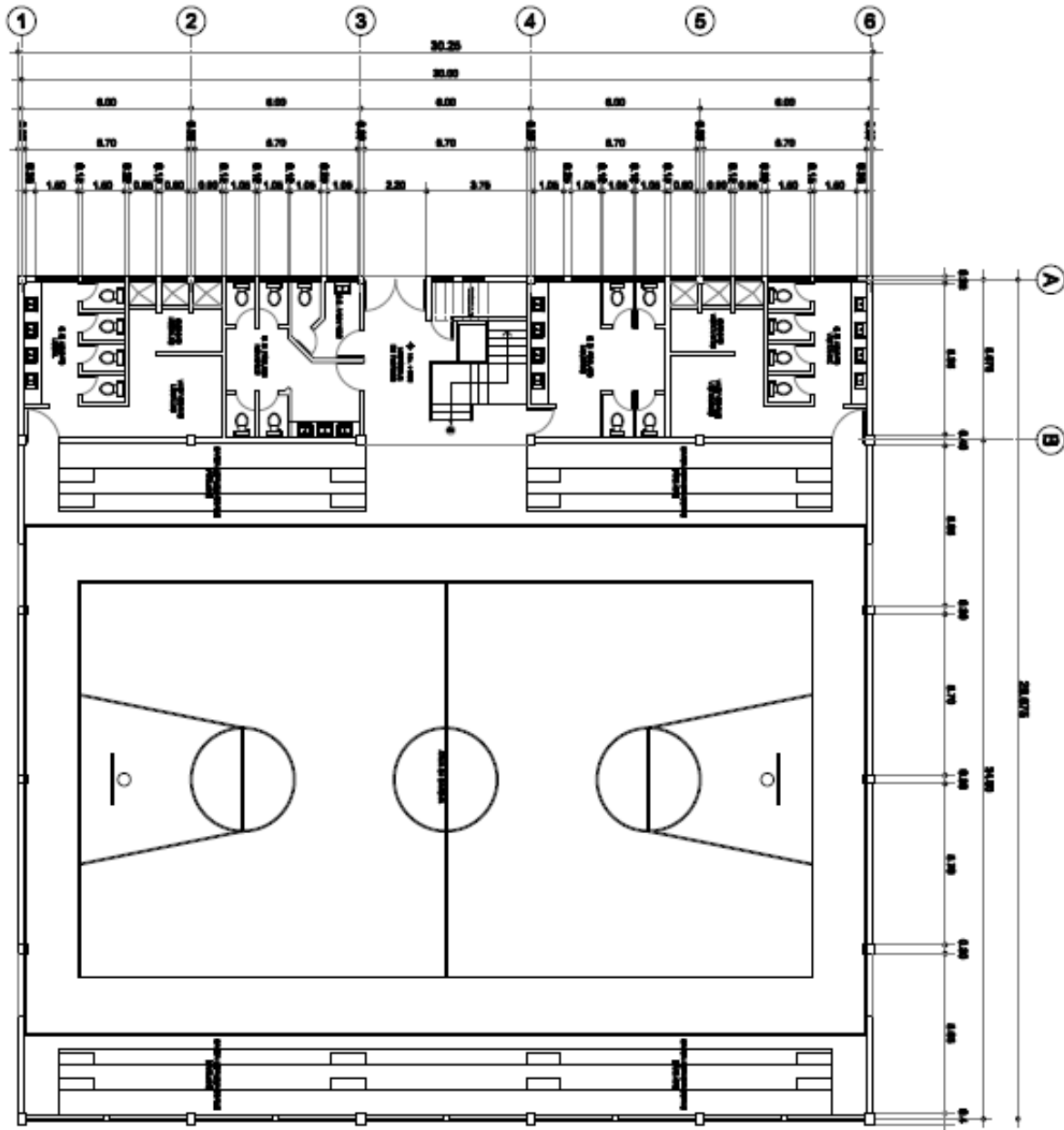
#### **2.2.2.4.1. Requerimiento de áreas**

El salón comunal, contará con una cancha en donde se practicará básquetbol, papifutbol, y volibol, las canchas tendrán las dimensiones reglamentarias, contarán con tableros y aros para básquetbol, net y tubos para volibol y porterillas con sus respectivas redes para papi futbol. Contará con dos graderíos de tres gradas cada uno; ubicados en cada lado de la cancha, para que el público se siente. También contará con un edificio de dos niveles, el cual contendrá vestidores, servicios sanitarios y salones de usos múltiples.

#### **2.2.2.4.2. Distribución de espacios**

La cancha tendrá los límites reglamentarios de cada área, de los tres deportes, básquetbol, volibol, y papifutbol. Los graderíos para el público estarán de cada lado de la cancha. El edificio, en el primer nivel, tendrá un servicio sanitario con cuatro inodoros, cuatro lavamanos, tres duchas y vestidor, para el equipo local y para el equipo visitante; tendrá un área de vestíbulo, un área de gradas para ingresar al segundo nivel, un servicio sanitario para árbitros, con un inodoro y un lavamanos, un área de servicios sanitarios para el público femenino y masculino; cada área con cuatro inodoros y cuatro lavamanos.

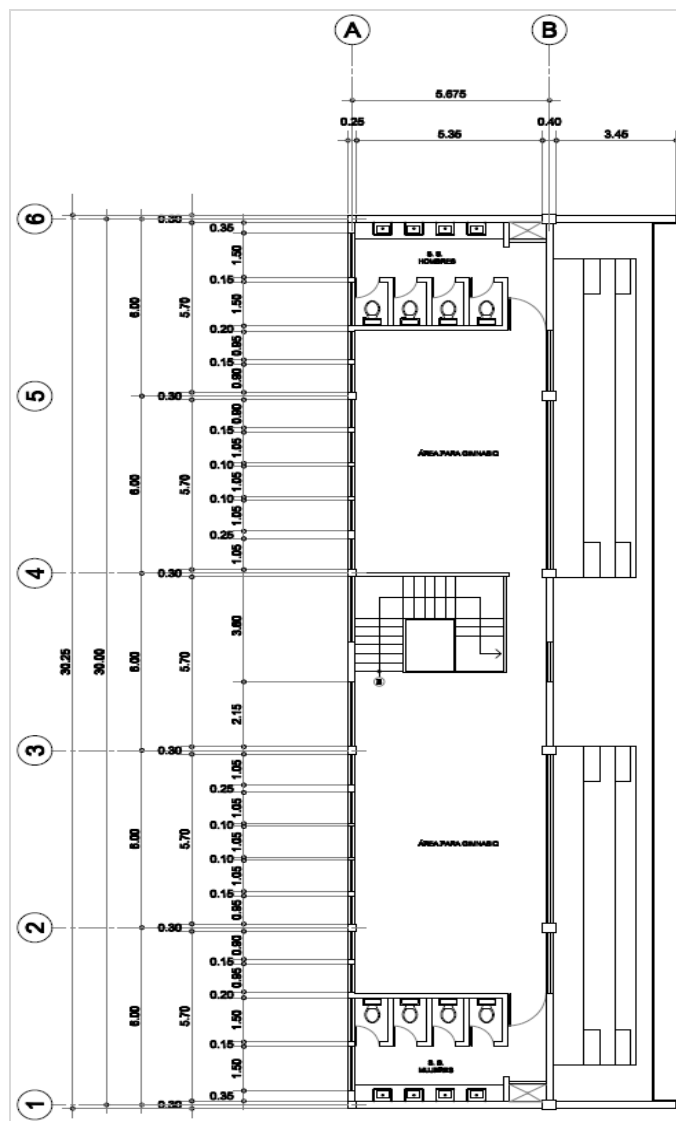
Figura 9. Planta de distribución de espacios, primer nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

En el segundo nivel, habrá dos áreas, cada una con un salón para usos múltiples, con dos servicios sanitarios, uno para el público femenino y otro para el público masculino, cada servicio sanitario tendrá cuatro inodoros y cuatro lavamanos.

Figura 10. **Planta de distribución de espacios, segundo nivel**

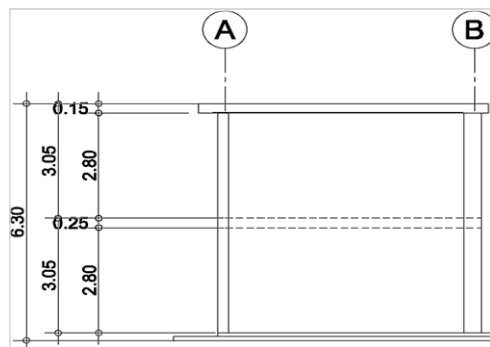


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.2.4.3. Niveles y cotas

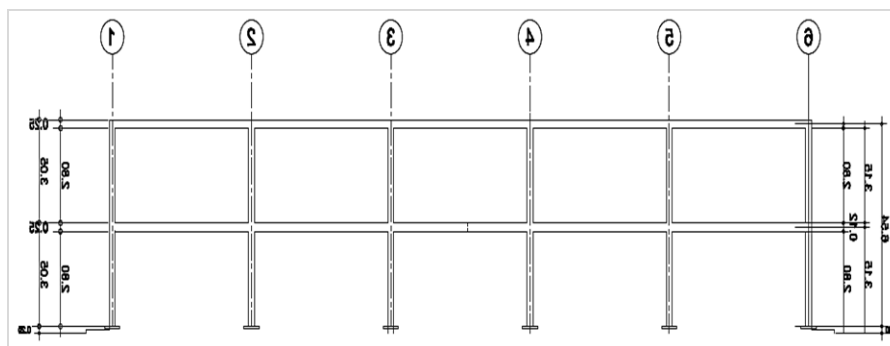
La cancha tendrá una dimensión de 24,00 metros de ancho por 30,25 metros de largo. Los graderíos tendrán un ancho de cuatro metros cada uno y un largo de 28,50 metros cada uno, y una altura de 3,00 metros. El edificio tendrá un ancho de 25,00 de ancho, 30,25 metros de largo y 6,30 metros de altura, como se muestra en las figuras 1 y 2.

Figura 11. **Sección transversal Y-Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 12. **Sección longitudinal X-X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.3. Predimensionamiento

Para el predimensionamiento, se tomó los parámetros de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales AGIES; iniciamos por las estructuras superiores del edificio, y luego las intermedias e inferiores.

Cuando se predimensiona una estructura se busca determinar las características y dimensiones aproximadas previo a realizar el diseño estructural.

Existen muchos procedimientos para realizar un predimensionamiento de los elementos constitutivos de la estructura, en este proyecto se realizó por medio del recomendado por ACI 318-2011, los cuales se detallan a continuación:

- Viga

Se determinó la pre-dimensión de la viga según el criterio del Luz/10. Se tomó la viga crítica de cada módulo, ósea, la de mayor luz en los marcos también cumpliendo con lo estipulado por el reglamento del ACI 318-2011 en su sección 21.5.1.3, según el cual el ancho del elemento,  $b_w$ , no debe ser menor que el más pequeño de  $0,3h$  y  $250$  mm.

Luego de definir el caso en la tabla anterior, se calcula el peralte de vigas de la siguiente manera:

Tabla XII. Dimensiones de vigas

Elemento	Luz	Sugerencia		Dimensiones a usar	
				Altura (h)	Base (b)
Viga primaria	6,00	$h = L/10$	0,60	0,60	0,30

Fuente: elaboración propia

Se tomaran las vigas como de 0,30 m x 0,60 m de sección en vigas principales.

- Columnas

Para el predimensionamiento de las columnas, se determina la altura (h) de la columna con más luz y la sección como un décimo de dicha altura, pero como recomendaciones iniciales se tomaron las descritas en el ACI 318-11 en las secciones 21.6.1.1-2, las cuales establecen que:

- La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor a 300 mm.
- La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor de 0,4.

Altura nivel 1 = 3,15 m

Altura nivel 2 = 3,15 m

Tabla XIII. Dimensiones de las columnas

Elemento	Luz (l)	Sugerencia		Dimensiones a usar	
				Altura (h)	Base (b)
Cn1	3,15	b=l/10	0,30	0,30	0,60
Cn2	3,15	b=l/10	0,30	0,30	0,60

Fuente: elaboración propia.

Para mantener la simetría y estética estructural, se mantendrán las dimensiones de las columnas en el primer y segundo nivel, las cuales son de 0,30 m x 0,30 m de sección, para el edificio.

- Losas

Para predimensionar la losa se deberán conocer las características de la losa analizada, ósea la losa con mayor perímetro también se debe conocer si trabaja en uno o en dos sentidos, por lo que el método utilizado determina su espesor a través de la relación de su perímetro (Perímetro/180).

Para el predimensionamiento de elementos armados en dos direcciones (no pretensados) será de acuerdo por lo establecido en el A2003-Método 3 y la sección 9.5.3. ACI 318, el cual indica que se debe realizar la relación entre el lado a y b de la losa analizada, para luego determinar si la losa trabaja en dos direcciones o solamente trabaja en una dirección.



Tabla XIV. **Dimensionamiento de losa analizada**

Elemento	Perímetro (m)	Sugerencia		Dimensión a usar (m)
L1 11,35 +12	23,35	$t=P/180$	0,12	<b>0,12</b>

Fuente: elaboración propia.

Para mantener la uniformidad en los espesores de las losas se tomara la losa analizada cuyo espesor se aproximara a 0,12 m y se le aplicara a todas las losas.

### **2.2.3.1. Integración de cargas AGIES**

Siguiendo los parámetros de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales AGIES, se procedió a integrar las cargas, las cuales son: cargas vivas, cargas muertas, y cargas de sismo, calculando el corte basal.

#### **2.2.3.1.1. Cargas vivas**

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. Los agentes que producen estas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Estos incluyen, pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo. Estas cargas se deben a seres humanos, equipo y almacenamiento en general.

Tabla XV. Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Estacionamientos y garajes:	
Automóviles	250
Vehículos pesados	Según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación Servicio y reparación	500
Bodegas:	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1 200
Fábricas:	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	

Tipo de ocupación o uso	(kg/m <sup>2</sup> )
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales – encamamiento y habitaciones	200
Hospitales – servicios médicos y laboratorios	350
Hoteles – alas de habitaciones	200
Hoteles – servicios y áreas públicas	500
Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
áreas de salida y/o escape	500
vestibulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión con asientos fijos	300
Salones de reunión sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas:	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	Carga depende del tipo de cancha
Aulas y escuelas:	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes:	
Minoristas	350
Mayoristas	500

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200. p. 28.

Para este caso tomaremos la carga viva de salones para reuniones sin asientos fijos, siendo esta  $500 \text{ kg/m}^2$

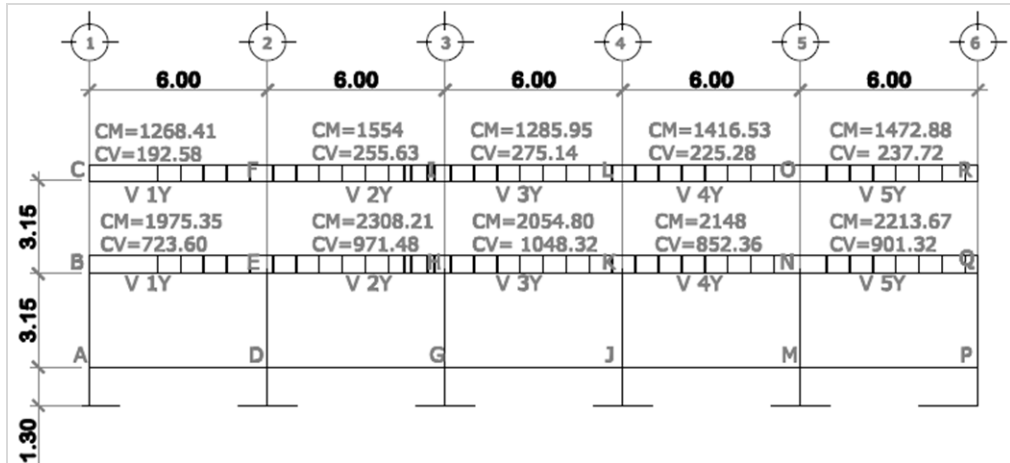
#### **2.2.3.1.2. Cargas muertas**

Las cargas muertas son aplicadas al peso de los elementos estructurales, estas son cargas permanentes, se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición, durante la vida de la estructura. Para un edificio, las cargas muertas las componen los pesos de las losas, vigas, columnas, muros, techos, ventanas, puertas, instalaciones (drenajes, hidráulicas, eléctricas, otras.), acabados y otros. Estas cargas se determinan con bastante exactitud, dependiendo de los materiales que se utilicen, los pesos se determinan a partir de las densidades y tamaños.

Las cargas que se utilizaron para el análisis de los marcos son:

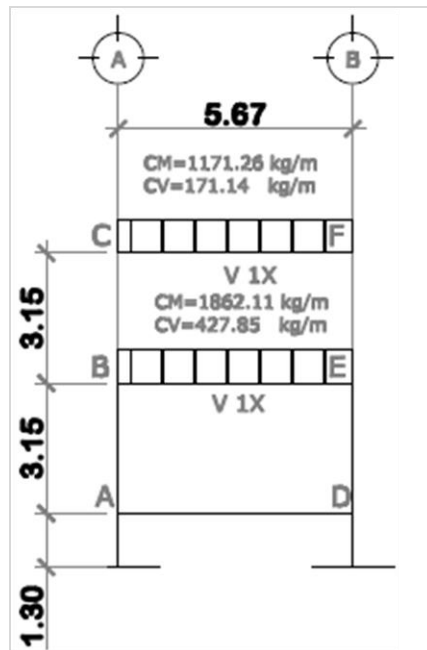
Peso volumétrico del concreto	= $2\,400 \text{ kg/m}^3$
Peso superficial de los acabados	= $90 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de muros de block	= $60 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de muros tabiques	= $75 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de sobrecargas	= $40 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de instalaciones	= $25 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de piso	= $100 \text{ kg/m}^2$
Peso superficial de losa	= $288 \text{ kg/m}^2$

Figura 13. Cargas vivas y cargas muertas marco A sentido X



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 14. Cargas vivas y cargas muertas marco 1 sentido Y



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Los valores calculados en la integración de cargas distribuidas mostrados en modelos matemáticos, fueron tomados del AGIES NSE 10, utilizando el procedimiento siguiente:

$$CV = \frac{At * Vcv}{L}$$

Donde:

CV= carga viva

At= área tributaria

Vcv= valor de carga viva

L= longitud de viga

$$CM = \frac{At [(Wc * t) + pa + pmb + pmt + pi + ps]}{L}$$

Donde:

CM = carga muerta

At = área tributaria

Wc = peso específico del concreto

pa = peso de acabados

pmb= peso de muros de block

pmt = peso de muros tabiques

pi = peso de instalaciones

ps = peso de sobrecargas

L= longitud de vigas

### 2.2.3.1.3. Cargas sísmicas

La carga sísmica depende del peso de la estructura. Se considera que la estructura se mantiene fija en su base, siendo este el punto de aplicación de la fuerza. A esta fuerza se le llama corte basal, el cual se calcula en el punto 2.2.3.1. Esta es transmitida a los elementos estructurales de forma proporcional a sus rigideces y posición con respecto a su centro de rigidez. Guatemala es un país con riesgo sísmico, por tal razón se diseñan los edificios tomando en cuenta este fenómeno. El método aplicado para determinar esta carga es el de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales AGIES.

### 2.2.3.1.4. Cálculo del corte basal

El corte Basal es la Carga Sísmica del edificio, producto del peso y su coeficiente sísmico. A continuación detallamos el cálculo del Corte Basal, con el método de la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Estructurales.

- Peso del segundo nivel

Tabla XVI. Resumen peso de losas

Losa				
Perímetro	A	B	C	D
23,35	5,68	5,68	6,00	6,00
<b>t=perímetro/180</b>	<b>0,13</b>	$\wedge=0,15$ m		
Volumen=	A	B	t	
25,54	5,68	30,00	0,15	
Área	170,25	m <sup>2</sup>		
W (peso)	<b>61 296,00</b>	<b>kg</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Resumen peso de vigas**

<b>Vigas</b>			
h=longitud x 10 %	Longitud		
0,60	6,00	m	
h=0,60 m	b=h/2		
b	0,30	m	
h	0,60	m	
Longitud Total	94,05	m	
Volúmen	b	h	Longitud total
16,93	0,30	0,60	94,05
W(peso)	<b>40 629,60</b>	<b>kg</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Resumen peso de columnas**

<b>Columnas</b>					
	<b>Volumen</b>	a	b	longitud	No de columnas
<b>C1</b>	3,40	0,30	0,30	3,15	12,00
	<b>W(peso)</b>	8 160,00	kg		
	<b>Volumen</b>	a	b	Longitud	No. De columnas
<b>C2</b>	1.35	0,15	0,15	3,15	19,00
	<b>W(peso)</b>	3 240	kg		
	<b>Volumen</b>	a	b	Longitud	No. De columnas
<b>C3</b>	1.04	0,15	0,10	3,15	22,00
	<b>W(peso)</b>	2 496,00	kg		
	<b>W(peso) total de columnas</b>		<b>13 896,00</b>	<b>Kg</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Resumen de peso de muros c/s ventana

Muros sin ventana		
Área	altura	longitud
283,50	3,15	90,00
W(peso)		W Peso de muro de block= 150 Kg/m <sup>2</sup>
42,525.00	kg	
Muros con ventana		
Área	altura	longitud
49,44	2,06	24,00
W(peso)		W Peso de muro de block= 150 Kg/m <sup>2</sup>
7 416,00	kg	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Resumen de peso de ventanas

Ventanas			
<b>Ventanas V-1</b>			
Área	altura	longitud	número de ventanas
6,24	1,04	1,50	4,00
W(peso)		W Peso de ventana de metal con vidrio= 8 Kg/m <sup>2</sup>	
49,92	kg		
<b>Ventanas V-2</b>			
Área	altura	longitud	número de ventanas
8,74	1,04	1,05	8,00
W(peso)		W Peso de ventana de metal con vidrio= 8 Kg/m <sup>2</sup>	
69,92	kg		
<b>Ventanas V-3</b>			
Área	altura	longitud	número de ventanas
5,93	1,04	0,95	6,00
W(peso)		W Peso de ventana de metal con vidrio= 8 Kg/m <sup>2</sup>	
47,44	kg		
W(peso) Total de ventanas			
167,28	kg		

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXI. **Resumen de peso por sobrecargas**

<b>Sobre carga</b>		
		W(peso) de piso = 10 Kg/m <sup>2</sup>
Piso + Instalaciones		W(peso) de instalaciones = 15 Kg/m <sup>2</sup>
<b>Area</b>	a	b
71,51	5,68	12,60
<b>W(peso)</b>	<b>W Peso de sobrecarga = 25 Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>1 787,75 kg</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Sumatoria de pesos segundo nivel**

W(Peso Total)		
Losa	61 296	kg
Vigas	40 629,6	kg
Columnas	13 896	Kg
Muros sin ventana	42 525	kg
Muros con ventana	7 416	kg
Ventanas	167,28	kg
Sobre carga	1 787,75	Kg
<b>W Total</b>	<b>167 717,63</b>	<b>Kg</b>

Fuente: elaboración propia.

- Peso del primer nivel

Tabla XXIII. **Resumen de pesos de losas**

<b>Losa</b>				
<b>Perímetro</b>	A	B	C	D
17,68	2,84	2,84	6,00	6,00
<b>t=Perímetro/180</b>	0,10	$\wedge=0,10$ m		
<b>Volumen=</b>	A	B	t	
17,03	5,68	30,00	0,10	
<b>Área</b>	170,25	m <sup>2</sup>		
<b>W (peso)</b>	<b>40 872,00</b>	<b>kg</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Resumen de pesos de vigas**

<b>Vigas</b>			
h = longitud x 10 %	Longitud		
0,60	6,00	m	
h = 0,60 m	b=h/2		
b	h		
0,30	0,60		
<b>Longitud Total</b>	94,05	m	
<b>Volúmen</b>	b	h	Longitud total
16,93	0,30	0,60	94,05
<b>W(peso)</b>	<b>40 629,60</b>	<b>kg</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Resumen de pesos de columnas**

<b>Columnas</b>					
	<b>Volumen</b>	a	b	longitud	No. de columnas
<b>C-1</b>	3,40	0,30	0,30	3,15	12,00
	<b>W(peso)</b>				
	8 160,00				
	<b>Volumen</b>	a	b	Longitud	No. de columnas
<b>C-2</b>	1,35	0,15	0,15	3,15	19,00
	<b>W(peso)</b>				
	3 240,00				
	<b>Volumen</b>	a	b	Longitud	No. de columnas
<b>C-3</b>	1,04	0,15	0,10	3,15	22,00
	<b>W(peso)</b>	2 496,00	kg		
	<b>W(peso) total de columnas</b>	<b>13 896,00</b>	<b>Kg</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Resumen de pesos de muros c/s ventanas**

<b>Muros sin ventana</b>		
<b>Área</b>	altura	longitud
283,50	3.15	90,00
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de muro de block= 150 Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>42 525,00</b>	<b>kg</b>	
<b>Muros con ventana</b>		
<b>Área</b>	altura	longitud
49,44	2,06	24,00
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de muro de block= 150 Kg/m<sup>2</sup></b>
<b>7 416,00</b>	<b>kg</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Resumen de pesos de ventanas

<b>Ventanas</b>			
<b>Ventanas V-1</b>			
<b>Área</b>	Altura	Longitud	Número de ventanas
6,24	1,04	1,50	4,00
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de ventana de metal con vidrio = 8 Kg/m<sup>2</sup></b>	
49,92	kg		
<b>Ventanas V-2</b>			
<b>Área</b>	Altura	Longitud	Número de ventanas
8,74	1,04	1,05	8,00
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de ventana de metal con vidrio = 8 Kg/m<sup>2</sup></b>	
69,92	kg		
<b>Ventanas V-3</b>			
<b>Área</b>	Altura	Longitud	Número de ventanas
5,93	1,04	0,95	6,00
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de ventana de metal con vidrio = 8 Kg/m<sup>2</sup></b>	
47,44	kg		
<b>W(peso) Total de Ventanas</b>		<b>167,28</b>	<b>kg</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Resumen de pesos por sobrecarga

<b>Sobre carga</b>			
		W(peso) de piso =10Kg/m <sup>2</sup>	
Piso + instalaciones		W(peso) de instalaciones=15Kg/m <sup>2</sup>	
<b>Área</b>	a	b	
71,51	5,68	12,60	
<b>W(peso)</b>		<b>W Peso de sobrecarga= 25 Kg/m<sup>2</sup></b>	
<b>1 787,75</b>	<b>Kg</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Resumen de pesos primer nivel**

<b>W(Peso total)</b>		
Losa	40 872	kg
Vigas	40 629,6	kg
Columnas	13 896	Kg
Muros sin ventana	42 525	kg
Muros con ventana	7 416	kg
Ventanas	167,28	kg
Sobre carga	1 787,75	Kg
<b>W Total</b>	<b>147 293,63</b>	<b>Kg</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Peso total**

<b>Elemento</b>	<b>Peso 1er nivel</b>		<b>Peso 2do nivel</b>	
Losa	40 872	kg	61 296	kg
Vigas	40 629,6	kg	40 629,6	kg
Columnas	13 896	Kg	13 896	Kg
Muros sin ventana	42 525	kg	42 525	kg
Muros con ventana	7 416	kg	7 416	kg
Ventanas	167,28	kg	167,28	kg
Sobre carga	1 787,75	Kg	1 787,75	Kg
<b>W por nivel</b>	<b>147 293,63</b>	<b>Kg</b>	<b>167 717,63</b>	<b>Kg</b>
<b>W Total</b>	<b>315 011,26</b>	<b>kg</b>		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Cálculo de coeficiente sísmico Cs con AGIES NSE10

**Paso 1**  
**INDICE DE SISMICIDAD**

Io=	4	
Scr=	1,3	G
S1r=	0,5	G

**NIVELES DE PROTECCIÓN** CLASE DE OBRA: IMPORTANTE  
E

**PERIODO DE ESTRUCTURA**  $Ta = K_T(h_n)^X$   
fachadas de vidrio+ MAMPOSTERÍA

**NOTA:**

2 NIVELES DE 3.50 m.=17.50 m.  
 $K_T = 0,047$   
 $h_n = 2$   
 $X = 0,9$   
 $Ta = 0,087705101$  segundos

**Paso 2**  
 $Scs = Scr * Fa$   
 $Scr = 1,3$   
 $Fa = 0,9$   
 $Scs = 1,17$

**Paso 3**  
 $S1s = S1r * Fv$   
 $S1r = 0,5$   
 $Fv = 2,4$   
 $S1s = 1,2$

**Paso 4**  
 $Ts = S1s / Scs$   
 $S1s = 1,2$   
 $Scs = 1,17$   
 $Ts = 1,025641026$

**Paso 5**  
 $Sa(T) = Scd$  si  $Ta \leq Ts$   
 $Sa(T) = S1d / T$  si  $Ta > Ts$

**Paso 6**  
**SISMO SEVERO**

**4.3.4.1 Factores de escala**  
 Los siguientes factores determinan los niveles de diseño:

Sismo ordinario -- 10% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 0,66$
Sismo severo -- 5% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 0,80$
Sismo extremo -- 2% probabilidad de ser excedido en 50 años	$K_d = 1,00$
Sismo mínimo -- condición de excepción	$K_d = 0,55$

$K_d = 0,8$

Figura 4-1  
Zonificación sísmica para la República de Guatemala

Io	Scr	S1r
24	0,50g	0,20g
26	0,70g	0,25g
28	0,90g	0,30g
30	1,10g	0,40g
4	1,30g	0,50g
4	1,50g	0,55g
4	1,65g	0,60g

y según el sistema estructural se dan los siguientes 5 casos de la ecuación 2-3

- $K_T = 0,049, x = 0,75$  para sistemas estructurales E1, E3, E4 o E5;
- $K_T = 0,047, x = 0,90$  solamente para sistemas estructurales E2 de concreto reforzado que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas;
- $K_T = 0,047, x = 0,85$  para sistemas E2 de concreto reforzado con fachadas rígidas<sup>1</sup> o que no cumplan con el párrafo anterior;
- $K_T = 0,072, x = 0,80$  solamente para sistemas estructurales E2 de acero que sean abiertos o con fachadas de vidrio o paneles livianos y pocas particiones rígidas<sup>2</sup>;
- $K_T = 0,072, x = 0,75$  para sistemas E2 de acero rigidizados<sup>3</sup>.

Continuación de la tabla XXXI.

**Paso 7**

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

$S_{cd} = 0,936$   
 $S_{1d} = 0,96$   
 $S_a(T) = 0,936$

**Paso 8**

$C_s = S_a(T) / R$   
 $R = 8$

$C_s =$  Coeficiente Sísmico  
 $C_s = 0,117$

**CUMPLE** *Valores mínimos de  $C_s$*   
**CUMPLE**  $C_s \geq 0,044 S_{od} \dots$   
 $C_s \geq 0,5 S_{1r} / R \dots$

**Paso 9**

**CORTE BASAL=**  $VB = C_s * W_s$

$C_s = 0,12$   
 $W_s = 315\ 011,26 \text{ kg}$

**CORTE BASAL= 37801,35** **Kg**

**CORTE BASAL= 37,80** **Toneladas**

4.3.3.5 Coeficiente de Sitio  $F_s$

**Tabla 4.2**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
D	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
E	1,7	1,2	1,0	0,9	0,9
F	se requiere evaluación específica - ver sección 4.4.1				

4.3.3.6 Coeficiente de Sitio  $F_s$

**Tabla 4.3**

Clase de sitio	Índice de sismicidad				
	2a	2b	3a	3b	4
AB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5
E	3,2	2,8	2,6	2,4	2,4
F	se requiere evaluación específica - ver sección 4.4.1				

**CUMPLE**  
**NO CUMPLE**

Fuente: elaboración propia.

Con el cálculo del Corte Basal, se calculó las fuerzas sísmicas para cada marco de la estructura; con el cálculo de su excentricidad y momentos torsionantes.

A continuación se determinaran las fuerzas por nivel distribuyendo el cortante basal.

Se determinaron centros de masas y las rigideces por nivel, por medio de la fórmula de Willburd.

- Centro de rigidez

El centro de rigidez de la estructura consiste en un par de ejes coordenados con base en los elementos estructurales verticales que actúan en la estructura, tales como columnas y muros de corte.

Tabla XXXII. **Cálculo de rigidez (K) para marcos 1,2,3,4,5,6**

RIGIDECES (K)					
Segundo nivel			Primer nivel		
	$K_{columna} =$	$(1/12) \times (bx^3)/L$		$K_{columna} =$	$(1/12) \times (bx^3)/L$
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	30,00	cm	h=	30,00	cm
L=	315,00	cm	L=	315,00	cm
	$K_{columna} =$	214,29		$K_{columna} =$	214,29
	Número de columnas=	2,00		Número de columnas=	4,00
	Total $K_{columna} =$	428,57		Total $K_{columna} =$	857,14
	$K_{viga1} =$	$(1/12) \times (bx^3)/L$		$K_{viga1} =$	$(1/12) \times (bx^3)/L$
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	60,00	cm	h=	60,00	cm
L=	567,50	cm	L=	600,00	cm
	$K_{viga1} =$	951,54		$K_{viga1} =$	900,00
	Total $K_{vigas} =$	951,54		Total $K_{vigas} =$	900,00

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXXIII. **Fórmula de Willburd para los marcos 1,2,3,4,5,6**

<b>Fórmula de willburd</b>			
<b>Segundo nivel</b>			
RiY=			
	$48E / (hiX((4hi/\Sigma Kci)+((hf+hs)/\Sigma Kvf)+((hi+hf)/\Sigma kvi)))$		
hi=	Altura del nivel analizado.	315	
hf=	Altura del nivel inferior.	315	
hs=	Altura del nivel superior.	0	
Kci=	Rigidez de la columna del nivel analizado.	428,57	
Kvf=	Rigidez de la viga del nivel inferior.	900	
Kvi=	Rigidez de la viga del nivel analizado.	951,5418502	
RiY=	0,039	m	
Marco	RiX	Yi	Rix X Yi
6	0,039	0	
5	0,039	6	
4	0,039	12	
3	0,039	18	0,702
2	0,039	24	0,936
1	0,039	32	1,248
Σ=	0,234	Σ=	2,886
	YT=	$\Sigma (Rix X Yi) / \Sigma RiX$	
	YT=	12,33333333 m	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Cálculo de rigidez (K) para marcos A y B

RIGIDECES (K)					
Segundo nivel			Primer nivel		
Kcolumna=		$(1/12) \times (bxh^3)/L$		Kcolumna= $(1/12) \times (bxh^3)/L$	
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	30,00	cm	h=	30,00	cm
L=	315,00	cm	L=	315,00	cm
Kcolumna=		214,29		Kcolumna= 214,29	
Número de columnas=		6,00		Número de columnas= 6,00	
Total Kcolumna=		1 285,71		Total Kcolumna= 1 285,71	
Kviga1=		$(1/12) \times (bxh^3)/L$		Kviga= $(1/12) \times (bxh^3)/L$	
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	60,00	cm	h=	60,00	cm
L=	600,00	cm	L=	600,00	cm
Kviga1=		900,00		Kviga= 900,00	
Número de vigas=		5,00		Número de vigas= 5,00	
Total Kvigas=		4 500,00		Total Kvigas= 4 500,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Fórmula de willburd para los marcos A y B**

<b>Segundo nivel</b>			
RiY=	$(48E) / hiX((4hi/\Sigma Kci)+((hf+hs)/\Sigma Kvf)+((hi+hf)/\Sigma kvi))$		
hi=	Altura del nivel analizado.		315
hf=	Altura del nivel inferior.		315
hs=	Altura del nivel superior.		0
Kci=	Rigidez de la columna del nivel analizado.		1 285,71
Kvf=	Rigidez de la viga del nivel inferior.		4 500
Kvi=	Rigidez de la viga del nivel analizado.		4 500
		RiY=	0,128
Marco	RiY	Xi	RiY X Xi
A	0,128	0	0
B	0,128	5,675	0,7264
$\Sigma$ =	0,256	$\Sigma$ =	0,7264
	XT=	$\Sigma (Rix X Yi) / \Sigma RiX$	
	XT=	2,8375	m.
<b>COORDENADAS</b>			
	YT=	12,33	m.
	XT=	2,84	m.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Cálculo de excentricidad

DATOS		EXCENTRICIDAD DE DISEÑO		MOMENTO TORSIONANTE	
LONGITUD Xi=	5,68	edx=	1,50(ecx)	MTx=	(Vx)*(edy)
LONGITUD Yi=	30		+0,10(Xi)	MTx=	-37,8
COORDENADAS		edx=	0,56375	MTx=	(Vx)*(edy)
XT=	2,84	edx=	(ecx)-0,10(Xi)		+30%(Vy)*(edx)
YT=	12,33	edx=	-0,57	MTx=	-31,41
XG=	2,84	edy=	1,50(ecy)+0,10(Yi)	MTy=	(Vy)*(edx)
YG=	15	edy=	-1	MTy=	21,31
<b>EXCENTRICIDAD</b>		edy=	(ecy)-0,10(Yi)	MTy=	(Vy)*(edx)
ecx=	XT-XG	edy=	-5,67		+30%(Vx)*(edy)
ecx=	-0,0025			MTy=	9,97
ecy=	YT-YG	edx=	0,56	MTx=	-31,41
ecy=	-2,67	edy=	-1	MTy=	21,31

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Cálculo de coordenadas en sentidos Y, segundo nivel**

SENTIDO Y				
XT=	2,8375 m		VDY=	(RiY)
Vbasal=	37,80135 Toneladas			$\Sigma RiY$
MTx=	-31,4082 Toneladas-metros			
MTy=	21,310511 Toneladas-metros			
*(Vbasal) X	ViYT=	(RiY)*(XiT)		*(MTY)
		$\Sigma((RiY)*(XiT)^2)+\Sigma((RiX)*(YiT)^2)$		
	V TOTAL=	VDY+ViYT		
Marco	RiY	Xi	(RiY)*( Xi)	VDY
A	0,128	0	0	18,900675
B	0,128	5,675	0,7264	18,900675
$\Sigma$ =	0,256	$\Sigma$ =	0,7264	
$XiT=XT-Xi$	(RiY)*(XiT)	(RiY)*(XiT) <sup>2</sup>	ViYT	V TOTAL
2,8375	0,3632	1,03058	0,2480193	19,15
-2,8375	-0,3632	1,03058	-0,248019	18,65
	$\Sigma$ =	2,06116		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Cálculo de coordenadas en sentidos X, segundo nivel**

SENTIDO X				
YT=	12,333333	m	VDX=	(RiX)
Vbasal=	37,80135	Toneladas		$\Sigma RiX$
MTx=	-31,4082	Toneladas-metros		
MTy=	21,310511	Toneladas-metros		
*(Vbasal) Y	ViXT=	(RiX)*(YiT)		*(MTX)
		$\Sigma((RiX)*(YiT)^2)+\Sigma((RiY)*(XiT)^2)$		
	V TOTAL=	VDX+ViXT		
Marco	RiX	Yi	(RiX)*( Yi)	VDX
6	0,039	0	0	6,300225
5	0,039	6	0,234	6,300225
4	0,039	12	0,468	6,300225
3	0,039	18	0,702	6,300225
2	0,039	24	0,936	6,300225
1	0,039	32	1,248	6,300225
$\Sigma=$	0,234	$\Sigma=$	3,588	
YiT=YT-Yi	(RiX)*(YiT)	(RiX)*(YiT) <sup>2</sup>	ViXT	V TOTAL
12,333333	0,481	5,9323333	-0,484099	5,82
6,3333333	0,247	1,5643333	-0,248591	6,05
0,3333333	0,013	0,0043333	-0,013084	6,29
-5,666667	-0,221	1,2523333	0,2224237	6,52
-11,66667	-0,455	5,3083333	0,4579311	6,76
-19,66667	-0,767	15,084333	0,771941	7,07
	$\Sigma=$	29,146		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. Rigideces (K)

RIGIDECES (K)					
SEGUNDO NIVEL			PRIMER NIVEL		
Kcolumna=	$(1/12) \times (bxh^3)/L$		Kcolumna=	$(1/12) \times (bxh^3)/L$	
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	30,00	cm	h=	30,00	cm
L=	315,00	cm	L=	315,00	cm
Kcolumna=	214,29		Kcolumna=	214,29	
Número de	2,00		Número de	2,00	
Kcolumna=	428,57		Total Kcolumna=	428,57	
Kviga1=	$(1/12) \times (bxh^3)/L$		Kviga1=	$(1/12) \times (bxh^3)/L$	
b=	30,00	cm	b=	30,00	cm
h=	60,00	cm	h=	60,00	cm
L=	600,00	cm	L=	600,00	cm
Kviga1=	900,00		Kviga1=	900,00	
Total Kvigas=	900,00		Total Kvigas=	900,00	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Fórmula de Willburd, primer nivel

Primer nivel			
RiY=	48E		
	$hiX((4hi/\Sigma Kci) + ((hf+hs)/\Sigma Kvf) + ((hi+hf)/\Sigma kvi))$		
hi=	Altura del nivel analizado.		315,00
hf=	Altura del nivel inferior.		-
hs=	Altura del nivel superior.		315,00
Kci=	Rigidez de la columna del nivel analizado.		428,57
Kvf=	Rigidez de la viga del nivel inferior.		-
Kvi=	Rigidez de la viga del nivel analizado.		900,00
RiY=	0,046		
Marco	RiX	Yi	Rix X Yi
6	0,05	-	-
5	0,05	6,00	0,28
4	0,05	12,00	0,55
3	0,05	18,00	0,83
2	0,05	24,00	1,104
1	0,05	32,00	1,472
Σ=	0,28		Σ= 4,23
	YT=	$\Sigma (Rix X Yi) / \Sigma RiX$	
	YT=	15,33	m.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. Rigideces para los marcos A y B

Primer nivel			
RiY=	48E		
	$hiX((4hi/\Sigma Kci)+((hf+hs)/\Sigma Kvf)+((hi+hf)/\Sigma kvi))$		
hi=	Altura del nivel analizado.		315
hf=	Altura del nivel inferior.		0
hs=	Altura del nivel superior.		315
Kci=	Rigidez de la columna		653,2258065
Kvf=	del nivel inferior.		0
Kvi=	Rigidez de la viga del nivel analizado.		1800
RiY=	0,072		
Marco	RiY	Xi	RiY X Xi
A	0,072	0	0
B	0,072	5,85	0,4212
$\Sigma$ =	0,144	$\Sigma$ =	0,4212
	XT=	$\Sigma (Rix X Yi) / \Sigma RiX$	
	XT=	2,93	
	COORDENADAS		
	YT=	15,33	
	XT=	2,93	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. Coordenadas geométricas del segundo nivel

DATOS		EXCENTRICIDAD DE DISEÑO		MOMENTO TORSIONANTE	
LONGITUD Xi	5,675	edx=	$1.50(ecx)+0.10(Xi)$	MTx=	$(Vx)*(edy)$
LONGITUD Yi	30	edx=	0,695	MTx=	132,30
COORDENADAS		edx=	$(ecx)-0.10(Xi)$	MTx=	$(Vx)*(edy)+30\%(Vy)*(edx)$
XT=	2,93	edx=	-0,4825	MTx=	140,19
YT=	15,33	edy=	$1.50(ecy)+0.10(Yi)$	MTy=	$(Vy)*(edx)$
XG=	2,84	edy=	3,5	MTy=	26,27
YG=	15	edy=	$(ecy)-0.10(Yi)$	MTy=	$(Vy)*(edx)+30\%(Vx)*(edy)$
CÁLCULO DE EXCENTRICIDAD		edy=	-2,67	MTy=	65,96
ecx=	XT-XG				
ecx=	0,085	edx=	0,695	MTx=	140,19
ecy=	YT-YG	edy=	3,5	MTy=	65,96
ecy=	0,33				

Fuente: elaboración propia.



Tabla XLIII. **Cálculo de coordenadas en sentidos Y, primer nivel**

SENTIDO Y				
XT=	2,93	m		
Vbasal=	37,80	Toneladas		
MTx=	140,19	Toneladas-metros		
MTy=	65,96	Toneladas-metros		
VDY=	$(RiY)/\Sigma RiY$	$*(Vbasal) X$		
VIYT=	$(RiY)*(XiT)$			$*(MTY)$
	$\Sigma((RiY)*(XiT)^2)+\Sigma((RiX)*(YiT)^2)$			
V TOTAL=	$VDY+ViYT$			
Marco	RiY	$Xi$	$(RiY)*( Xi)$	VDY
A	0,072	0	0,00	18,90
B	0,072	5,675	0,41	18,90
$\Sigma=$	0,144	$\Sigma=$	0,41	
$XiT=XT-Xi$	$(RiY)*(XiT)$	$(RiY)*(XiT)^2$	ViYT	V TOTAL
2,84	0,20	0,58	0,38	19,28
-2,84	-0,20	0,58	-0,38	18,52
	$\Sigma=$	1,1594025		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Cálculo de coordenadas en sentidos X, primer nivel**

SENTIDO X				
YT=	15,33	m		
Vbasal=	37,80	T		
MTx=	140,19	T-m		
MTy=	65,96	T-m		
VDX=	$(RiX) / \sum RiX * (Vbasal) Y$			
ViXT=	$(RiX) * (YiT)$		$*(MTX)$	
	$\sum ((RiX) * (YiT)^2) + \sum ((RiY) * (XiT)^2)$			
V TOTAL=	VDX+ViXT			
Marco	RiX	Yi	$(RiX) * (Yi)$	VDX
6	0,046	0	0	6,30
5	0,046	6	0,276	6,30
4	0,046	12	0,552	6,30
3	0,046	18	0,828	6,30
2	0,046	24	1,104	6,30
1	0,046	32	1,472	6,30
$\Sigma=$	0,276	$\Sigma=$	4,232	
$YiT=YT-Yi$	$(RiX) * (YiT)$	$(RiX) * (YiT)^2$	ViXT	V TOTAL
12,33	0,57	7,00	2,24	8,54
6,33	0,29	1,85	1,15	7,45
0,33	0,02	0,01	0,06	6,36
-5,67	-0,26	1,48	-1,03	5,27
-11,67	-0,54	6,26	-2,12	4,18
-19,67	-0,90	17,79	-3,57	2,73
	$\Sigma=$	34,37733333		

Fuente: elaboración propia.

Se toma el mayor valor de todos los marcos 1, 2, 3, 4, 5, 6

Fuerza en marcos X nivel 1 = 8,54 T

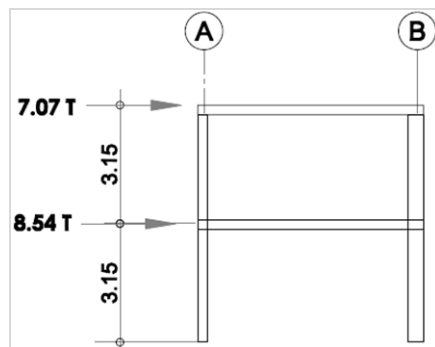
Fuerza en marcos X nivel 2 = 7,07 T

Se toma el mayor valor de todos los marcos A, B

Fuerza en marcos Y nivel 1 = 19,28 T

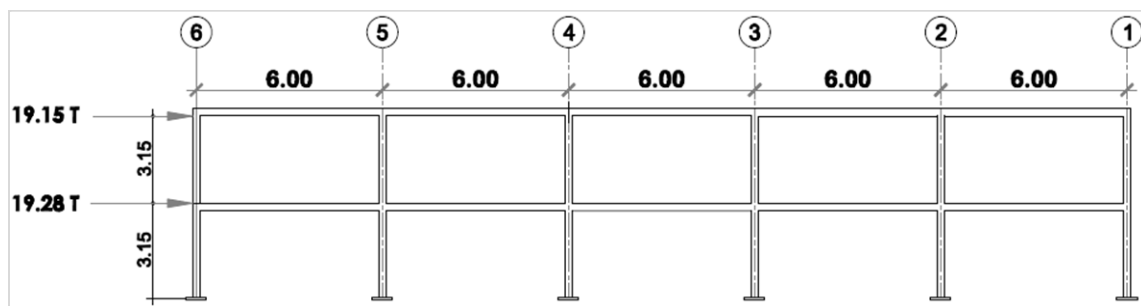
Fuerza en marcos Y nivel 2 = 19,15 T

Figura 15. **Fuerzas por marco en sentido X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 16. **Fuerzas por marco en sentido Y**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **2.2.3.2. Análisis estructural**

Para el análisis estructural se utilizó el método de distribución de momentos y los resultados se confrontaron con los obtenidos por medio del análisis de la estructura utilizando el programa para diseño estructural, Etabs 2015.

#### **2.2.3.2.1. Análisis por método numérico**

El análisis de marcos dúctiles con nudos rígidos se realizó por el método de Kani, este método se basa en distribuir los momentos a los extremos de los marcos y a los miembros adyacentes en un número de pasos tales que el sistema eventualmente alcanza su configuración de equilibrio natural; con este método se realizan 2 tipos de suposiciones, la primera es que la estructura posee nudos rígidos (marcos sin ladeo) y se utiliza para calcular las reacciones de cargas verticales (carga muerta y carga viva), y la segunda realizando una pequeña variación al suponer que la estructura posee nudos desplazables en sentido horizontal (marcos con ladeo) que se utiliza para calcular las reacciones de carga horizontal (carga sísmica). También se realizó un análisis por medio del software ETABS versión 15, para ambos casos se analizó un marco X y un marco Y, aplicándoles carga muerta, carga viva y carga de sismo por separado.

Los resultados con ambos métodos se compararon y se muestran más adelante. A continuación se presentan los valores obtenidos del análisis estructural por el método de Kani para carga viva, luego se deducen los resultados de las cargas muertas y de sismo con la misma metodología.

Tabla XLV. **Método de Kani para carga viva marco B sentido Y, cálculo de inercias**

<b>Se calculan las inercias de los elementos estructurales</b>				
VIGAS	b=0,30	h=0,60	540 000,00	Formula Inercia
COLUMNAS	b=0,60	h=0,60	67 500,00	1/12 (b)(h <sup>3</sup> )
Elemento	LONGITUD	INERCIA (I)	RIGIDEZ k	k Relativa
A-B	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
B-C	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
C-D	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
D-E	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
E-F	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
G-H	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
H-I	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
I-J	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
J-K	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
K-L	6,00	540 000,00	90 000,00	4,20
A-G	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
B-H	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
C-I	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
D-J	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
E-K	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
F-L	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
G-M	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
H-N	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
I-O	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
J-P	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
K-Q	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00
L-R	3,15	67 500,00	21 428,57	1,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Cálculo de momentos fijos carga viva marco B sentido Y**

<b>Se calcula momentos fijos de los elementos estructurales</b>				<b>Fórmula por C distribuida</b>
Elemento	C.V. DIST. Kg/m	LONGITUD	MOMENTO	
A-B	192,58	6,00	577,74	(wl <sup>2</sup> )/12
B-C	255,63	6,00	766,89	
C-D	275,14	6,00	825,42	
D-E	225,28	6,00	675,84	
E-F	237,72	6,00	713,16	
G-H	723,60	6,00	2 170,80	
H-I	971,48	6,00	2 914,44	
I-J	1 048,32	6,00	3 144,96	
J-K	852,36	6,00	2 557,08	
K-L	901,32	6,00	2 703,96	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Cálculo de factores de distribución carga viva marco B sentido Y**

Se calculan factores de distribución

Nudo	Elemento	K relativa	Σk relativas	Fd	Formula factores de distribución
A	A-B	4,2000	5,2000	-0,4038	$-\frac{0,5}{\sum k} \left( \frac{k}{\sum k} \right)$
	A-G	1,0000		-0,0962	
B	B-C	4,2000	9,4000	-0,2234	
	B-H	1,0000		-0,0532	
	B-A	4,2000		-0,2234	
C	C-D	4,2000	9,4000	-0,2234	
	C-I	1,0000		-0,0532	
	C-B	4,2000		-0,2234	
D	D-E	4,2000	9,4000	-0,2234	
	D-J	1,0000		-0,0532	
	D-C	4,2000		-0,2234	
E	E-F	4,2000	8,4000	-0,2500	
	E-K	1,0000		-0,0595	
	E-D	4,2000		-0,2500	
F	F-L	1,0000	5,2000	-0,0962	
	F-E	4,2000		-0,4038	
G	G-A	1,0000	6,2000	-0,0806	
	G-H	4,2000		-0,3387	
	G-M	1,0000		-0,0806	
H	H-B	1,0000	10,4000	-0,0481	
	H-I	4,2000		-0,2019	
	H-N	1,0000		-0,0481	
	H-G	4,2000		-0,2019	
I	I-C	1,0000	10,4000	-0,0481	
	I-J	4,2000		-0,2019	
	I-O	1,0000		-0,0481	
	I-H	4,2000		-0,2019	
J	J-D	1,0000	10,4000	-0,0481	
	J-K	4,2000		-0,2019	
	J-P	1,0000		-0,0481	
	J-I	4,2000		-0,2019	
K	K-E	1,0000	10,4000	-0,0481	
	K-L	4,2000		-0,2019	
	K-Q	1,0000		-0,0481	
	K-J	4,2000		-0,2019	
L	L-F	1,0000	6,2000	-0,0806	
	L-R	1,0000		-0,0806	
	L-K	4,2000		-0,3387	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Cálculo de factores de corrimiento carga viva marco B sentido Y**

Se calculan factores de corrimiento

Piso	Columna	k relativa	Σ k relativa	μ
2,0000	A-G	1,0000	6,0000	-0,2500
	B-H	1,0000		-0,2500
	C-I	1,0000		-0,2500
	D-J	1,0000		-0,2500
	E-K	1,0000		-0,2500
	F-L	1,0000		-0,2500
	G-M	1,0000		-0,2500
1,0000	H-N	1,0000	6,0000	-0,2500
	I-O	1,0000		-0,2500
	J-P	1,0000		-0,2500
	K-Q	1,0000		-0,2500
	L-R	1,0000		-0,2500

Fuente: elaboración propia.



Continuación de la tabla XLIX.

-0.25	-37.32	-0.25	-713.16	-814.03	338.23	713.16	-0.40	713.16
4.41	-0.06	0.00	18.54	M(-)	-576.13	M(-)	-295.49	-0.10
18.74	-0.25		78.69				-234.01	-70.36
15.15			63.63				-220.65	-55.72
14.13			59.33				-217.18	-52.54
13.84			58.14				-216.53	-51.71
13.77			57.81				-216.41	-51.56
13.75			57.74				-216.35	-51.53
13.74			57.71				-216.33	-51.51
13.74			57.79				-216.35	-51.51
13.74			57.73				-216.33	-51.51
90.3957							-51.51	-51.51
							-338.2320	
	139.5723							-521.9427
	62.92							-235.22
	62.92							-235.22
	62.92							-235.22
	62.91							-235.21
	62.89							-235.18
	62.82							-235.10
	62.57							-235.13
	62.69							-234.73
	61.71							-230.41
	49.74	0.00						-212.39
	-0.05	-0.20						-0.08
	-146.88		-2 703.96	-3 163.38	992.38	2 703.96	-0.34	2 703.96
	-0.05		208.89	M(-)	-2 077.88	M(-)	-892.03	-0.08
0.00	49.74	K	259.18				0.00	-212.39
	61.71	-0.25	263.31					-230.41
	62.69		262.78					-234.73
	62.57		263.84					-235.13
	62.82		264.16					-235.10
	62.89		264.23					-235.18
	62.91		264.24					-235.21
	62.92		264.25					-235.22
	62.92		264.25					-235.22
	62.92		264.25					-235.22
	125.8326							-470.4356
	62.9163							-235.2178
Q	0.000						R	0.000

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar el Método de Kani con todos los marcos en sentido X y en sentido Y, se procedió a realizar el análisis por medio de Etabs 2015.

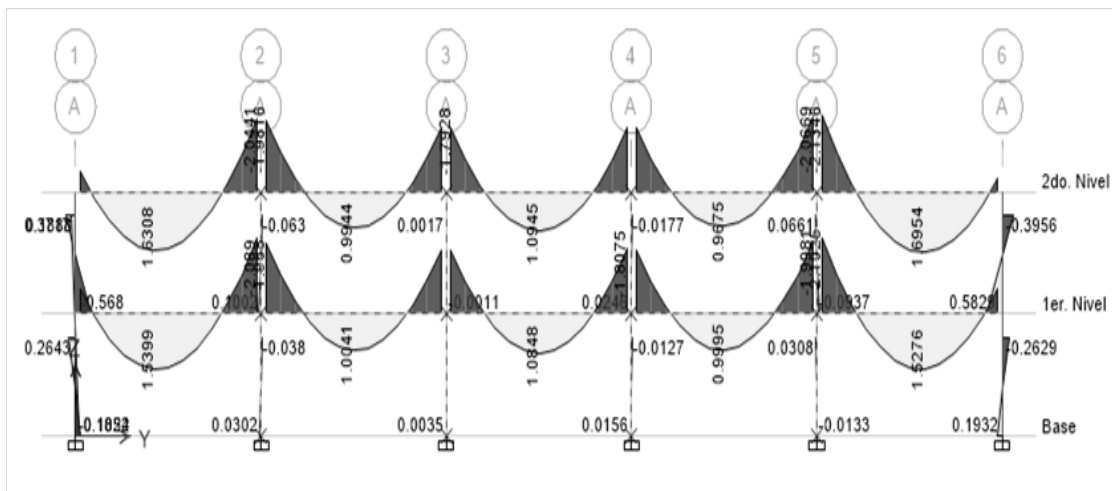
### 2.2.3.2.2. Análisis por software

El software que se utilizó para el análisis estructural de nuestra estructura, tiene el nombre de ETABS, el cual es ideal para el análisis y diseño de edificios y naves industriales. El método utilizado por este software, es el Método Matricial, el método que se utilizó en nuestro análisis numérico es el Método Estático Equivalente, como lo dice su nombre, es equivalente, pero no posee la exactitud del Método Matricial. A continuación se muestran las gráficas de



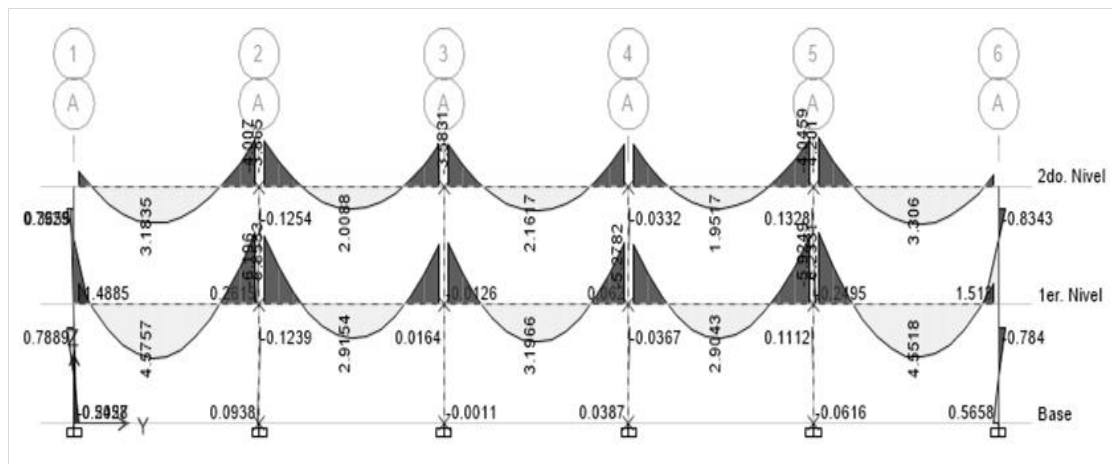
momentos obtenidos con el software ETABS. En el análisis siguiente se mostrará el marco A carga viva, carga muerta y carga por sismo, sentido X.

Figura 17. **Momentos de carga viva**



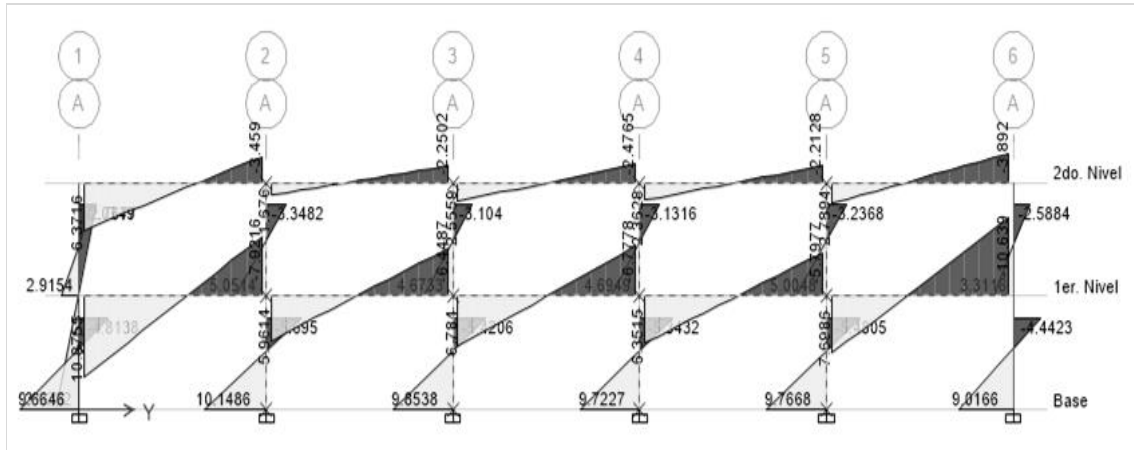
Fuente: elaboración propia, empleando programa de ETABS.

Figura 18. **Momentos de carga muerta**



Fuente: elaboración propia, empleando programa de ETABS.

Figura 19. Momentos de carga sísmica



Fuente: elaboración propia, empleando programa de ETABS.

Tabla L. Comparación de momentos marco A carga viva

Viga marco A									
Eje 1-2	Etabs(-)	Kani(-)	%	Etabs(+)	Kani(+)	%	Etabs(-)	Kani(-)	%
Segundo nivel	388,60	250,33	55,24	1 130,00	744,06	51,87	1 044,10	746,01	39,96
Primer nivel	568,00	731,02	22,30	1 539,90	2 856,45	46,09	1 002,00	2 869,31	65,08
Eje 2-3	Etabs(-)	Kani(-)		Etabs(+)	Kani(+)		Etabs(-)	Kani(-)	
Segundo nivel	1 101,60	744,06	48,05	494,40	376,59	31,28	1 192,60	803,43	48,44
Primer nivel	1 395,00	2 856,45	51,16	304,10	291,38	4,37	911,00	3 073,19	70,36
Eje 3-4	Etabs(-)	Kani(-)		Etabs(+)	Kani(+)		Etabs(-)	Kani(-)	
Segundo nivel	1 192,26	832,00	43,30	294,50	441,12	33,24	1 107,50	762,03	45,34
Primer nivel	2091,10	3 159,56	33,82	1 084,80	1 363,75	20,45	1 900,50	2 856,25	33,46
Eje 4-5	Etabs(-)	Kani(-)		Etabs(+)	Kani(+)		Etabs(-)	Kani(-)	
Segundo nivel	1 015,15	698,27	45,38	467,50	289,03	61,75	1 066,90	751,18	42,03
Primer nivel	1 807,50	2 668,04	32,25	999,50	1 934,43	48,33	2 998,10	2 889,97	3,74
Eje 5-6	Etabs(-)	Kani(-)		Etabs(+)	Kani(+)		Etabs(-)	Kani(-)	
Segundo nivel	1 134,60	814,03	39,38	795,40	576,13	38,06	600,01	338,23	77,40
Primer nivel	2 893,70	3 163,38	8,53	1 527,60	2 077,88	26,48	582,10	992,38	41,34

Fuente: elaboración propia.

- Comparación de resultados

Para comparar los resultados a manera de ejemplo se tomaran los datos de la tabla XLVII para Kani y la figura 15 para ETABS, y se comparará el valor de momento por carga viva momento negativo, en la viga de los ejes 4 y 5 del nivel 1 del eje AX.

$$\text{Kani} = 2\,889,97 \text{ kg-m}$$

$$\text{ETABS 15} = 2\,998,10 \text{ kg-m}$$

$$\text{Diferencia} = 2\,889,97 - 2\,998,10 = 108,13 \text{ kg-m}$$

Si se toma el valor de Kani como 100 %, entonces:

$$\text{Diferencia} = 108,13 \text{ kg-m} * 100 / 2\,889,97 \text{ kg-m} = 3,74 \%$$

El porcentaje de variación es aceptable, se tomara los valores de momentos del método de Kani debido a que son más conservadores.

### **2.2.3.2.3. Envoltente de momentos**

La envoltente de momentos, es la representación de los esfuerzos máximos que ocurren al superponer los efectos de las cargas muerta, viva, y sismo, las combinaciones que se usan son del apéndice C del código ACI 318-11. Se utilizaron las siguientes combinaciones:

- $C1 = 1,4 \text{ MCM} + 1,7 \text{ MCV}$
- $C2 = 0,75 (1,4 \text{ MCM} + 1,7 \text{ MCV} + 1 \text{ MS})$
- $C3 = 0,75 (1,4 \text{ MCM} + 1,7 \text{ MCV} - 1 \text{ MS})$
- $C4 = 0,90 \text{ MCM} + 1 \text{ MS}$
- $C5 = 0,90 \text{ MCM} - 1 \text{ MS}$

Las envolvente de momentos utilizando el marco A sentido X nivel 1 y 2.

**Tabla LI. Momentos sin balancear marco A sentido X nivel 1**

	M(-). G-H	M(+)	M(-). H-G	M(-). H-I	M(+)	M(-). I-H	M(-). I-J
CARGA VIVA	-731,02	-730,42	2 869,31	-2 856,45	291,38	3 073,19	-3 159,56
CARGA MUERTA	-2 187,86	1 762,11	7 543,84	-7 367,42	1 934,53	6 541,67	-6 400,05
CARGA SISMICA	1 061,22	0,00	6 669,85	8 567,52	0,00	8 597,66	7 648,61
CARGA VIVA	723,60	723,60	723,60	971,48	971,48	971,48	1 048,32
CARGA MUERTA	1 975,35	1 975,35	1 975,35	2 308,21	2 308,21	2 308,21	2 054,80
M(+)	M(-).J-I	M(-). J-K	M(+)	M(-).K-J	M(-). K-L	M(+)	M(-).L-K
1 363,75	2 856,25	-2 668,04	1 934,43	2 897,97	-3 163,38	-2 077,88	992,38
4 178,80	6 016,24	-6 003,21	2 551,86	7 386,27	-7 950,16	-5 264,56	2 578,97
0,00	7 835,34	9 356,74	0,00	7 512,84	7 337,30	0,00	9 403,48
1 048,32	1 048,32	852,36	852,36	852,36	901,32	901,32	901,32
2 054,80	2 054,80	2 148,00	2 148,00	2 148,00	2 213,67	2 213,67	2 213,67

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LII. Momentos sin balancear marco A sentido X nivel 2**

	M(-). A-B	M(+)	M(-).B-A	M(-). B-C	M(+)	M(-). C-B	M(-). C-D
CARGA VIVA	-250,33	368,44	746,01	-744,06	376,59	803,43	-832,00
CARGA MUERTA	-1 120,94	2 626,79	5 041,17	-4 967,56	2 377,57	4 263,30	-4 159,58
CARGA SISMICA	16 371,30	0,00	15 599,97	2 248,59	0,00	5 778,80	7 088,60
CARGA VIVA	192,58	192,58	192,58	255,63	255,63	255,63	275,14
CARGA MUERTA	1 268,41	1 268,41	1 268,41	1 554,00	1 554,00	1 554,00	1 285,95
M(+)	M(-).D-C	M(-). D-E	M(+)	M(-).E-D	M(-). E-F	M(+)	M(-).F-E
441,12	762,03	-698,27	289,03	751,18	-814,03	-576,13	338,23
1 833,86	3 746,25	-3 753,88	1 916,20	5 162,48	-5 276,92	-3 324,39	1 371,86
0,00	6 159,38	15 320,23	0,00	23 346,28	22 299,88	0,00	15 429,00
275,14	275,14	225,28	225,28	225,28	237,72	237,72	237,72
1 285,95	1 285,95	1 416,53	1 416,53	1 416,53	1 472,88	1 472,88	1 472,88

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Balaceo de momentos marco A sentido X nivel 2 en vigas**

<b>Segundo nivel</b>				
<b>Viga A-B</b>		L (m)=	4,45	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)lqz. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg-m.)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	1 994,88	4 303,86	8 325,84	4 679,53
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	18 332,11	3 227,90	18 942,63	11 864,09
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	-14 410,49	3 227,90	-12 257,31	-2 505,02
0,9 CM + 1CS	17 744,26	2 364,11	18 069,97	9 724,55
0,9 CM - 1CS	-14 998,35	2 364,11	-13 129,97	-4 644,56
<b>VALORES MAS ALTOS DE M</b>	<b>18 332,11</b>	<b>4 303,86</b>	<b>18 942,63</b>	<b>11 864,09</b>
<b>Segundo nivel</b>				
<b>Viga B-C</b>		L (m)=	6,40	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)lqz. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg-m.)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	8 219,48	3 968,81	7 334,44	8 352,55
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	8 513,65	2 976,61	12 712,70	9 606,83
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	4 016,46	2 976,61	1 155,11	7 098,27
0,9 CM + 1CS	6 698,03	2 139,82	10 741,65	5 729,80
0,9 CM - 1CS	2 200,85	2 139,82	-815,95	3 221,24
<b>VALORES MAS ALTOS DE M</b>	<b>8 513,65</b>	<b>3 968,81</b>	<b>12 712,70</b>	<b>9 606,83</b>
<b>Segundo nivel</b>				
<b>Viga C-D</b>		L (m)=	7,40	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)lqz. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg-m.)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	7 237,80	3 317,31	6 540,20	8 391,85
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	14 963,28	2 487,98	13 622,40	10 182,12
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	786,07	2 487,98	1 303,64	6 601,58
0,9 CM + 1CS	12 466,55	1 650,48	11 201,43	6 072,48
0,9 CM - 1CS	-1 710,66	1 650,48	-1 117,33	2 491,95
<b>VALORES MAS ALTOS DE M</b>	<b>14 963,28</b>	<b>3 317,31</b>	<b>13 622,40</b>	<b>10 182,12</b>
<b>Segundo nivel</b>				
<b>Viga D-E</b>		L (m)=	5,30	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)lqz. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg-m.)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	6 442,50	3 174,04	8 504,48	6 270,21
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	19 624,46	2 380,53	27 879,38	13 565,78
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	-11 015,99	2 380,53	-18 813,17	-1 025,35
0,9 CM + 1CS	18 399,01	1 724,58	26 675,10	10 673,99
0,9 CM - 1CS	-12 241,45	1 724,58	-20 017,45	-3 917,14
<b>VALORES MAS ALTOS DE M</b>	<b>19 624,46</b>	<b>3 174,04</b>	<b>27 879,38</b>	<b>13 565,78</b>
<b>Segundo nivel</b>				
<b>Viga E-F</b>		L (m)=	5,70	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)lqz. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg-m.)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	8 771,54	5 633,57	2 495,60	7 028,54
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	27 101,30	4 225,18	20 003,87	13 647,65
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	-17 498,46	4 225,18	-10 854,13	409,44
0,9 CM + 1CS	25 697,87	2 991,95	18 671,13	10 397,04
0,9 CM - 1CS	-18 901,89	2 991,95	-12 186,87	-2 841,16
<b>VALORES MAS ALTOS DE M</b>	<b>27 101,30</b>	<b>5 633,57</b>	<b>20 003,87</b>	<b>13 647,65</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Balaceo de momentos marco A nivel 1 en vigas**

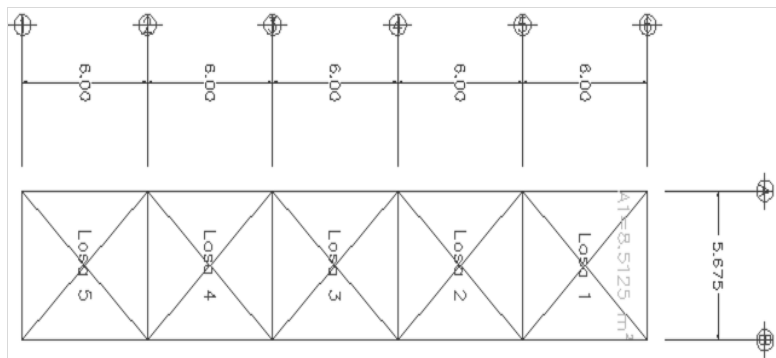
<b>Primer nivel</b>				
<b>Viga G-H</b>		L (m)=	4,45	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)Izq. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	4 305,73	3 708,67	15 439,19	8 890,23
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	5 039,96	2 781,50	12 702,75	10 627,55
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	2 917,52	2 781,50	-636,96	7 152,91
0,9 CM + 1CS	3 462,69	1 585,90	10 184,76	5 692,96
0,9 CM - 1CS	1 340,25	1 585,90	-3 154,94	2 218,32
VALORES MAS ALTOS DE M	5 304,99	3 708,67	12 702,75	10 627,55
<b>Viga H-I</b>		L (m)=	6,40	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)Izq. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	15 170,35	3 203,69	14 382,75	15 625,63
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	20 350,34	2 402,77	21 692,94	18 307,69
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	3 215,30	2 402,77	4 497,63	12 943,57
0,9 CM + 1CS	15 307,04	1 741,08	15 953,03	9 329,70
0,9 CM - 1CS	-1 828,00	1 741,08	-1 242,29	3 965,59
VALORES MAS ALTOS DE M	20 350,34	3 203,69	21 692,94	18 307,69
<b>Viga I-J</b>		L (m)=	7,40	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)Izq. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	14 331,32	8 168,70	13 278,36	17 237,80
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	23 621,75	6 126,53	23 315,85	19 330,22
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	8 324,53	6 126,53	7 645,16	15 145,37
0,9 CM + 1CS	16 118,66	3 760,92	16 058,65	8 934,91
0,9 CM - 1CS	821,45	3 760,92	387,96	4 750,06
VALORES MAS ALTOS DE M	23 621,75	8 168,70	23 315,85	19 330,22
<b>Viga J-K</b>		L (m)=	5,30	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)Izq. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	12 940,16	6 861,15	15 267,33	11 808,96
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	17 944,27	5 145,86	15 065,71	14 991,90
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	-769,20	5 145,86	40,04	8 626,02
0,9 CM + 1CS	14 235,67	2 296,68	11 890,09	8 305,92
0,9 CM - 1CS	-4 477,80	2 296,68	-3 135,59	1 940,04
VALORES MAS ALTOS DE M	17 944,27	6 861,15	15 065,71	14 991,90
<b>Viga K-L</b>		L (m)=	5,70	
Combinacion Ecu. Pos. Y Neg.	M(-)Izq. (kg-m.)	M(+) (kg-m.)	M(-)Der. (kg)	V (kg)
1,4 C.M. + 1,7 C.V.	16 507,97	10 902,78	5 297,60	15 098,16
0,75(1,4CM + 1,7 CV) + 1CS	17 063,40	8 177,09	17 957,75	16 136,42
0,75(1,4CM + 1,7 CV) - 1CS	2 388,80	8 177,09	-849,20	10 262,46
0,9 CM + 1CS	12 938,31	4 738,11	14 330,44	8 615,04
0,9 CM - 1CS	-1 736,29	4 738,11	-4 476,51	2 741,09
VALORES MAS ALTOS DE M	17 063,40	10 902,78	17 957,75	32 506,24

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.4. Diseño de losa

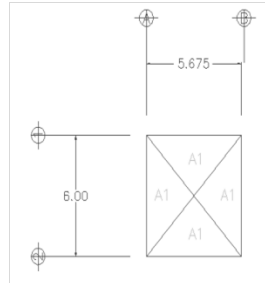
En las construcciones de concreto reforzado, las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal; para el caso del polideportivo, aunque existen inclinadas, cuyas superficies superior e inferior suelen ser paralelas entre si. Pueden estar apoyadas en vigas de concreto reforzado, en muros de mampostería, sobre armaduras de acero, en muros de concreto reforzado y en forma directa sobre columnas. Para el diseño de losas existen varios métodos contemplados en los distintos códigos de construcción, dado que para este diseño se está utilizando el código ACI- 318-11, se utilizará el método 3 propuesto en el ACI de 1963. El método simplifica el cálculo de losas basado en la continuidad de sus bordes.

Figura 20. Área tributaria de losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 21. Losa 1 y 5 caso 9



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla LV. Diseño de losa

<b>LOSA</b>			
Área=	A*B		
L1=	5,675	m.	
L2=	6,00	m.	
Área=	34,05	m <sup>2</sup>	
Perímetro=	(2)(L1)+(2)(L2)		
Perímetro=	23,35	m.	
t=	(Perímetro) / 180		
t=	0,13	m	
t=	0,12	m.	
	L1=	5,68	m
	L2=	6,00	m
	Área=	34,05	m <sup>2</sup>
	Área tributaria=	Área / 4	
	Área tributaria=	4,86	m <sup>2</sup>
	A1=	4,86	m <sup>2</sup>
<b>DISEÑO DE LOSAS</b>			
fy=	2 810	Kg/cm <sup>2</sup>	
f'c=	210	Kg/cm <sup>2</sup>	
<b>CARGA MUERTA CM DE LOSA</b>			
Wlosa=	(t)*(Wconcreto)		
t=	0,12	m	
Wconcreto=	2 400	Kg/m <sup>3</sup>	
Wlosa=	288	Kg/m <sup>2</sup>	
Wpiso=	60	Kg/m <sup>2</sup>	
Winstalaciones=	40	Kg/m <sup>2</sup>	
Wmezclón=	60	Kg/m <sup>2</sup>	
<b>Σ=</b>	<b>448</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	
<b>CARGA VIVA CV DE LOSA=</b>		<b>500</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

Fuente: elaboración propia.

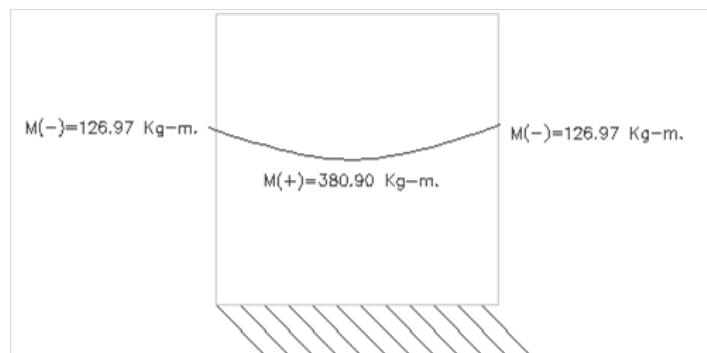


Continuación de tabla LV.

COEFICIENTE	M(-)	M(+) CM	M(+) CV
Ca	0	0.022	0
Cb	0.067	0.021	0.067
<b>Lado a</b>			
M(+)=	MCV= Ca(+)CV x CV x a <sup>2</sup>		
	<b>MCV= 0.00</b>		<b>Kg-m.</b>
	MCM= Ca(+)CM x CM x a <sup>2</sup>		
	<b>MCM= 380.90</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(+)= MCV + MCM		
	<b>M(+)= 380.90</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(-)= Ca(-) x CU x a <sup>2</sup>		
	<b>M(-)= 0.00</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(-)discontinuo= (1/3) x M(+)		
	<b>M(-)discontinuo= 126.97</b>		<b>Kg-m.</b>
<b>Lado b</b>			
M(+)=	MCV= Cb(+)CV x CV x b <sup>2</sup>		
	<b>MCV= 1929.60</b>		<b>Kg-m.</b>
	MCM= Cb(+)CM x CM x b <sup>2</sup>		
	<b>MCM= 406.43</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(+)= MCV + MCM		
	<b>M(+)= 2336.03</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(-)= Cb(-) x CU x b <sup>2</sup>		
	<b>M(-)= 3525.38</b>		<b>Kg-m.</b>
	M(-)discontinuo= (1/3) x M(+)		
	<b>M(-)discontinuo= 778.68</b>		<b>Kg-m.</b>

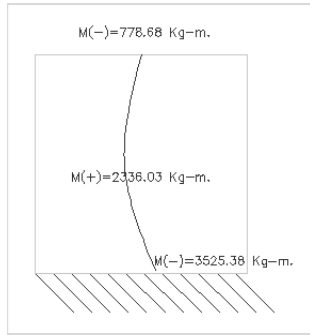
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. **Momentos sin balancear losa 1 lado A**



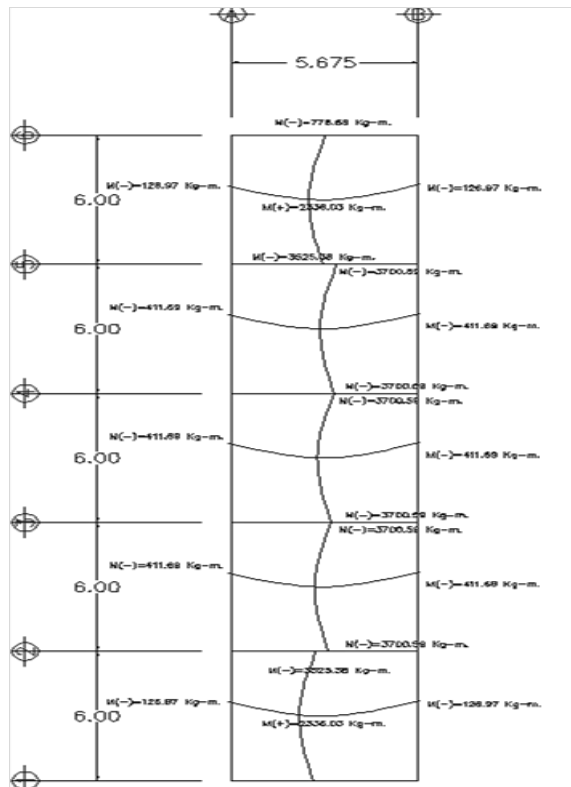
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 23. **Momentos sin balancear losa 1 lado B**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 24. **Momentos de losas sin balancear**



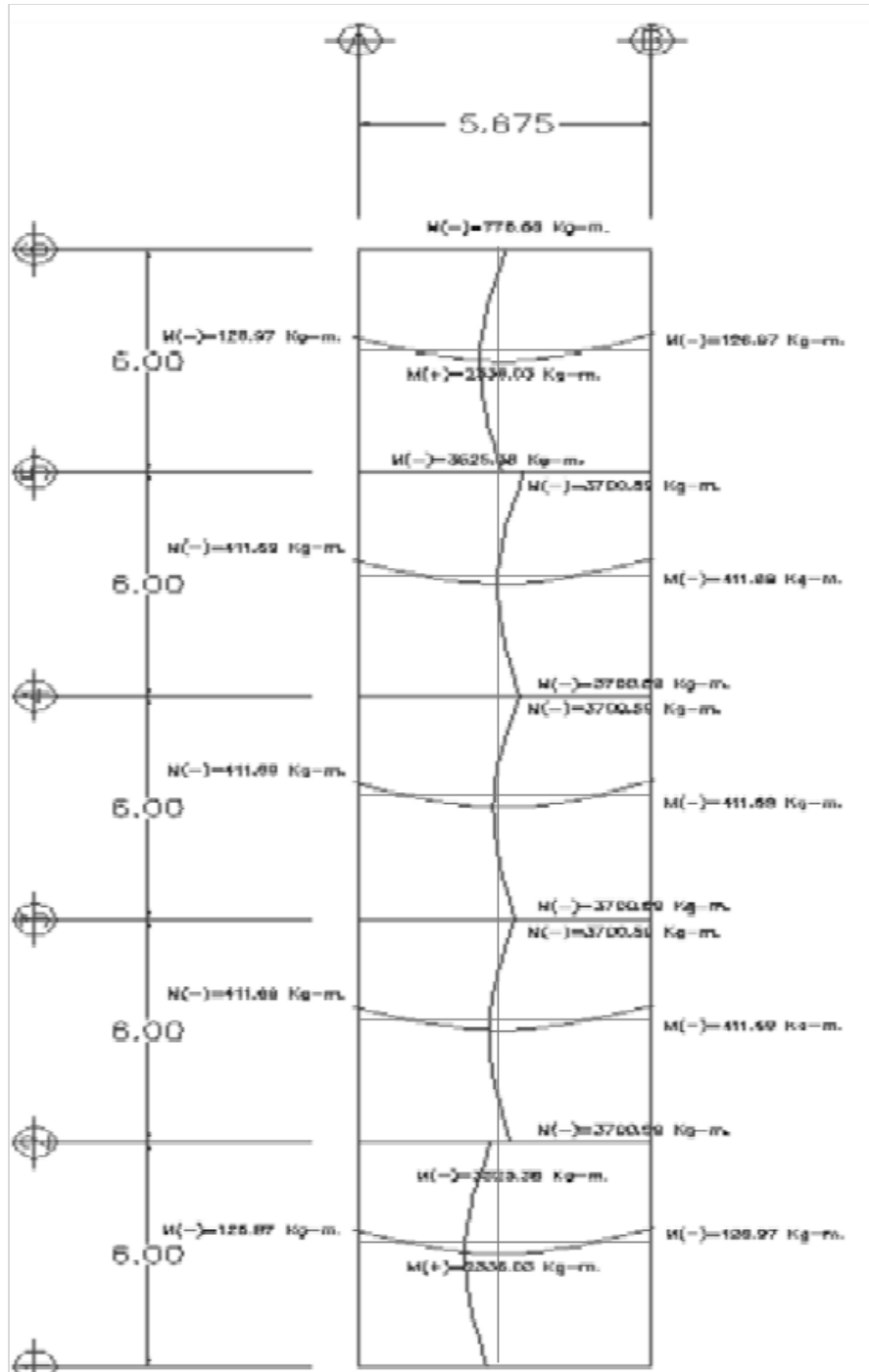
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla LVI. **Balaceo de momentos losas**

BALANCEO DE MOMENTOS		
Mmenor=	3 525,38	Kg-m.
Mmayor=	3 700,59	Kg-m.
(80 %) x Mmayor=	2 960,472	Kg-m.
MÉTODO DE RIGIDEZ		
KM1=	1 / L1	
L1=	6,00	
KM1=	0,17	
KM2=	1 / L2	
L2=	6,00	
KM2=	0,17	
D1=	KM1 / (KM1 + KM2)	
D1=	0,50	
D2=	KM2/ (KM1 + KM2)	
D2=	0,50	
D1 + D2=	1,00	
M1=	3 525,38	Kg-m.
(M2 - M1) x ( D1 )		
	87,605	
	3 612,985	
M2=	3 700 59	Kg-m.
(M2 - M1) x ( D2 )		
	87,605	
	3612,985	

Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Momentos de losas balanceados



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Tabla LVII. **Diseño de acero en losas balanceadas**

<b>DISEÑO DEL ACERO</b>		
fy=	2 810,00	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c=	210,00	Kg/cm <sup>2</sup>
b=	1,00	m
b=	100,00	cm
t=	0,12	m
t=	12,00	cm
d=	t-r	
r=	recubrimiento	
r=	0,025	m
r=	2,50	cm
d=	9,50	cm
Ø=	0,90	
As min=	$0,8(210)^{1/2} \times b \times d$	
As min=	1,39	cm <sup>2</sup>
As mín=	$(14,1/f_y) \times b \times d$	
As mín=	$(14,1/f_y) \times b \times d$	
As mín=	4,77 esta es mayor	cm <sup>2</sup>
As Varilla No. 3=	0,71	cm <sup>2</sup>
S=	Espaciamiento	
S=	$(\text{As de Varilla}) \times (b / \text{As mín})$	
S=	14,89	cm
S=	15,00	cm
Smáx=	2 t	
Smáx=	24,00	cm
S=	24,00	cm
	As No. 3 @ 0,15 m.	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Distribución de acero en losas balanceadas**

CÁLCULO DEL MOMENTO QUE RESISTE EL $A_{s\text{mín}} = 4.77 \text{ cm}^2$				
M $A_{s\text{mín}} =$	$0.90 \times (A_{s\text{mín}} \times f_y \times (d - ((A_{s\text{mín}} \times f_y) / (1.7 \times f'_c \times b))))$			
M $A_{s\text{mín}} =$	110003.90	Kg-cm		
M $A_{s\text{mín}} =$	1100.04	Kg-m		
Para momentos menores que resiste el $A_{s\text{mín}}$ ., se armarán a $S_{\text{max}} = 14.00$ centímetros				
Para mayores se armarán según indique el cálculo.				
En el sentido largo, todos los momentos son resistidos por el $S_{\text{max}}$ , mientras que para el sentido corto, hay que calcular con el momento mayor el espaciamiento.				
As PARA MOMENTOS MAYORES M $A_{s\text{mín}}$ .				
$(A_s^2 \times f_y^2 / 1.7 \times f'_c \times b) - A_s \times f_y \times d + M_u / \phi = 0$				
Para $M_u(-) =$	3612.99	Kg-m	$A_s(-) =$	17.61 $\text{cm}^2$
				8.26 $\text{cm}^2$
$(A_s^2 \times f_y^2 / 1.7 \times f'_c \times b) - A_s \times f_y \times d + M_u / \phi = 0$				
$(A_s^2 \times 2810^2 / 1.7 \times 210 \times 100) - A_s \times 2810 \times 9.50 + 2200.62 / 0.90 = 0$				
221.18				
$A_s^2$ -	26695.00	$A_s$ +	4014.43	
$A_s =$	0.09			
$A_s =$	9.00	$\text{cm}^2$		
Usamos acero No. 4 = 1.27 $\text{cm}^2$				
9.00	-----	100.00		
1.27	-----	S		
S =	14.11	centímetros		
S =	14.00	centímetros		

Continuación de tabla LVIII.

Revisión por corte: el corte debe ser resistido únicamente por el concreto;				
por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es adecuado.				
L=	lado corto, de los lados cortos de losas se toma el mayor			
L=	5.85	métros.		
L=	585	centímetros.		
b=	Franja unitaria			
b=	1.00	métros.		
b=	100	centímetros.		
<b>Vmax=</b>	<b>Corte máximo actuante</b>			
Vmax=	CU*L/2			
Vmax=	4275.18	Kilogramos.		
<b>Vmax res=</b>	<b>Corte máximo resistente</b>			
Vmax res=	$\emptyset \times (\sqrt{f_c}) \times b \times d$			
$\emptyset=$	0.85			
Vmax res=	11701.79			
<b>Vmax res</b>	<b>&gt;</b>	<b>Vmax</b>	<b>OK</b>	
<b>11701.78672</b>	<b>&gt;</b>	<b>4275.18</b>	<b>OK</b>	
<b>ARMADO DE LOSA= ACERO No. 4 @ 0.15 m.</b>				

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Armado de losas balanceadas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



#### **2.2.4.1.1. Diseño de vigas**

Las vigas son elementos estructurales sometidos a esfuerzos de flexión (tensión y compresión), y cortante, donde la longitud gobierna sobre las otras dimensiones. Para el diseño de la viga es necesario conocer los tipos de falla que se presentan en ellas.

Falla por fatiga del acero es cuando el acero alcanza el límite de fluencia, sin que el concreto llegue a la fatiga de ruptura que es  $0,85 f'_c$ , cuando esto sucede, la viga se agrieta de forma pronunciada del lado de tensión, las fatigas del concreto aumentan hasta presentarse finalmente la falla de la viga. Una viga que falla de esta forma se llama subreforzada y la falla ocurre lentamente y va precedida de pronunciadas deflexiones y grietas que indican la proximidad de la falla del elemento.

Falla por aplastamiento del concreto es cuando el concreto alcanza el límite  $0,85 f'_c$ , mientras que el acero aún no alcanza el límite de fluencia  $f_y$ , este tipo de falla es repentino sin anuncio previo, lo cual la hace muy peligrosa; una viga que falla por compresión se llama sobre-reforzada.

Falla balanceada ocurre cuando ambos materiales fallan simultáneamente es decir, cuando el concreto alcanza la fatiga límite de compresión  $0,85 f'_c$ , a la vez que el acero alcanza también el límite de fluencia  $f_y$ , a estas vigas se les llama vigas balanceadas.

- Predimensionamiento de viga

L=	Longitud de la Viga	
L>	4h	
b>	(1/3) h	
b>	0,25	m
L=	5,68	m
h=	(10 %)L	
h=	0,57	m
h=	0,60	m
h=	60 00	cm
b=	base de la viga	
b=	h / 2	m
b=	0,30	m
b=	30,00	m
(1/3) h=	0,20	m
0,30>	0,20	m
0,30>	0,25	m
4h=	2,40	m
L>	2,40	m
5,93>	2,40	m

- Diseño de viga

fy=	40 000,00	lbs/plg <sup>2</sup>
fy=	2 810,00	Kg/cm <sup>2</sup>
f'c=	3 000,00	lbs/plg <sup>2</sup>
f'c=	210,00	Kg/cm <sup>2</sup>
b=	0,30	m

$b = 30,00$  cm  
 $h = 0,60$  m  
 $h = 60,00$  cm  
 Área de sección de viga =  $0,18$  m<sup>2</sup>  
 Área de sección de viga =  $1\ 800,00$  cm<sup>2</sup>

$r =$  recubrimiento  
 $r = 0,04$  m  
 $r = 4,00$  cm  
 CV Kg/m<sup>2</sup> = carga viva Kg/m<sup>2</sup>  
 CV Kg/m<sup>2</sup> =  $500,00$  Kg/m<sup>2</sup>  
 $L = 567,50$  cm  
 $6/8" = 3/4" =$   
 $\emptyset$  Varilla No. 6 =  $0,75"$   
 $0,75" = 1,91$  cm  
 $0,75" = 0,02$  m  
 $\emptyset$  Estribos No. 3 =  $3/8" = 0,375"$   
 $0,375" = 0,95$  cm  
 $0,375" = 0,01$  m

$h - r - \emptyset$  Estribo - (  $\emptyset$  Varilla /  
 $d = 2$  )  
 $d = 0,54$  m.  
 $d = 54,10$  cm.

$f_y = 2\ 810,00$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 $f'_c = 210,00$  Kg/cm<sup>2</sup>  
 $b = 30,00$  cm  
 $h = 60,00$  cm  
 $r = 4,00$  cm

$$h - r - \emptyset \text{ estribo} - ( \emptyset \text{ varilla} / 2$$

$$d = )$$

$$d = 54,10 \quad \text{cm.}$$

$$M(-)1 = 18\,120,00 \quad \text{Kg-m.}$$

$$M(-)2 = 11\,510,00 \quad \text{Kg-m.}$$

$$M(+) = 7\,790,00 \quad \text{Kg-m.}$$

$$Vu = 15\,814,32 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$L = 5,68 \quad \text{m.}$$

Límites de acero

$$\text{As mín} = (14,1/f_y) \times b \times d = 8,14 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{As min} = 0,8(210)^{1/2} \times b \times d = 2,08 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{As máx} = 0,50 \times \rho_{bal} \times b \times d$$

$$\rho_{bal} = ((0,85 \times \beta \times f'_c / f_y) \times (6\,115 / (6\,115 + f_y)))$$

$$\beta = 0,85$$

$$\rho_{bal} = 0,04$$

$$\text{As máx} = 0,75 \times \rho_{bal} \times b \times d$$

$$\text{As máx} = 27,59 \quad \text{cm}^2$$

Refeuerzo longitudinal

$$(b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - ((M(+)) \times$$

$$\text{As req} = b) /$$

$$(0,003825 \times f'_c))) \times ((0,85 \times f'_c) / f_y)$$

$$\text{As req} = 14,23 \quad \text{cm}^2$$

- Cálculo del área de acero

		As Req	As Mín	As Máx
M(-)1	MOMENTO 18 120,00	14,23	8,14	27,59
M(+)	7 790,00	8,79	8,14	27,59
M(-)2	11 510,00	5,86	8,14	27,59

Requisitos según el código ACI-318 capítulo 21.

#### Cama superior

Colocar dos varillas como mínimo

As mín= 8,14	cm <sup>2</sup>	Se coloca el mayor
33 %As(-)mayor= 9,10	cm <sup>2</sup>	]
As= 9,10	cm <sup>2</sup>	

Armado pro puesto 2 varillas de acero No. 8 corridas  
+ 1 varilla de acero No. 6 corrida

As No.8= 5,07	cm <sup>2</sup>
As 2 varillas No.8= 10,14	cm <sup>2</sup>
As No.6= 2,85	cm <sup>2</sup>
Total As= 12,99	cm <sup>2</sup>

**Cama inferior**

Colocar dos varillas como mínimo

$$\begin{aligned} \text{As mín} &= 8,14 \text{ cm}^2 \\ 50 \% \text{As}(+) \text{ mayor} &= 4,40 \text{ cm}^2 && \text{Se coloca el mayor} \\ 33 \% \text{As}(-) \text{ mayor} &= 9,10 && ] \\ \text{As} &= 9,10 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Armado propuesto 2 varillas de acero No. 8 corridas +

1 varilla de acero No. 6 corrida

$$\begin{aligned} \text{As No.8} &= 5,07 \text{ cm}^2 \\ \text{As 2 varillas No.8} &= 10,14 \text{ cm}^2 \\ \text{As No.6} &= 2,85 \text{ cm}^2 \\ \text{Total As} &= 12,99 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

**Tabla LIX. Armado de vigas**

<b>ARMADO DE VIGA</b>					
	MOMENTO	As req	Armado de viga		Chequeo
M(-)1	18120.00	14.23	3 varillas de acero No. 6 corridas +		
			2 bastones No. 6 =	14.25	cm <sup>2</sup> Si cumple
M(+)	7790.00	8.79	2 varillas de acero No. 6 corridas +		
			2 rieles No. 6 L=3.00 m.	11.40	cm <sup>2</sup> Si cumple
M(-)2	11510.00	5.86	3 varillas de acero No. 6 corridas +		
			2 bastones No. 6 =	14.25	cm <sup>2</sup> Si cumple
Debido a que la separación entre varillas de la cama superior y la inferior es mayor que 30 cm., es necesario colocar una varilla en medio como refuerzo adicional, equivalente a 0.58 plg <sup>2</sup> por po 1 pie de separación igual a 3.74 cm <sup>2</sup> por 0.31 metros de separación. Este refuerzo se coloca para que absorba los esfuerzos internos de corte del concreto, 2 varillas de acero No. 5=4.00cm <sup>2</sup>					

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de corte resistente

$$V_{res} = 0,85 \times 0,53 \times (\sqrt{f'_c}) \times b \times d$$

$$V_{res} = 10\,594,56$$

$$V_u = 15\,814,32$$

$$V_{res} < V_u$$

$$10\,594,56 < 15\,814,32$$

La viga necesita estribos a  $S_{max} = d/2$

$$d/2 = 27,05 \text{ cm}$$

$$d/2 = 25,00 \text{ cm}$$

si  $V_{res} < V_u$  diseñamos estribos por corte

$$S = \frac{(2 \times A_s \times f_y \times d)}{V_u}$$

$$S = 13,64901366$$

Se coloca en la sección donde no resiste el concreto

Esta zona se obtiene mediante relación

de triángulos:

$$\frac{L}{V_u} = \frac{x}{V_{res}}$$

$$\left(\frac{L}{V_u}\right) \times V_{res} = x$$

$$x = 3,80 \text{ metros}$$

$$x/2 = 1,90 \text{ metros de cada lado}$$

$$x/2 = 2,00 \text{ metros de cada lado}$$

- Los requisitos mínimos para corte en zona confinada

según ACI-318 21.3.3

a)  $2d$  en ambos extremos

$$2d = 108,19 \text{ cm}$$

$$2d = 1,08 \text{ m}$$

b) Primer estribo a 5cm

c)  $S_{\text{máx.}}$  no debe ser mayor que:

-  $d/4 = 13,52 \text{ cm}$

8 veces el diámetro de las

- barras longitudinales más pequeñas

$$8 \times \emptyset = 22,8 \text{ cm}$$

24 veces el diámetro de la barra

- del estribo cerrado de confinamiento

$$24 \times \emptyset = 17,04 \text{ cm}$$

- No mayor de 30 centímetros.

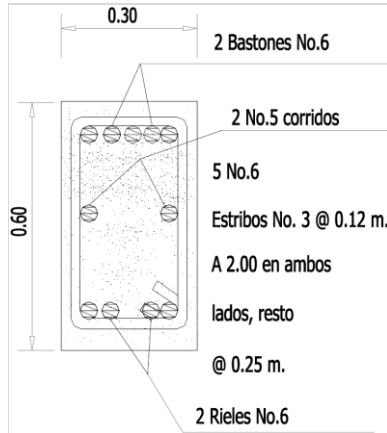
Colocamos el menor espaciamiento.

$$S = 13,52 \text{ cm}$$

$$S = 12,00 \text{ cm}$$

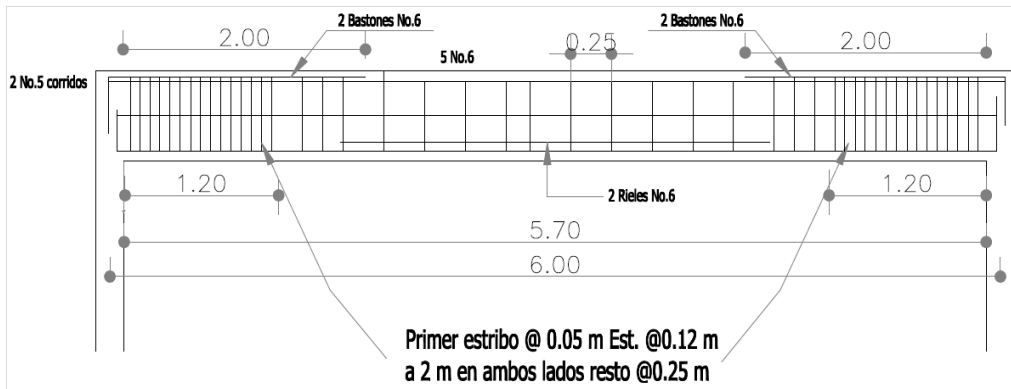


Figura 27. **Detalle de sección de viga 2X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 28. **Detalle de armado de viga 2X**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.4.1.2. Diseño de columnas

Son elementos verticales que normalmente tienen una función estructural, soportan carga axial y momentos flectores con respecto a la sección de sus ejes transversales.

Se determina la columna que soporta la mayor carga axial, generalmente también es esta la columna con mayor área tributaria, y los momentos flectores son tomados del análisis estructural.

- Predimensionamiento de columna crítica
  - Carga muerta

$$\text{Área tributaria} = (a)(b) \quad \text{m}^2$$

$$a = 5,85 \quad \text{m}^2$$

$$b = 5,93 \quad \text{m}^2$$

$$\text{Área tributaria} = 34,6905 \quad \text{m}^2$$

$$t = 0,12 \quad \text{m}$$

$$\text{Volúmen} = (a)(b)(t) \quad \text{m}^3$$

$$\text{Volúmen Losa} = 4,16286 \quad \text{m}^3$$

$$W_{\text{losa}} = (\text{Volúmen})(W_{\text{concreto}})$$

$$W_{\text{concreto}} = 2400 \quad \text{Kg/m}^3$$

$$W_{\text{losa}} = 9990,864 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$CM_{\text{vigas}} = (\text{Volúmen})(W_{\text{concreto}})$$

$$b = 0,3 \quad \text{m}$$

$$h = 0,6 \quad \text{m}$$

$$L1 = 5,93 \quad \text{m}$$

$$L2 = 5,85 \quad \text{m}$$

$$\text{VolúmenViga} = 2,1204 \quad \text{m}$$

$$\text{CMvigas} = 5\,088,96 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$\text{CMcolumnas} = (\text{Volúmen})(W_{\text{concreto}})$$

$$a = 0,3 \quad \text{m}$$

$$b = 0,3 \quad \text{m}$$

$$L = 3,1 \quad \text{m}$$

$$\text{VolúmenColumnas} = 0,279 \quad \text{m}^3$$

$$\text{CMcolumnas} = 669,6 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$\text{Carga Muerta} = (\text{CMlosa} + \text{CMvigas} + \text{Cmcolumnas}) * 2$$

$$\text{Carga Muerta} = 31\,498,848 \quad \text{Kilogramos.}$$

- Carga viva

$$\text{Carga Viva} = (\text{CV}/\text{m}^2)(\text{Área Tributaria})$$

$$\text{CV}/\text{m}^2 = 500 \quad \text{Kg}/\text{m}^2$$

$$\text{Carga Viva} = 17\,345,25 \quad \text{Kilogramos.}$$

- Magnificando cargas

$$\text{CU} = 1,4\text{CM} + 1,7\text{CV}$$

$$\text{CU} = 73\,585,31 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$\text{Carga de diseño} = 73\,585,31 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$\text{Altura de viga} = 0,60 \quad \text{m}$$

$$\text{Lado 1 de columna} = \text{altura de viga} / 2$$

$$\text{Lado 1 de columna} = 0,30 \quad \text{m}$$

$$\text{Lado 2 de columna} = 0,30 \quad \text{m}$$

- Chequeo

Carga resistente > Cargo de diseño

Carga de diseño= 73 585,31 Kilogramos.

Área Gruesa= (Lado 1)(Lado 2)

Área Gruesa= 0,09 m<sup>2</sup>

Área Gruesa= 900 cm<sup>2</sup>

Carga resistente= (área gruesa)(f'c) + (fy)(área de acero)

f'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup>

fy= 2 810 Kg/cm<sup>2</sup>

Área Varilla de Acero No.

8= 5,07 cm<sup>2</sup>

No. De Varillas de Acero

No. 8= 8 Varillas

Área de Acero As= (área de varilla)(No. de varillas)

Área de Acero As= 40,54 cm<sup>2</sup>

Carga resistente= 302 907,84 Kilogramos.

Carga resistente > Carga de diseño

302 907,84 > 73 585,31 ok

- Diseño de columna crítica

Datos

Columna:

Lado 1 = 0,30 m

Lado 1 = 30,00 cm

Lado 2 = 0,30 m

Lado 2 = 30,00 cm

Longitud = 3,10 m

Longitud= 310,00 cm

Viga:

Lado 1= 0,30 m

Lado 1= 30,00 cm

Lado 2= 0,60 m

Lado 2= 60,00 cm

Longitud= 5,93 m

Longitud= 593,00 cm

Losa:

t= 0,12 m.

t= 12,00 cm

Vy= 7 438,71 Kilogramos.

Vx= 5 541,94 Kilogramos.

Área

tributaria= 11,03 m<sup>2</sup>

Mx= 13 580,00 Kg-m.

MY= 15 570,00 Kg-m.

f'c= 281,00 Kg/cm<sup>2</sup>

fy= 4 200,00 Kg/cm<sup>2</sup>

PU= 1,4 x CM + 1,7 x CV

CM= 31 498,85 Kg/m<sup>2</sup>

CV= 17 345,25 Kg/m<sup>2</sup>

PU= 73 585,31 Kg/m<sup>2</sup>

- Clasificación de columnas según su esbeltez

E= Esbeltez

$$E = (K \times Lu) / R$$

Columnas cortas=  $E > K$

Columnas intermedias=  $22 > E > 100$

Columnas largas=  $E > 100$

Lu= longitud

$$Lu = 3,10 \quad m$$

R= radio de giro=0,30 h

$$h = 0,30 \quad m$$

$$R = 0,09 \quad m$$

Coeficiente de rigidez de la

K= columna.

$$K = 1,00$$

$$E = 34,44$$

- Columnas intermedias

$\Psi$  = Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la relación en la columnas

$$\Psi = (0,7 \times (K_{col}) / 0,35 \times (k_{viga}))$$

$$K = I / L$$

K= rigidez

$$K = I / L$$

I= inercia

L= longitud

$$I = (b \times h^3) / 12$$

Iviga= inercia de la viga

$$\begin{aligned}
I_{col} &= \text{inercia de la columna} \\
I_{viga} &= 540\,000,00 \quad \text{cm}^4 \\
I_{col} &= 67\,500,00 \quad \text{cm}^4 \\
K_{viga} &= 910,62 \quad \text{cm}^4 \\
K_{col} &= 435,48 \quad \text{cm}^4 \\
\Psi &= (0,7 \times (K_{col}) / 0,35 \times (k \text{ viga})) \\
\Psi &= 0,96
\end{aligned}$$

Extremo inferior por estar empotrado  $\Psi_b=0$

$$\begin{aligned}
&(\Psi_a + \Psi_b) / \\
\Psi_p &= 2 \\
\Psi_a &= 0,96 \\
\Psi_b &= 0 \\
\Psi_p &= 0,48
\end{aligned}$$

Coeficiente

$$\begin{aligned}
&K \\
\text{para } \Psi_p &\leq \\
&2 \\
K &= ((20 + \Psi_p) / 20) * \sqrt{1 + \Psi_p} \\
K &= 1,24
\end{aligned}$$

Por ser una columna intermedia según su esbeltez se procede a magnificar los momentos  
Método ACI para magnificación de momentos.

$$\begin{aligned}
\beta_d &= C_{Mu} / C_U \\
\beta_d &= 0,60
\end{aligned}$$

Cálculo del total de material

$$E_c = 15\,100 \times \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 253\,122,12$$

$$I_g = (1/12) \times b \times h^3$$

$$I_g = 67\,500$$

$$EI = (E_c \times I_g) / (2,5 \times (1 + \beta d))$$

$$EI = 4\,273\,352\,281,80 \quad \text{Kg-cm}^2$$

$$EI = 4\,273\,352,282 \quad \text{Ton-m}^2$$

Cálculo de la carga crítica de pandeo de Euler

$$P_{cr} = (\pi^2 EI) / (K \times L_u)$$

$$P_{cr} = 2\,831\,909,89 \quad \text{Kilogramos.}$$

$$P_{cr} = 2\,831,910 \quad \text{Toneladas.}$$

Cálculo del magnificador de momentos

$$\delta > 1$$

$$\phi = 0,70$$

$$\delta = 1 / (1 - P_u / \phi P_{cr})$$

$$\delta = 1,04$$

Cálculo de momentos de diseño

$$M_{dx} = \delta \times M_u =$$

$$M_{dx} = 14\,103,5299$$

$$M_{dy} = \delta \times M_u =$$

$$M_{dy} = 16\,170,24746$$

Cálculo de acero longitudinal por el método de BRESLER

$$A_{s\text{mín}} = 0,01bh$$



$$A_{s\text{mín}} = 9 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,06bh \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 54$$

$$rec = 0,03 \quad \text{m.}$$

Propongo el armado

$$8 \text{ No. 8} = 40,56 \quad \text{cm}^2$$

Usamos los diagramas de interacción para diseño de columnas.

$$Y=X = H_{\text{núcleo}}/H_{\text{columna}}$$

$$H_{\text{núcleo}}/H_{\text{columna}} = (b-2rec) / h$$

$$Y=X = 1,00$$

Valores de la curva

$$\rho = A_s f_y / 0,85 x f'_c x A_g$$

$$\rho = 0,79$$

Excentricidades

$$e_x = M_x / P_u$$

$$e_x = 0,192$$

$$e_y = M_y / P_u$$

$$e_y = 0,220$$

Valor de las diagonales

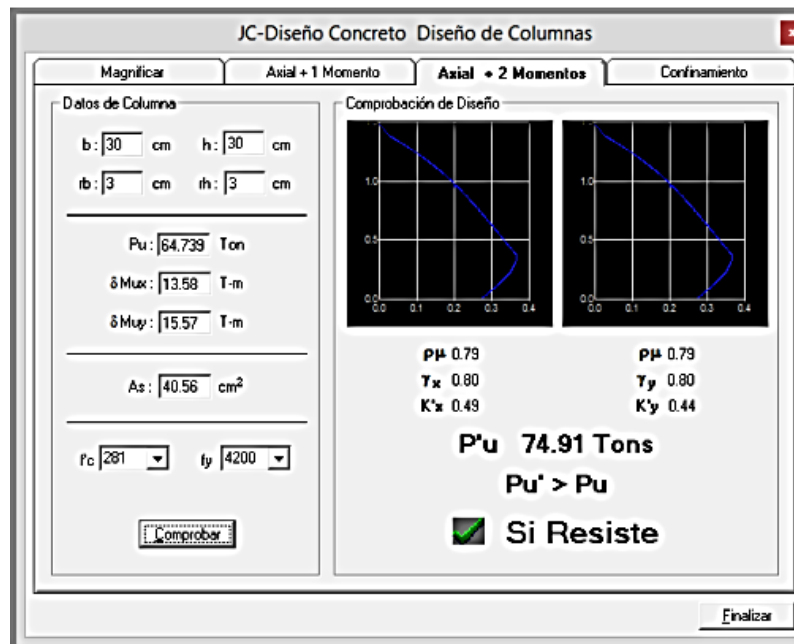
$$e_x/X = 0,1920$$

$$e_y/Y = 0,2202$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , en la gráfica de los diagramas de

interacción. El programa JC-Diseño de Concreto, muestra la gráfica y los valores de Kx y Ky.

Figura 29. Gráfica programa JC-Diseño de concreto



Fuente: fotografía de pantalla a software, JC-Diseño de concreto.

- Cálculo de cargas

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ex:

$$P'u = (K_x)(f'_c)(b)(h)$$

$$K_x = 0,49$$

$$P'ux = 123\,921 \quad \text{Kilogramos}$$

Carga de resistencia de la columna a una excentricidad ey:

$$P'u = (K_y)(f'_c)(b)(h)$$

$$K_y = 0,44$$

$$P'_{uy} = 111\,276 \quad \text{Kilogramos}$$

Carga axial de resistencia de la columna:

$$P'_o = \phi(0,85f'_c(A_g - A_s) + A_s \times F_y)$$

$$A_g = 900 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = 40,56 \quad \text{cm}^2$$

$$P'_o = 146\,662,46 \quad \text{Kilogramos}$$

Carga de la resistencia de la columna:

$$P'_u = 1 / ((1/P'_{ux}) + (1/P'_{uy}) - (1/P'_o))$$

$$P'_u = 97\,675,86 \quad \text{Kilogramos}$$

El valor de  $P'_u$  debe ser mayor o igual a  $P_u/0,70$

$$P_u/0,70 = 105\,121,87 < 97\,675,86$$

Como  $P'_u > P_u/0,70$  el armado propuesto resistente las fuerzas aplicadas, si esto no fuera así se debe aumentar el área de acero hasta que cumpla.

$$d = h - r - \emptyset \text{ Estribo} - (\emptyset \text{ Varilla} / 2)$$

$$h = 30,00 \quad \text{cm}$$

$$r = 0,03$$

$$\emptyset \text{ Estribo} = 3/8"$$

$$\emptyset \text{ Estribo} = 0,95 \quad \text{cm}$$

$$\emptyset \text{ Varilla} = 1"$$

$$\emptyset \text{ Varilla} = 2,54 \quad \text{cm}$$

$$d = 27,75 \quad \text{cm}$$

## Refuerzo transversal

La viga necesita estribos a  $S_{max}=d/2$

$$d/2= 13,87 \quad \text{cm}$$

$$d/2= 12,00 \quad \text{cm}$$

Los estribos se colocaran a cada 12 cm con acero No. 3

Chequeo de cortante resistente  $V_{res}$  con cortante último  $V_u$ :

Si  $V_{res} > V_u$  se colocan estribos a  $S=d/2$ .

Si  $V_{res} < V_u$  se diseñan estribos por corte

Corte resistente  $V_{res}$ .

$$V_{res}= 0,85 \times 0,53 \times (\sqrt{f_c}) \times b \times d$$

$$V_{res}= 575,44$$

$$V_u= 7\,438,71$$

$$V_{res} < V_u$$

$$575,44 < 7\,438,71$$

Se debe confinar en el área de cortante:

Refuerzo por confinamiento

$L_o$ = Distancia a confinar.

$L_u$ = longitud de columna

$$L_u= 3,10 \quad \text{m.}$$

$$L_o= L_u/6 \quad \text{m}$$

$$L_o= 0,52 \quad \text{m.}$$

$L_o$ = Distancia a confinar.

$$L_o \geq \text{,ado menor} \quad \text{m}$$

$$L_o \geq 0,00 \quad \text{m.}$$

$$L_o \geq 0,45 \quad \text{m}$$

$$L_o= 0,52 \quad \text{m}$$

- Estribos

So= Espacio entre estribos.

So=  $6 \cdot \varnothing$  de varilla

$\varnothing$  de varilla= 2,54 cm

So= 15,24 cm

So= 15,00 cm

So= 0,15 m

So= espacio entre estribos.

So= lado menor / 4

Lado menor= 0,30 m

So= 0,075 M

r= recubrimiento m

r= 0,06 m

$\varnothing$  de var. de Est.= 3/8 "

$\varnothing$  de var. De Est.= 0,95 m

$\varnothing$  de var. De Est.= 0,01 m

$\varnothing$  de var. Mayor.= 1"

$\varnothing$  de var. Mayor.= 2,54 cm

$\varnothing$  de var. Mayor.= 0,03 m

Lado Mayor= 0,30 m

Lado Mayor= 30,00 cm

Xa= lado mayor-recubrimiento- $(\varnothing$  de var. mayor./2)\*2

Xa= 0,21 m

Xa= 21,46 cm

X1= Xa / 2

Xa= 0,11 m

Xa= 10,73 cm

$$\begin{aligned}
X_a &< 0,30 && \text{m} \\
X_b &= X_a && \\
X_b &= 0,21 && \text{m} \\
X_b &= 21,46 && \text{cm} \\
X_2 &= X_b / 2 && \\
X_2 &= 0,11 && \text{m} \\
X_2 &= 10,73 && \text{cm} \\
S_o &= 10 + ((\text{lado mayor} - X_2) / 2) && \\
S_o &= 19,64 && \text{cm} \\
&&& \text{Según ACI 21.4.4.2} \\
S_o &= 100,00 && \text{mm} \\
S_o &= 10,00 && \text{cm} \\
S_o &= 0,10 && \text{m}
\end{aligned}$$

Confinamiento

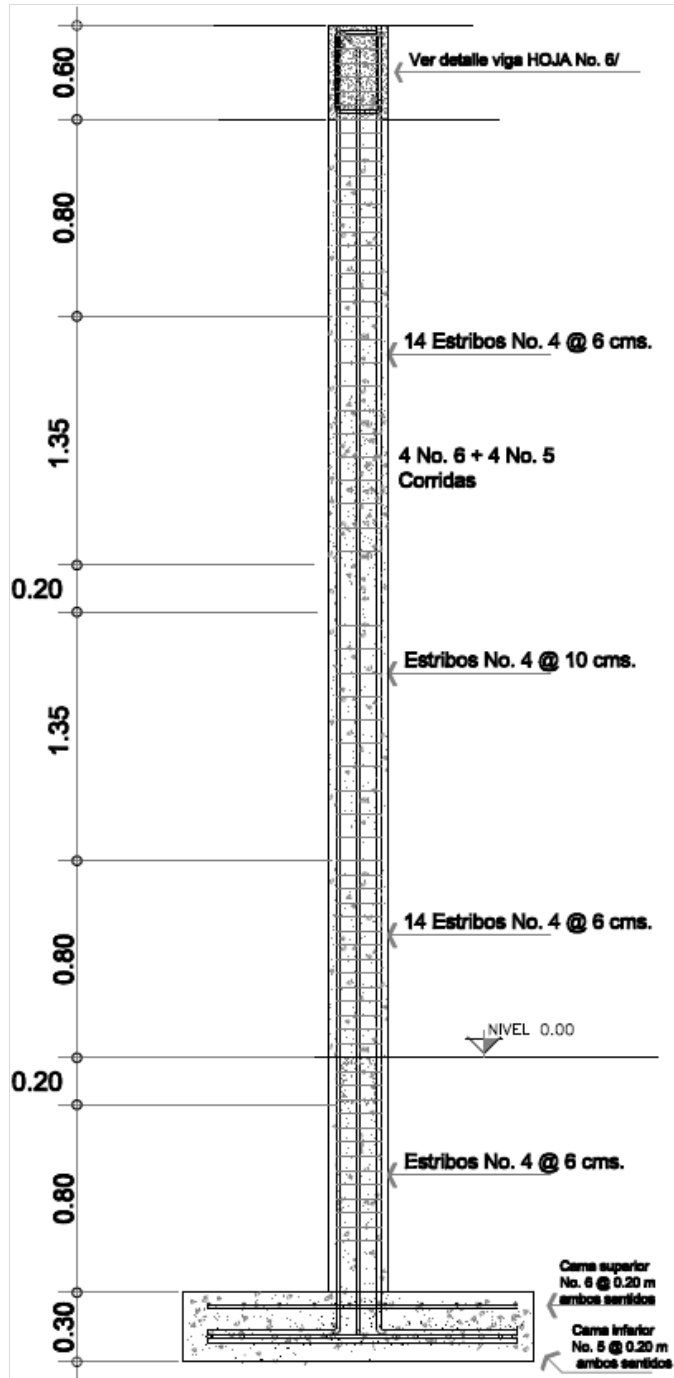
$$\begin{aligned}
'S_o &= S_o / 2 \\
'S_o &= 50,00 && \text{mm} \\
'S_o &= 5,00 && \text{cm}
\end{aligned}$$

8 Núm. 8+ Estribos Núm. 3 @ 0,10 m.

Confinamiento 0.52 m arriba

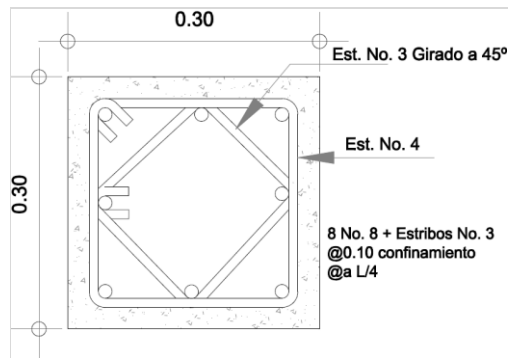
y 0,52 abajo estribos @ 0,05 m.

Figura 30. Detalle de armado de columna C1



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 31. **Detalle de sección de columna C1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.4.1.3. **Diseño de cimientos**

La cimentación puede definirse en general, como el conjunto de elementos de cualquier edificación, cuya misión es transmitir al terreno que la soporta las acciones o momentos procedentes de la estructura. Su diseño dependerá por tanto, no solo de las características del edificio sino también, de la naturaleza del terreno y el costo; el diseño debe ser eficiente, funcional y económico. En este caso se diseñan zapatas aisladas concéntricas cuadradas, las cuales se detallarán en planos.

Todos los datos para el diseño son el valor soporte del suelo y los momentos obtenidos en el análisis estructural.



- La carga axial viene dada por la carga axial que soporta la columna.

PU= 73 585,31	Kilogramos
PU= 73,59	Toneladas
Mx= 13 580	Kg-m
Mx= 13,58	Ton-m
MY= 15 570	Kg-m
MY= 15,57	Ton-m
f'c= 281	Kg/cm <sup>2</sup>
fy= 4 200	Kg/cm <sup>2</sup>
C.V.= 17 345,25	Kg/m <sup>2</sup>
C.M.= 31 498,85	Kg/m <sup>2</sup>
Fcu= factor de carga última	
Fcu= C.U. / (C.M. +C.V.)	
Fcu= 1,51	
Df= desplante	Kg/m <sup>2</sup>
Df= 1,30	m
γs= Peso específico del suelo	
γs= 1 600	Kg/m <sup>3</sup>
γs= 1,60	Ton/m <sup>3</sup>
γc= peso específico del concreto	
γc= 2 400	Kg/m <sup>3</sup>
γc= 2,40	Ton/m <sup>3</sup>
Vs= 29 000	Kg/m <sup>2</sup>
Vs= 29,00	Ton/m <sup>2</sup>
r= recubrimiento.	
r= 0,075	m
t= 0,45	m
d= t-r	

$$d = 0,38 \quad \text{m}$$

$$d = 37,50 \quad \text{cm}$$

- Cálculo de las cargas de trabajo

$$P^t = P_u / F_{cu}$$

$$P^t = 48,84 \quad \text{Toneladas}$$

$$M_{tx} = M_x / F_{cu}$$

$$M_{tx} = 9,01 \quad \text{Ton-m}$$

$$M_{ty} = M_y / F_{cu}$$

$$M_{ty} = 11,98 \quad \text{Ton-m}$$

- Predimensionamiento del área de la zapata

Az = Área de la zapata

$$Az = 1,5 P^t / V_s$$

$$Az = 2,53 \quad \text{m}^2$$

Se usan dimensiones aproximadas

$$Az = 1,50 \times 1,50$$

$$Az = 2,25 \quad \text{m}^2$$

- Revisión de presión sobre el suelo

$$a = 1,50 \quad \text{m}$$

$$a = 150,00 \quad \text{cm}$$

$$b = 1,50 \quad \text{m}$$

$$b = 150,00 \quad \text{cm}$$

$$t = 0,45 \quad \text{m}$$

$$S_x = (1/6) \times a \times b^2$$

$$S_x = 0,56 \quad \text{m}^3$$

$$S_y = (1/6) \times a \times b^2$$

$$S_y = 0,56 \quad \text{m}^3$$

$$P_t = P't + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}}$$

$$P_t = (P't) + (\text{Volcol} \times 2,40) + (\text{PesoSuelo} \times (D_f - t) \times (a^2 - 0,30^2)) + (2,4 \times 0,30 \times b^2)$$

$$P_t = 56,71 \quad \text{Kilogramos}$$

$$q = P_t / A_z \pm M_{tx} / S_x \pm M_{ty} / S_y$$

Cumple porque es menor a  $V_s = 36,20$

$$q_{\text{máx}} = 62,52 \quad \text{Ton/m}^2 \quad \text{Ton/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = -12,11 \quad \text{Ton/m}^2 \quad \text{Cumple porque es mayor a } 0 \text{ Ton/m}^2$$

- Presión última

$$q_u = q_{\text{máx}} \times F_{cu}$$

$$q_u = 94,19 \quad \text{Ton/m}^2$$

- Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \emptyset \text{ var} / 2$$

$$t = 0,45 \quad \text{m}$$

$$t = 45 \quad \text{cm}$$

$$\text{rec} = 0,075 \quad \text{m}$$

$$\emptyset \text{ var} = 1 \quad \text{pulgadas}$$

$$\emptyset \text{ var} = 0,0254 \quad \text{m}$$

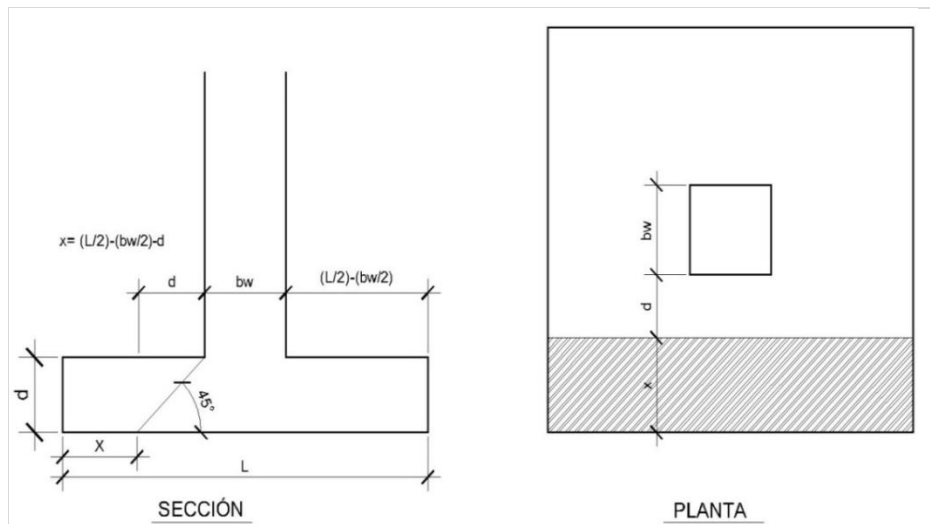
$$d = 0,3496 \quad \text{m}$$

$$d = 34,96 \quad \text{cm}$$

- Chequeo por cortante simple

La falla de las zapatas por esfuerzos cortante, ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, ver la figura siguiente:

Figura 32. Corte simple



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$t = 0,45 \quad \text{m}$$

$$X = a/2 - c/2 - d$$

$c$  = lado de la columna

$$c = 0,30 \quad \text{m}$$

$$X = 0,25 \quad \text{m}$$

$$V_{act} = a \times X \times q_u$$

$$V_{act} = 35,38 \quad \text{toneladas}$$

$$V_r = \phi \times 0,53 \times (\sqrt{f'_c}) \times a \times d$$

$$\phi = 0,85$$

$$V_r = 39\,601,41 \quad \text{Kilogramos}$$

$$V_r = 39,60 \quad \text{toneladas}$$

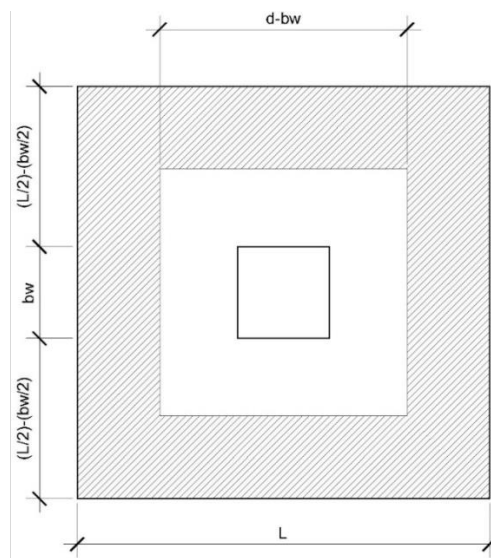
$$V_{act} < V_r$$

$$35,38 < 39,60 \quad \text{El peralte resiste al corte simple}$$

- Corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a  $d/2$  del perímetro de columna, ver figura 33.

Figura 33. **Corte punzonante, planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

bo= perímetro interno

c= lado de la columna

c= 0,30 m

c= 30,00 cm

bo= 4 x (d +sección de la columna)

bo= 259,84 cm

Vact= área x qu

Área= (axb - d<sup>2</sup>)

Área= 1,83 m<sup>2</sup>

Área= 182,80 cm<sup>2</sup>

Vact= 172,18 toneladas

Vr=  $\phi \times 1,06 \times (\sqrt{f'c}) \times bo \times d$

$\phi$ = 0,85

Vr= 137 200,40 Kilogramas

Vr= 137,20 toneladas

Vact < Vr

172,18 < 39,60

- Diseño del refuerzo

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos.

- Momento último

Se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:

$$Mu = (qu \times L) / 2$$

$$L = (a/2)^2 - (0,30/2)^2$$

Mu= 16,95                      Ton-m

Mu= 16 953,99                      Kg-m

Donde:

L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

Área de acero: el área de acero se define por la ecuación:

$$As = ( b \times d - \sqrt{ ( b \times d )^2 - ( ( Mu \times b ) / ( 0,003825 \times f'c ) ) } ) \times ( ( 0,85 \times f'c ) / fy )$$

b= 1,00                      m

b= 100,00                      cm

As= 13,27                      cm<sup>2</sup>

$$As_{mín} = ( 14,10 / fy ) \times b \times c \times d$$

$$As_{mín} = 11,74                      cm^2$$

Se coloca el más grande As= 14,00 cm<sup>2</sup>

- Por ser una masa de concreto grande, se agregará una cama superior de refuerzo.
  
- Por ser una masa de concreto grande, se agregará una cama superior de refuerzo.

Usando acero Núm. 6

As -----	b
AsNo.6 -----	S
As= 13,27	cm <sup>2</sup>
AsNo.6= 2.85	cm <sup>2</sup>
b= 100,00	cm

$$S = (A_s \text{No.6} \times b) / A_s$$

$$S = 21.48 \quad \text{cm}$$

$$S = 21.00 \quad \text{cm}$$

- Cama superior

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0,002 \times b \times t$$

$$A_{st} = 9,00 \quad \text{cm}$$

Usando acero Núm. 5

$$A_s \text{ ----- } B$$

$$A_s \text{ Núm.5 ----- } S$$

$$A_s = 9,00 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s \text{ Núm.5} = 2,00 \quad \text{cm}^2$$

$$b = 100,00 \quad \text{cm}$$

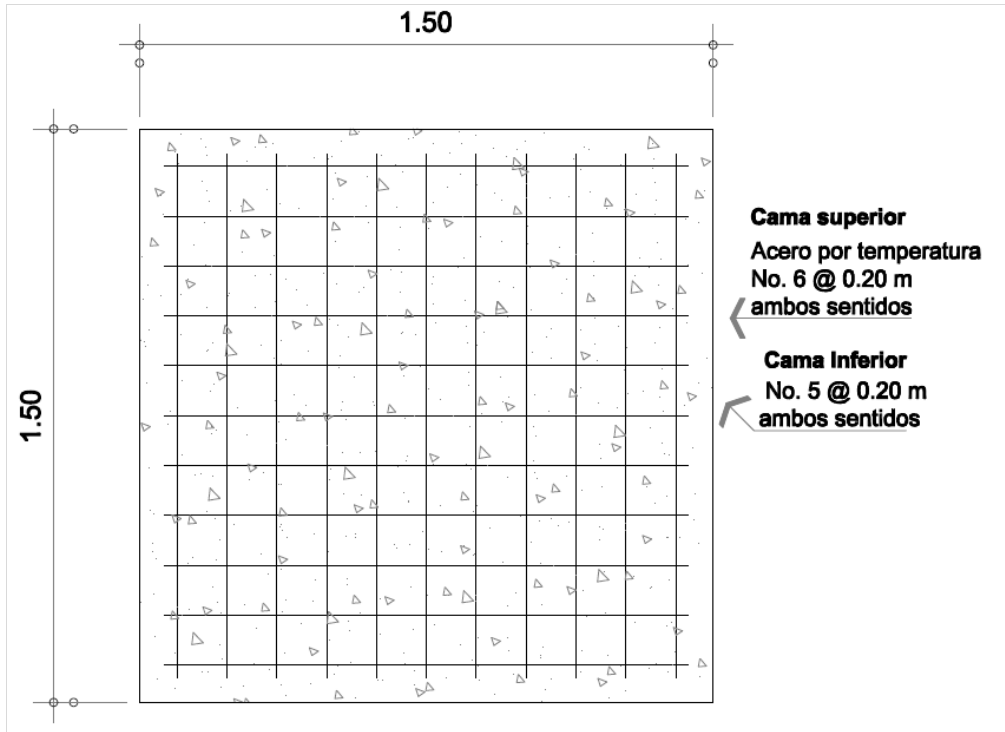
$$S = (A_s \text{No.5} \times b) / A_s$$

$$S = 22,22 \quad \text{cm}$$

$$S = 20,00 \quad \text{cm}$$



Figura 34. Detalle de zapata Z-1



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.2.4.1.4. Diseño de gradas

El módulo de gradas se diseñará como una estructura independiente, con el fin de que al momento de que ocurra un sismo, no se vea afectada por las acciones de la estructura completa evitando que colapsen, dando tiempo para que los usuarios del segundo nivel evacuen el edificio.

Las siguientes relaciones garantizan la comodidad del módulo de gradas:

- $C < 20 \text{ cm}$
- $H > C$

- $2C + H \leq 64$  cm (valor cercano)
- $C + H = 45$  a  $48$  cm
- $C * H = 480$  a  $500$  cm<sup>2</sup>

Donde:

C = contrahuella

H = huella

- Número de escalones:

$$\frac{h}{c} = \frac{3,15 \text{ m}}{0,16} = 19,5 \approx 20 \text{ escalones}$$

Esto quiere decir que se tomarán 10 contrahuellas antes del descanso.

$$\text{Núm. huellas} = 10 - 1 = 9 \text{ huellas}$$

Ahora se debe realizar el chequeo:

- $C = 16$  cm  $<$   $20$  cm
- $H = 30$  cm  $>$   $C = 16$  cm
- $2C + H = 62 \leq 64$  cm
- $C + H = 46$  cm; entre  $45$  a  $48$  cm
- $C * H = 480$  cm<sup>2</sup> =  $480$  a  $500$  cm<sup>2</sup>

Como todas chequean, se tienen 10 contrahuellas de 16 cm y 9 huellas de 30 cm.

- Integración de cargas:

Peso propio de las gradas:

$$W_e = \gamma \left( t + \frac{c}{2} \right)$$
$$W_e = 2400 \left( 0,12 + \frac{0,16}{2} \right) = 480 \text{ kg/m}^2$$

CM =  $W_e$  + sobrecarga y acabados

$$CM = 480 + 150 = 630 \text{ kg/m}^2$$

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

$$CU = 1,4(630) + 1,7(500) = 1732 \text{ kg/m}^2$$

Tomando en cuenta que la longitud de la losa está inclinada se calcula la longitud de la siguiente manera:

$$L = \sqrt{1,6^2 + 2,7^2} = 3,15 \text{ m}$$

- Espesor:

$$t = \frac{L}{24} = \frac{3,13}{24} = 0,12 \text{ m}$$

El espesor de la losa será de 12 cm.

- Momentos actuantes:

La losa se considera armada en una dirección, apoyada únicamente en los extremos, por lo que el cálculo de los momentos actuantes se realiza de la siguiente manera:

$$M_{(+)} = \frac{W * L^2}{9} = \frac{1\,732 * 3,15^2}{9} = 1\,885,36 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{(-)} = \frac{W * L^2}{14} = \frac{1\,732 * 3,15^2}{14} = 1\,212,07 \text{ kg} - \text{m}$$

Para efectos de diseño se tomará el momento mayor, el cual es  $M(+)$  = 1 885,36 kg-m.

- Acero:

Para esto se toma una franja unitaria de  $b = 100 \text{ cm}$  y se determina el peralte (D) efectivo de estas:

$$D = (\text{espesor}) - (\text{recubrimiento}) - \left( \frac{\text{diametro de la varilla Núm. 4}}{2} \right)$$

$$D = (15\text{cm}) - (2,5 \text{ cm}) - \left( \frac{1,27}{2} \text{ cm} \right) = 9,90 \text{ cm}$$

- Acero mínimo:

$$A_{S_{\min}} = \left( \frac{0,80\sqrt{f'c}}{f_y} \right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = \left( \frac{0,80 \sqrt{210}}{2\,810} \right) * (100 \text{ cm}) * (9,90 \text{ cm}) = 4,07 \text{ cm}^2$$

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

$$A_{S_{\min}} = \left( \frac{14,1}{2\,810 \text{ kg/cm}^2} \right) * (100 \text{ cm}) * (9,865 \text{ cm}) = 4,95 \text{ cm}^2$$

- Acero requerido por  $M_{(+)}$ :

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

$$A_s = \frac{0,85 * 210}{2810} \left( (100 * 9,865) - \sqrt{(100 * 9,865)^2 - \frac{1885,36 * 100}{0,003825 * 210}} \right) = 8,07 \text{ cm}^2$$

Separación de refuerzo para varilla Núm. 4:

$$S = \frac{(1,27 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{8,07 \text{ cm}^2} = 15,72 \text{ cm}$$

Para efectos de armado, se debe colocar barras Núm. 4 @ 15 cm.

- Acero por temperatura:

$$A_s = 0,002 * b * t = 0,002 * 100 * 12 = 2,40 \text{ cm}^2$$

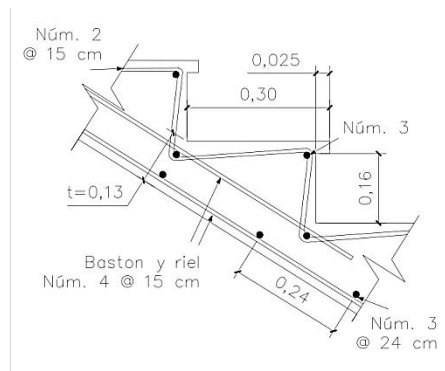
Separación de refuerzo para varilla Núm. 3:

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{2,4 \text{ cm}^2} = 29,58 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 2 * t = 2 * 12 = 24 \text{ cm}$$

Para efectos de armado de acero por temperatura, se debe colocar barras Núm. 3 @ 24 cm en el sentido transversal. Los detalles del módulo de gradas se pueden observar en los anexos.

Figura 35. **Detalle de armado de gradas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.2.5. Instalaciones eléctricas

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- Iluminación uniforme
- Iluminancia óptima
- Ausencia de brillos deslumbrantes
- Condiciones de contraste adecuadas
- Colores correctos
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador, etcétera. Diseño de instalaciones eléctricas. Se propone utilizar flipón de 20 Amperios para carga viva de 120 voltios, con la fórmula siguiente se determina si el circuito no excede al flipón:

$$I = P/V$$

Donde:

I = corriente (amperios)

P = potencia (watts)

V = voltaje (voltios)

Para iluminación se utilizara lo siguiente: plafoneras con capacidad de 100 watts, en el circuito se recomienda utilizar un promedio de 8 a 10 plafoneras por circuito, por si hay problemas de iluminación que no sea mucha área cubierta:

$$P = 100 * 10 = 1\ 000 \text{ (watts)}$$

$$I = 1\ 000$$

$$120 \approx 9 \text{ amperios}$$

La cantidad de plafoneras a colocar no excede al flipón. Para fuerza se utilizara lo siguiente: toma corrientes doble con consumo aproximado de 180 watts. En el circuito se recomienda utilizar un promedio de 5 a 7 tomacorrientes.

$$P = 180 * 7 = 1\ 260 \text{ (watts)}$$

$$I = 1\ 260$$

$$120 \approx 11 \text{ amperios}$$

La cantidad de tomacorrientes a utilizar no excede al flipón.

### **2.2.6. Instalaciones hidráulicas y sanitarias**

El diseño de las instalaciones hidráulicas sirve para garantizar el buen funcionamiento de los servicios de agua potable y drenajes del edificio universitario.

Las instalaciones hidráulicas del edificio universitario se diseñaron procurando mantener la presión de agua dentro del circuito. El tipo de material para la tubería es de PVC.

El PVC. es un material muy utilizado para instalaciones hidráulicas por las ventajas que ofrece sobre otros materiales. En las ventajas a mencionar está el costo, manejo (por ser un material liviano), resistencia (presiones altas) y resistencia a la corrosión.

Para el diseño de las instalaciones hidráulicas, se tomó el método de Hunter.

Método Hunter: es un método que asigna a cada aparato sanitario un número de unidades de gasto determinado experimentalmente.

Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de el, debe tenerse en cuenta el tipo de servicio que prestarán los aparatos, si es público o privado.

Aplicando la tabla X se obtiene la demanda para los diferentes aparatos sanitarios dentro del edificio universitario.



26 Inodoros	5 U.H. = 125 U.H.
3 Migitorios	3 U.H. = 9 U.H.
24 Lavamanos	2 U.H. = 48 U.H.
Total	182 U.H. ≈ 190 U.H.

Tabla LX. **Unidades de gasto Hunter**

Pieza	Tipo	Unidades de gasto		
		Total	Agua fría	Agua caliente
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4,5	4,5
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	...
Inodoro	Con válvula semiautomática	8	8	...
Lavadero	Cocina hotel, restaurante	4	3	3
Lavadero	Repostería	3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	...
Bebedero	Múltiple	1	1	...
Lavatorio	Corriente	2	1,5	1,5
Lavatorio	Múltiple	2	1,5	1,5
Botadero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	...
Urinario	Con válvula semiautomática	5	5	...

Fuente: RODRÍGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.90.

Tabla LXI. **Gastos probables método de Hunter (lt/s)**

N° de unidades	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA
3	0,12	-
4	0,16	-
5	0,23	0,91
6	0,25	0,94
7	0,28	0,97
8	0,29	1,00
9	0,32	1,03
10	0,43	1,06
12	0,38	1,12
14	0,42	1,17
16	0,46	1,22
18	0,50	1,27
20	0,54	1,33
22	0,58	1,37
24	0,61	1,42
26	0,67	1,45
28	0,71	1,51
30	0,75	1,55
32	0,79	1,59
34	0,82	1,63
36	0,85	1,67
38	0,88	1,70
40	0,91	1,74
42	0,95	1,78
44	1,00	1,82
46	1,03	1,84
48	1,09	1,92
50	1,13	1,97
55	1,19	2,04
60	1,25	2,11
65	1,31	2,17
70	1,36	2,23
75	1,41	2,29
80	1,45	2,35
85	1,50	2,40
90	1,56	2,45
95	1,62	2,50
100	1,67	2,55
110	1,75	2,60

Fuente: RODRIGUEZ SOZA, Luis Carlos. *Guía para las instalaciones sanitarias en edificios*. p.91.

De la tabla anterior se obtiene el gasto probable para los aparatos sanitarios que es de 1,36 litros sobre segundo.

Aplicando el factor de corrección de 0,60

$$DMP = 1,36 * 0,60 = 0,816 \approx 0,82 * 10^{-3} m^3/s$$

Determinando el diámetro de la tubería a usar.

$$Q = A * V$$

$$A = Q / V$$

La velocidad promedio de la red municipal para el edificio es de 5 metros sobre segundo.

$$A = 0,82 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \div 5 \text{ m/s} = 1,64 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \approx 0,25 \text{ pulg}^2$$

Se usará tubería de ¾" con área de 0,25 pulg<sup>2</sup>

### **2.2.7. Planos constructivos**

Los diseños correspondientes se detallan en los planos en el apéndice.

- Plano de planta amueblada
- Plano de planta acotada
- Plano de elevaciones
- Plano de secciones
- Plano de estructuras + cimentaciones
- Plano de losas + vigas + gradas
- Plano de instalaciones hidráulicas
- Plano de instalaciones sanitarias
- Plano de drenaje pluvial
- Plano de electricidad iluminación
- Plano de electricidad fuerza
- Plano de planta de acabados

### **2.2.8. Presupuestos**

El presupuesto se elaboró con base a precios unitarios, aplicando un 45 por ciento de costos indirectos, en los cuales se incluyen gastos de administración, supervisión y utilidades. Los precios de los materiales se

obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y la mano de obra se calculó de acuerdo a los salarios establecidos por la municipalidad.

Tabla LXII. Presupuesto

**SALÓN POLIDEPORTIVO COMUNAL  
DE LA ALDEA LA JOYA, PACHALUM, QUICHÉ.**

Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	Limpia y Chapeo	m <sup>2</sup>	1120,00	Q 5,28	Q 5 913,60
2	Trazo	m <sup>2</sup>	180,00	Q 32,84	Q 5 911,20
3	Bodega y Guardianía	m <sup>2</sup>	60,00	Q 156,25	Q 9 375,00
4	Zapata	Unidad	12,00	Q 3 517,01	Q 42 204,12
5	Cimiento corrido	ml	106,45	Q 388,22	Q 41 326,31
6	Muro de cimentación	m <sup>2</sup>	66,00	Q 366,00	Q 24 156,00
7	Solera de Humedad	ml	66,00	Q 584,00	Q 38 544,00
8	Columna Tipo C-1	Unidad	12,00	Q 7 465,61	Q 89 587,30
9	Columna Tipo C-2	Unidad	19,00	Q 2 459,98	Q 46 739,68
10	Columna Tipo C-3	Unidad	22,00	Q 1 066,47	Q 23 462,31
11	Columna Tipo C-4	Unidad	10,00	Q 896,97	Q 8 969,70
12	Levantado de Block	m <sup>2</sup>	745,15	Q 161,10	Q 120 042,69
13	Solera Intermedia 1	ml	212,90	Q 369,00	Q 78 560,10
14	Solera Intermedia 2	ml	212,90	Q 369,00	Q 78 560,10
15	Dintel de Puertas	ml	7,00	Q 381,00	Q 2 667,00
16	Losa	m <sup>2</sup>	583,30	Q 1 549,83	Q 904 015,32
17	Piso	m <sup>2</sup>	408,60	Q 274,81	Q 112 288,01
18	Gradas	m <sup>2</sup>	16,13	Q 2 111,53	Q 34 058,96
19	Viga 1	Unidad	10,00	Q 4 712,52	Q 47 125,20
20	Viga 2	Unidad	6,00	Q 4 031,72	Q 24 190,31
21	Cancha polideportiva	Unidad	1,00	Q 373 999,21	Q 373 999,21
22	Puerta de Metal	Unidad	7,00	Q 1 732,04	Q 12 124,30
23	Ventanas	Unidad	7,00	Q 2 684,95	Q 18 794,64
24	Repello	m <sup>2</sup>	2073,60	Q 62,89	Q 130 410,22
25	Cernido vertical	m <sup>2</sup>	2073,60	Q 46,76	Q 96 951,47
26	Azulejo	m <sup>2</sup>	250,00	Q 282,14	Q 70 533,80
27	Instalaciones Hidráulicas	Global	1,00	Q 10 559,63	Q 10 559,63
28	Drenajes pluviales y aguas negras	Global	1,00	Q 79 572,52	Q 79 572,52
29	Instalaciones Eléctricas Iluminación	Global	1,00	Q 41 620,80	Q 41 620,80
30	Instalaciones Eléctricas Fuerza	Global	1,00	Q 32 248,73	Q 32 248,73
31	Banqueta	m <sup>3</sup>	42,40	Q 4 285,43	Q 181 702,44
32	Supervisión	Global	1,00	Q 22 465,00	Q 22 465,00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 2 808 679,63</b>

Fuente: elaboración propia.





### **2.2.10. Evaluación del Impacto Ambiental (EIA)**

Para la determinación del impacto ambiental que generará el proyecto, se emplea el método de la Matriz de Leopold; que consiste en un método cuantitativo y se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz con columnas, representando varias actividades que ejerce un proyecto y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados. Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud de -10 a +10 y el segundo la importancia de 1 a 10 del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

Para este proyecto, se procedió a dar valores en el rango de -5 a 5 al resultado de cada acción sobre cada factor ambiental, los valores muestran si el impacto será positivo o negativo.

Según la Matriz de Leopold, el proyecto no tendrá impacto ambiental, sin embargo se hace notorio que el proyecto pudiera tener un impacto negativo en las aguas subterráneas de los alrededores del proyecto; esto se pretenderá evitar por medio de la adecuada utilización de las fosas sépticas, sumado a ello, se deberá tener especial atención al mantenimiento de las mismas.

Tabla LXV. **Matriz de Leopold**

			Planificación	Construcción				Operación			
			Trazo	Instalaciones provisionales	Movimiento de tierras	Instalación de Tubería	Instalación de conexiones domiciliarias	Operación del sistema	Mantenimiento del sistema	IMPACTO EN AMBIENTE	IMPORTANCIA DEL IMPACTO
Medio físico	Aire	Ruido	0	0	-1	2	3	1	3	8	
			4	4	4	5	4	5	5		31
		Humo y gases	1	1	-2	1	4	4	4	4	13
	4		5	4	3	3	5	5			29
	Polvo	0	0	-1	0	2	2			3	
		2	4	5	2	5	5	5			28
	Tierra	Calidad del suelo	0	1	-1	0	0	1	1	2	
			2	3	2	4	5	5	5		26
		Erosión	1	1	0	-1	-1	1	3	1	
	2		3	4	4	5	5	4			27
	Agua	Subterránea	0	-1	-1	-1	-1	1	2	-3	
			3	3	4	4	4	4	4		26
Ríos		2	-1	3	-1	0	0	2	3		
		3	3	4	3	5	5	3			26
Medio Biológico	Fauna	-1	-1	0	0	2	2	1	2		
		5	2	3	3	2	2	2		19	
	Cobertura vegetal	-1	-1	0	0	3	3	3	4		
		4	3	4	2	5	5	4		27	
	Paisaje	1	1	0	2	0	0	1	4		
4		4	4	3	5	5	5	5		35	
Medio Socio-económico	Calidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0		
		0	1	1	3	4	5				14

Fuente: elaboración propia.





## CONCLUSIONES

1. El edificio del polideportivo se diseñó con el método constructivo de marcos estructurales y muros tabique, la construcción fortalecerá un ambiente adecuado para realizar deporte y actividades culturales de la aldea, evitando que se genere óseo y malas prácticas en los jóvenes. Los habitantes a beneficiar son 1 486 actual y 3 175 a futuro, el costo del proyecto será de Q 2 808 679,63 (Dos millones ochocientos ocho mil seiscientos setenta y nueve con 63 centavos).
2. La red de distribución de agua potable es por medio de ramales abiertos con tubería PVC saliendo de un tanque de distribución alimentado por una fuente de agua natural, beneficiando a 384 habitantes actualmente y 704 a futuro; el costo será de Q 674 861,49 (seiscientos setenta y cuatro mil ochocientos sesenta y uno con 49 centavos).
3. El Ejercicio Profesional Supervisado, se llevó a cabo en el departamento de planificación municipal de la Municipalidad de Pachalum, Quiché. Consistió en proponer soluciones con diseños, basados en normas y parámetros que cumplen con las necesidades existentes de la población, los cuales surgen del diagnóstico de servicios básicos e infraestructura.



## RECOMENDACIONES

1. La construcción de los dos proyectos deberá ser supervisada por personal altamente calificado, para cumplir las especificaciones que se tomaron en cuenta para el diseño de los mismos y así poder garantizar la función y el tiempo de durabilidad.
2. Los materiales utilizados en ambos proyectos deben ser sometidos a pruebas de laboratorio para garantizar la seguridad y condiciones óptimas de resistencias.
3. Impartir por medio de la Municipalidad de Pachalum, Quiché, una inducción a los habitantes de cada localización de los proyectos para brindar un mantenimiento y uso correcto y así evitar complicaciones en los sistemas e instalaciones.
4. Realizar mantenimiento esporádico al edificio polideportivo, para alargar la vida útil de los materiales utilizados y tener garantía de la correcta funcionalidad de instalaciones eléctricas, agua potable y drenajes, entre otros.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. *Requisito de reglamento para el concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario*. Comité ACI 318. California, EE.UU.: ACI, 2004. 490 p.
2. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas estructurales de diseño recomendadas para la República de Guatemala: NR-1, NR-2, NR-3*, Guatemala: Agies, 1996. 90 p.
3. BARRERA CHINCHILLA, Miguel Ángel. *Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea Campanario Progreso, municipio de La Unión, departamento de Zacapa, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 190 p.
4. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
5. CYRIL GOMELLA, Henri Guerrée. *La distribución del agua en las aglomeraciones urbanas y rurales*. España: Reverte, 1982, 295 p.
6. Oficina Sanitaria Panamericana. *Normas de diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: INFOM, 1997. 107 p.

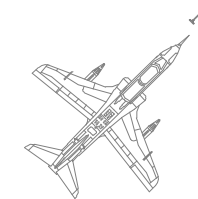


## APÉNDICE

- Diseño del sistema de agua potable de la aldea Los Altos, Pachalum, Quiche
  - Plano 1, planta general
  - Plano 2, planta perfil
  - Plano 3, planta perfil
  - Plano 4, planta perfil
  - Plano 5, planta perfil
  - Plano 6, planta perfil
  - Plano 7, planta perfil
  - Plano 8, caja de captación + conexiones prediales
  - Plano 9, caja rompe presión
  - Plano 10, paso aéreo
  - Plano 11, tanque de distribución
  - Plano 12, Caja para válvulas
  
- Salón polideportivo aldea La Joya, Pachalum Quiché
  - Plano 1, planta amueblada
  - Plano 2, planta acotada
  - Plano 3, elevaciones
  - Plano 4, secciones
  - Plano 5, plano de estructuras + cimentaciones
  - Plano 6, losa, Instalaciones Hidraulicas
  - Plano 8, Instalaciones Sanitarias
  - Plano 9, drenaje Pluvial
  - Plano 10, electricidad iluminación



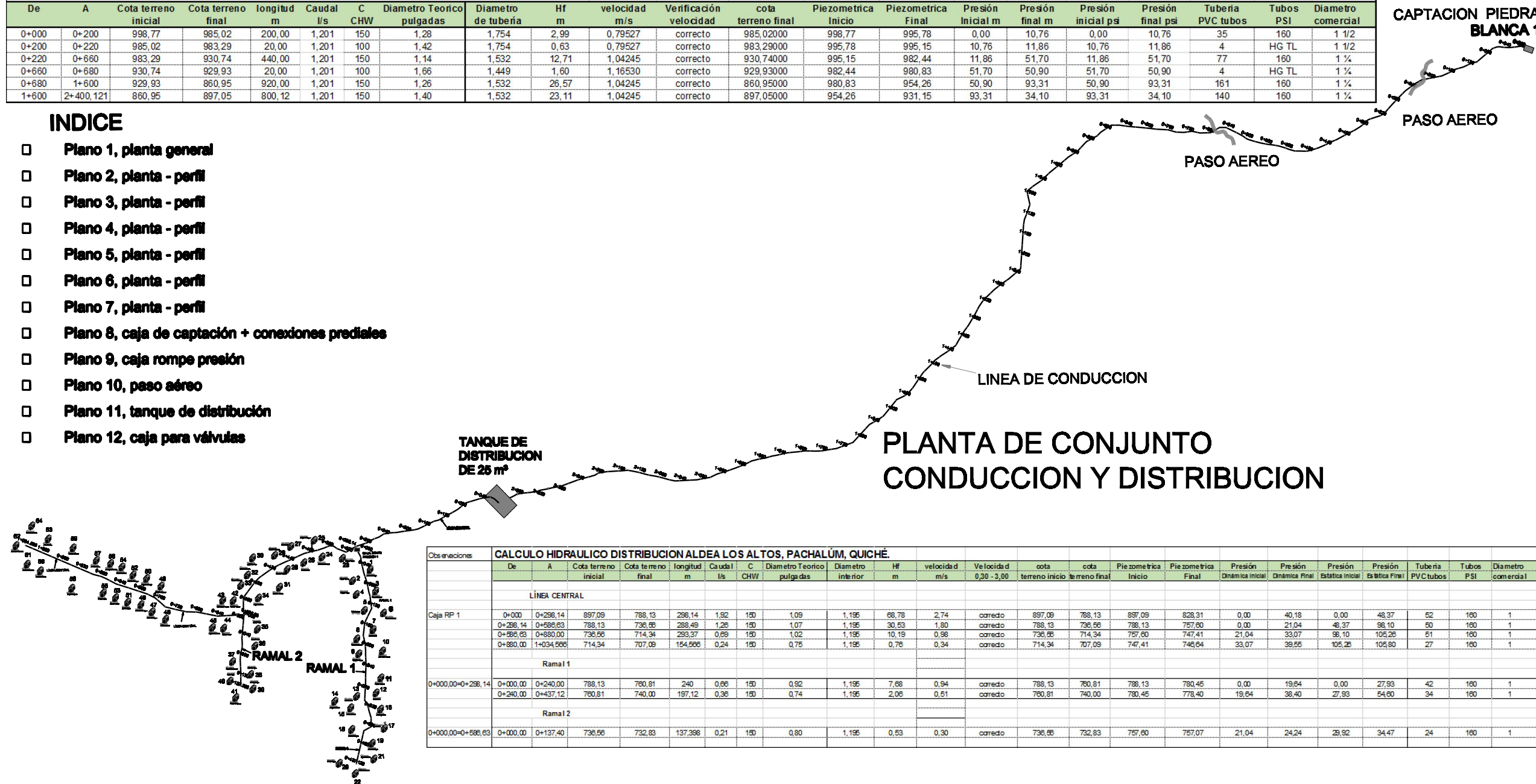
- Plano 11, electricidad fuerza
- Plano 12, planta de acabados



De	A	Cota terreno inicial	Cota terreno final	longitud m	Caudal l/s	C CHW	Diametro Teorico pulgadas	Diametro de tubería	Hf m	velocidad m/s	Verificación velocidad	cota terreno final	Piezometrica Inicio	Piezometrica Final	Presión Inicial m	Presión final m	Presión inicial psi	Presión final psi	Tubería PVC tubos	Tubos PSI	Diametro comercial
0+000	0+200	998,77	985,02	200,00	1,201	150	1,28	1,754	2,99	0,79527	correcto	985,02000	998,77	995,78	0,00	10,76	0,00	10,76	35	160	1 1/2
0+200	0+220	985,02	983,29	20,00	1,201	100	1,42	1,754	0,63	0,79527	correcto	983,29000	995,78	995,15	10,76	11,86	10,76	11,86	4	HG TL	1 1/2
0+220	0+660	983,29	930,74	440,00	1,201	150	1,14	1,532	12,71	1,04245	correcto	930,74000	995,15	982,44	11,86	51,70	11,86	51,70	77	160	1 1/2
0+660	0+680	930,74	929,93	20,00	1,201	100	1,66	1,449	1,60	1,16530	correcto	929,93000	982,44	980,83	51,70	50,90	51,70	50,90	4	HG TL	1 1/2
0+680	1+600	929,93	860,95	920,00	1,201	150	1,26	1,532	26,57	1,04245	correcto	860,95000	980,83	954,26	50,90	93,31	50,90	93,31	161	160	1 1/2
1+600	2+400,121	860,95	897,05	800,12	1,201	150	1,40	1,532	23,11	1,04245	correcto	897,05000	954,26	931,15	93,31	34,10	93,31	34,10	140	160	1 1/2

### INDICE

- Plano 1, planta general
- Plano 2, planta - perfil
- Plano 3, planta - perfil
- Plano 4, planta - perfil
- Plano 5, planta - perfil
- Plano 6, planta - perfil
- Plano 7, planta - perfil
- Plano 8, caja de captación + conexiones prediales
- Plano 9, caja rompe presión
- Plano 10, paso aéreo
- Plano 11, tanque de distribución
- Plano 12, caja para válvulas



De	A	Cota terreno inicial	Cota terreno final	longitud m	Caudal l/s	C CHW	Diametro Teorico pulgadas	Diametro interior	Hf m	velocidad m/s	Velocidad 0,30 - 3,00	cota terreno inicio	cota terreno final	Piezometrica Inicio	Piezometrica Final	Presión Dinamica Inicial	Presión Dinamica Final	Presión Estática Inicial	Presión Estática Final	Tubería PVC tubos	Tubos PSI	Diametro comercial
LÍNEA CENTRAL																						
Caja RP 1	0+000	0+298,14	897,09	788,13	298,14	1,82	1,09	1,195	68,78	2,74	correcto	897,09	788,13	897,09	828,31	0,00	40,18	0,00	48,37	52	160	1
	0+298,14	0+586,63	788,13	736,66	288,49	1,28	1,07	1,195	30,63	1,80	correcto	788,13	736,66	788,13	757,60	0,00	21,04	48,37	98,10	50	160	1
	0+586,63	0+880,00	736,66	714,34	293,37	0,69	1,02	1,195	10,19	0,98	correcto	736,66	714,34	757,60	747,41	21,04	33,07	98,10	105,26	51	160	1
	0+880,00	1+034,666	714,34	707,09	154,666	0,24	0,75	1,195	0,76	0,34	correcto	714,34	707,09	747,41	746,64	33,07	39,65	105,26	105,80	27	160	1
Ramal 1																						
0+000,00=0+298,14	0+000,00	0+240,00	788,13	760,81	240	0,66	0,92	1,195	7,68	0,94	correcto	788,13	760,81	788,13	780,45	0,00	19,64	0,00	27,93	42	160	1
	0+240,00	0+437,12	760,81	740,00	197,12	0,38	0,74	1,195	2,06	0,51	correcto	760,81	740,00	780,45	778,40	19,64	38,40	27,93	54,60	34	160	1
Ramal 2																						
0+000,00=0+586,63	0+000,00	0+137,40	736,66	732,83	137,366	0,21	0,80	1,195	0,53	0,30	correcto	736,66	732,83	757,60	757,07	21,04	24,24	28,92	34,47	24	160	1

# PLANTA GENERAL

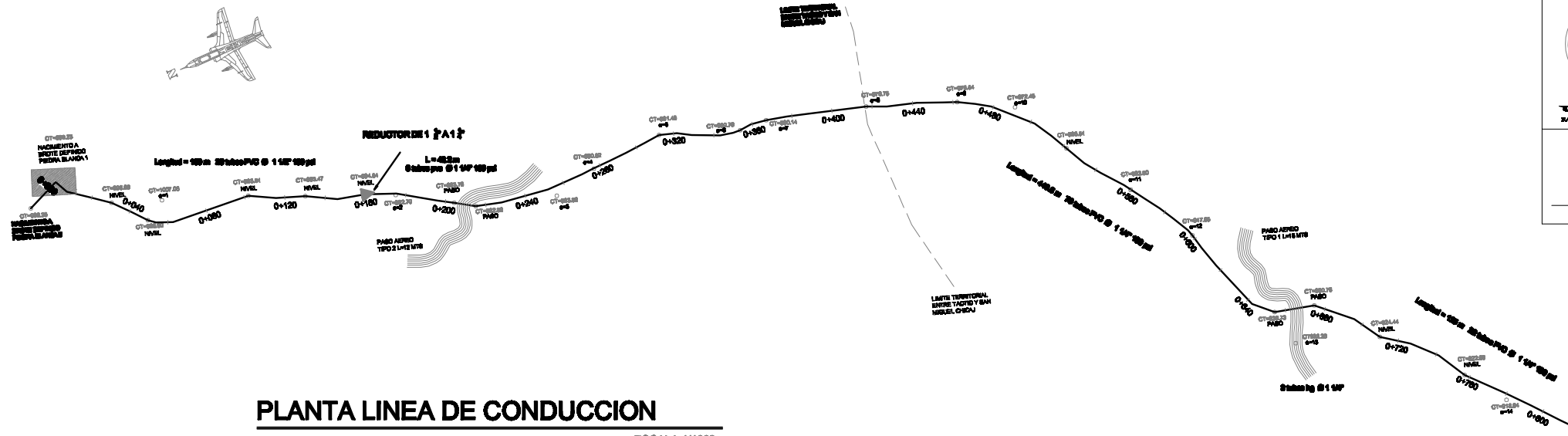
**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**

UBICACION: **ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**

PLANO DE:  
**PLANTA GENERAL.**

FECHA: <b>MARZO DE 2017</b>	No. HOJA:
ESCALA: <b>1:1000</b>	
DISEÑO: <b>INGELIB CORDOBA</b>	
CALCULO: <b>INGELIB CORDOBA</b>	<b>1</b>
DIBUJO: <b>INGELIB CORDOBA</b>	
Vo. Bo. (f): <b>ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA</b>	
CARNÉ: <b>283-18112</b>	



**PLANTA LINEA DE CONDUCCION**  
ESCALA 1/1000

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**

UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.

PLANO DE: **PLANTA GENERAL**

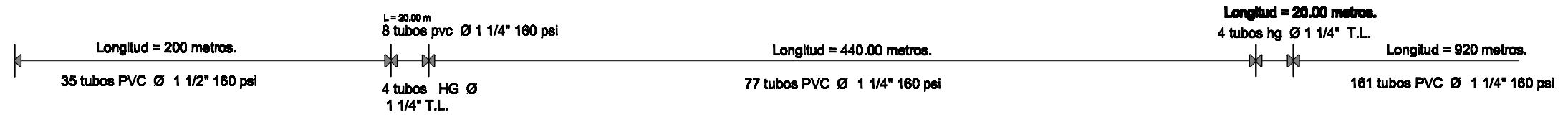
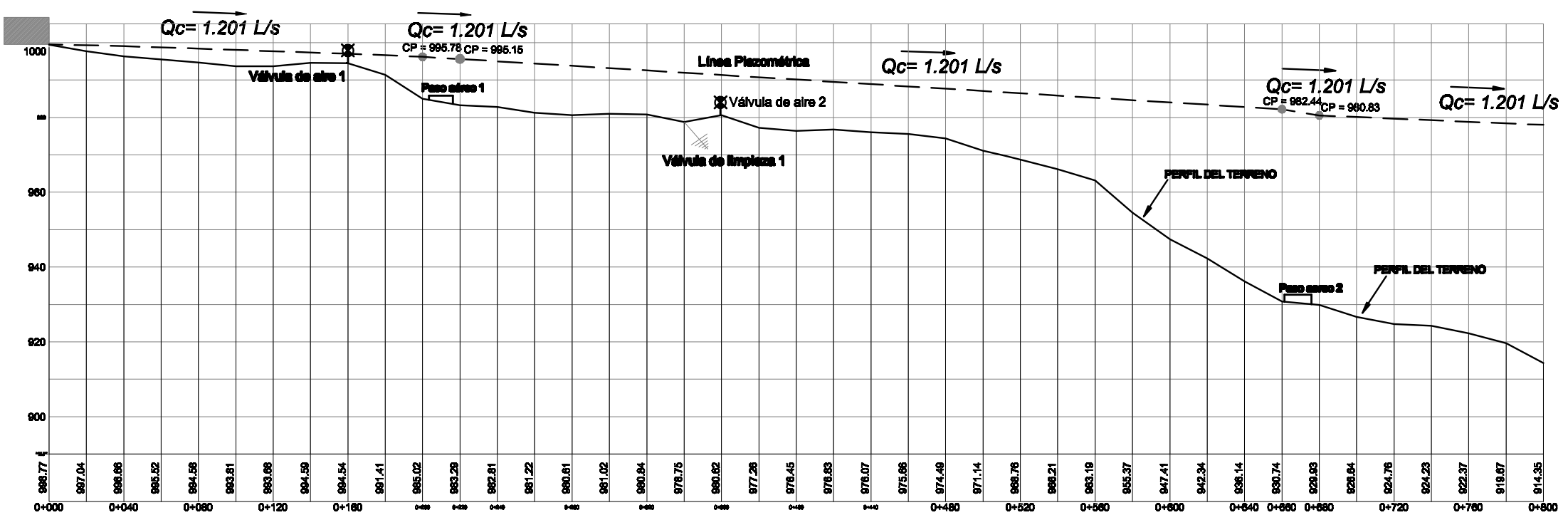
FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:1000  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2807-18112

No. HOJA: **2**

Vo. Bo. (I): ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA

SIMBOLOGÍA	
CP=	Cota piezométrica
0+000	Cambio de estación
E=	Estación
Q=	Caudal
---	Línea piezométrica
---	Línea de tubería
⊗	Reductor Bushing
⊗	Vivande
⊗	Paso Aéreo
⊗	Caja Rompe-presión
⊗	Válvula de aire
⊗	Válvula de limpieza

NACIMIENTO A BROTE DEFINIDO PIEDRA BLANCA 1



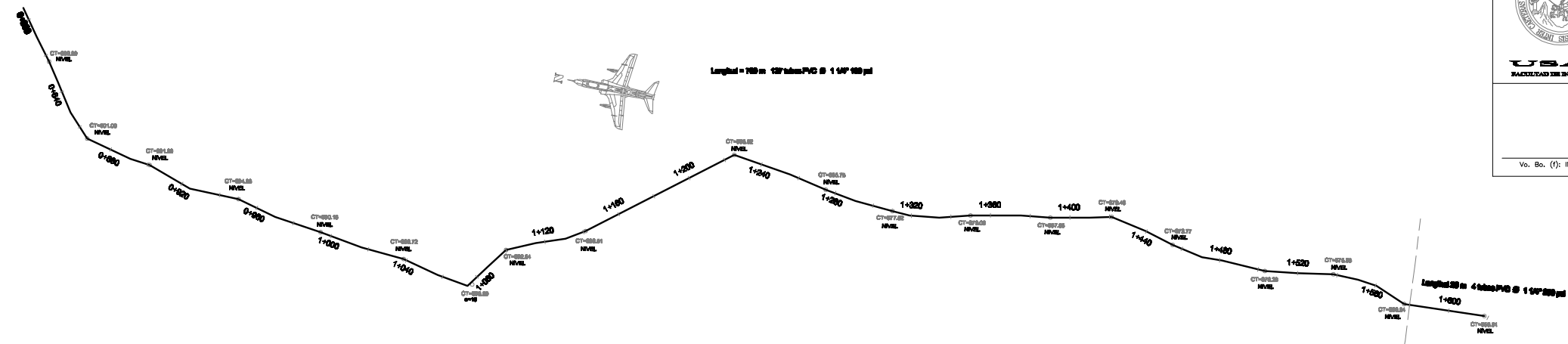
**PERFIL LINEA DE CONDUCCION**

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.  
 UBICACIÓN: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.  
 PLANO DE: PLANTA GENERAL.

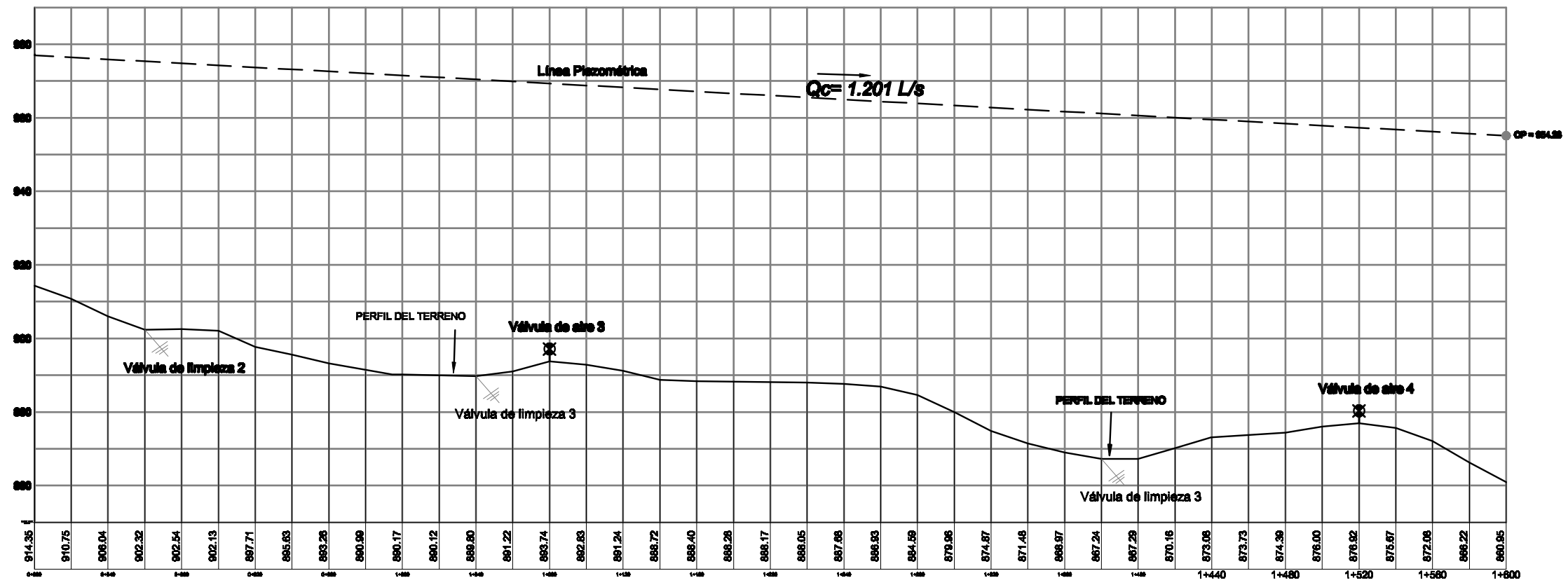
FECHA: MARZO DE 2017	No. HOJA:
ESCALA: 1:1000	3
DISEÑO: MIGUEL CORDOVA	12
CALCULO: MIGUEL CORDOVA	
DIBUJO: MIGUEL CORDOVA	
CARNE: 2807-2012	

Vo. Bo. (I): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA



**PLANTA LINEA DE CONDUCCION**  
 ESCALA 1/1000

SIMBOLOGIA	
CP=	Cota piezométrica
0+000	Caminamiento
E=	Estación
Q=	Caudal
- - -	Línea piezométrica
—○—	Línea de Tubos
△	Reductor de flujo
⊕	Vivienda
▨	Paso Aéreo
■	Caja Rampe-presión
⊕	Válvula de aire
⊕	Válvula de limpieza

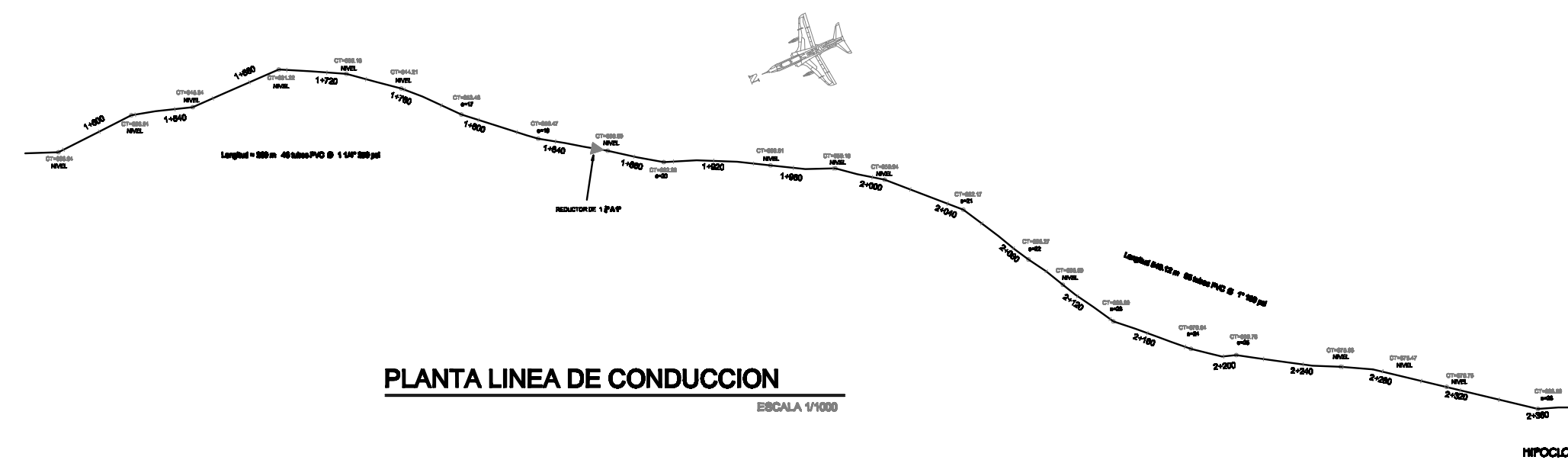


Longitud = 920 metros.  
 161 tubos PVC Ø 1 1/4" 160 psi

**PERFIL LINEA DE CONDUCCION**

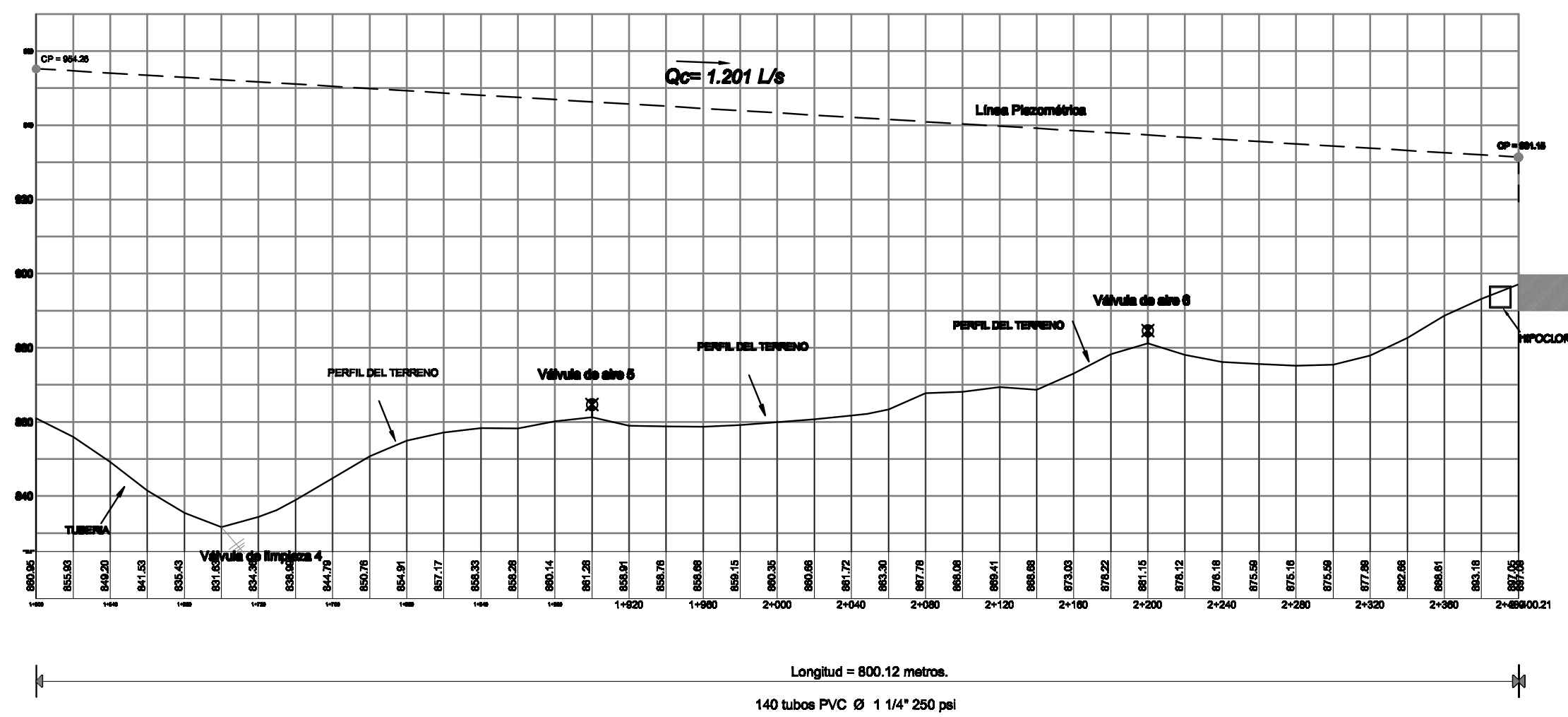
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
 ESCALA VERTICAL 1/100

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**  
 UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.  
 PLANO DE: **PLANTA GENERAL.**  
 FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:1000  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2207-28112  
 No. HOJA: **4**  
 Vo. Bo. (I): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA



**PLANTA LINEA DE CONDUCCION**  
ESCALA 1/1000

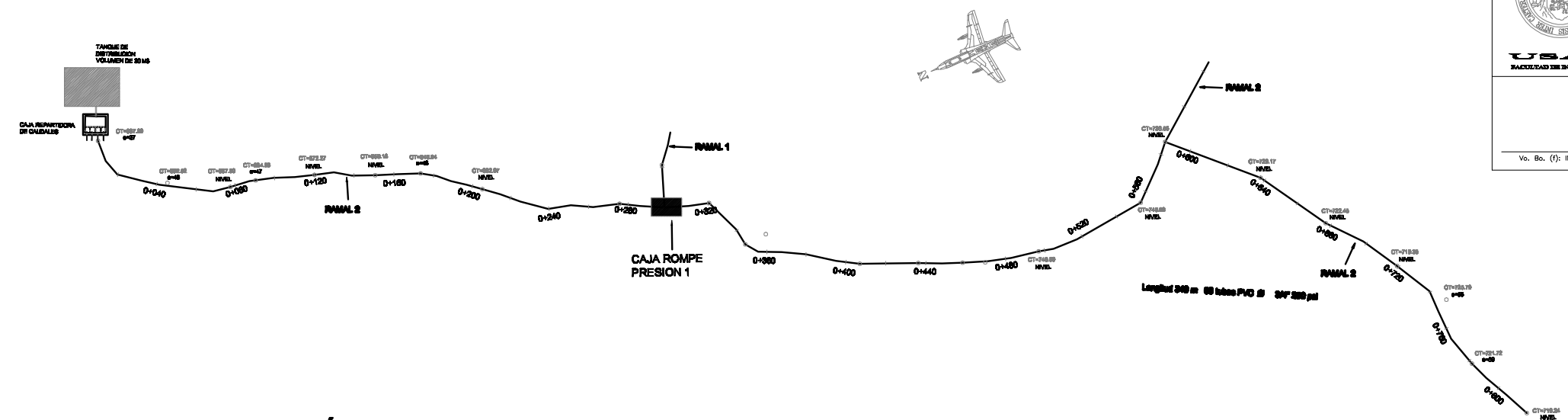
SIMBOLOGÍA	
CP	Cota piezométrica
0+000	Caminamiento
E	Estación
Q	Caudal
---	Línea piezométrica
---	Línea de tubería
○	Reductor Bushing
⊕	Vivanda
⊞	Paso Aéreo
■	Caja Rompe-presión
⊕	Válvula de aire
⊕	Válvula de limpieza



**PERFIL LINEA DE CONDUCCION**

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**  
 UBICACIÓN: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.  
 PLANO DE: **PLANTA GENERAL.**  
 FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:1000  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2807-28112  
 No. HOJA: **5**  
 12

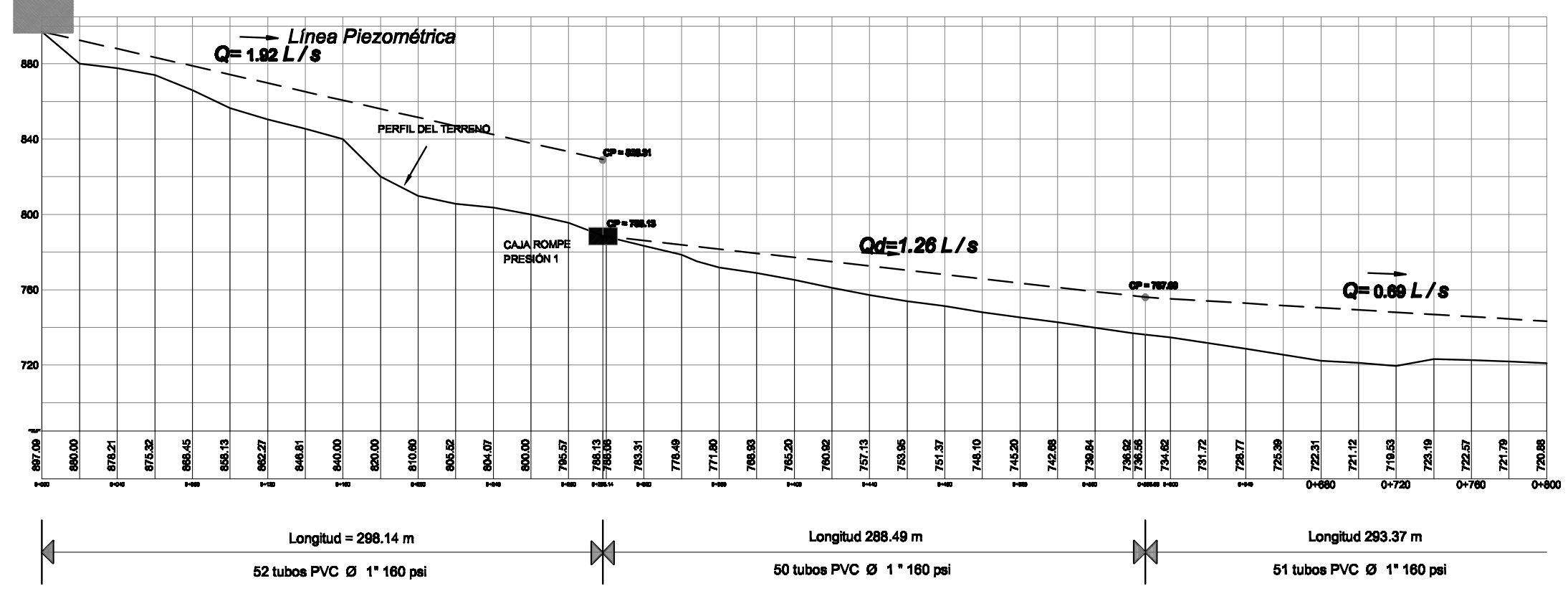


SIMBOLOGÍA	
CP=	Cota piezométrica
0+000	Caminamiento
E=	Estación
Q=	Caudal
---	Línea piezométrica
---	Línea de Tubos
○	Reductor Bushing
■	Caja Rompe-presión

**PLANTA DISTRIBUCION LÍNEA CENTRAL**

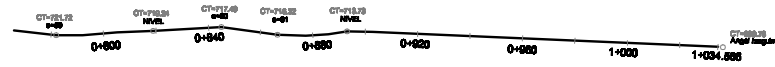
ESCALA 1/1000

TANQUE DE DISTRIBUCION VOLUMEN DE 25 m<sup>3</sup>



**PERFIL DISTRIBUCION LÍNEA CENTRAL**

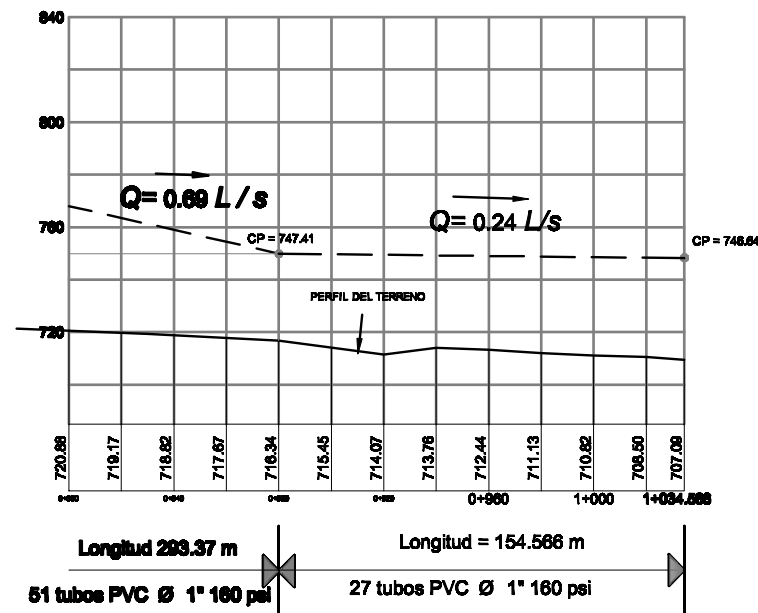
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/1000



**PLANTA DISTRIBUCION LÍNEA CENTRAL**

ESCALA 1/1000

SIMBOLOGÍA	
CP=	Cota piezométrica
0+000	Caminamiento
E=	Estación
Q=	Caudal
---	Línea piezométrica
—	Línea de Tubos
△	Reductor Bushing
■	Caja Rompe-presión

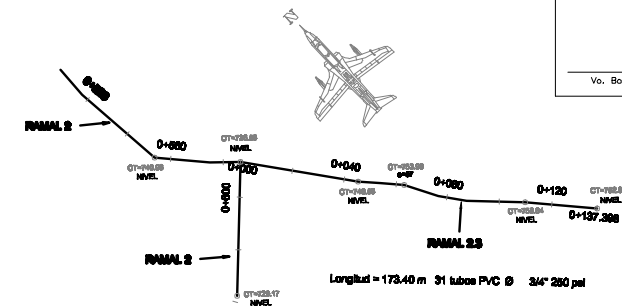
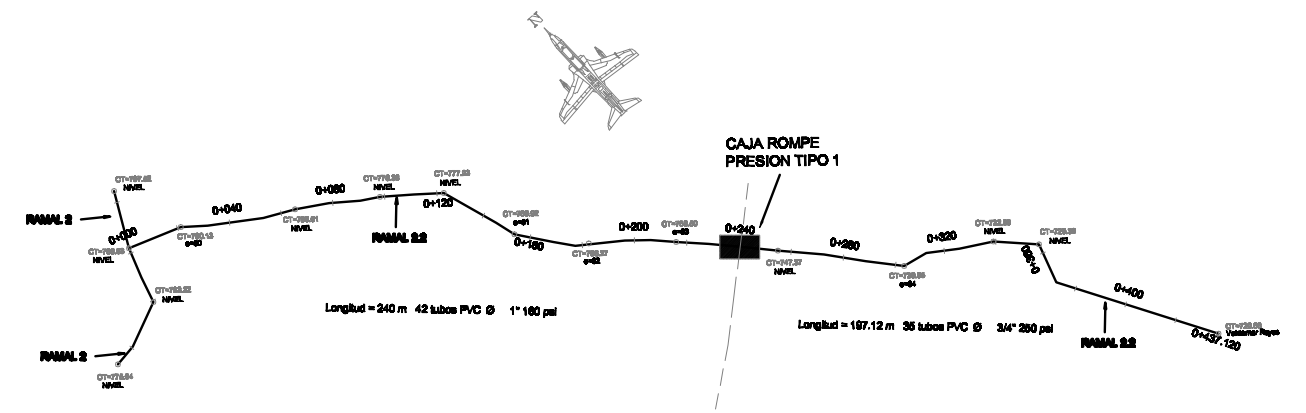


**PERFIL DISTRIBUCION LÍNEA CENTRAL**

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500

<p>USAC UNIVERSIDAD SUPERIOR DE LA AMAZONIA PERUANA</p>	PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALLAM, QUICHÉ.</b>
	UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALLAM, QUICHÉ.
PLANO DE: <b>PLANTA GENERAL</b>	FECHA: MARZO DE 2017 ESCALA: 1:500 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA CALCULO: MIGUEL CORDOVA DIBUJO: MIGUEL CORDOVA CARNÉ: 2807-18112
No. HOJA: <b>6</b>	No. HOJA: <b>12</b>

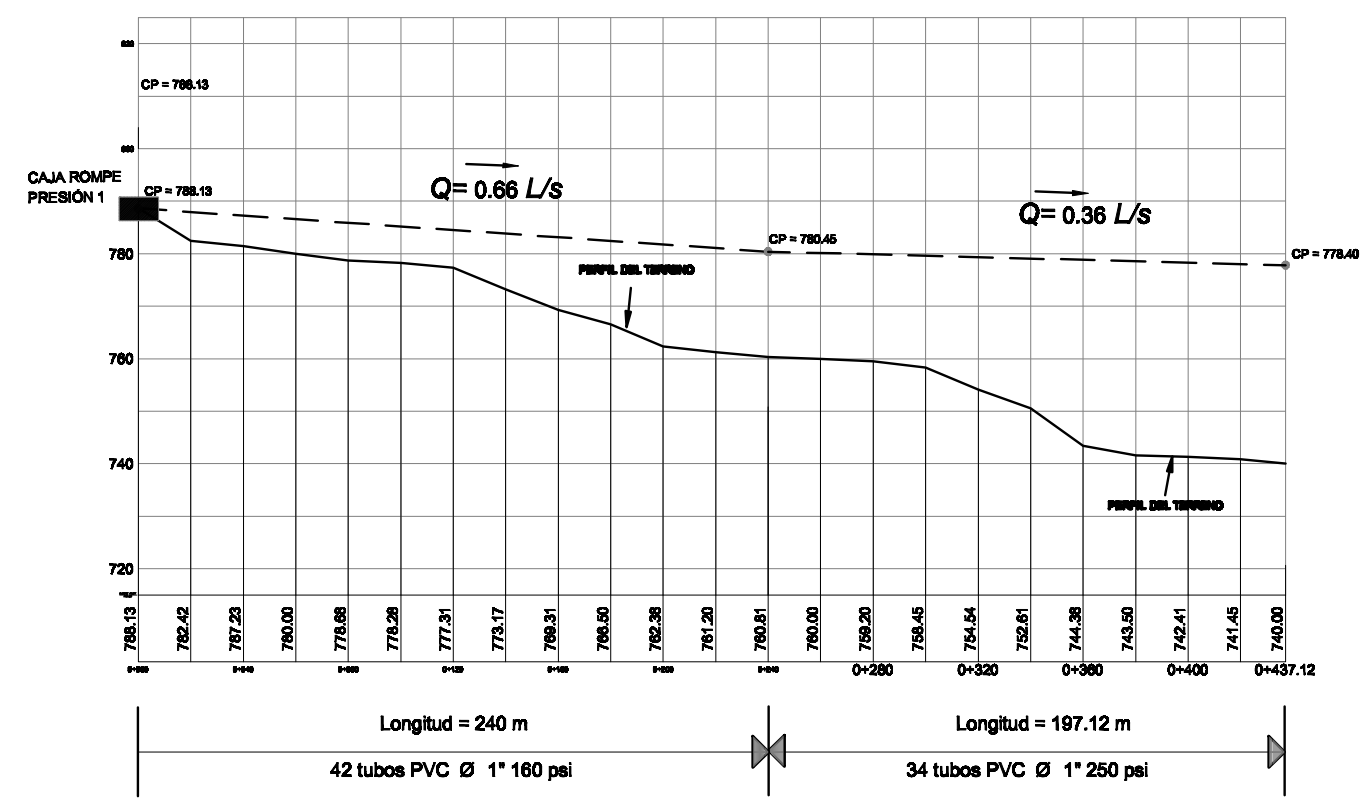
PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUiché.**  
 UBICACIÓN: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUiché.  
 PLANO DE: **PLANTA GENERAL**  
 FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:1000  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2807-28112  
 No. HOJA: **7**  
 12  
 Vo. Bo. (I): ING. SILVO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA



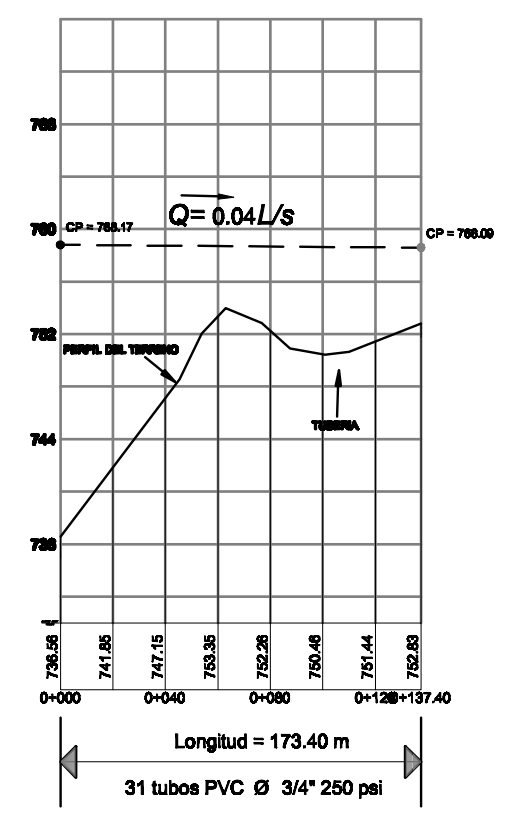
SIMBOLOGÍA	
CP=	Cota piezométrica
0+000	Caminamiento
E=	Estación
Q=	Caudal
---	Línea piezométrica
---	Línea de tubería
△	Reductor Bushing
■	Caja Rompe-presión

**PLANTA RAMAL 1 EST. 0+000 A 0+437.12**  
 ESCALA 1/1000

**PLANTA RAMAL 2 EST. 0+000 A 0+137.4**  
 ESCALA 1/1000



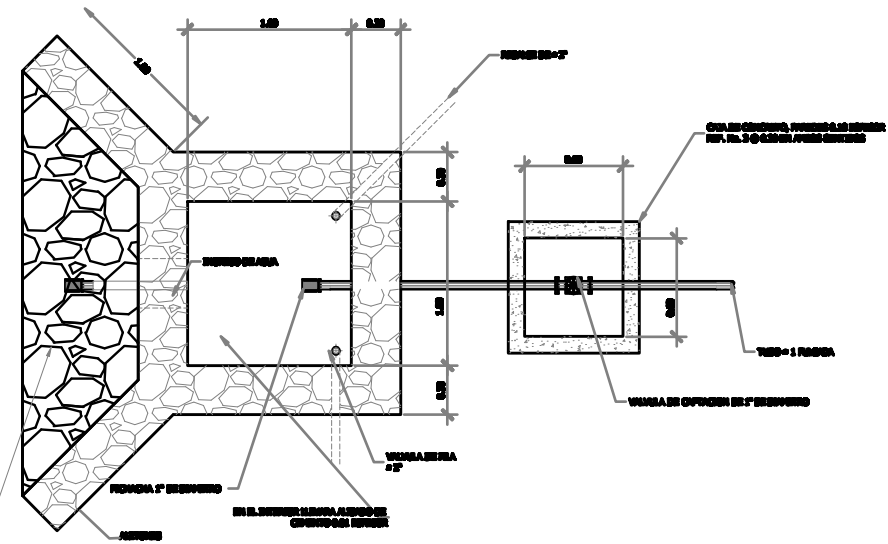
**PERFIL RAMAL 1 EST. 0+000 A 0+437.12**  
 ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
 ESCALA VERTICAL 1/600



**PERFIL RAMAL 2 EST. 0+000 A 0+137.4**  
 ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
 ESCALA VERTICAL 1/600

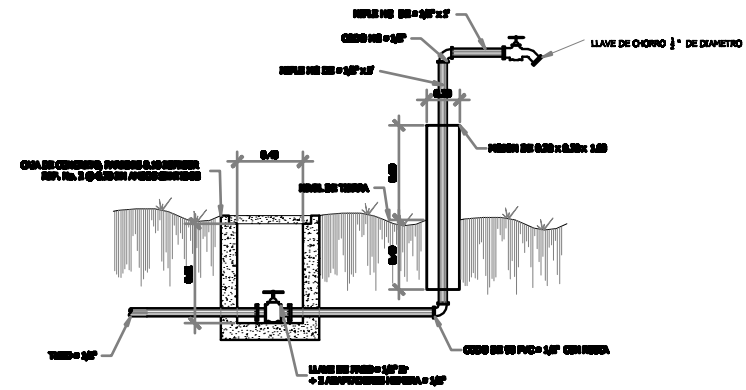


Figura 15. Plano típico de caja de captación + conexiones domiciliarias



PLANTA DE CAJA DE CAPTACION

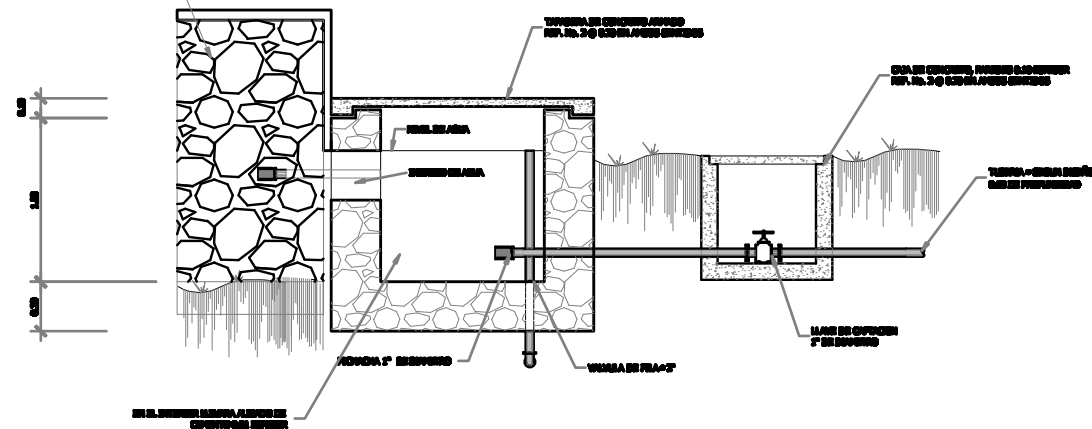
ESCALA 1:20



DETALLE DE CONEXION PREDIAL

ESCALA 1:20

FILTRO PIEDRA BOLA



SECCION DE CAJA DE CAPTACION

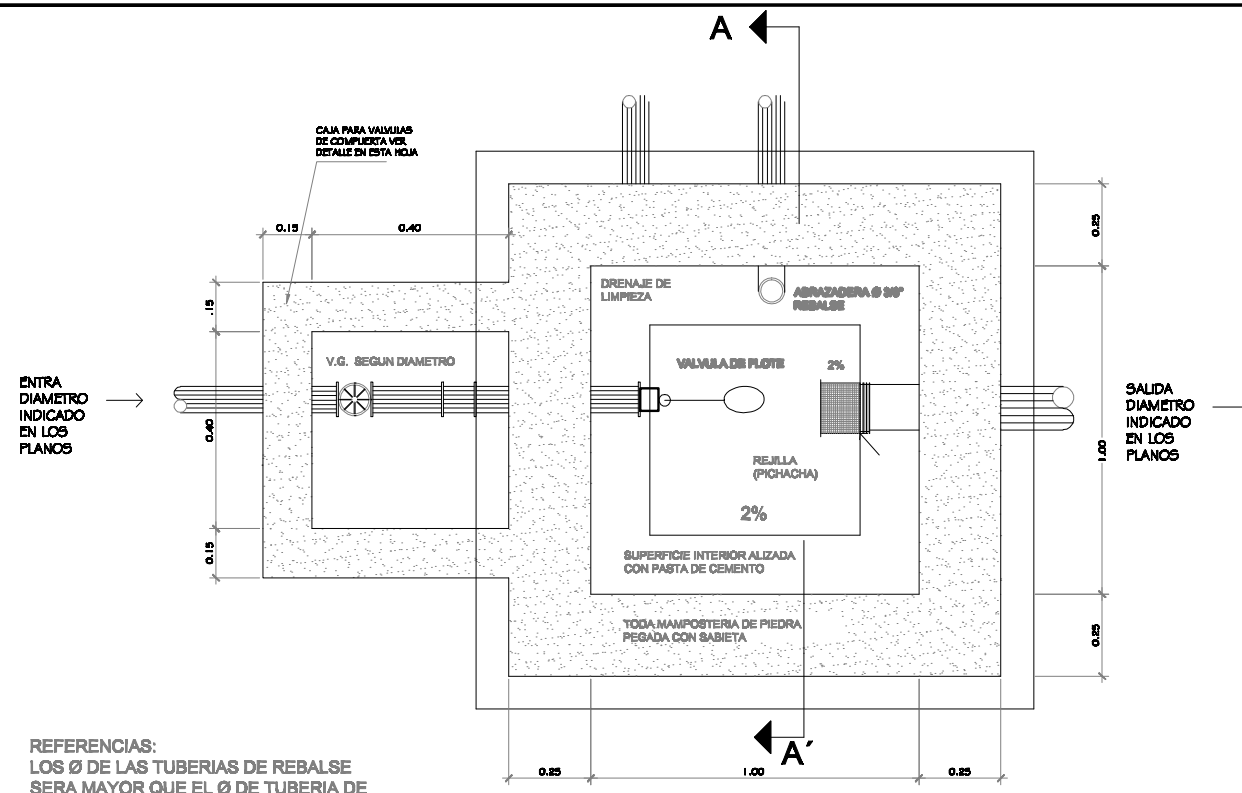
ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES

<b>MAMPOSTERIA DE PIEDRA</b> PIEDRA BOLA 80% MORTERO 20% EL MORTERO A UTILIZAR DEBEA PROPORCION DE MEZCLA DE CEMENTO- ARENA (1:2)	<b>CONCRETO</b> Pc = 210 Kg/cm <sup>3</sup> = 2800 lbs/ft <sup>3</sup> PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO - ARENA - PIEDRA (1 : 2 : 3)	<b>HIERRO</b> Fy = 2500 Kg/cm <sup>2</sup> = 3500 lbs/ft <sup>2</sup> VARILLAS CORROSAS A ESPECIFICACION ASTM A-654-81 GRADO ESTRUCTURAL 25
--	--	---

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
<p>Ubicación: Comunidad Santo Domingo Pele Blanco, Siquinalá, Escuintla.</p> <p>Proyecto: Diseño de Abastecimiento de Agua Potable</p> <p>Contenido: Plano Típico de Caja de Captación + Conexiones Prediales</p>	<p>EPS-INGENIERIA</p> <p>Diseño y cálculo: SEVERO CONSTANTINO ZAMORA JOLIN</p> <p>Fecha: SEVERO C. ZAMORA J., Enero de 2007</p> <p>Hoja: Indicada 6 / 9</p>
<p>Vo. de. Director de Control Académico Escuela</p>	<p>Ing. Juan Herold Cas Arroyo Supervisor de planta</p>

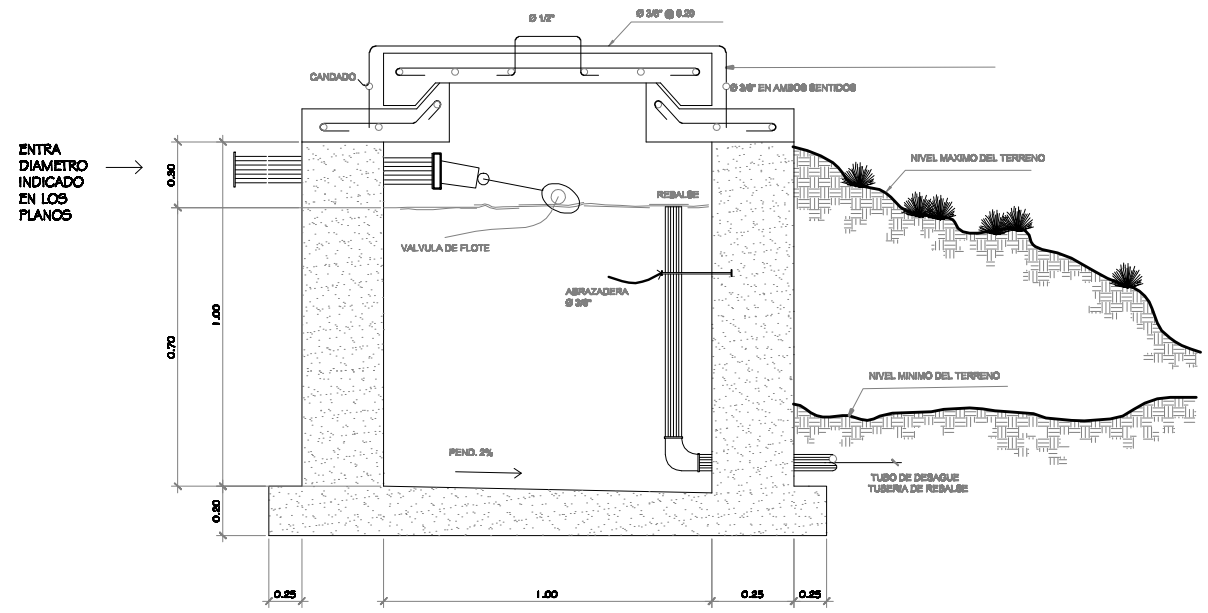
<p>USAC FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALLUM, QUICHÉ.</p> <p>UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALLUM, QUICHÉ.</p>
	<p>PLANO DE: CAJA DE CAPTACION + CONEXIONES PREDIALES</p>
<p>FECHA: MARZO DE 2007</p> <p>ESCALA: 1:100</p> <p>DISEÑO: MIGUEL CORDOVA</p> <p>CALCULO: MIGUEL CORDOVA</p> <p>DIBUJO: MIGUEL CORDOVA</p> <p>CARNE: 2807-15112</p>	<p>No. HOJA: 8</p> <p>12</p>



REFERENCIAS:  
LOS Ø DE LAS TUBERIAS DE REBALSE  
SERA MAYOR QUE EL Ø DE TUBERIA DE  
ENTRADA Y EL MINIMO SERA DE Ø 2".

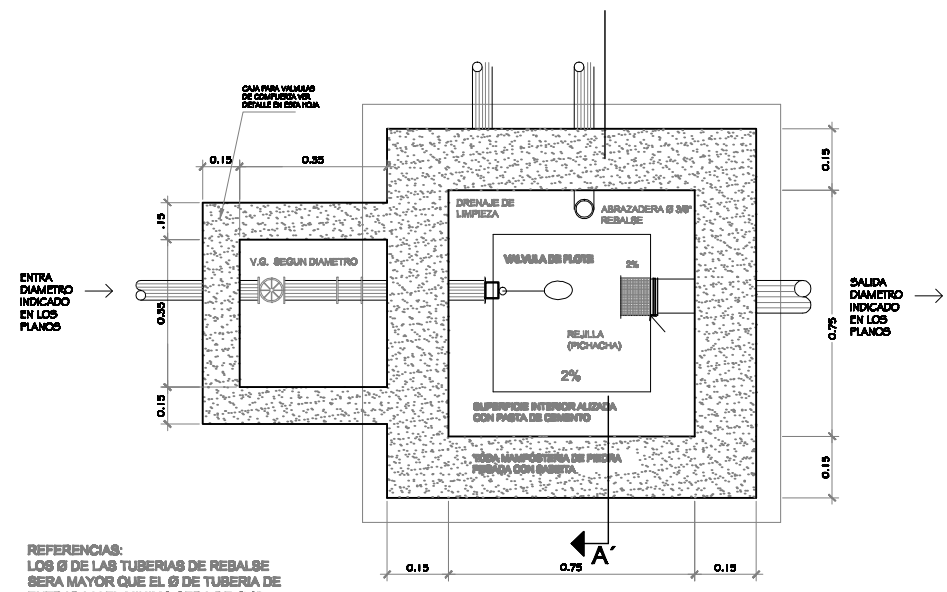
**PLANTA CAJA ROMPE-PRESION TIPO 1**

ESCALA 1/20.



**CORTE A - A'**  
**CAJA ROMPE PRESION TIPO 1**

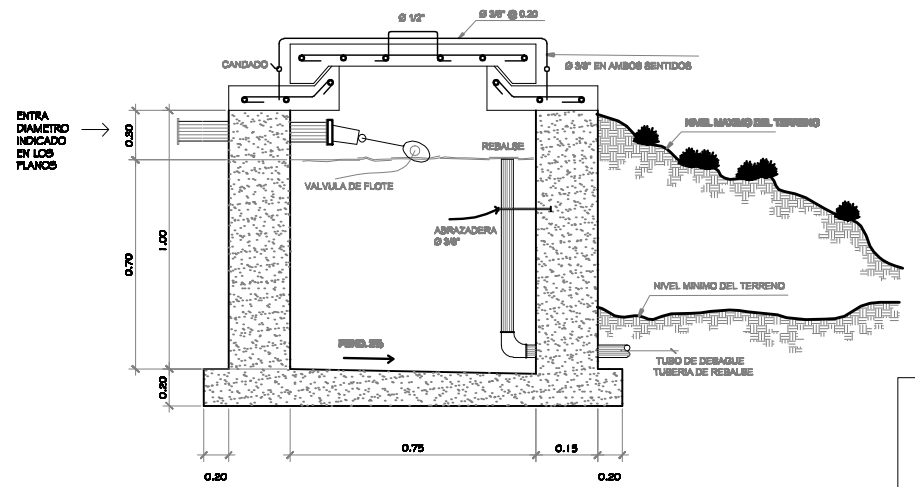
ESCALA 1/20.



REFERENCIAS:  
LOS Ø DE LAS TUBERIAS DE REBALSE  
SERA MAYOR QUE EL Ø DE TUBERIA DE  
ENTRADA Y EL MINIMO SERA DE Ø 2".


**PLANTA CAJA ROMPE-PRESION TIPO 2**

ESCALA 1/20.

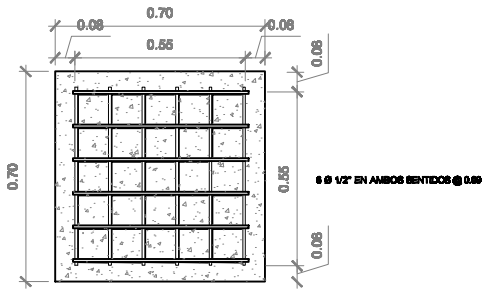
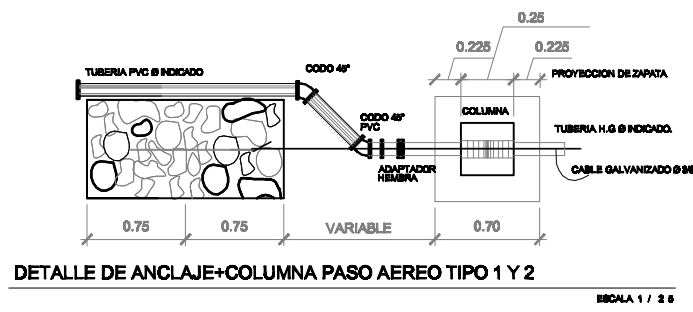


**CORTE A - A'**  
**CAJA ROMPE PRESION TIPO 2**

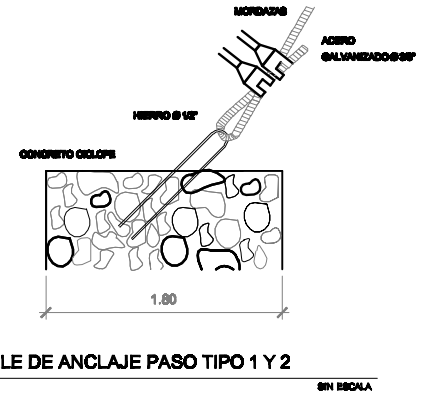
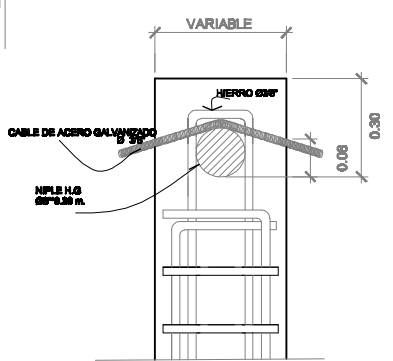
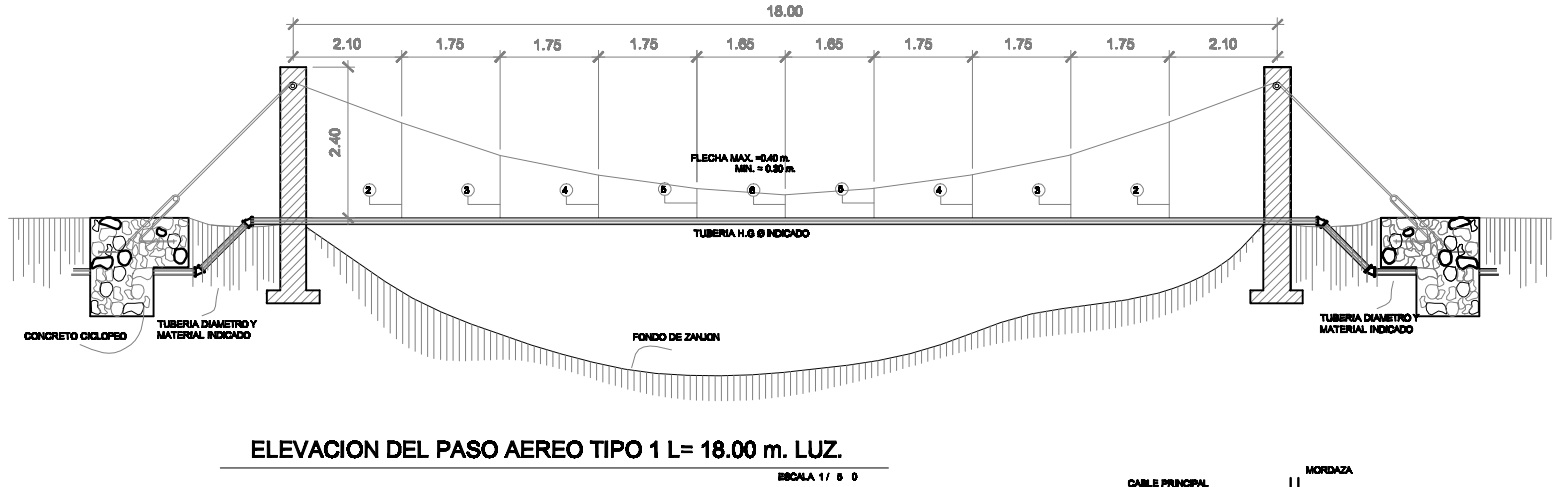
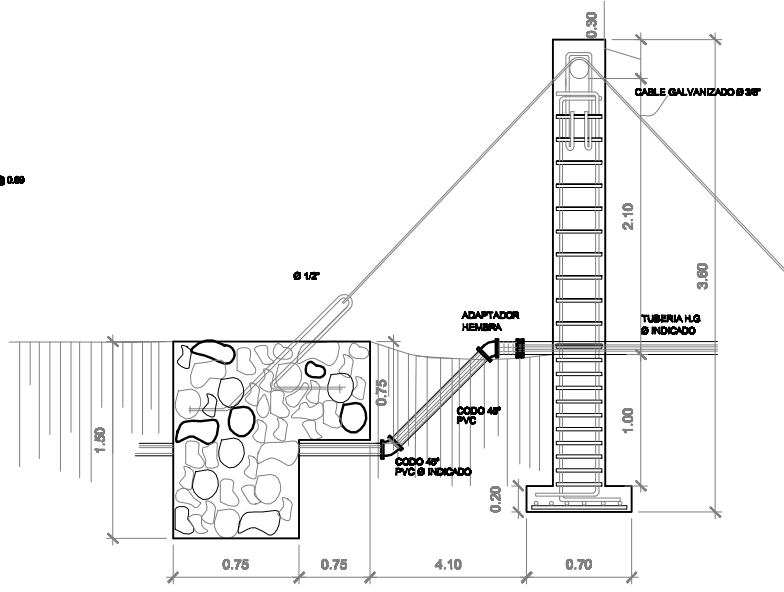
ESCALA 1/20.

	PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.</b>	
	UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.	
PLANO DE: <b>CAJA ROMPE-PRESION</b>		
FECHA: MARZO DE 2017 ESCALA: 1:1000 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA CALCULO: MIGUEL CORDOVA DIBUJO: MIGUEL CORDOVA CARNE: 2007-10112	No. HOJA: <b>9</b>	<b>12</b>
Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA		

Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	CABLE TIRANTE L=18.00m Ø38"
2	2	CABLE DE SUSPENSION L=1.20 Ø14"
3	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.80 Ø14"
4	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.80 Ø14"
5	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.30 Ø14"
6	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.30 Ø14"
7	6	TUBO Ø 1/2" L=20.00 m.
8	10	GUARDA CABLE Ø 1/2"
9	2	GUARDA CABLE Ø 3/8"

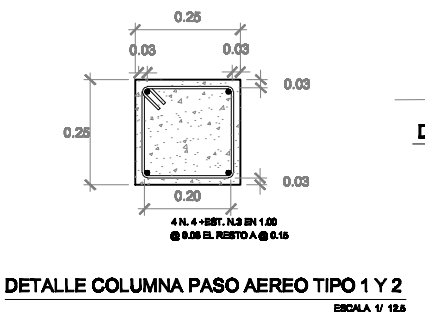
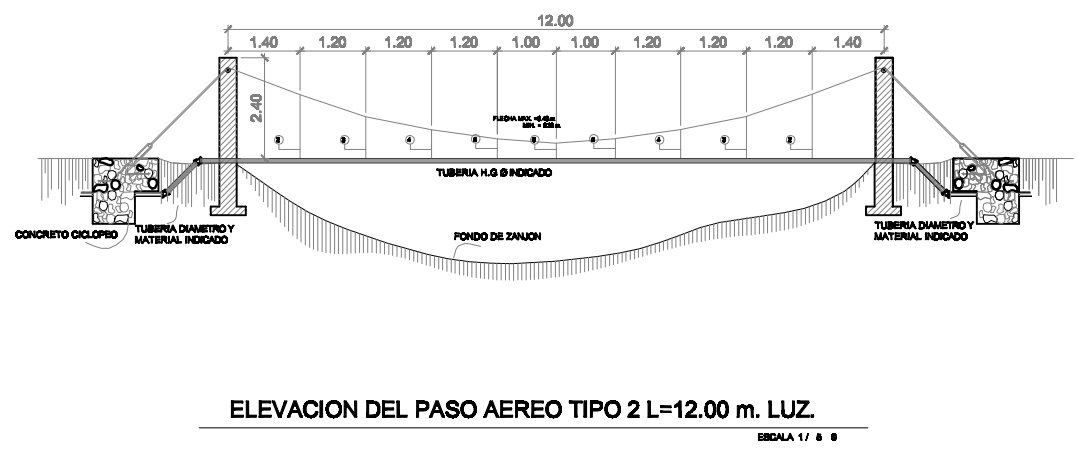
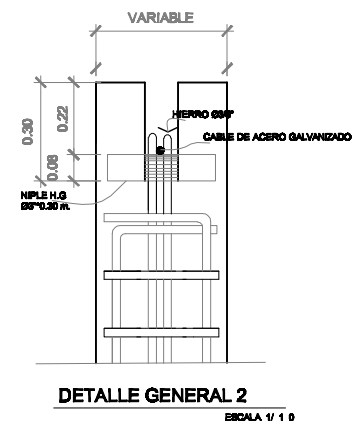


DETALLE DE ZAPATA PASO AEREO TIPO 1 Y 2  
ESCALA 1/12.5



Nº	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	CABLE TIRANTE L=12.00m Ø38"
2	2	CABLE DE SUSPENSION L=1.20 Ø14"
3	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.80 Ø14"
4	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.80 Ø14"
5	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.30 Ø14"
6	2	CABLE DE SUSPENSION L=0.30 Ø14"
7	6	TUBO Ø 1/2" L=20.00 m.
8	10	GUARDA CABLE Ø 1/2"
9	2	GUARDA CABLE Ø 3/8"

DETALLE GENERAL DE SUSPENSION  
EN ESCALA



**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERIA

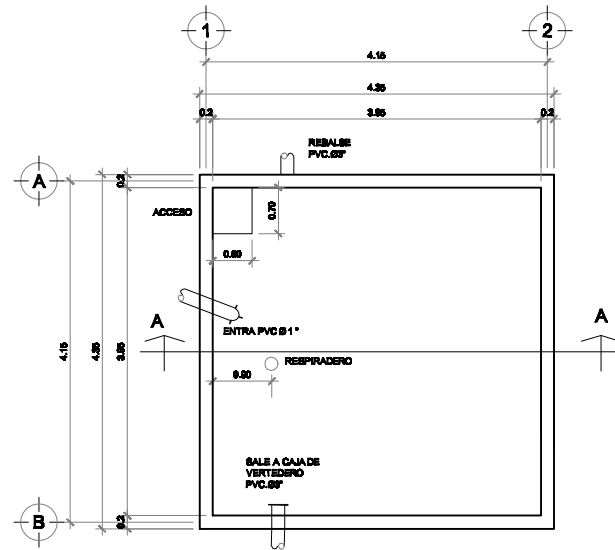
PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**

UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.

PLANO DE:  
**PASO AEREO**

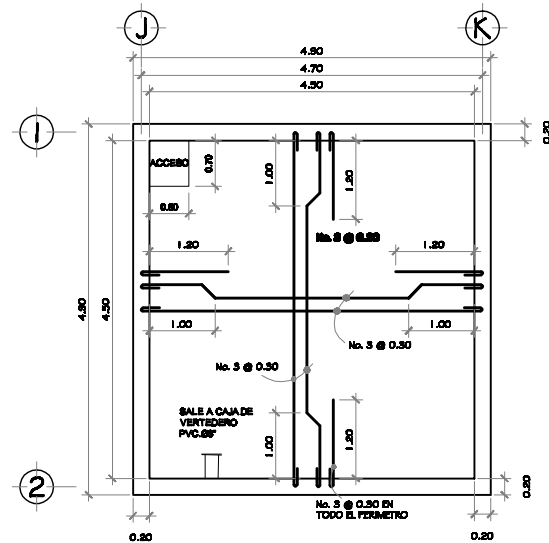
FECHA: MARZO DE 2017	No. HOJA:
ESCALA: 1:1000	10
DISEÑO: MIGUEL CORDOVA	12
CALCULO: MIGUEL CORDOVA	
DIBUJO: MIGUEL CORDOVA	
CARNE: 2007-18112	

Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA



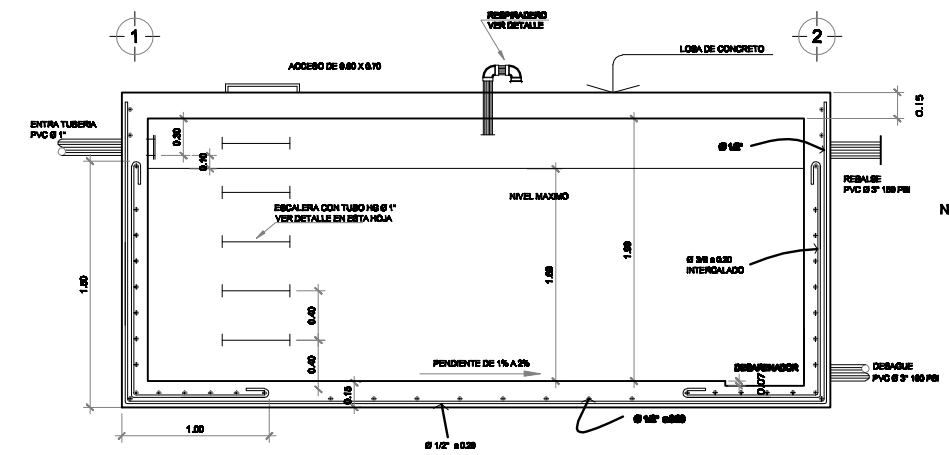
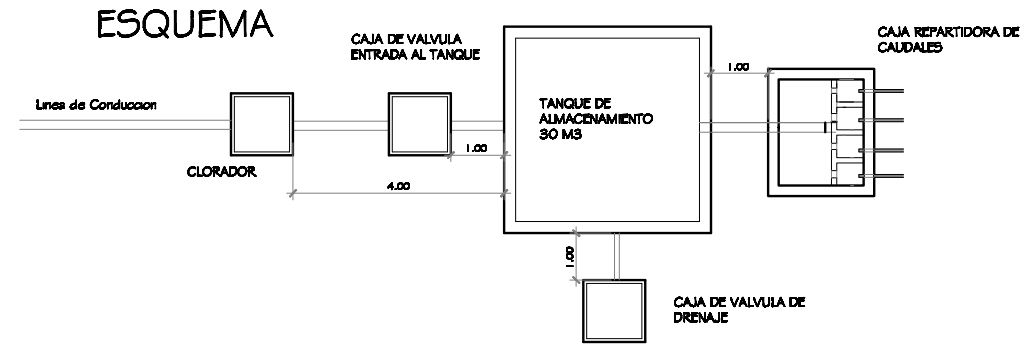
PLANTA TANQUE ACOTADA

ESCALA 1:50



PLANTA TANQUE ARMADO DE LOSA

ESCALA 1:50

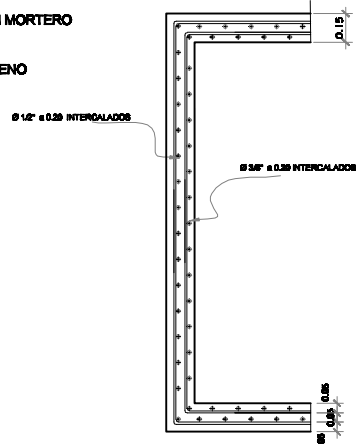
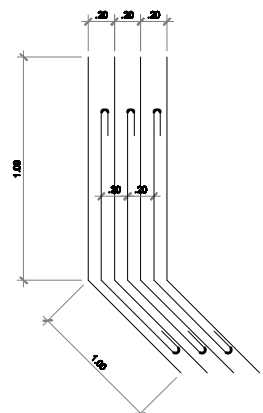


SECCION POR A-A'

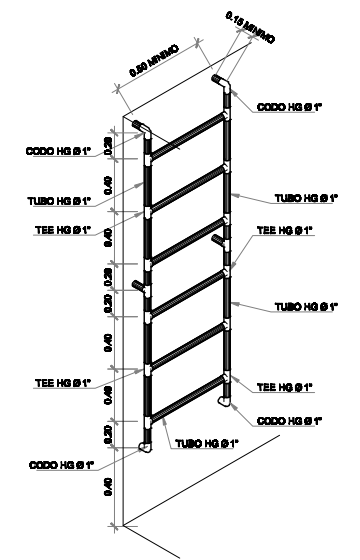
ESCALA 1:25

NOTA:

- 1 CONCRETO TIPO A 3,000 Psi.
- 2 EL CONCRETO DEBERA SER PLASTICO SIN USAR EXESO DE AGUA.
- 3 USAR ARENA LAVADA.
- 4 RECUBRIR LA SUPERFICIE INTERIOR CON MORTERO 1 DE ARENA Y 1 DE CEMENTO.
- 5 EL PISO DEBERA FUNDIRSE SOBRE TERRENO INALTERADO (NO RELLENO).

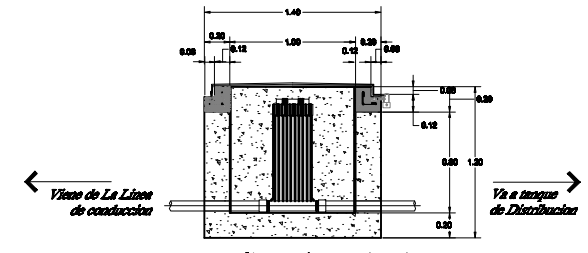


DETALLE DE ARMADO EN PLANTA SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALERA

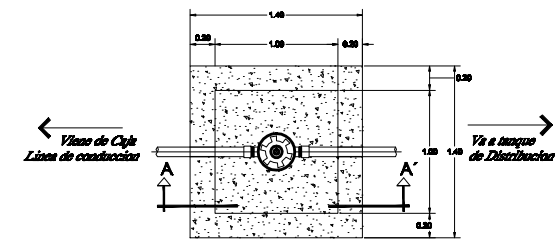
escala 1:25



DETALLE DE CAJA DE HIPOCLORADOR

NO A ESCALA

**INDICACIONES ESPECIALES**  
 SISTEMA DE RECALZADO IMPERMEABILIZADO PARA MANTENER LOS CUBIERTOS SIN PERDIDA DE AGUA. LA CONCENTRACION DEL CLORO EN EL TANQUE DEBERA MANTENERSE EN UN NIVEL DE 1.00% (10 GRAMOS POR LITRO) PARA MANTENER EL NIVEL DE DESINFECCION EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.  
 DISEÑO DEBEN SER LAS DIMENSIONES CARACTERISTICAS.  
 ALIMENTACION DEL CLORO EN TUBERIA CON VALVULA DE REGULACION EN CLORO (C) CON UN MÍNIMO DE 50 CM DE INCLINACION ACTIVO Y CON EL DIAMETRO 1.25, ALTO 1.50, PESO 3.50.  
 CONEXIONAMIENTO DEBEN SER AUTOMATICO, SIN PARTES MOVILES, SIN EMPUJOS EN LA ELECTRICIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE FALLAS, DEBE PERMITIRSE DE FLEJO EN LA TUBERIA A UNA TUBERIA DE 1.50 M DE LONGITUD DEBEN PERMITIRSE LOS CALLOS PARA PERMITIR LA REPARACION.

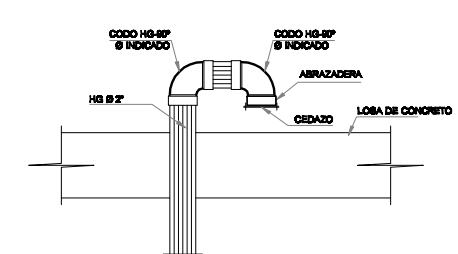


Planta

NO A ESCALA

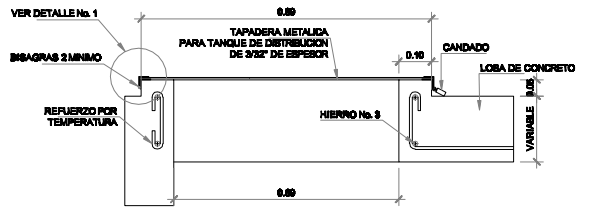
DETALLE DE ARMADO

SIN ESCALA



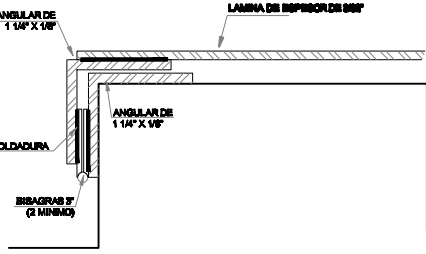
DETALLE DE VENTILACION

SIN ESC.



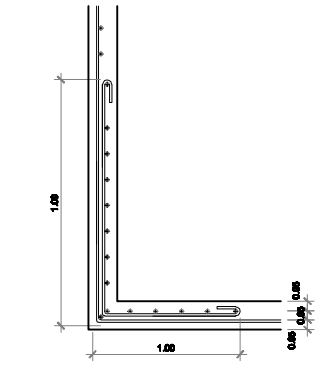
DETALLE DE TAPADERA Y ACCESO

escala 1:10



DETALLE No. 1

escala 1:1



DETALLE DE ARMADO EN SECCION

SIN ESCALA



PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.**

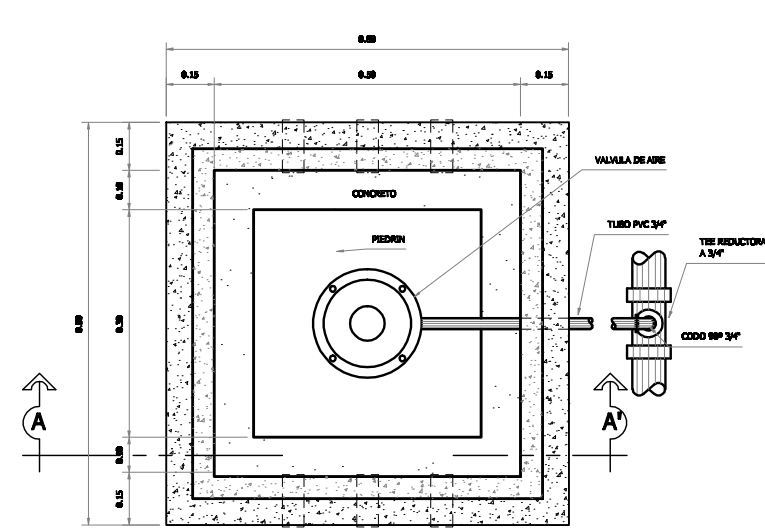
UBICACION: ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM, QUICHÉ.

PLANO DE:  
**Tanque de 25.00 m³**

FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:1000  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2007-18112

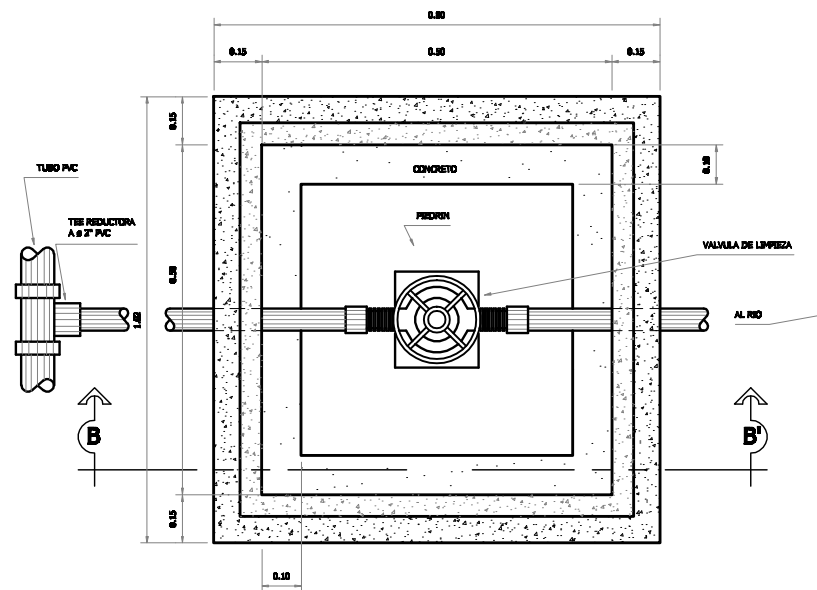
No. HOJA:  
**11**  
**12**

Figura 16. Plano típico de caja de válvulas



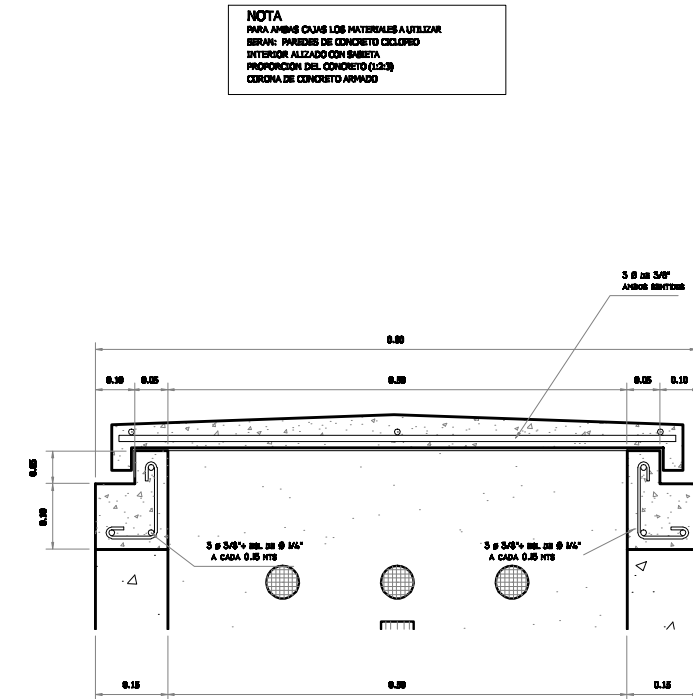
VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:7.5



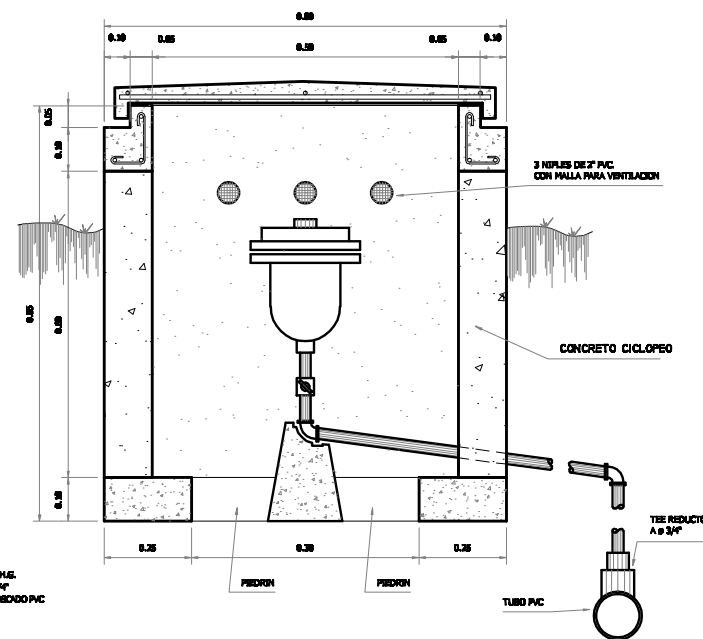
VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:7.5



DETALLE ESTRUCTURAL DE TAPADERA

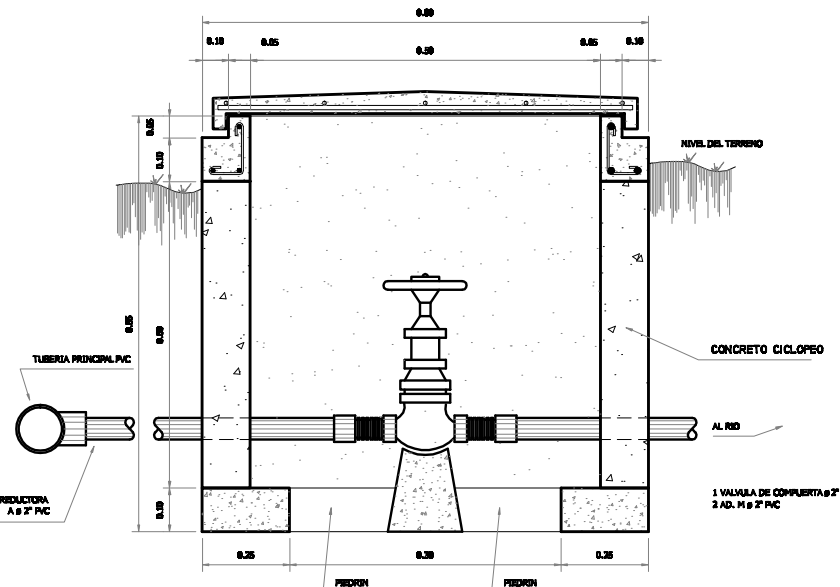
ESCALA 1:5



SECCION A - A'

ESCALA 1:7.5

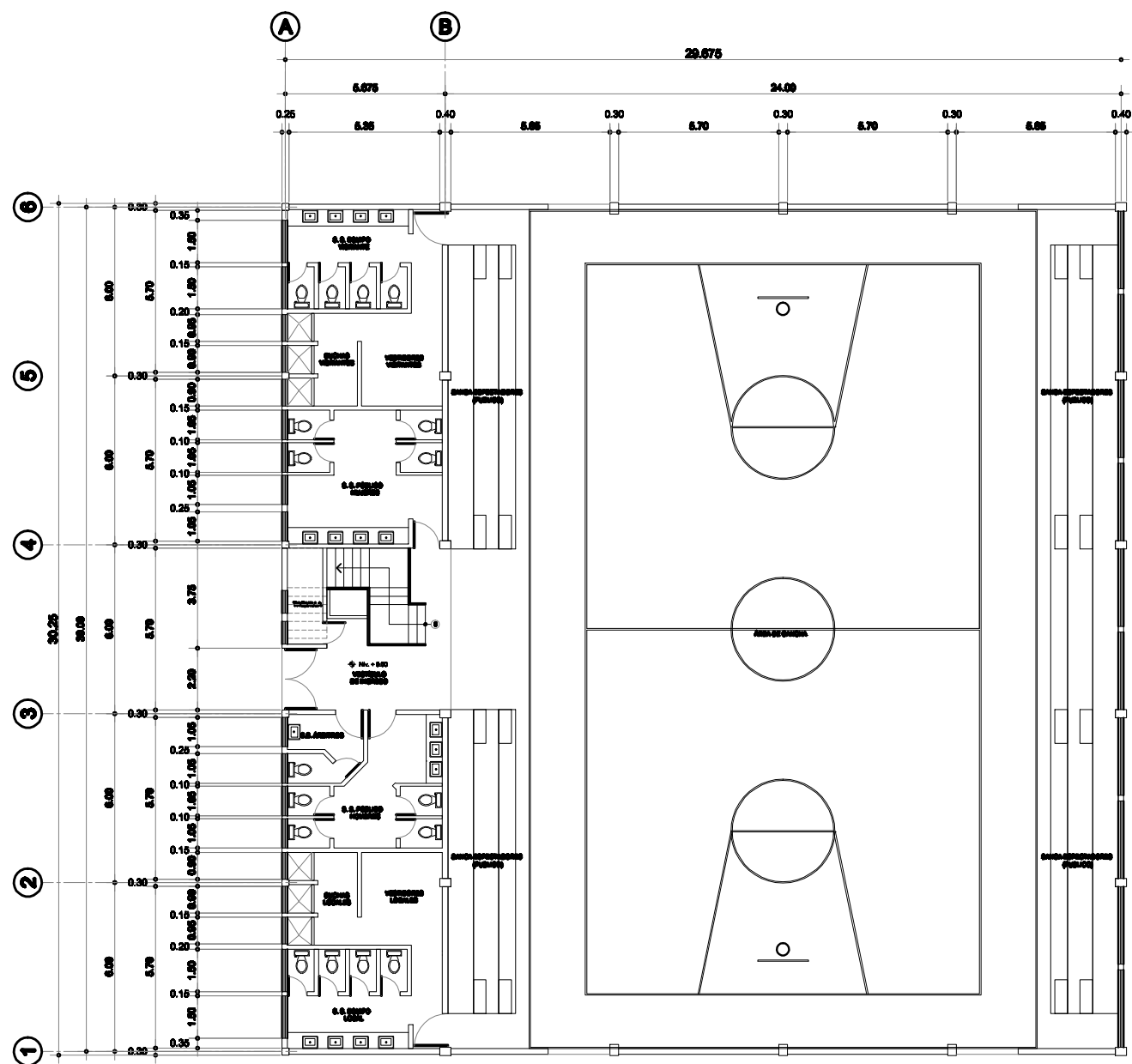
NOBLE Ø 3/4" x 0.200 M.E.  
VALVULA DE PISO Ø 3/4"  
CODO Ø 3/4" x 90° REBORDO PVC  
TUBO Ø 3/4" PVC



SECCION B - B'

ESCALA 1:7.5

	PROYECTO:	DESIGNIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, MACHUALI, QUECHÉ.
	UBAC	UBAC
	UBAC	UBAC
	UBAC	UBAC
PLANO DE:		CAJA PARA VALVULAS
FECHA:	1988 09 07	NO. HOJA:
DISEÑO:	MARIA OLIVERA	12
CALCULO:	MARIA OLIVERA	
DEBIDO:	MARIA OLIVERA	
DADO:	MARIA OLIVERA	

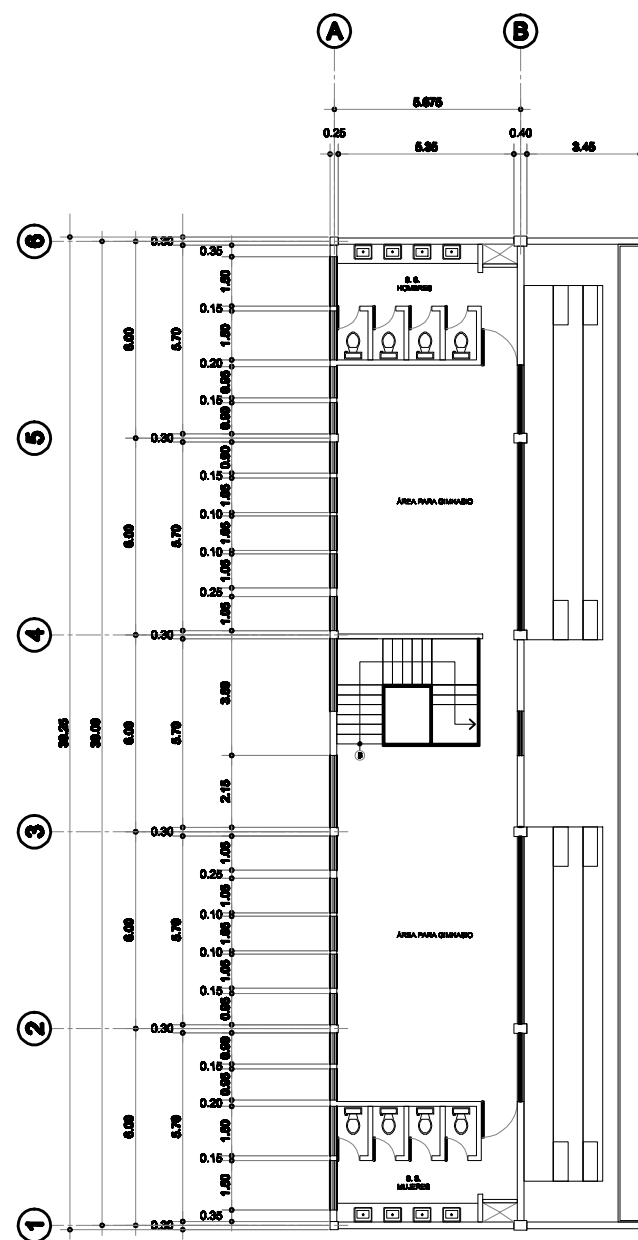


Planta de Distribución Amueblada

Primer Nivel

22

escala 1 / 100



Planta de Distribución Amueblada

Segundo Nivel

escala 1 / 100



USAC  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:

**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:

**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:

**PLANTA AMUEBLADA**

FECHA: **MARZO DE 2017**

ESCALA: **1:100**

DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**

CALCULÓ: **MIGUEL CORDOVA**

DIBUJÓ: **MIGUEL CORDOVA**

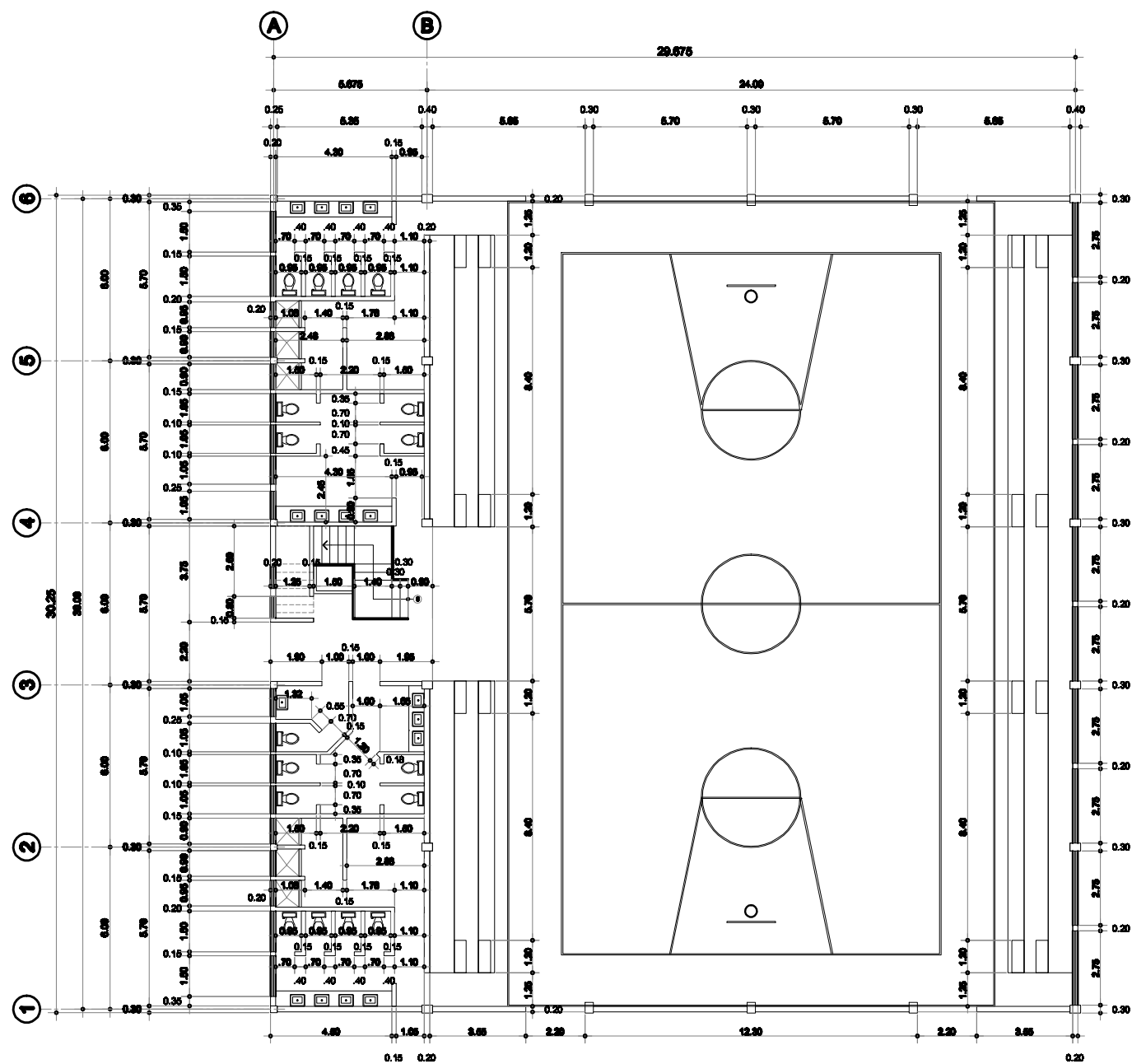
CARNÉ: **2007-10112**

No. HOJA:

**1**

**12**

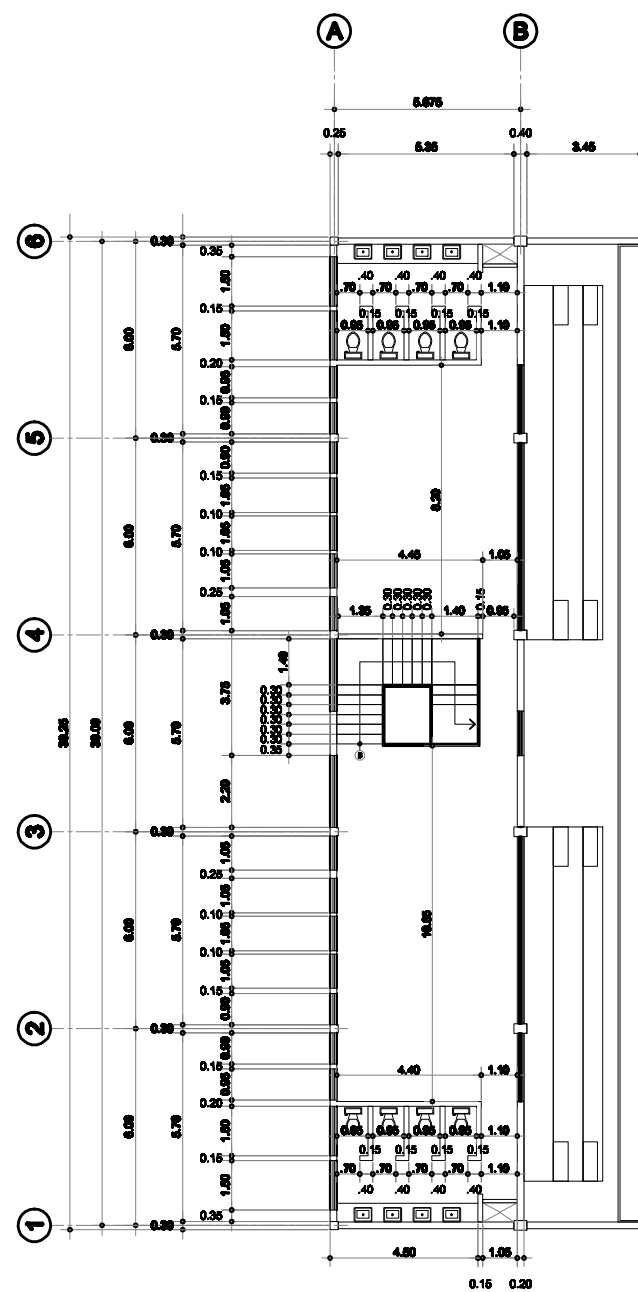
Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA



Planta de Distribución Acotada

Primer Nivel

Hoja 1 / 100



Planta de Distribución Acotada

Segundo Nivel

Hoja 1 / 100



**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:

**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:

**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:

**PLANTA ACOTADA**

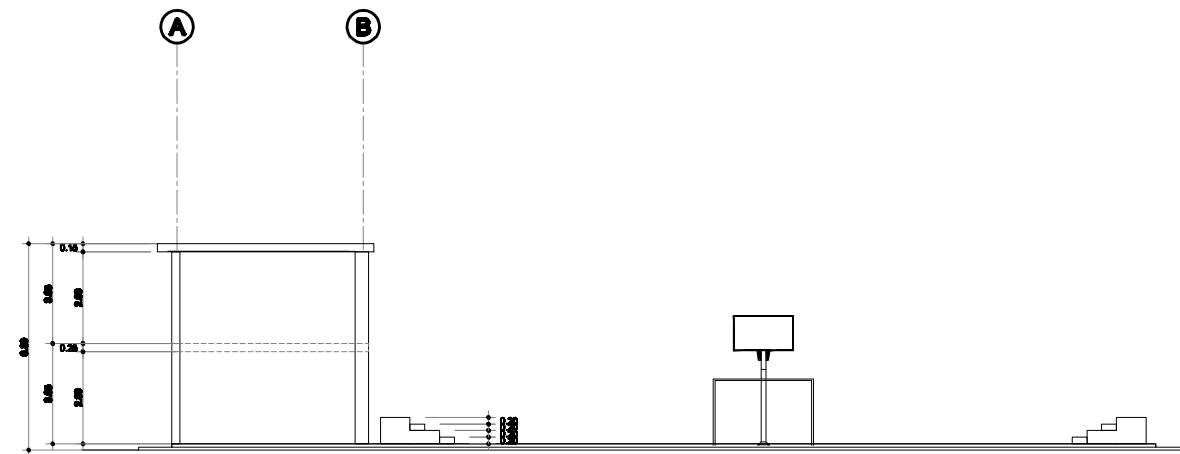
FECHA: **MARZO DE 2017**  
 ESCALA: **1:100**  
 DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**  
 CALCULÓ: **MIGUEL CORDOVA**  
 DIBUJÓ: **MIGUEL CORDOVA**  
 CARNÉ: **2007-18112**

No. HOJA

**2**

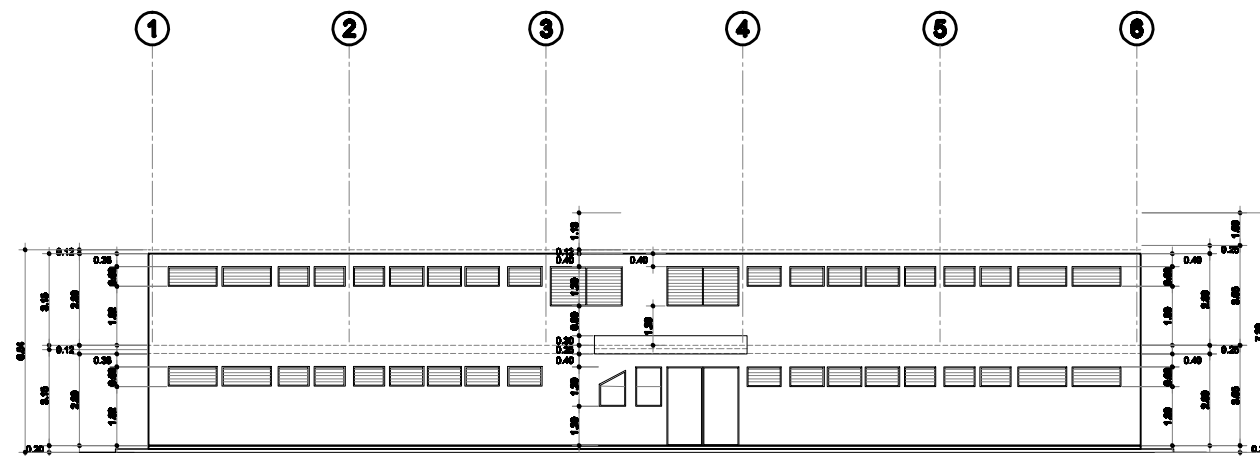
**12**

Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA



**Elevación Lateral Derecha o Fachada Derecha**  
Primer Nivel

escala 1/100



**Elevación Frontal o Fachada Principal**  
Primer Nivel

escala 1/100



**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:

**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:

**ELEVACIONES**

FECHA: **MARZO DE 2017**  
 ESCALA: **1:100**  
 DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**  
 CALCULO: **MIGUEL CORDOVA**  
 DIBUJO: **MIGUEL CORDOVA**  
 CARNÉ: **2007-18112**

No. HOJA:

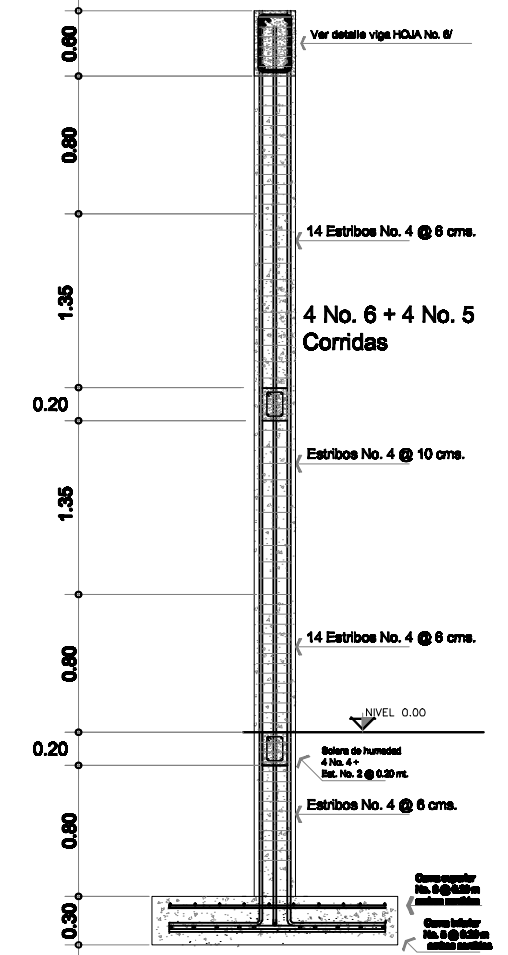
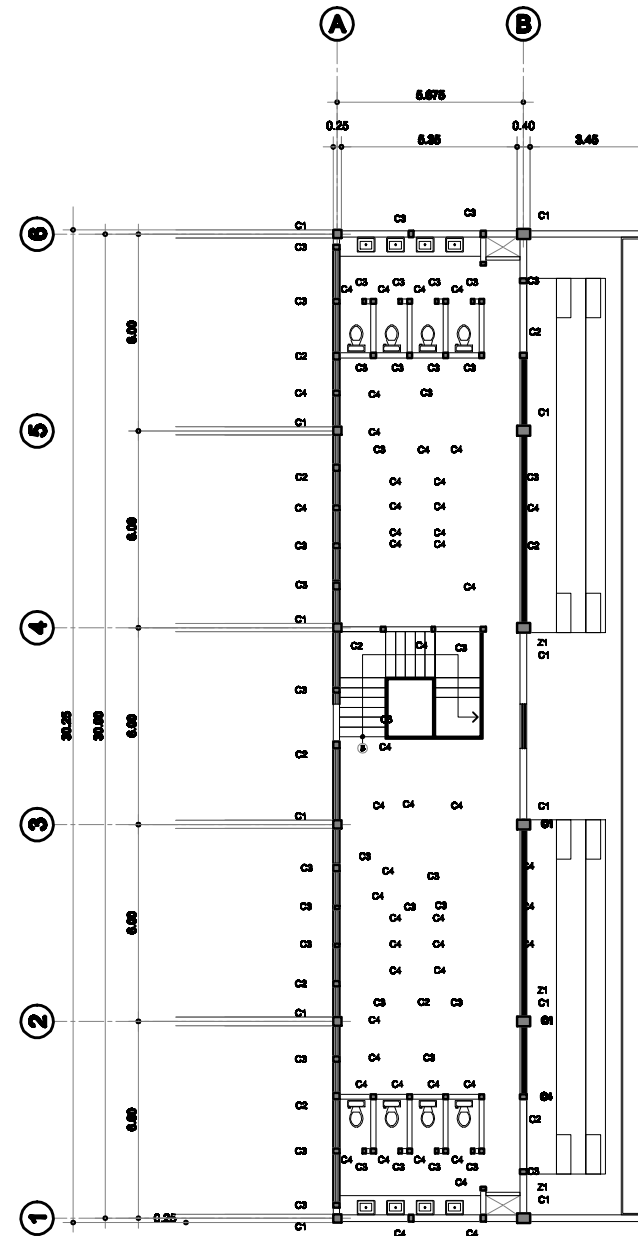
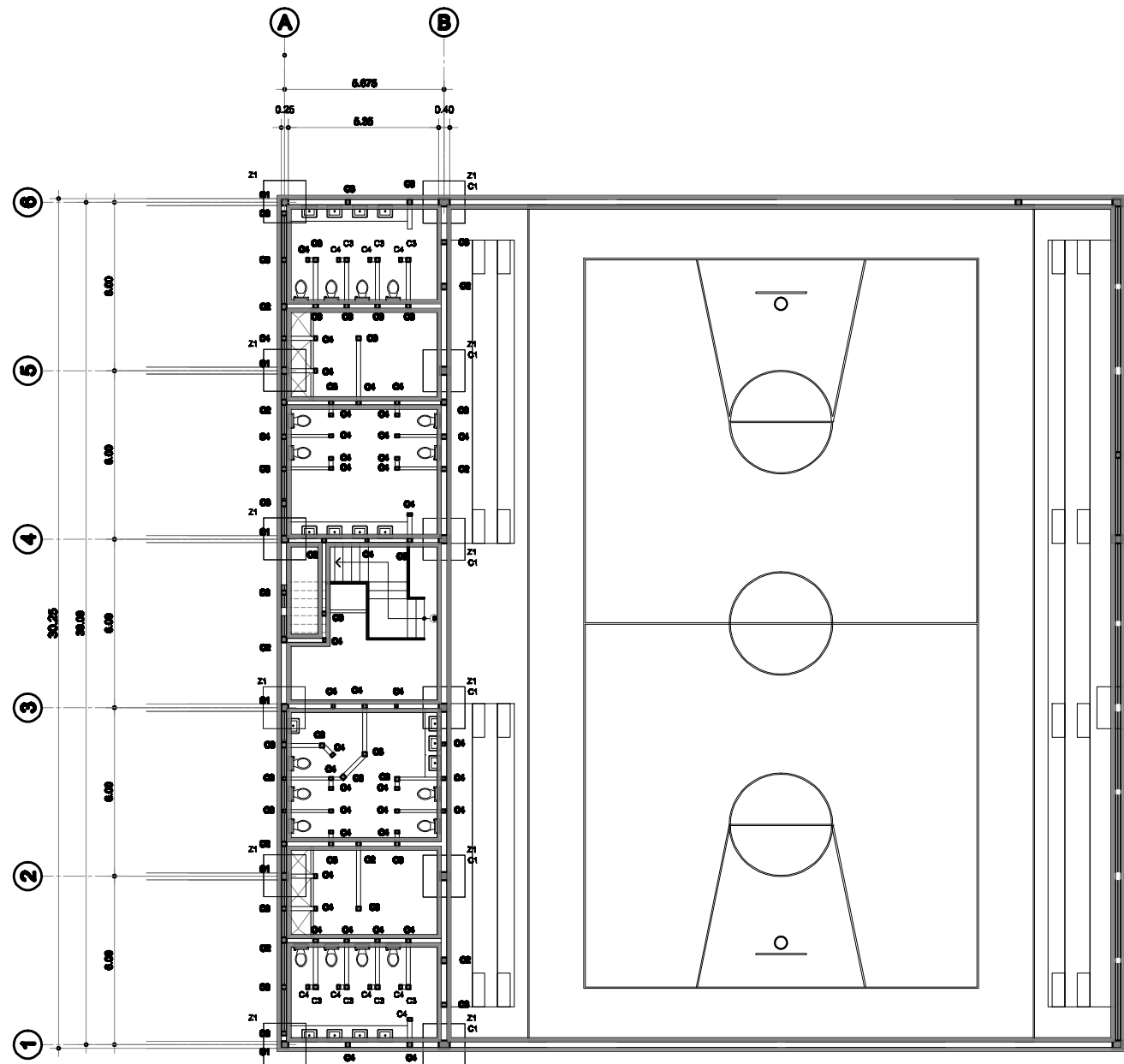
**3**

**12**

Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ ÁVILA



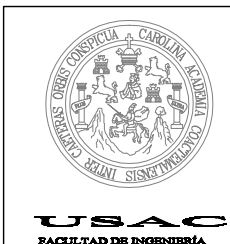
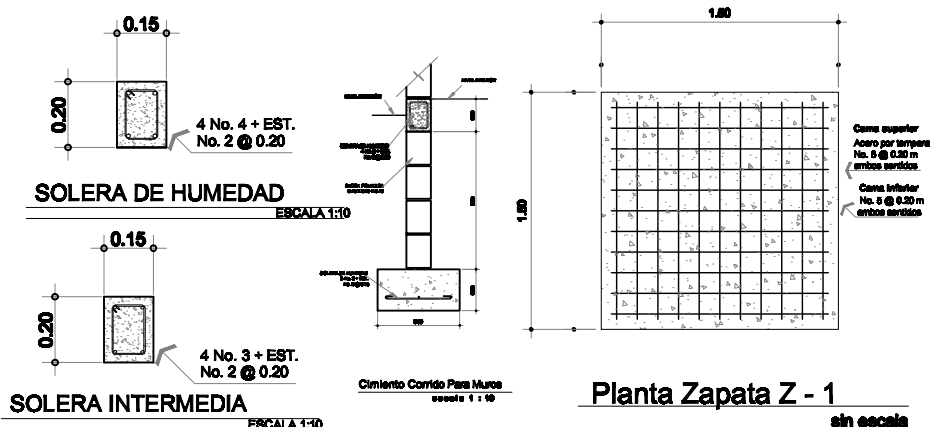
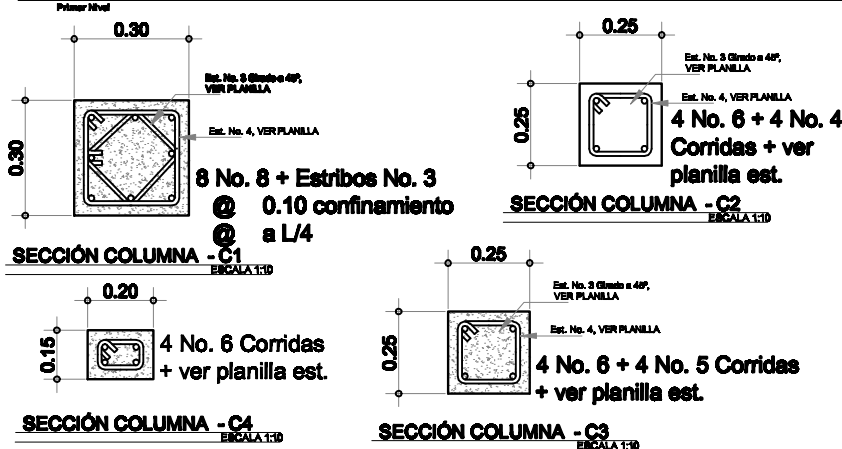




Planta de indicación de Columnas

COLUMNA + ZAPATA

Planta de Cimentación e indicación de Columnas

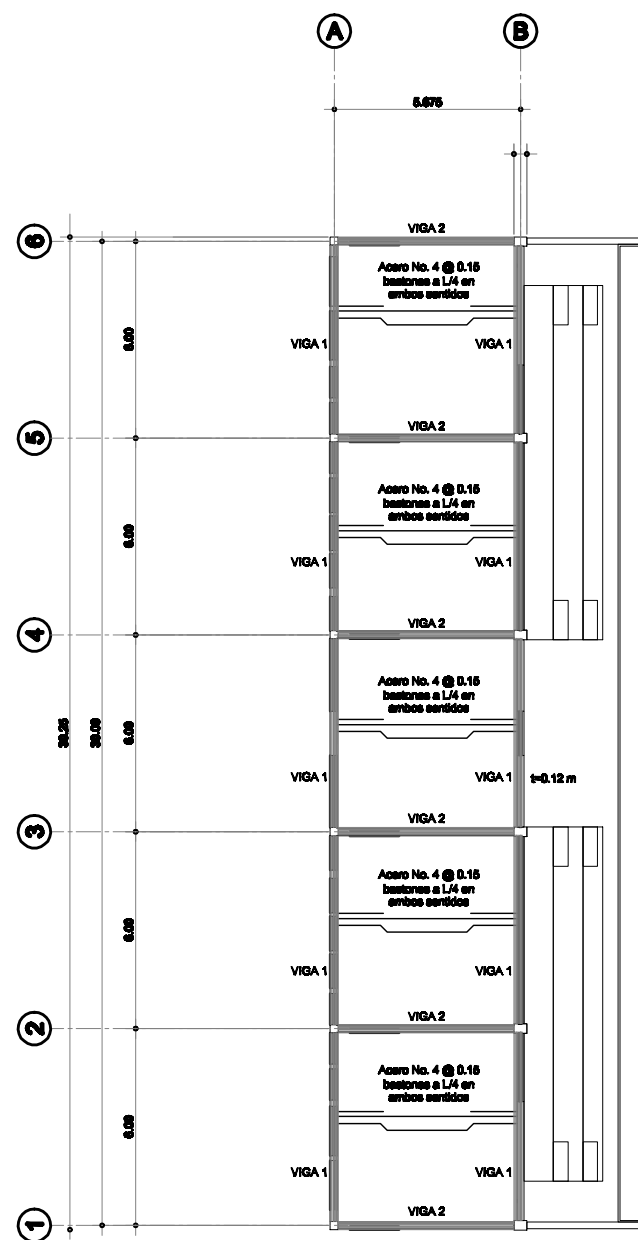
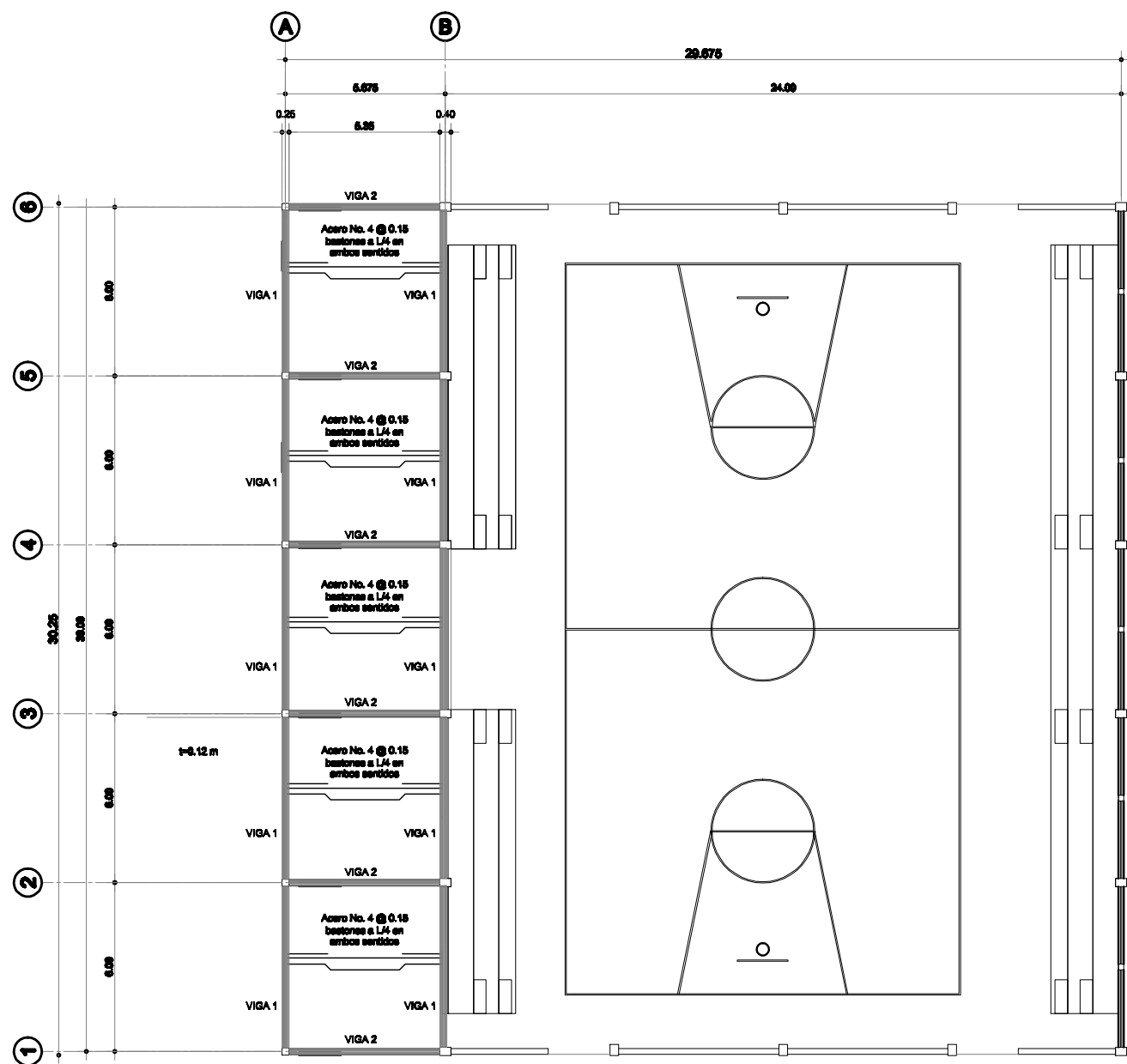


PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:  
**PLANO DE ESTRUCTURAS + CIMENTACIONES**

FECHA: MARZO DE 2017	<b>5</b>
ESCALA: 1:100	
DISEÑO: MIGUEL CORDOVA	
CALCULO: MIGUEL CORDOVA	
DIBUJO: MIGUEL CORDOVA	
CARNE: 2007-10112	<b>12</b>

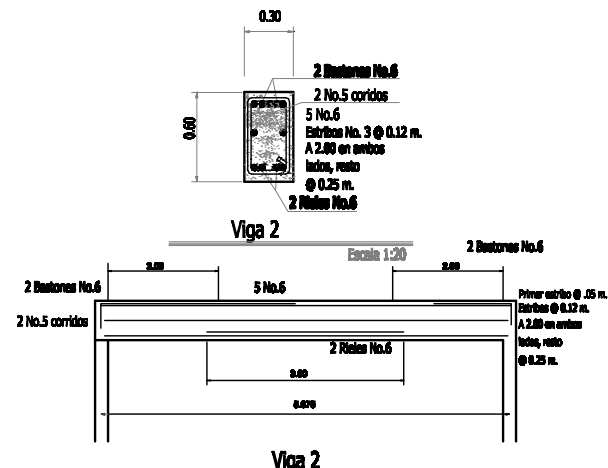
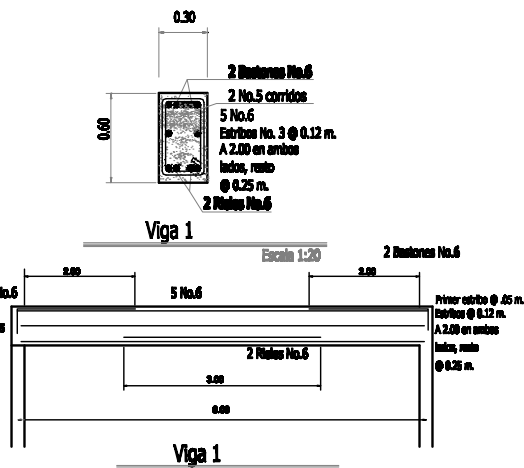


### Especificaciones Técnicas

Vigas y Losa  
 $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 Proporción del concreto 1 : 2 : 2  
 Recubrimiento 2.50 cm vigas  
 Longitud de desarrollo  
 40 veces el diámetro.

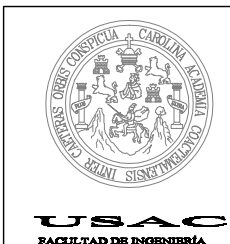
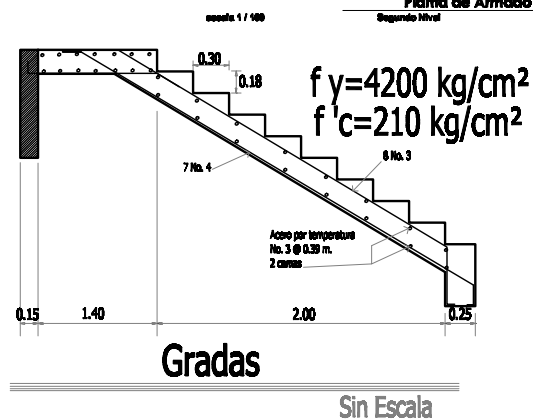
Planta de Armado de Losa Prefabricada y Techo Autoportante

Primer Nivel



Planta de Armado de Losa Prefabricada

Segundo Nivel

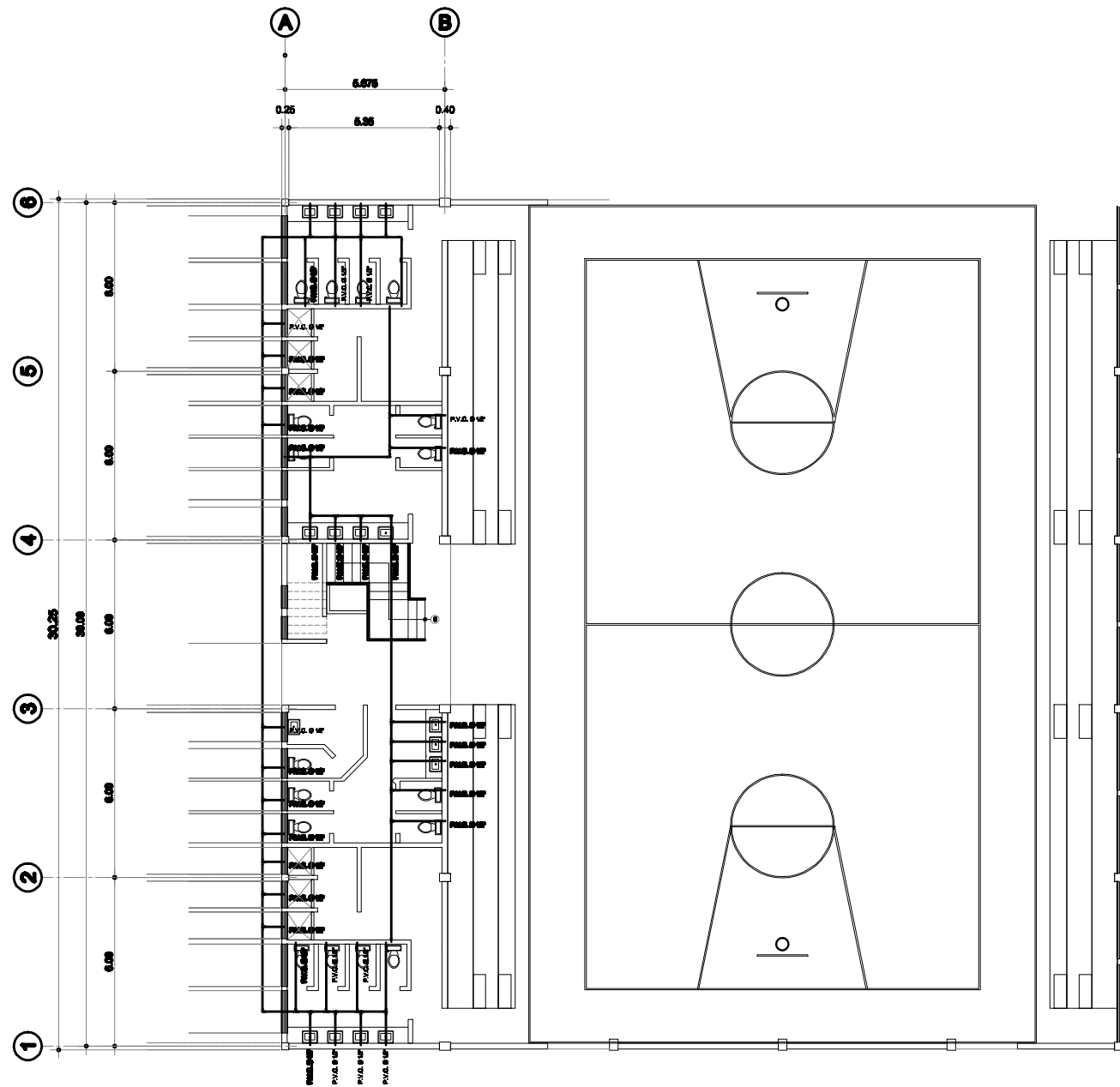


PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**  
 UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:  
**LOSAS + VIGAS + GRADAS**

FECHA: MARZO DE 2017  
 ESCALA: 1:100  
 DISEÑO: MIGUEL CORDOVA  
 CALCULO: MIGUEL CORDOVA  
 DIBUJO: MIGUEL CORDOVA  
 CARNÉ: 2007-10112

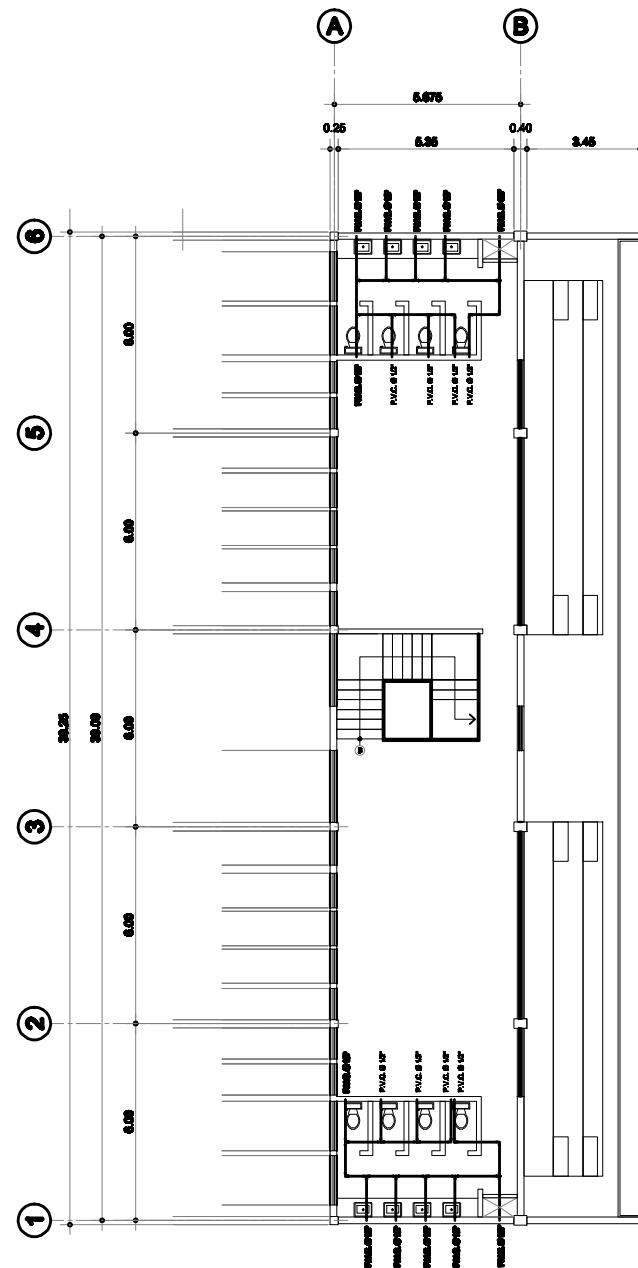
No. HOJA:  
**6**  
 12



Plano de Instalación Hidráulica e Agua Potable

Primer Nivel

escala 1 / 100



Plano de Instalación Hidráulica e Agua Potable

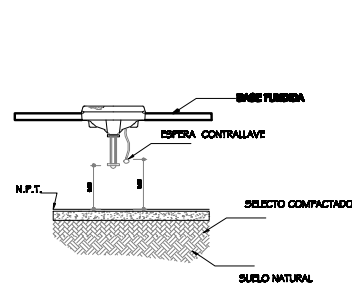
Segundo Nivel

escala 1 / 100

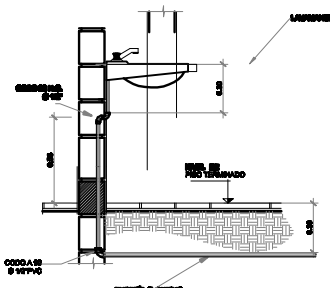
**SIMBOLOGÍA AGUA POTABLE**

	CODO P. V. G. 90° VERTICAL
	CODO P. V. G. 90° HORIZONTAL
	TE P. V. G. 90° HORIZONTAL
	LLAVE DE PASO
	LLAVE DE CHEQUE

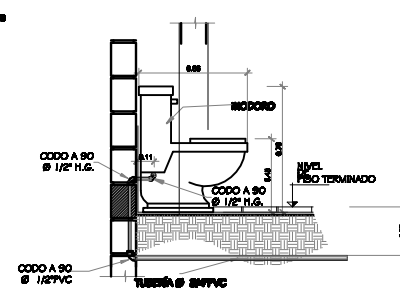
RESERVA



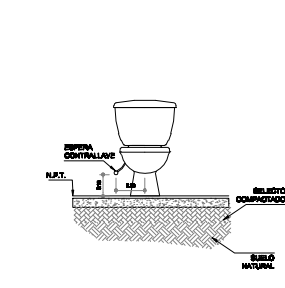
DETALLE INSTALACIÓN LAVAMANOS



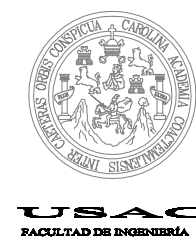
DETALLE INSTALACIÓN LAVAMANOS



DETALLE INSTALACIÓN INODORO



DETALLE INSTALACIÓN INODORO



**USAC**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**  
UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

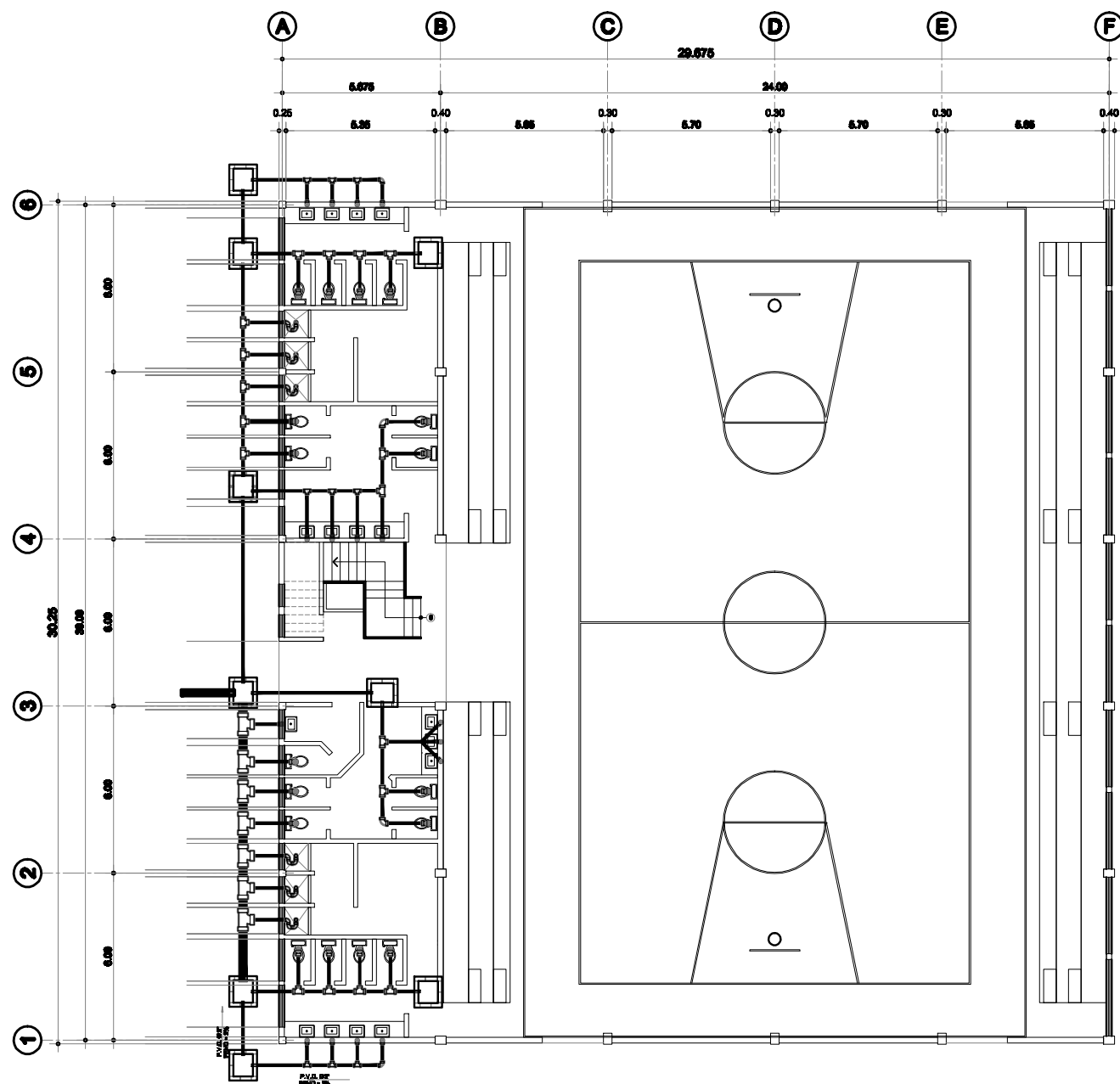
PLANO DE:  
**INSTALACIONES HIDRÁULICAS**

FECHA: **MARZO DE 2017**  
ESCALA: **1:100**  
DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**  
CALCULÓ: **MIGUEL CORDOVA**  
DIBUJÓ: **MIGUEL CORDOVA**  
CARNÉ: **2807-18112**

No. HOJA:

**7**

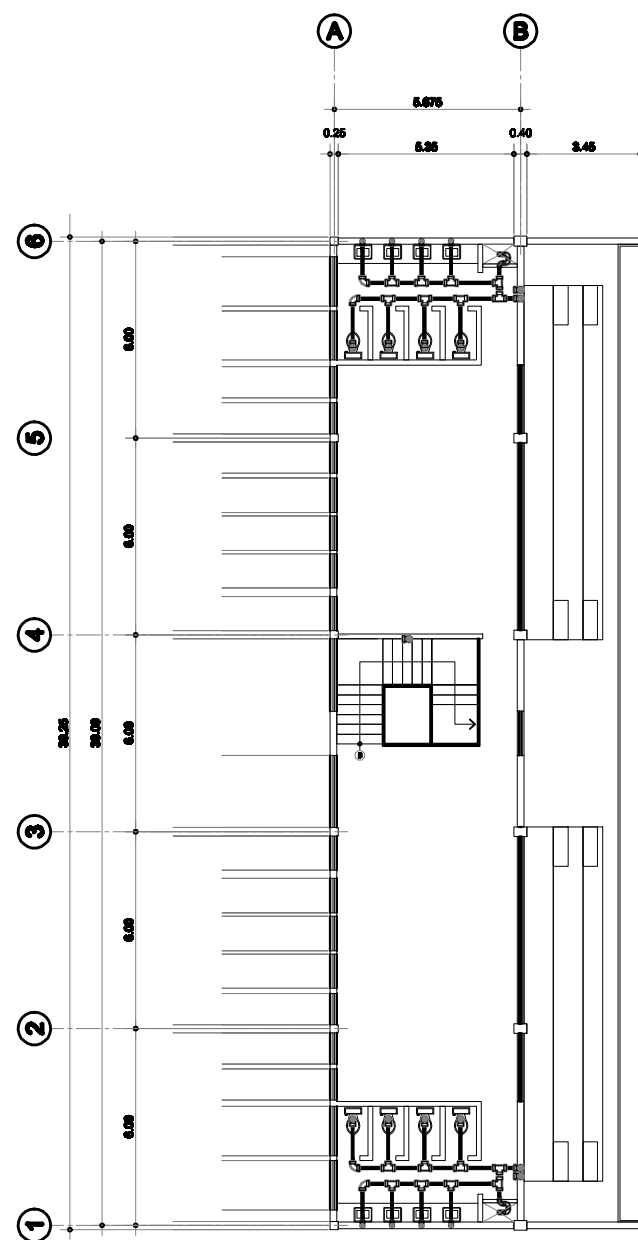
**12**



Planta de Instalación de Drenajes Sanitarios

Primer Nivel

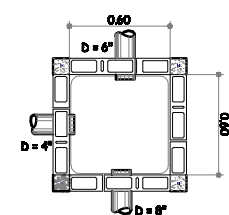
escala 1 / 100



Planta de Instalación de Drenajes Sanitarios

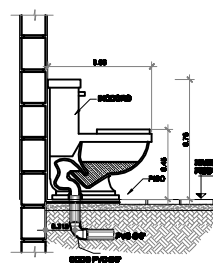
Segundo Nivel

escala 1 / 100

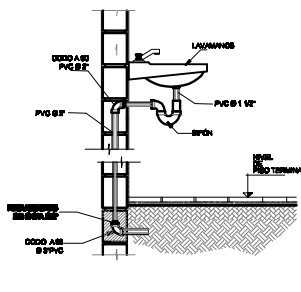


DETALLE CAJA DE REGISTRO C-4

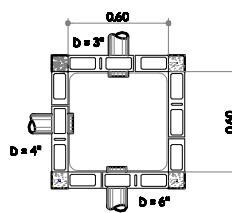
SIMBOLOGÍA DRENAJE AGUAS RESIDAS	
	TUBERÍA ANCHURA 150
	TE ENCHUFADA HORIZONTAL
	TE ENCHUFADA HORIZONTAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	CODO 90° VERTICAL
	RECORRIDO
	SP-01
	BAÑADEROS



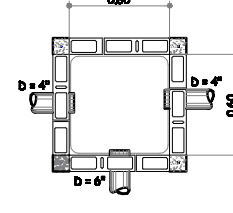
DETALLE INODORO



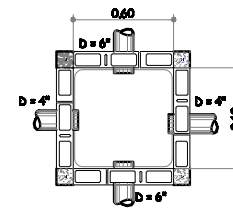
DETALLE LAVAMANOS



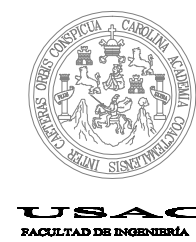
DETALLE CAJA DE REGISTRO C-1



DETALLE CAJA DE REGISTRO C-2



DETALLE CAJA DE REGISTRO C-3



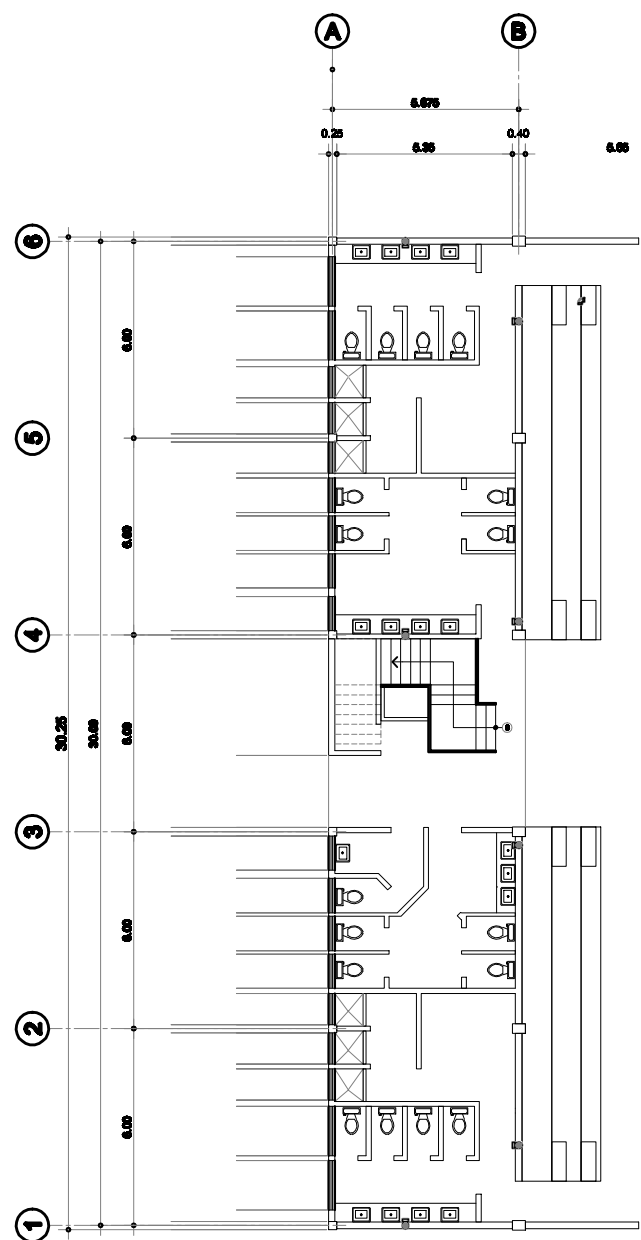
PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**  
UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**  
PLANO DE:  
**INSTALACIONES SANITARIAS**

FECHA: **MARZO DE 2017**  
ESCALA: **1:100**  
DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**  
CALCULO: **MIGUEL CORDOVA**  
DIBUJO: **MIGUEL CORDOVA**  
CARNE: **2007-10112**

No. HOJA:

**8**

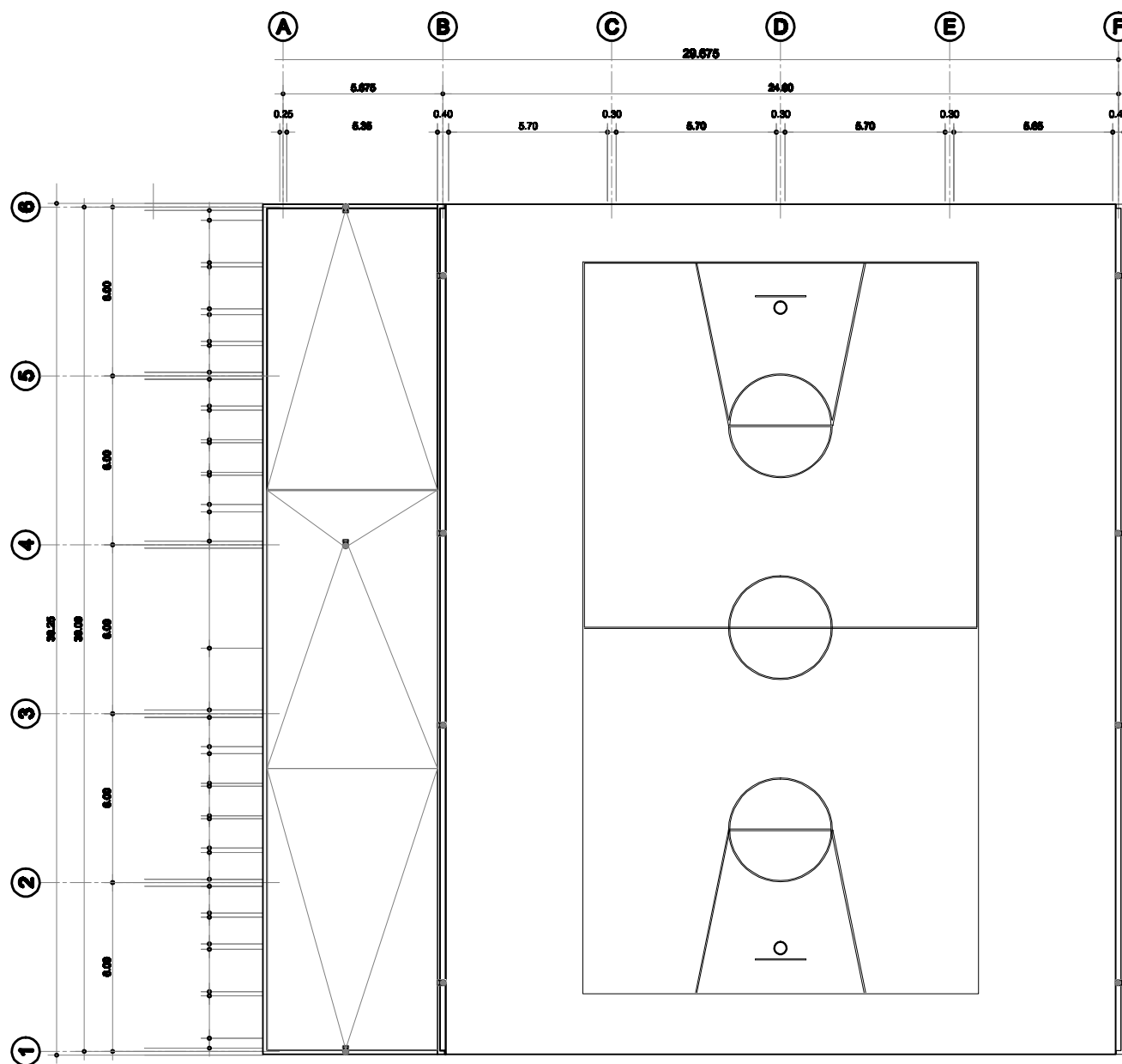
**12**



Planta de Instalación de Drenajes Pluviales

Primer Nivel

escala 1/100



Planta de Instalación de Drenajes Pluviales

Segundo Nivel

escala 1/100

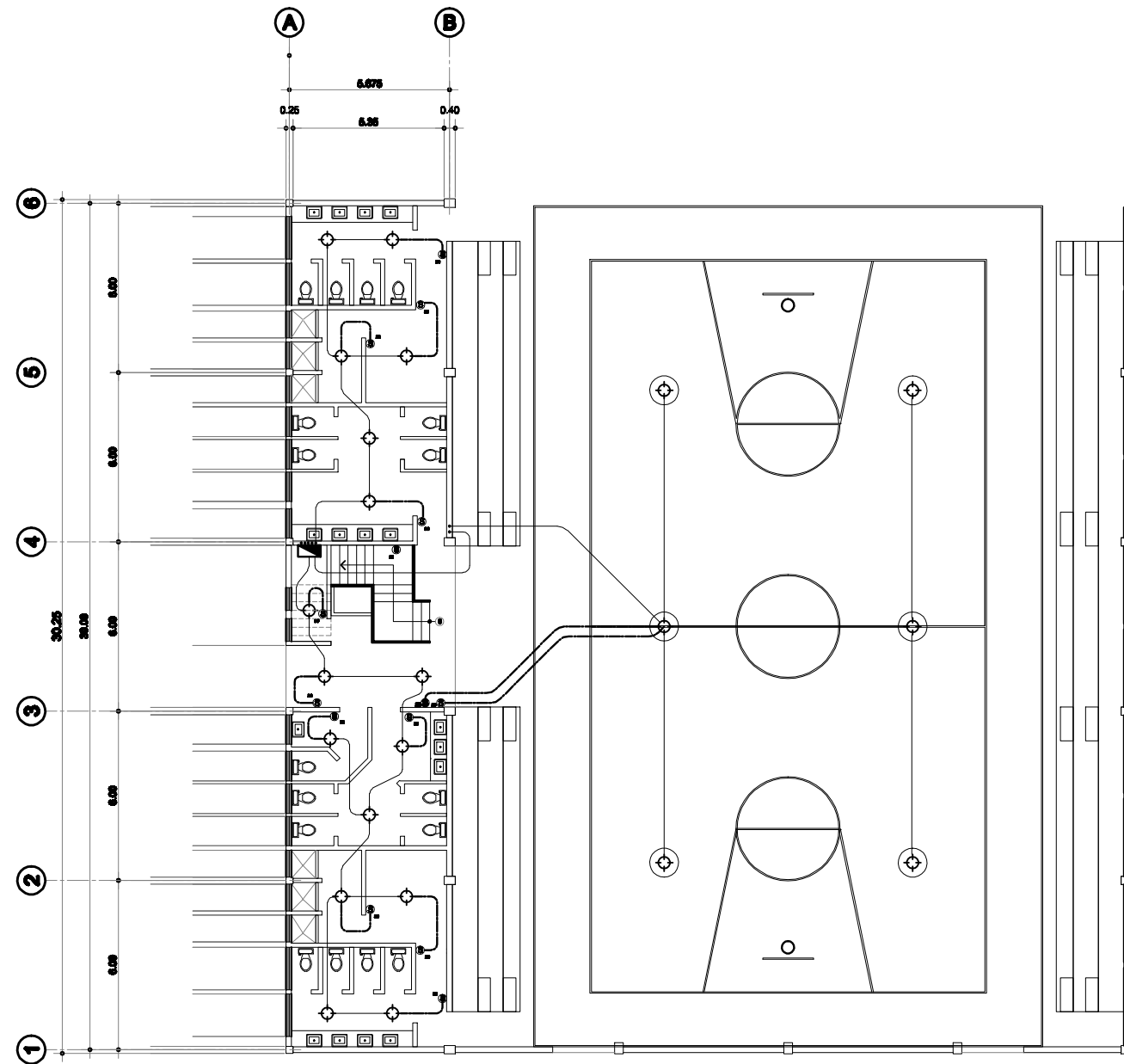


PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**  
UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**  
PLANO DE:  
**DRENAJE PLUVIAL**

Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA

FECHA: **MARZO DE 2017**  
ESCALA: **1:100**  
DISEÑO: **MIGUEL CÓRDOVA**  
CALCULÓ: **MIGUEL CÓRDOVA**  
DIBUJÓ: **MIGUEL CÓRDOVA**  
CARNÉ: **2007-10112**

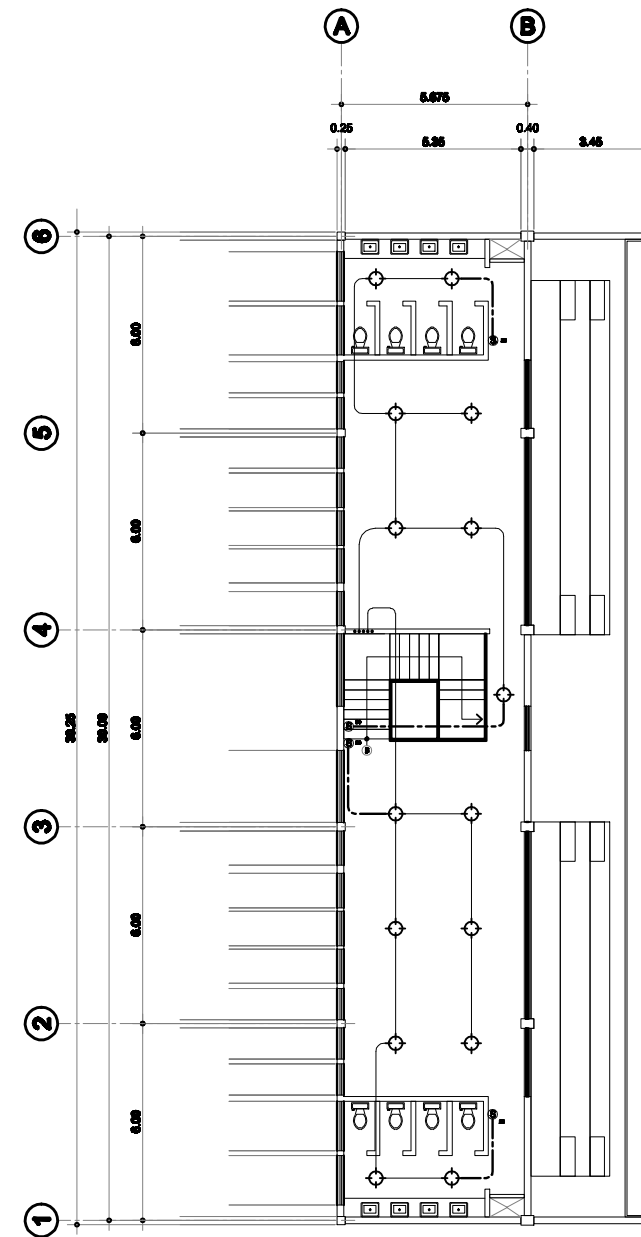
No. HOJA:  
**9**  
**12**



Plano de Instalación Eléctrica Iluminación

Primer Nivel

Hoja 1 / 100

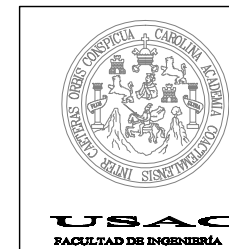


Plano de Instalación Eléctrica Iluminación

Segundo Nivel

Hoja 1 / 100

NOMENCLATURA ILUMINACIÓN	
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN
	PODUCTO SIN TUBERÍA
	TUBERÍA A INTERRUPTOR
	REFLECTOR PARA EXTERIOR
	LÁMPARA TIPO CAMPANA 40W
	LÁMPARA INCANDESCENTE
	INTERRUPTOR SIMPLE = 1.00



PROYECTO:

**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:

**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:

**ELECTRICIDAD ILUMINACIÓN**

FECHA: **MARZO DE 2017**

ESCALA: **1:100**

DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**

CALCULÓ: **MIGUEL CORDOVA**

DIBUJÓ: **MIGUEL CORDOVA**

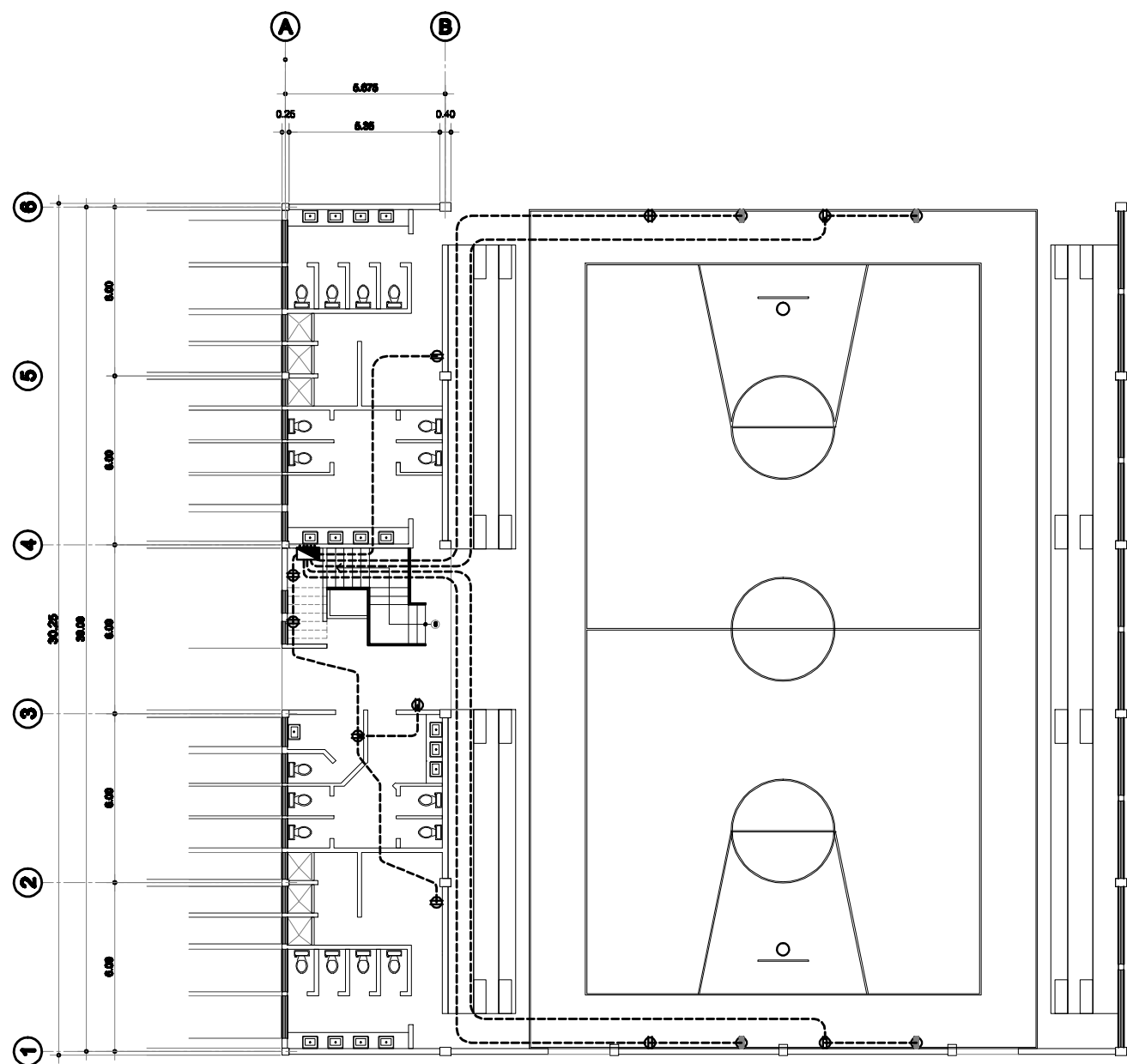
CARNÉ: **2007-10112**

No. HOJA:

**10**

**12**

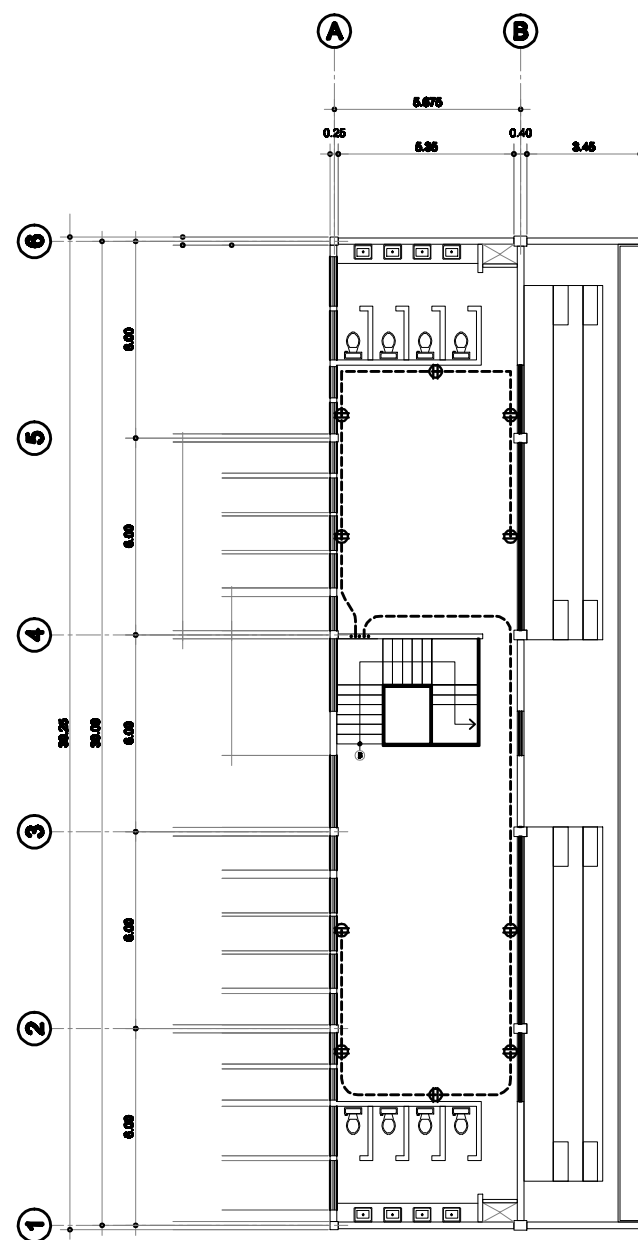
Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA



Plano de Instalación Eléctrica Fuerza

Primer Nivel

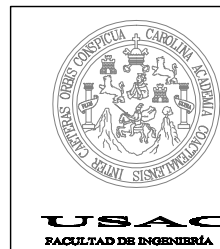
escala 1 / 100



Plano de Instalación Eléctrica Fuerza

Segundo Nivel

escala 1 / 100



PROYECTO:

**SALON POLIDEPORTIVO**

UBICACIÓN:

**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:

**ELECTRICIDAD FUERZA**

FECHA: **MARZO DE 2017**

ESCALA: **1:100**

DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**

CALCULÓ: **MIGUEL CORDOVA**

DIBUJÓ: **MIGUEL CORDOVA**

CARNÉ: **2007-10112**

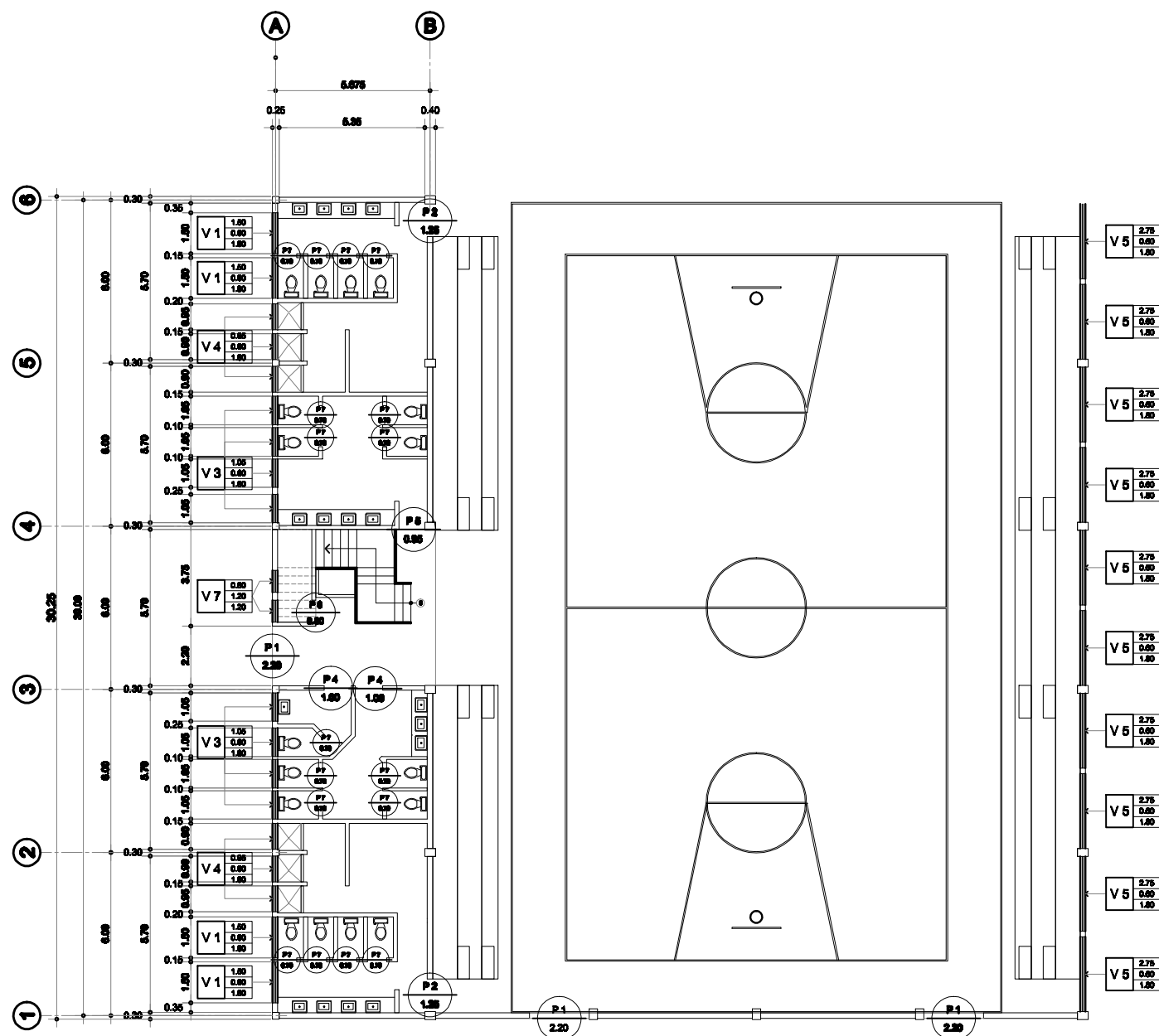
No. HOJA:

**11**

**12**

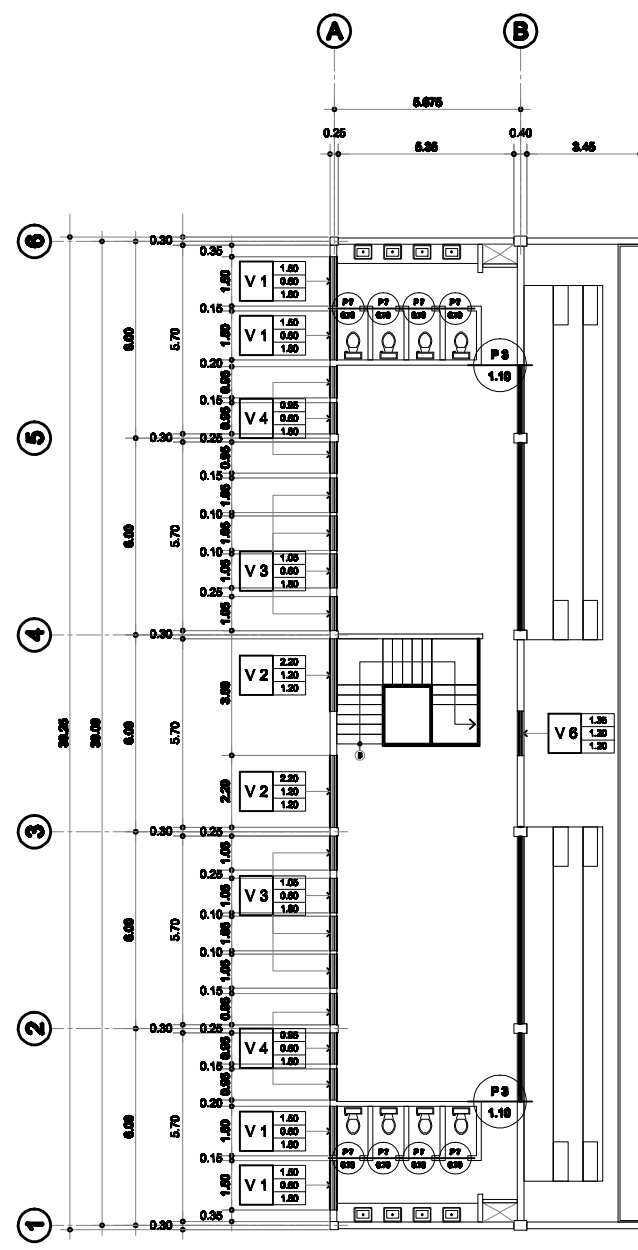
Vo. Bo. (f): ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ ÁVILA





Planta de Indicación de Puertas y Ventanas

Primer Nivel



Planta de Indicación de Puertas y Ventanas

Segundo Nivel

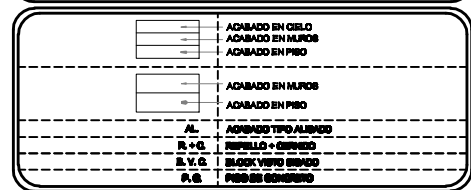
Hoja 1 / 100

Hoja 1 / 100

**NOMENCLATURA ACABADOS**



**NOMENCLATURA ACABADOS**

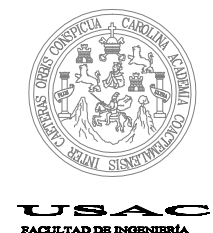


**PLANILLA DE VENTANAS**

TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	BILLAR	ENTEL.	MATERIAL
V1	2	1.20	0.60	0.60	0.60	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V2	2	0.60	1.20	0.60	0.60	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V3	12	0.60	0.60	1.80	0.40	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V4	12	0.60	0.60	1.80	0.40	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V5	12	0.60	0.60	1.80	0.40	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V6	1	1.20	1.20	1.20	0.60	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN
V7	2	0.60	0.60	1.80	0.40	ALUMINIO DEL PUEBLO + VERDEGRAN

**PLANILLA DE PUERTAS**

TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	MATERIAL
P1	2	0.60	2.10	METAL GAL. SP
P2	2	1.20	2.10	METAL GAL. SP
P3	2	1.20	2.10	METAL GAL. SP
P4	2	0.60	2.10	METAL GAL. SP
P5	1	0.60	2.10	METAL GAL. SP
P6	1	1.20	2.10	METAL GAL. SP
P7	2	0.60	1.20	METAL GAL. SP



PROYECTO:  
**SALON POLIDEPORTIVO**  
UBICACIÓN:  
**ALDEA LA JOYA, PACHALUM QUICHÉ.**

PLANO DE:  
**PLANTA DE ACABADOS**

FECHA: **MARZO DE 2017**  
ESCALA: **1:100**  
DISEÑO: **MIGUEL CORDOVA**  
CALCULO: **MIGUEL CORDOVA**  
DIBUJO: **MIGUEL CORDOVA**  
CARNÉ: **2007-10112**

# ANEXOS

## Anexo 1. Resultados de laboratorio análisis físicoquímico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



---

O.T. No. 37 143

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

**No. 10073**  
INF. No. 26 909

INTERESADO: <b>EXAL MIGUEL CORDOVA RAMOS, CARNÉ No. 200715112</b>		PROYECTO: <b>EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM EL QUICHÉ"</b>	
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Caserio Tuncaj</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2017-03-08; 10 h 00 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento de agua</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2017-03-09; 10 h 50 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Pachalum</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Quiché</u>			

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Ligeramente turbia</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--</u>	
2. COLOR: <u>56,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>325,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>07,68 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,62 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>159,00 mg/L.</u>	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	35,07	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	16,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,030	7. MAGNESIO (Mg)	15,20
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	06,30	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	08,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,59
5. MANGANESO (Mn)	0,110	10. DUREZA TOTAL	150,00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		162,00	

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista físico y químico las determinaciones arriba indicadas cumplen con las normas. Según normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.)

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.**

Guatemala, 2017-03-20

Vo.Bo. 

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC






**Zefron Much Santos**  
Ing. Químico Col. No. 420<sup>o</sup>  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERÍA –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 Investigación de Ingeniería, USAC.

## Anexo 2. Resultados de laboratorio análisis bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



---

**No. 10074**

O.T. No. 37143		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 363235	
INTERESADO	EXAL MIGUEL CORDOVA RAMOS, CARNÉ No. 200715112	PROYECTO:	EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LOS ALTOS, PACHALUM EL QUICHE"		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Caserío Tuncaj	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2017-03-08, 10 h00 min.		
FUENTE:	Nacimiento de agua	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2017-03-09, 10 h50 min.		
MUNICIPIO:	Pachalum	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Quiché				
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	Ligera cantidad		
ASPECTO:	Ligeramente turbia	CLORO RESIDUAL			
OLOR:	Inodora				

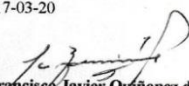
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	- + - -	-----
01,00 cm <sup>3</sup>	+ - + - -	- -	- -
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		2.0	< 1,8

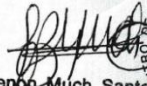
**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**


**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica, que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según Normas de Calidad para Fuentes de Agua, de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud. (O.M.S.).

Guatemala, 2017-03-20

Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
 DIRECTOR CII/USAC



  
**Zenon Much Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 MSc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA -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 Investigación de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. Tabla de coeficientes para momentos por carga muerta losas

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

donde  $w$  = carga muerta más viva uniforme total

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076 0.076	0.050 0.050	0.075 0.075	0.071 0.071	0.071 0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072 0.072	0.055 0.045	0.079 0.079	0.075 0.075	0.067 0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070 0.070	0.060 0.040	0.080 0.080	0.079 0.079	0.062 0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065 0.065	0.066 0.034	0.082 0.082	0.083 0.083	0.057 0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061 0.061	0.071 0.029	0.083 0.083	0.086 0.086	0.051 0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056 0.056	0.076 0.024	0.085 0.085	0.088 0.088	0.044 0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050 0.050	0.081 0.019	0.086 0.086	0.091 0.091	0.038 0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043 0.043	0.085 0.015	0.087 0.087	0.093 0.093	0.031 0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035 0.035	0.089 0.011	0.088 0.088	0.095 0.095	0.024 0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028 0.028	0.092 0.008	0.089 0.089	0.096 0.096	0.019 0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022 0.022	0.094 0.006	0.090 0.090	0.097 0.097	0.014 0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.

Continuación del anexo 3.

Tabla 10.3 Coeficientes para momento positivo por carga viva

$$M_{a, \text{pos}, II} = C_{a, II} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga viva uniforme total}$$

$$M_{b, \text{pos}, II} = C_{b, II} w l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$									
1.00	$C_{a, II}$ 0.036	$C_{a, II}$ 0.027	$C_{a, II}$ 0.027	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.032	$C_{a, II}$ 0.028	$C_{a, II}$ 0.030
	$C_{b, II}$ 0.036	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.035	$C_{b, II}$ 0.030	$C_{b, II}$ 0.028
0.95	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.030	$C_{a, II}$ 0.031	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.034	$C_{a, II}$ 0.038	$C_{a, II}$ 0.036	$C_{a, II}$ 0.031	$C_{a, II}$ 0.032
	$C_{b, II}$ 0.033	$C_{b, II}$ 0.025	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.032	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.025
0.90	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.034	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.039	$C_{a, II}$ 0.037	$C_{a, II}$ 0.042	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.035	$C_{a, II}$ 0.036
	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.027	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.021	$C_{b, II}$ 0.025	$C_{b, II}$ 0.029	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.022
0.85	$C_{a, II}$ 0.050	$C_{a, II}$ 0.037	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.043	$C_{a, II}$ 0.041	$C_{a, II}$ 0.046	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.040	$C_{a, II}$ 0.039
	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.024	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.026	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.020
0.80	$C_{a, II}$ 0.056	$C_{a, II}$ 0.041	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.048	$C_{a, II}$ 0.044	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.044	$C_{a, II}$ 0.042
	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.017	$C_{b, II}$ 0.022	$C_{b, II}$ 0.020	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.023	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.017
0.75	$C_{a, II}$ 0.061	$C_{a, II}$ 0.045	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.052	$C_{a, II}$ 0.047	$C_{a, II}$ 0.055	$C_{a, II}$ 0.056	$C_{a, II}$ 0.049	$C_{a, II}$ 0.046
	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.019	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.020	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.013
0.70	$C_{a, II}$ 0.068	$C_{a, II}$ 0.049	$C_{a, II}$ 0.057	$C_{a, II}$ 0.057	$C_{a, II}$ 0.051	$C_{a, II}$ 0.060	$C_{a, II}$ 0.063	$C_{a, II}$ 0.054	$C_{a, II}$ 0.050
	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.012	$C_{b, II}$ 0.016	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.017	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011
0.65	$C_{a, II}$ 0.074	$C_{a, II}$ 0.053	$C_{a, II}$ 0.064	$C_{a, II}$ 0.062	$C_{a, II}$ 0.055	$C_{a, II}$ 0.064	$C_{a, II}$ 0.070	$C_{a, II}$ 0.059	$C_{a, II}$ 0.054
	$C_{b, II}$ 0.013	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.014	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009
0.60	$C_{a, II}$ 0.081	$C_{a, II}$ 0.058	$C_{a, II}$ 0.071	$C_{a, II}$ 0.067	$C_{a, II}$ 0.059	$C_{a, II}$ 0.068	$C_{a, II}$ 0.077	$C_{a, II}$ 0.065	$C_{a, II}$ 0.059
	$C_{b, II}$ 0.010	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.008	$C_{b, II}$ 0.011	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007
0.55	$C_{a, II}$ 0.088	$C_{a, II}$ 0.062	$C_{a, II}$ 0.080	$C_{a, II}$ 0.072	$C_{a, II}$ 0.063	$C_{a, II}$ 0.073	$C_{a, II}$ 0.085	$C_{a, II}$ 0.070	$C_{a, II}$ 0.063
	$C_{b, II}$ 0.008	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.009	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.006
0.50	$C_{a, II}$ 0.095	$C_{a, II}$ 0.066	$C_{a, II}$ 0.088	$C_{a, II}$ 0.077	$C_{a, II}$ 0.067	$C_{a, II}$ 0.078	$C_{a, II}$ 0.092	$C_{a, II}$ 0.076	$C_{a, II}$ 0.067
	$C_{b, II}$ 0.006	$C_{b, II}$ 0.004	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.004	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.007	$C_{b, II}$ 0.005	$C_{b, II}$ 0.004

Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.

Continuación del anexo 3.

Tabla 10.2 Coeficientes para momentos positivos por carga muerta

$$M_{a, \text{pos}, dl} = C_{a, dl} w l_a^2 \quad \text{donde } w = \text{carga muerta uniforme total}$$

$$M_{b, \text{pos}, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{l_a}{l_b}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.036 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021
0.90	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019
0.85	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017
0.80	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015
0.75	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013
0.70	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011
0.65	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009
0.60	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007
0.55	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005
0.50	$C_{a, dl}$ $C_{b, dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004

Un borde sombreado indica que existe continuidad o la losa esta empotrada en el apoyo. Un borde sin sombra indica que el apoyo no ofrece ninguna restricción al giro torsional de la losa.

Fuente: American Concrete Institute, ACI 318-08. p. 238.

