



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

**CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO  
INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO  
DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA  
AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO  
CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.**

**Héctor Alejandro González Barrios**  
**Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, abril de 2010**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO  
INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE  
SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR,  
SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANCHEGUÁ,  
SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**HÉCTOR ALEJANDRO GONZÁLEZ BARRIOS**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2010



# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V:	Br. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Ing. Juan Ramón Ordoñez
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

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

**CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO  
INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN  
ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN  
COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN  
ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS,**

tema que me fue asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de julio de 2009.



Héctor Alejandro González Barrios



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 30 de octubre de 2009.  
Ref.EPS.DOC.1531.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor Alejandro González Barrios** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212432**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“CREACIÓN DE MAPAS GEOREFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANHEGUÁ, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MAAO/ra

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 30 de octubre de 2009.  
Ref.EPS.D.751.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

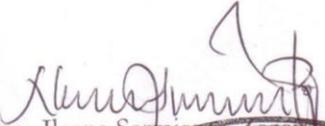
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"CREACIÓN DE MAPAS GEOREFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANHEGUÁ, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Alejandro González Barrios**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

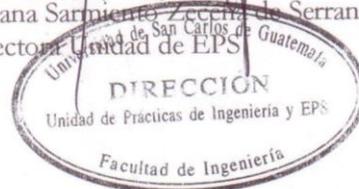
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zaccara de Serrano  
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
18 de febrero de 2010

FACULTAD DE INGENIERIA

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 **CREACIÓN DE MAPAS GEOREFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANCHEGUA, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Alejandro González Barrios, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Fernando Amílcar Botón Velásquez  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

/bbdeb.



Guatemala,  
20 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

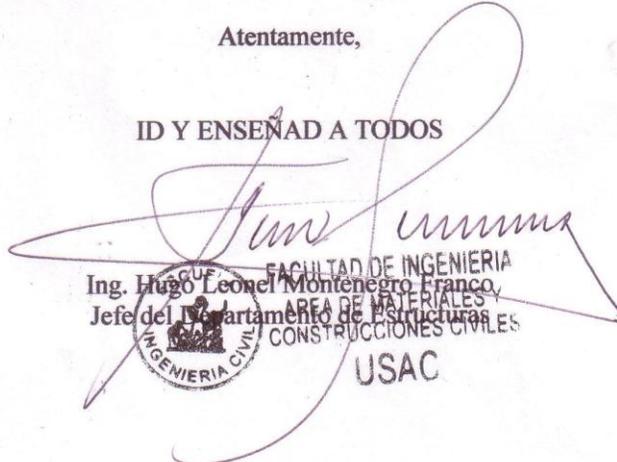
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CREACIÓN DE MAPAS GEOREFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANHEGUA, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Alejandro González Barrios, quien contó con la asesoría de la Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Jefe del Departamento de Estructuras  
AREA DE MATERIALES  
CONSTRUCCIONES CIVILES  
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Héctor Alejandro González Barrios, titulado **CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2010

/bbdeb.

Universidad de San Carlos  
De Guatemala

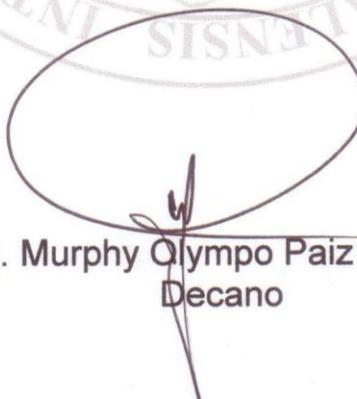


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.098-2010

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: **CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ Y DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR DEL CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Alejandro González Barrios**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, marzo de 2010

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Por ser mi creador y fuente infinita de sabiduría, su amor y misericordia me han acompañado y protegido siempre, desde el momento en el que Él ha sido el centro de mi vida he encontrado plenitud. “Busca primero el reino de DIOS, y todo lo demás, vendrá por añadidura”.
- Mis padres** Héctor Arturo González Díaz y Dora Magaly Barrios de González, por todo el apoyo espiritual, moral y económico que me han brindado de forma incondicional, y por enseñarme el valor de la familia que lucha para tener un mejor futuro y confía en Dios su integridad.
- Mi familia** Especialmente a mis hermanos: María Alejandra González Barrios y José Arturo González Barrios (q.e.p.d.) y a mi abuelita María Elena de León de Barrios (q.e.p.d), su amor y apoyo siempre han fortaleciendo mi vida.
- Mi novia** Mildred Lucrecia Gómez Ardiano, por todo el apoyo que me ha brindado desde inicios de mis estudios universitarios, luchando juntos por alcanzar nuestras metas en busca de una vida plena con la ayuda de DIOS.
- Las familias** Schumann Lanuza, Gómez Ardiano, Robles Gómez, Aguilar Palacios, de León Mérida, Juárez Mejía y a mi tío Oscar González, por todo el apoyo y cariño que me hacen sentir dichoso por tener la bendición de contar con su amistad.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI

### 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del Municipio de San Antonio Sacatepéquez .....	1
1.1.1. Aspectos históricos .....	1
1.1.1.1. Breves datos históricos de su fundación .....	1
1.1.1.2. Origen del nombre .....	2
1.1.1.3. Evolución histórica .....	2
1.1.2. Aspectos físicos .....	3
1.1.2.1. Localización .....	3
1.1.2.2. Colindancias .....	3
1.1.2.3. Extensión territorial .....	3
1.1.2.4. Vías de acceso .....	3
1.1.2.5. Climatología .....	4
1.1.2.6. Recurso suelo .....	4
1.1.3. Población .....	4
1.1.4. Condición sociocultural .....	6
1.1.4.1. Educación .....	6
1.1.4.2. Salud .....	6
1.1.4.3. Cultura .....	7
1.1.5. Actividades productivas .....	7
1.1.6. Organización política administrativa .....	8

1.1.6.1.	Organización política .....	8
1.1.6.2.	Organización administrativa .....	9
1.1.7.	Descripción y priorización de necesidades .....	10
<b>1.2.</b>	<b>Monografía del caserío Canchegúá .....</b>	<b>10</b>
1.2.1.	Reseña histórica .....	10
1.2.2.	Aspectos físicos .....	11
1.2.2.1.	Localización .....	11
1.2.2.2.	Colindancias .....	11
1.2.2.3.	Vías de acceso .....	12
1.2.2.4.	Climatología .....	12
1.2.3.	Población .....	13
1.2.4.	Actividades productivas .....	13
1.2.5.	Organización política y administrativa .....	14
1.2.5.1.	Organización política .....	14
1.2.5.2.	Organización administrativa .....	14
1.2.6.	Principales necesidades del caserío .....	15
1.2.6.1.	Educación .....	15
1.2.6.2.	Infraestructura .....	15
1.2.7.	Descripción y priorización de las necesidades .....	16

## **2. CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ**

2.1.	Descripción del proyecto .....	19
2.1.1.	Generalidades .....	19
2.1.2.	Tipo de datos a procesar .....	20
2.1.3.	Extensión del proyecto .....	20

2.1.4.	Utilidad del proyecto .....	21
2.2.	Recursos tecnológicos y de software a utilizar .....	22
2.2.1.	Características del sistema de posicionamiento global .....	22
2.2.2.	Características del software.....	23
2.3.	Manejo del GPS en la toma de datos.....	24
2.3.1.	Toma de datos.....	24
2.3.2.	Transferencia de datos al ordenador .....	25
2.3.3.	Interpretación de los datos.....	26
2.4.	Interacción con el software.....	27
2.4.1.	Guía de Instalación.....	27
2.4.1.1.	Instalación del software.....	27
2.4.1.2.	Activación del software .....	29
2.4.1.3.	Instalación de la llave o centinela.....	30
2.4.2.	Definir unidades en ArcView.....	31
2.4.3.	Guardar un archivo en ArcView .....	32
2.4.4.	Abrir una base de datos de un GPS en ArcView .....	32
2.4.5.	Agregar una tabla de Microsoft Excel con coordenadas GPS en ArcView.....	33
2.4.6.	Crear puntos con tablas de coordenadas .....	34
2.4.7.	Transformar un shape temporal a uno permanente.....	35
2.4.8.	Crear un nuevo shape con datos de otro existente .....	36
2.4.9.	Agregar una ortofoto a un grupo de puntos .....	38
2.4.10.	Elaboración de mapas en ArcView .....	39
2.4.10.1.	Definir áreas de impresión .....	40
2.4.10.2.	Insertar norte.....	41
2.4.10.3.	Insertar escala gráfica.....	43
2.4.10.4.	Insertar título de hoja .....	44
2.4.10.5.	Insertar una leyenda .....	44
2.4.10.6.	Insertar grías .....	45

2.5.	Implementación del proyecto.....	46
2.5.1.	Datos del GPS.....	47
2.5.1.1.	Tabla de atributos.....	47
2.5.1.2.	Imagen de puntos ploteados.....	48
2.5.1.3.	Puntos sobre ortofoto.....	49
2.6.	Cambio de proyecciones UTM - GTM.....	50
<b>3.</b>	<b>DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS</b>	
3.1.	Investigación preliminar.....	55
3.1.1.	Factores generales para el diseño.....	55
3.1.2.	Descripción del proyecto.....	55
3.2.	Levantamiento topográfico.....	56
3.2.1.	Planimetría.....	56
3.2.1.1.	Método de diagonales.....	56
3.2.1.2.	Registro de campo.....	57
3.2.2.	Altimetría.....	58
3.3.	Diseño arquitectónico.....	58
3.4.	Distribución de ambientes.....	59
3.5.	Estudio de suelos.....	60
3.6.	Selección del sistema estructural.....	60
3.7.	Análisis estructural.....	61
3.7.1.	Pre-dimensionamiento estructural.....	61
3.7.2.	Método simplista para mampostería reforzada.....	63
3.7.3.	Cargas gravitatorias aplicadas.....	64
3.7.4.	Dimensionamiento.....	65
3.7.5.	Diseño de la losa.....	65

3.7.5.1. Losas en el primer nivel.....	66
3.7.5.2. Losas en el segundo nivel .....	72
3.7.6. Diseño de vigas .....	77
3.7.7. Diseño de muros de mampostería reforzada.....	85
3.7.7.1. Cálculo del centro de masa, centro de rigidez...	85
3.7.7.2. Cálculo de corte basa.....	92
3.7.7.3. Cálculo de carga total, momento actuante y deriva en los muros.....	96
3.7.7.4. Cálculo de refuerzo horizontal y vertical .....	100
3.7.8. Diseño de cimientos .....	105
3.7.8.1. Diseño de zapatas cuadradas .....	106
3.7.8.2. Diseño de cimiento corrido .....	109
3.7.9. Diseño de rampa de acceso al segundo nivel .....	111
3.8. Instalaciones .....	112
3.8.1. Instalaciones eléctricas.....	112
3.8.2. Instalaciones de drenajes .....	112
3.8.3. Distribución de agua .....	112
3.9. Planos constructivos .....	113
3.10. Presupuesto .....	113
3.11. Cronograma de ejecución .....	115
3.12. Evaluación inicial de impacto ambiental.....	116
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>123</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>125</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Distribución de losas, primer nivel .....	66
2.	Planta de momentos actuantes en losas típicas, primer nivel. ....	68
3.	Planta de momentos balanceados en losas típicas, primer nivel. ....	69
4.	Distribución de losas, segundo nivel.....	72
5.	Planta de momentos actuantes en losas típicas, segundo nivel.....	74
6.	Planta de momentos balanceados en losas típicas, segundo nivel....	75
7.	Áreas tributarias, primer nivel. ....	78
8.	Áreas tributarias, segundo nivel .....	79
9.	Identificación de muros, primer nivel .....	86
10.	Identificación de muros, segundo nivel.....	91
11.	Detalle de zapata.....	106



## TABLAS

I.	Población por municipio, ciclos de vida y género año 2008.....	5
II.	Población escolarizada en el Municipio de San Antonio Sacatepéquez	6
III.	Comunidades que integran el municipio .....	8
IV.	Población total por comunidad.....	13
V.	Actividades productivas en el caserío Cancheguá. ....	13
VI.	Formas de abastecimiento de agua.....	15
VII.	Formas de iluminación de las viviendas .....	16
VIII.	Formas de disposición de excretas .....	16
IX.	Proyectos y estrategias de acción del caserío Cancheguá de la aldea Las Barrancas, a nivel de infraestructura pública .....	16
X.	Libreta de campo, levantamiento topográfico con diagonales. ....	57
XI.	Momentos en losas típicas, primer nivel.....	68
XII.	Áreas de acero requeridas en losas típicas, primer nivel.....	71
XIII.	Momentos en losas típicas, segundo nivel. ....	74
XIV.	Áreas de acero requeridas en losas típicas, segundo nivel .....	77
XV.	Área tributaria y cargas en vigas. ....	80
XVI.	Distribución de cargas en vigas .....	80
XVII.	Momentos en las vigas .....	80
XVIII.	Cálculo del área de acero para las vigas de los niveles 1 y 2.....	82
XIX.	Comparación de corte resistente y corte último en vigas.....	83

XX.	Cálculo de refuerzos en vigas, en los sentidos “X” y “Y” para los dos niveles .	84
XXI.	Localización de los centros de masa en niveles 1 y 2	86
XXII.	Coordenadas cartesianas de los muros del primer nivel.	87
XXIII.	Coordenadas de cada muro en función de su peso, primer nivel.	88
XXIV.	Centroide del muro por su rigidez.	90
XXV.	Excentricidad de diseño en primero y segundo niveles.	91
XXVI.	Guía para establecer el índice de calidad "Q" de una edificación.	93
XXVII.	Momento polar de inercia, primer nivel.	96
XXVIII.	Carga lateral, torsión y carga total, primer nivel.	98
XXIX.	Momento y deriva de muros.	99
XXX.	Cuantía de acero vertical y horizontal, primer nivel	102
XXXI.	Área de acero en muros, primer nivel.	103
XXXII.	Área de acero en muros, segundo nivel.	104
XXXIII.	Áreas de acero requerido en rampa de acceso a segundo nivel.	111
XXXIV.	Presupuesto para la construcción del edificio.	114
XXXV.	Cronograma de ejecución para la construcción del edificio.	115

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Área en cm <sup>2</sup> ó m <sup>2</sup>
<b>Ag</b>	Área gruesa (área de concreto)
<b>As</b>	Área de cuantía de acero de refuerzo
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
<b>Av</b>	Área de la varilla
<b>@</b>	A cada
<b>Δ</b>	Deformación
<b>Δx, Δy</b>	Cambio de posición en el plano de coordenadas
<b>cm</b>	Centímetros
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>C.M.</b>	Centro de masa
<b>C.R.</b>	Centro de rigidez
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Cu</b>	Carga última
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>d</b>	Peralte efectivo de un elemento
<b>Ec</b>	Peso específico del concreto
<b>Est.</b>	Estación
<b>est</b>	Estribo
<b>e</b>	Excentricidad
<b>Eq</b>	Carga sísmica
<b>Fs</b>	Factor de seguridad
<b>f'c</b>	Esfuerzo de fluencia del concreto

<b>f'm</b>	Esfuerzo básico de ruptura de la mampostería
<b>fy</b>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>h</b>	Altura
<b>K</b>	Rigidez
<b>Kg/m</b>	Kilogramo por metro
<b>km</b>	Kilómetro (s)
<b>L</b>	Claro o luz considerada a rostro de los elementos
<b>Lb</b>	Libras
<b>M</b>	Momento
<b>Mín</b>	Mínima (o)
<b>Máx</b>	Máxima (o)
<b>m</b>	Metro (s)
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>Mu</b>	Momento último
<b>Pa</b>	Presión de apoyo
<b>Plg</b>	Pulgada
<b>γ</b>	Peso específico
<b>q1-q7</b>	Índices de calidad
<b>S</b>	Espaciamiento del refuerzo
<b>t</b>	Peralte total de un elemento
<b>ton/m<sup>2</sup></b>	Tonelada por metro cuadrado
<b>V</b>	Corte
<b>Vb</b>	Corte basal
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>W</b>	Carga
<b>X</b>	Plano horizontal de la referencia
<b>Y</b>	Plano vertical de la referencia

## GLOSARIO

<b>Acero de refuerzo</b>	Material utilizado para el refuerzo vertical y horizontal de una estructura, debe de cumplir con las Normas ASTM A703 o ASTM A615, siendo su equivalente la norma COGUANOR NGO 36 011.
<b>Cargas</b>	Todo tipo de fuerzas aplicadas a una estructura tanto en sentido vertical como horizontal, que actúan directa o indirectamente, siendo éstas las cargas gravitacionales y las cargas laterales.
<b>Concreto</b>	Mezcla heterogénea de arena, grava, cemento y agua que al fraguar adquiere las características de dureza y resistencia necesarias, en algunas ocasiones se le puede agregar aditivos para modificar sus características.
<b>Georeferenciar</b>	Es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas y datum determinado.
<b>GTM</b>	Guatemala Transversa de Mercator (COGUANOR NTG 211001)
<b>Layer</b>	En español “Capa”, en el software ArcView, es el nombre que se le asigna a un conjunto de elementos que poseen características similares y que representan información aplicable en la elaboración de mapas georeferenciados.

**Mampostería reforzada**

Está conformada por muros construidos con piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante y reforzadas con concreto y acero ya sea confinado o integral.

**Mapa**

Es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio, generalmente sobre una superficie bidimensional pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos.

**Ortofotografía u ortofoto**

La ortofotografía (del griego *Orthós*: correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libres de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

**Proyección**

La proyección cartográfica o proyección geográfica es un sistema de representación gráfica que establece una relación ordenada entre los puntos de la superficie curva de la Tierra y los de una superficie plana (mapa). Éstos puntos se localizan auxiliándose en una red de meridianos y paralelos, en forma de malla.

**Shape**

Esquema, forma o dibujo con el cual se representa un dato o conjunto de datos ingresados en tablas y que forman parte de un layer específico.

**UTM**

Universal transversa de Mercator (COGUANOR NTG 211001)

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación, contiene dos proyectos que fueron diseñados para uso y beneficio de la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos y el caserío Cancheguá jurisdicción de dicha municipalidad, siendo éstos la implementación de mapas geo-referenciados de desarrollo infraestructural en el municipio de San Antonio Sacatepéquez y diseño de alcaldía auxiliar, salón comunal y comedor escolar en caserío Cancheguá, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

**En el capítulo 1**, se presenta la monografía del municipio de San Antonio Sacatepéquez, tomando en cuenta los aspectos más importantes de la región, tanto a nivel histórico como de desarrollo en diferentes campos, se presentan datos estadísticos cuya fuente en su mayoría se debe a investigaciones realizadas por personal de la OMP, también se presenta una breve monografía del caserío Cancheguá para el cual se ha priorizado el diseño del segundo proyecto.

**En el capítulo 2**, se describen los factores que han sido considerados para la elaboración de mapas geo-referenciados temáticos, que contienen información sobre el desarrollo infraestructural de algunas aldeas, caseríos y cantones del municipio de San Antonio Sacatepéquez y que servirá como base para extender dicho proyecto a la totalidad de aldeas, caseríos y cantones que forman parte de dicho municipio. Se presenta información técnica de los recursos físicos con los cuales se desarrolló el proyecto, así como un manual de utilización del equipo de GPS con el que se desarrolló el trabajo de campo y del software utilizado en el procesamiento de los datos, describiendo paso a paso dicho proyecto, que va desde la priorización y toma de datos, hasta la elaboración e impresión de mapas, que describen la ubicación física en

coordenadas cartesianas de la infraestructura pública con la que cuentan las diferentes comunidades del municipio.

**En el capítulo 3**, se presenta el desarrollo de la metodología utilizada en el diseño de un edificio de dos niveles, el cual será utilizado por la comunidad del caserío Cancheguá del municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos, en su primer nivel como una cocina y comedor para los niños de la escuela primaria del lugar y el segundo nivel asignado en un 30% del espacio físico, para la alcaldía auxiliar del lugar y en un 70 % del espacio físico para un salón comunal. En el mismo, se detalla la memoria de cálculo de los elementos que conforman la superestructura y subestructura con énfasis en las normas nacionales e internacionales aplicadas en su análisis. Además, incluye el presupuesto, cálculo de materiales, costos totales de obra y cronograma físico- financiero del proyecto.

En la parte final del informe, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado al haber desarrollado los capítulos mencionados, así como los planos, mapas y presupuesto, que son el producto final basados en los resultados obtenidos en el proceso de diseño.

## **OBJETIVOS**

### **Generales:**

1. Implementar la utilización de mapas geo-referenciados como un inventario de la infraestructura pública existente en todo el municipio de San Antonio Sacatepéquez, útil en la priorización y asignación de proyectos a las comunidades más necesitadas y menos beneficiadas.
2. Proponer el diseño de un edificio que beneficiará a la comunidad del caserío Cancheguá, a fin de que dicho diseño sea la base técnica que permita gestionar la construcción del mismo.

### **Específicos:**

1. Proporcionar al personal de la OMP de la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, un manual de uso y operación de los elementos necesarios en la elaboración de mapas temáticos geo-referenciados.
2. Que dichos mapas puedan ser utilizados como una herramienta de consulta no sólo por las autoridades administrativas, sino también por las comunidades e instituciones que promueven el desarrollo del lugar.
3. Capacitar al personal de la OMP, para que de seguimiento a dicho proyecto, a fin de lograr la creación de mapas geo-referenciados de todo el municipio y la actualización de los mismos.
4. Proponer un diseño adecuado que satisfaga las necesidades manifestadas por los vecinos del caserío Cancheguá.
5. Diseñar el edificio con base a normas y especificaciones técnicas para obtener una estructura segura y adecuada a las condiciones del lugar.
6. Proponer un diseño económicamente viable y estructuralmente funcional.



## INTRODUCCIÓN

El informe de trabajo de graduación que se presenta a continuación, ha sido elaborado, como parte de la proyección social hacia las comunidades del país, por parte de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del programa de Ejercicio Profesional Supervisado, coordinado por la unidad de E.P.S., dicho programa lleva como fin primordial, contribuir con el desarrollo del país, a través de la integración de los estudiantes de Ingeniería Civil a las municipalidades de todo el país, permitiendo que los mismos puedan aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el proceso de formación académica en los diferentes campos de la ingeniería civil para diseñar proyectos que puedan ofrecer una solución ante la problemática por falta de infraestructura para servicios públicos que afecta a la mayoría de comunidades de este país.

Por lo anterior mencionado, se presenta en este informe, el diseño de dos proyectos que han sido priorizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la Municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos, siendo éstos:

- Creación de mapas geo-referenciados de desarrollo infraestructural del municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos.
- Diseño de alcaldía auxiliar, salón comunal y comedor escolar en caserío Cancheguá, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.

La priorización de éstos proyectos se debe a que, por un lado, la municipalidad no cuenta con una base de datos apropiada de los proyectos

ejecutados por las administraciones que le han precedido y es para ellos importante asignar proyectos a las comunidades menos beneficiadas del municipio a fin de promover con ello, el desarrollo y mejorar la condición de vida de sus habitantes. Y por otro lado, se prioriza el diseño de un edificio específicamente para el caserío Cancheguá, el cual cuenta con muy poca infraestructura de servicio público y necesita el proyecto priorizado.

Para cada uno de los proyectos se ha tomado en cuenta la capacidad que la municipalidad tiene para la ejecución de los mismos y los recursos que la misma posee y pone a disposición del epesista para facilitar el diseño de dichos proyectos, así como la ayuda que la Facultad de Ingeniería ha proporcionada en el diseño de los mismos en cuanto a facilitar ensayos al suelo que permitan obtener parámetros de diseño, considerando también las normas y códigos de diseño aplicables en nuestro país.

## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Monografía del Municipio de San Antonio Sacatepéquez**

#### **1.1.1 Aspectos históricos**

##### **1.1.1.1 Breves datos históricos de su fundación**

San Antonio Sacatepéquez se inicia a través de la fundación del Cantón San Antonio Chiquitío en el año de 1543. Ubicando posteriormente la cabecera municipal en la “Ciénaga de los Rivera”, lugar donde se encuentra actualmente. Los fundadores fueron 19 familias con un número de 30 habitantes en total, siendo sus principales apellidos López, Cardona y Estrada.

A través de la investigación se conoció que el capitán español Juan de Dios y Cardona fue quien fundó San Antonio; dicha persona tiene descendencia aborígen, tanto así que se encuentra frecuentemente el apellido Cardona entre los mayas actuales, aunque algunas personas opinan que esta familia tiene origen salvadoreño. Con respecto a la familia Estrada se cree que es nativa de esta localidad. Esta población data de la época colonial y como prueba de su antigüedad conserva una medalla que obsequió el Rey Carlos V de España en el año 1787. También se dice que la diócesis de Quetzaltenango participó en la fundación del municipio, efectuando una repartición de tierras.

La primera autoridad que tuvo el poder local en el municipio según las fuentes consultadas fue el ciudadano Serapio Vásquez, quien fue nombrado por don Mariano Rivera, Jefe de Estado en Guatemala en el año 1840. A partir del 14 de marzo de 1950 se emite el Acuerdo Gubernativo que le da el status de municipio a San Antonio Sacatepéquez, título que ostenta actualmente, encontrándose en la jurisdicción del departamento de San Marcos.

### **1.1.1.2 Origen del nombre**

El nombre de San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos data de la época colonial y se debe a que sus habitantes veneran la imagen de San Antonio Abad y San Antonio de Padua. Sacatepéquez significa “sacate verde” o “verde valle”, ésta población forma parte del Valle de Sacatepéquez o Valle de la Esmeralda.

Se conoce que en tiempos de la colonia, luego de la fundación de un pueblo o municipio, le era dedicada la veneración de un santo, debido a la expansión y divulgación del cristianismo-católico.

La fiesta titular es dedicada a San Antonio de Abad, celebrándose del 13 al 19 de enero. También se celebra otra fiesta dedicada a San Antonio de Padua, del 12 al 13 de junio, en donde se realizan diferentes actividades culturales y religiosas.

### **1.1.1.3 Evolución histórica**

El municipio de San Antonio Sacatepéquez desde el año 1,543 cuando fue fundado, se conocía como San Antonio Chiquitó sus viviendas eran construidas de adobe y pajón, a través del tiempo se han venido mejorando gracias a nuevos métodos constructivos.

Antiguamente no se contaba con carretera en buen estado, escuelas, puesto de salud, tampoco llegaban vehículos, por lo que toda la producción se trasladaba a otros lugares sobre lomos de bestias y en semovientes, todo esto impedía el desarrollo.

## **1.1.2 Aspectos físicos**

### **1.1.2.1 Localización**

El municipio de San Antonio Sacatepéquez pertenece al departamento de San Marcos, el que a su vez es parte de la región Sur Occidental Número VI de Guatemala. Posee una altitud de 1854 a 2810 metros sobre el nivel del mar, una latitud norte de 14° 57' 38" y una longitud oeste de 91° 43' 55". Este municipio se encuentra a una distancia de 10 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos, a 38 kilómetros de Quetzaltenango y 239 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

### **1.1.2.2 Colindancias**

El municipio de San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos, tiene las siguientes colindancias:

<b>Norte</b>	Municipio de Río Blanco del departamento de San Marcos y el municipio de Sibilia del departamento de Quetzaltenango.
<b>Sur</b>	Municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.
<b>Oeste</b>	Municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos
<b>Este</b>	Municipio de Sibilia y Palestina de los Altos de Quetzaltenango.

### **1.1.2.3 Extensión territorial**

El Municipio cuenta con una extensión territorial de 100 kilómetros cuadrados, dividida en área urbana y rural; la primera está conformada por la cabecera municipal y la segunda por todas las aldeas y caseríos.

### **1.1.2.4 Vías de acceso**

Las principales vías de acceso son: en la parte Este para llegar a la cabecera municipal la carretera Interamericana asfaltada, que hace accesible

la entrada a la población, ya que se encuentra en buen estado, además para llegar a sus aldeas, caseríos y cantones se cuenta con carreteras de terracería las cuales en su mayoría son accesibles.

#### **1.1.2.5 Climatología**

El clima es frío con relación al resto del país, de tierras húmedas en la mayoría de sus comunidades, a excepción de la aldea Las Barrancas que tiene clima templado. La temperatura máxima es de 24° C y la mínima es de 15° C, calculando una temperatura media de 20° C todo el año.

#### **1.1.2.6 Recurso suelo**

Los suelos corresponden al grupo de la altiplanicie central, con material madre de ceniza volcánica intemperizada. Su textura es mixta ya que existen extensiones territoriales arenosas y arcillosas. Actualmente el suelo se usa para cultivar maíz y frijol en la parte alta y hortalizas en las comunidades de la parte baja lo que ha provocado la erosión a causa de la deforestación.

### **1.1.3 Población**

Actualmente el municipio de San Antonio Sacatepéquez, según el INE está conformado por 24 comunidades, pero según los datos que tiene la Oficina Municipal de Planificación (OMP) son 22 comunidades, el INE reporta 2 comunidades que no son consideradas como tal porque una es una finca y otra que no cuenta con habitantes; el Centro de Salud reporta para el año 2008, que el municipio cuenta con 18,105 habitantes, el INE indica que la densidad poblacional va desde 235 a 394 habitantes/km<sup>2</sup>.

**Tabla I. Población por municipio, ciclos de vida y género año 2008.**

MUNICIPIO	0 a 9 meses Lactantes		1 a 9 años. Niñez		9 a 20 años Adolescencia		20 a 49 años. Adulto		49 años y más. Adulto mayor.		Población Total.		TOTAL
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	
Área Urbana	35	32	270	251	289	267	320	297	109	102	1023	949	1973
Las Escobas	06	04	37	34	57	34	50	47	15	13	172	132	304
Tojchiná	08	09	69	63	64	59	78	72	25	24	244	227	471
San Ramón	08	06	57	52	51	47	69	63	21	23	206	190	397
San José Granados	28	26	245	227	200	185	248	229	97	89	818	756	1574
Santa Rosa de Lima	13	12	108	100	95	88	123	115	54	50	393	365	758
Santa Irene	21	22	168	156	152	142	196	181	70	66	607	567	1174
Las Barrancas	13	13	109	102	99	93	120	111	46	44	387	363	750
Candelaria Siquival	14	10	92	85	93	87	107	100	39	37	345	319	664
Santa Rita	12	09	111	103	104	97	121	111	44	41	392	361	753
San Isidro Ixcocolchil	11	08	72	66	74	69	80	74	28	27	265	244	509
Vista Hermosa	22	16	148	136	143	133	155	144	59	54	527	483	1010
San Rafael Sacatepéquez	52	47	427	396	387	359	423	391	165	152	1454	1345	2799
Nueva Jerusalém	06	03	28	26	99	74	58	55	15	14	206	172	378
Santo Domingo	25	22	200	186	173	160	219	203	81	75	698	646	1344
San Francisco	08	04	42	39	38	36	52	48	17	17	157	144	301
La Felicidad	15	11	111	104	100	93	120	112	44	40	390	360	750
San Miguel de los Altos	17	10	131	121	117	108	141	132	52	48	458	419	877
Potrilllos	13	10	105	98	97	78	117	109	42	39	374	334	708
El Mirador	08	07	70	66	71	60	143	132	28	26	320	291	611
<b>TOTAL</b>	<b>335</b>	<b>281</b>	<b>2600</b>	<b>2411</b>	<b>2503</b>	<b>2269</b>	<b>2940</b>	<b>2726</b>	<b>1051</b>	<b>981</b>	<b>9436</b>	<b>8668</b>	<b>18,105</b>

FUENTE: Encuesta realizada por personal del Centro de Salud, 2008

## 1.1.4 Condición sociocultural

### 1.1.4.1 Educación

**Tabla II.** Población escolarizada en el Municipio de San Antonio Sacatepéquez.

<b>Población</b>	<b>Total</b>
Pre Primaria	767
Primaria	3,148
Nivel Básico	553
Nivel Diversificado	00
<b>TOTAL</b>	<b>4,468</b>

Fuente: Supervisión Educativa Distrito 96-61, 2008

### 1.1.4.2 Salud

**Recursos humanos:** Como municipio de tercera categoría, se tiene un puesto de salud que actualmente cuenta con técnico en salud, enfermeros y ocasionalmente practicantes de medicina realizando EPS.

**Recursos institucionales:** entre las instituciones que prestan ayuda se encuentran, el **Ministerio de Salud** a través de la existencia del puesto de salud en la cabecera municipal además de la cobertura en el área rural de dos puestos de salud en las aldeas de Santo Domingo y Santa Irene; **YUNCAX**, que es una extensión de cobertura del Ministerio de Salud, institución que a partir del año 2008 toma auge teniendo presencia en prestar la misma atención que presta el puesto de salud en las comunidades: caserío Potrerillos, caserío el Mirador, caserío la Felicidad, caserío Nueva Jerusalem, aldea San Miguel de los Altos, aldea Santa Rosa de Lima, aldea San José Granados (labor San Felipe), aldea San Rafael Sac., aldea Las Barrancas, aldea San Isidro Ixcolochil, aldea Candelaria Siquival, aldea Santa Rita, cantón Las Escobas, cantón Tojchiná, cantón San Ramón

### **1.1.4.3 Cultura**

**Trajes:** La población de San Antonio Sacatepéquez está conformada por un 75% de descendientes de la etnia Maya Mam y un 25% de ladinos. La etnia Mam se identifica más por las señoras mayores y mujeres de las aldeas que en un leve porcentaje usan el traje de la región tratando de conservarlo.

**Idioma:** Con relación al idioma materno se puede decir que se hace difícil escuchar a personas que pronuncien palabras en Mam. Algunas personas ancianas lo conocen pero no lo practican y es por la misma razón que se ha ido perdiendo.

**Folklor:** Antiguamente durante todo el año se realizaban eventos como, el baile del venado, de la conquista, de tunecos, toritos, mexicanos, siendo más primitivo el de bushes. Éstos bailes eran llevados a cabo en las ferias de enero y junio, en la actualidad se practica solamente el baile del venado en la feria de enero.

### **1.1.5 Actividades productivas**

Antiguamente un 90% de la población se dedicaba a la agricultura y el 10% restante a otra clase de actividades. Durante los últimos tiempos se ha incrementado la población, lo que ha traído como consecuencia la emigración hacia otras partes de la república e inclusive a otros países como los Estados Unidos. Las diferentes artesanías se han venido perdiendo debido a la falta de demanda de los productos, se han implementado nuevas técnicas en la agricultura lo cual ha venido a mejorar la economía, también instituciones nacionales e internacionales han colaborado a mejorar aspectos de educación y salud que son aspectos muy importantes para el desarrollo de toda comunidad.

## 1.1.6 Organización política administrativa

### 1.1.6.1 Organización política

El municipio de San Antonio Sacatepéquez está conformado por un pueblo, 10 aldeas, 8 caseríos y 3 cantones, como se indica en el siguiente cuadro:

**Tabla III.** Comunidades que integran el municipio.

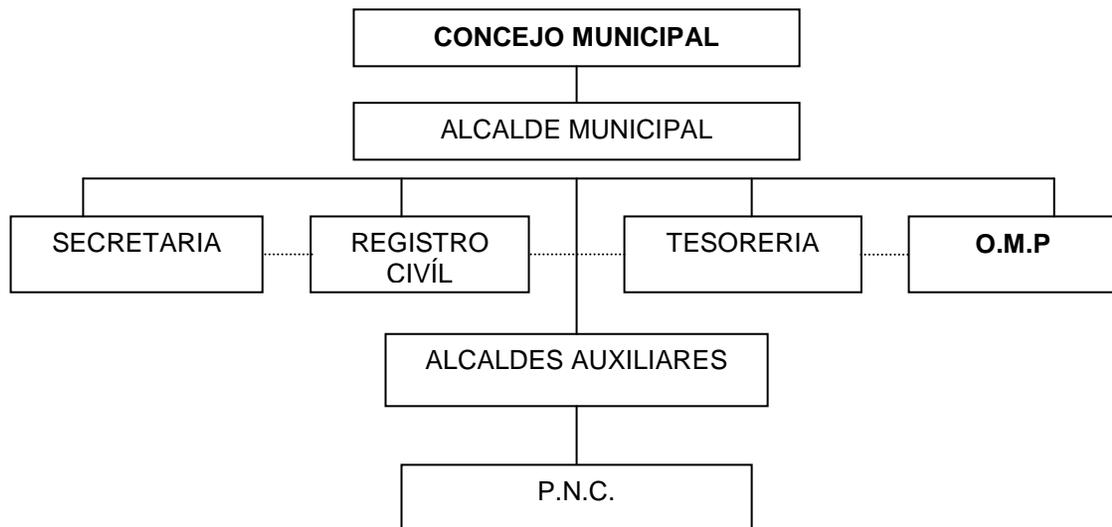
No.	Categoría	Nombre	Distancia a la cabecera municipal en Kms.
1	Aldea	Las Barrancas	7
2	Aldea	San Isidro Ixcolochil	4
3	Aldea	Candelaria Siquival	1.5
4	Aldea	Santa Rita	2
5	Aldea	Santa Irene	6
6	Aldea	San Miguel de Los Altos Tierra Blanca	7
7	Aldea	Santa Rosa de Lima	9
8	Aldea	San José Granados ( Pataná 1 y 2)	9
9	Aldea	San Rafael Sacatepéquez	6
10	Aldea	Santo Domingo	11
11	Caserío	La Felicidad	8
12	Caserío	Vista Hermosa	2.5
13	Caserío	San Francisco	14
14	Caserío	Siete Tambores	4
15	Caserío	Nueva Jerusalén	6.5
16	Caserío	Potrerosillos	16
17	Caserío	Canchequá	8
18	Caserío	El Mirador	12
19	Cantón	San Ramón	1
20	Cantón	Tojchiná	1.5
21	Cantón	Las Escobas.	1.5
22	Cabecera	San Antonio Sacatepéquez	-----

Fuente. Investigación de campo y documental OMP 2006.

### 1.1.6.2 Organización administrativa

El municipio está organizado y representado por un Gobierno Municipal, conocido como la Corporación Municipal, que se elige democráticamente, mientras que en las aldeas eligen a los alcaldes auxiliares, como representantes de las comunidades, para la toma de decisiones relacionadas al desarrollo comunal y como vínculo de relación con el Gobierno Municipal.

#### Organigrama administrativo municipal



**Concejo Municipal:** realiza sesiones ordinarias y extraordinarias, las sesiones las preside el alcalde municipal y en ella se analizan las solicitudes presentadas al concejo, las cuales se aprueban por mayoría de votos, las que son presentadas por los diferentes comités que existen en las comunidades.

**OMP:** La Oficina Municipal de Planificación, es un organismo asesor que sirve de soporte técnico a la corporación municipal, es la encargada de coordinar y consolidar los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio. Las funciones de la Oficina Municipal de Planificación se encuentran reguladas en el Art. 96 del Código Municipal.

### **1.1.7 Descripción y priorización de necesidades**

Al realizar un diagnóstico de forma conjunta con el alcalde municipal y personal de la oficina municipal de planificación y en base a las solicitudes presentadas por los comités de las diferentes aldeas, caseríos y cantones que conforman el municipio, se puede llegar a la priorización de varios proyectos a diseñar como la primera fase para gestionar su construcción.

Se han priorizado varios proyectos de ampliación, apertura y mejoramiento de caminos vecinales, muros de contención en zonas de derrumbe y puentes peatonales, el diseño de un edificio para el caserío Cancheguá, entre otros proyectos de supervisión y capacitación.

La OMP también ha manifestado que en el año 2007, por parte de instituciones extranjeras de ayuda comunitaria, se les ha proporcionado un paquete o software llamado ArcGIS, el cual puede ser utilizado para elaborar mapas temáticos geo-referenciados así como un equipo de posicionamiento satelital o GPS, por lo que también han solicitado la ayuda para desarrollar un proyecto que pueda utilizarse como un inventario de la infraestructura existente del municipio a fin de contar con esta herramienta que les será útil en la priorización de proyectos.

## **1.2 Monografía del caserío Cancheguá**

### **1.2.1 Reseña histórica**

En el año 1960 León Cardona, Margarito López Saturnino, acompañados cada uno por su familia se ubican en el lugar en donde actualmente se encuentra el caserío Cancheguá, siendo los primeros habitantes; en el año 1976 fue realizado el primer mini riego; En el año 1,978 se hizo el primer tanque para abastecer el agua dentro de la comunidad,

estando conformado por 15 personas; en el año 1980 se arreglaron los caminos y se fundó la primera escuela en la casa de don Felipe Cardona la cual contaba con un maestro; En el año 1,999 se aperturó la carretera normal con un ancho de 7 metros.

La comunidad tiene la categoría de caserío y sus principales autoridades están conformadas por la Junta Directiva del Consejo Comunitario de Desarrollo y Alcalde Auxiliar, que son nombrados por los habitantes de la comunidad, para servir durante un año.

## **1.2.2 Aspectos físicos**

### **1.2.2.1 Localización**

El Caserío Cancheguá de la aldea Las Barrancas del municipio de San Antonio Sacatepéquez, está localizado en la parte sur de la cabecera municipal, atendiendo a las coordenadas geográficas donde su latitud es de norte 14° 55' 35.369", longitud de oeste 91° 44' 2.92" su promedio de altitud es de 2,184 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra localizada a una distancia de 8 kilómetros de la cabecera municipal, a 18 kilómetros de la cabecera departamental y 247 kilómetros de la capital de Guatemala en carretera Interamericana.

### **1.2.2.2 Colindancias**

El caserío Cancheguá de la aldea Las Barrancas del municipio de San Antonio Sacatepéquez tiene las siguientes colindancias:

**Norte** Aldea San Isidro Ixcolochil del municipio de San Antonio Sacatepéquez.

<b>Sur</b>	Aldea Las Barrancas del municipio de San Antonio Sacatepéquez, Caserío San Vicente del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
<b>Oeste</b>	Aldea San Isidro Ixcolochil del mismo municipio y caserío El Chichicaste del municipio de San Pedro Sacatepéquez
<b>Este</b>	Caserío Nueva Reforma de la aldea Champollap del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

### **1.2.2.3 Vías de acceso**

La aldea se comunica con la cabecera municipal, por medio de dos carreteras de terracería; una que inicia en una curva denominada el gancho, que se encuentra localizada aproximadamente a 1 kilómetro de distancia de la cabecera municipal en carretera interamericana. Esta tiene una longitud de 7 kilómetros de la entrada hasta el centro de la comunidad, y es muy transitada.

Otra vía de acceso es por carretera de terracería, entrando por el municipio de San Pedro Sacatepéquez, que se encuentra en malas condiciones, debido a que tiene muchas pendientes. Además, internamente la comunidad cuenta con veredas y caminos de herradura que comunican a la aldea con lugares aledaños.

### **1.2.2.4 Climatología**

El caserío Cancheguá de la aldea las Barrancas presenta las características de un clima templado, las biotemperaturas van de 15°C a 25°C. Su precipitación pluvial promedio anual es de 1,300 mm, distribuidos en el período comprendido de mayo a octubre en donde se registra la época lluviosa, la evapotranspiración potencial puede estimarse en un promedio de 0.75, presenta una humedad relativa promedio anual de 85%.

### 1.2.3 Población

La tabla IV refleja que la mayor parte de población se encuentra ubicada en el centro de la aldea, situación que debe tomarse muy en cuenta para la prestación de los servicios estratégicos, tales como institutos básicos y diversificados, centros de acopio, unidades mínimas de salud, entre otros.

**Tabla IV.** Población total por comunidad.

<b>Comunidad</b>	<b>Número de habitantes</b>	<b>Porcentaje</b>
Aldea Las Barrancas	681	84.9
<b>Caserío Cancheguá</b>	<b>126</b>	<b>15.61</b>
Total	807	100

Fuente: investigación de campo, autoridades locales, 2008.

### 1.2.4 Actividades productivas

En la comunidad se tiene el problema del bajo ingreso económico a pesar de ser una comunidad que sustenta su economía básicamente en la producción de verduras para el consumo y la venta, crianza de animales y en menor porcentaje artesanal, tal como puede verse en el cuadro siguiente:

**Tabla V.** Actividades productivas en el caserío Cancheguá.

<b>No.</b>	<b>Ocupación</b>	<b>Cantidad</b>
1	Horticultura.	17 familias
2	Albañilería	2 familias
3	Carpinteros	1 familias
4	Artesanía	2 familias
5	Trabajos para el estado	3 familias
6	Diferentes trabajos	5 familias

Fuente: Investigación de campo, OMP 2008.

## **1.2.5 Organización política y administrativa**

### **1.2.5.1 Organización política**

El caserío Cancheguá forma parte de la aldea las Barrancas la cual actualmente está dividida en un centro poblado y el caserío ubicado a 1.5 kilómetros del centro de la aldea.

### **1.2.5.2 Organización administrativa**

Administrativamente están organizados en una auxiliatura que está conformada por doce miembros: 1 alcalde auxiliar, 5 regidores y 6 auxiliares. Todos ellos son nombrados por los vecinos y reemplazados en el mes de enero de cada año. Internamente se encuentran organizados para cubrir la auxiliatura por turnos, atendiendo dos personas por semana al público y cumplen las siguientes funciones:

- Atender cualquier problema de la comunidad.
- Dar acompañamiento a cada persona que requiera información sobre algún aspecto importante del lugar.
- Recoger la correspondencia los días lunes y viernes en la cabecera municipal.

Además es importante resaltar que la organización de esta comunidad, está basada en las tres leyes que propician la descentralización y participación ciudadana (Ley General de Descentralización, Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y el Nuevo Código Municipal) forman parte del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), donde están representados todos los comités y grupos de la aldea.

## 1.2.6 Principales necesidades del caserío

### 1.2.6.1 Educación

En educación, el problema que más se refleja, es el bajo nivel de escolaridad, ya que una gran mayoría de la población, sólo ha logrado cursar algún grado de primaria debido a que la comunidad cuenta solamente con la cobertura del nivel pre primario y primario. Para tener acceso al nivel básico tienen que viajar hasta la cabecera municipal de San Antonio Sacatepéquez o San Pedro Sacatepéquez, lo cual es muy difícil. Dentro de las causas por las que se da esta situación se pueden destacar:

- Falta de recursos económicos que no permite que los niños continúen estudiando, incorporando a los niños a temprana edad al trabajo agrícola,
- No se atiende el nivel básico en la comunidad y la distancia para llegar al establecimiento más cercano del nivel básico, situado a 5 kilómetros
- Principalmente la falta de motivación de los padres sobre la importancia de la educación de sus hijos.

### 1.2.6.2 Infraestructura

**Tabla VI.** Formas de abastecimiento de agua.

<b>Formas de abastecimiento</b>	<b>No. de viviendas</b>	<b>%</b>
Agua entubada	28	93.33
Nacimientos y pozos	2	6.66
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación de campo OMP 2008

**Tabla VII.** Formas de iluminación de las viviendas.

<b>Iluminación</b>	<b>No. de viviendas</b>	<b>%</b>
Luz eléctrica	26	86.66
Candela o candíl	4	13.33
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

Fuente: Investigación de campo OMP 2008

**Tabla VIII.** Formas de disposición de excretas.

<b>Disposición de excretas</b>	<b>No. de viviendas</b>	<b>%</b>
Letrinas con pozos ciegos y casetas formales	12	40
Letrinas con pozos ciegos y casetas informales	18	60
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Fuente: Investigación de campo OMP 2008

De acuerdo a los resultados presentados, la mayoría de viviendas cuentan con los principales servicios básicos, sin embargo, en lo que respecta a letrinas hay un porcentaje muy alto que no tienen sus casetas bien construidas por lo que no se puede utilizar este servicio en óptimas condiciones.

### **1.2.7 Descripción y priorización de las necesidades**

**Tabla IX.** Proyectos y estrategias de acción del caserío Cancheguá de la aldea Las Barrancas, a nivel de infraestructura pública.

<b>Proyectos en orden de prioridad</b>	<b>Estrategia de acción</b>	<b>Beneficiarios</b>	
		<b>Directos</b>	<b>Indirectos</b>
Gestión de construcción	Mejorar la higiene en la preparación de los alimentos escolares,	26 niños	Padres de

de cocina escolar.	gestionando la construcción de una cocina escolar, a través del patronato de padres de Familia, el COCODE y el director de la escuela, ante la Municipalidad, Ministerio de Educación y otras organizaciones nacionales o internacionales.		familia
Construcción de un centro de convergencia.	Motivar la participación y organización de los habitantes de la comunidad por medio de la gestión de construcción de un centro de convergencia (salón y auxiliatura) a través del Comité pro-mejoramiento, la auxiliatura, el COCODE, ante la Municipalidad y otras instituciones nacionales e internacionales que apoyan este ámbito.	3 grupos de mini riego 2 miembros de la auxiliatura	90 habitantes
Construcción de cancha polideportiva escolar.	Mejorar la salud mental de los niños y niñas, gestionando la construcción de una cancha polideportiva, a través del comité de padres de familia, el COCODE y el director de la escuela, ante la Municipalidad, el Ministerio de Cultura y Deportes.	26 niños	Padres de familia

Fuente: OMP 2008



## **2. CREACIÓN DE MAPAS GEO-REFERENCIADOS DE DESARROLLO INFRAESTRUCTURAL Y RECURSOS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ**

### **2.1. Descripción del proyecto**

#### **2.1.1. Generalidades**

El proyecto está basado en sistemas de información geográfica (SIG), implementando un software que permite procesar la información obtenida de un sistema de posicionamiento global, para crear mapas apoyados con ortofotos en las cuales se podrá observar la ubicación física de la infraestructura pública del municipio, así como información básica de la misma a través de tablas.

Este proyecto forma parte de la creación de un inventario que la oficina municipal de planificación desea implementar, elaborando una serie de mapas geo-referenciados, en los cuales se podrán localizar la infraestructura pública del municipio, aldeas, caseríos y cantones.

En la primera fase del proyecto, se presenta el proceso completo de elaboración de mapas temáticos geo-referenciados, tomando 5 comunidades pertenecientes al municipio de San Antonio Sacatepéquez, para que, con esta base, la Oficina Municipal de Planificación, continúe con el proyecto a fin de completar la información de las 22 comunidades. La guía de elaboración de los mapas geo-referenciados, podrá aplicarse a diferentes tipos de información que se requiera georeferenciar y ubicar sobre ortofotografías correspondientes a la zona referida.

### **2.1.2. Tipo de datos a procesar**

Los datos que en este proyecto se han geo-referenciado para elaborar mapas apoyados de ortofotos, han sido los relacionados con el tema de Infraestructura pública que poseen las 5 comunidades del municipio.

Al referirnos a “infraestructura pública”, tomamos todo tipo de obra gris que existe en éstas comunidades y que son útiles a todos los vecinos, como por ejemplo, instalaciones educativas, salones comunales, alcaldías auxiliares, instalaciones deportivas, iglesias católicas, centros de acopio, torres de telecomunicación, entre otros.

A cada uno de los elementos tomados en cuenta, se le ha asignado un ícono o símbolo, que servirá para referenciarlo en los mapas, según su clasificación o uso.

### **2.1.3. Extensión del proyecto**

El proyecto se dividirá en dos fases, de las cuales, la primera fase que se encuentra en este informe, contiene la guía de todo el proceso necesario para elaborar los mapas geo-referenciados, que va desde la toma de datos, procesamiento de los mismos y elaboración de mapas, así como la implementación del proyecto a 5 comunidades del municipio, siendo éstas:

- 1. La cabecera del municipio de San Antonio Sacatepéquez.**
- 2. La aldea San Isidro Ixcolochil**
- 3. La aldea Candelaria Siquival**
- 4. El caserío Vista Hermosa**
- 5. El cantón Las Escobas**

La segunda fase, será la implementación del proyecto a las 17 comunidades restantes, la cual estará a cargo del personal de la oficina municipal de planificación, para ello contarán con la primera fase que describe paso a paso la totalidad de acciones a realizar para completar la segunda fase.

#### **2.1.4. Utilidad del proyecto**

La implementación de los mapas geo-referenciados de desarrollo infraestructural, en la oficina municipal de planificación, se realizará con la finalidad de proporcionar una herramienta que les permita contar con un inventario de toda la infraestructura pública existente en el municipio.

Esta información será útil tanto para la municipalidad, los COCODES de las comunidades, así como para las diferentes organizaciones que apoyan el desarrollo del municipio. Los datos del desarrollo infraestructural de cada comunidad, permitirán tener una visión más amplia de las necesidades de cada una de las comunidades y de esta forma poder priorizar los proyectos en los lugares menos favorecidos del municipio.

En el sector de educación, las escuelas e institutos, también podrán tener acceso a esta información, pues en un futuro se espera implementar la creación de mapas, enfocados a otros tipos de información, como por ejemplo, recursos naturales, zonas de peligro, zonas de cultivos, entre otros.

Dentro de la guía que se dejará para elaborar este tipo de mapas, también se incluyen instrucciones de los pasos para agregar datos de nuevos elementos a georeferenciar en los mapas existentes y de cómo actualizar los datos ya ingresados.

## **2.2. Recursos tecnológicos y de software a utilizar**

### **2.2.1. Características del sistema de posicionamiento global**

El sistema de posicionamiento global, también conocido por sus siglas en inglés GPS (Global Position System), es una de las herramientas de campo fundamentales para elaborar este tipo de mapas, aunque también se podría localizar los elementos de forma directa en ortofotos, lo que implicaría conocer muy bien los lugares, tomando en cuenta el tiempo transcurrido desde que las mismas fueron realizadas así como la infraestructura construida posteriormente y el cambio en la orografía producto de los fenómenos naturales, de manera que no sería una fuente muy confiable.

Existen diferentes modelos de GPS, fabricados para diferentes trabajos, los cuales no dependen sólo de la compañía que los fabrica, sino también de la capacidad de recepción de señal satelital que desarrollan, lo que permitirá tener mayor exactitud en la toma de datos, tal es el caso de los sistemas de posicionamiento global topográficos, los cuales logran una alta recepción y por ende mayor exactitud, aunque se debe considerar que la capacidad de recepción va de la mano con el costo de los mismos, siendo los más comunes y económicamente accesibles los sistemas exploradores.

Para el presente proyecto se ha utilizado un GPS explorador, por varias razones que justifican dicha utilización entre las cuales podemos mencionar:

- La capacidad económica de la municipalidad que ha adquirido dicho sistema con mucho esfuerzo.
- Las respuestas negativas de peticiones a instituciones a las cuales se les solicitó el préstamo de equipos profesionales de geo-referenciación. Al final no se consideró prudente adquirir un sistema de esta naturaleza

en calidad de préstamo ya que al no contar más con dicha unidad, no se podrían actualizar los datos con la misma precisión.

- El proyecto necesita georeferenciar un sólo punto en edificios de más de 60 m<sup>2</sup>, por lo que la variación en metros minimiza el error al georeferenciar al centro de las edificaciones.



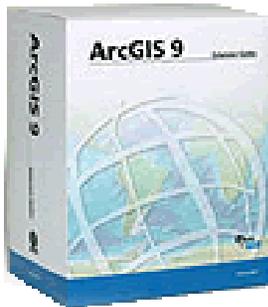
En la toma de datos del presente proyecto se utilizó un GPS Garmin eTrex Vista® HCx, útil en cualquier actividad al aire libre. Su receptor GPS de alta sensibilidad mantiene la señal en zonas arboladas y dispone de altímetro barométrico, brújula electrónica y cálculo automático de rutas. Este receptor forma parte de la serie H de GARMIN que se caracteriza por disponer un chipset GPS de alta sensibilidad

### **2.2.2. Características del software**

La aplicación de las ciencias geo-espaciales se ha extendido muy rápido y se ha ampliado en las últimas décadas. La municipalidad de San Antonio Sacatepéquez, ha gestionado ayudas a diferentes entidades extranjeras de cooperación, y dentro de las gestiones realizadas ha logrado adquirir el software desktop original del programa llamado ArcView – ArcGIS, de ESRI.

ArcGIS es un completo sistema integrado de datos geográficos con la capacidad de creación, gestión, integración y análisis de datos de lugares, direcciones, posiciones en terreno, áreas urbanas y rurales; regiones y cualquier tipo de ubicaciones en terrenos determinados. Esta información es trabajada de manera sistémica, lo que representa una diferencia sustancial a lo relacionado al trabajo con información planos y mapas, permitiéndonos

explorar, ver y analizar los datos según parámetros, relaciones y tendencias que presenta nuestra información, teniendo como resultado nuevas capas de información, mapas y nuevas bases de datos.



Tiene la gran capacidad de realizar geo-procesos lo que permite desarrollar ajustes dinámicos de la información, adaptándola a los requerimientos de análisis del usuario, con esto se tiene la capacidad de construir procesos analíticos y flujos de trabajo. El software contiene herramientas para una óptima gestión de datos geográficos, tabular, la metadata, la creación y la organización de un proyecto. GIS puede trabajar una variedad amplia de datos, tales como: demográficos, catastro, instalaciones, dibujos CAD, imágenes y multimedia.

## 2.3. Manejo del GPS en la toma de datos

### 2.3.1. Toma de datos

A continuación se describe la forma en que se utiliza el GPS Garmin eTrex Vista® HCx, en la toma de datos para elaborar los mapas georeferenciados, para información más amplia de éste y otros modelos visite la página [www.garmin.com](http://www.garmin.com), en éste proyecto se presenta la forma estándar de ingresar los datos con los modelos más comunes de GPS.

- a. **Inicio del receptor GPS:** la primera vez que enciende la unidad, el receptor GPS debe reunir datos del satélite y establecer la ubicación actual. Para recibir señales del satélite, debe encontrarse al aire libre y tener una buena panorámica del cielo. De esto dependerá el grado de error que se presente a la hora de georeferenciar un punto.

- b. **Creación y uso de waypoints:** los waypoint son ubicaciones o puntos de referencia que se puede grabar y almacenar en el GPS. Puede crearlos mediante tres métodos. Pulse INTRO mientras está en una ubicación, cree un waypoint en la página o introduzca coordenadas para crearlo manualmente.
  
- c. **Edición de waypoints:** puede editar waypoints para cambiar el símbolo, el nombre, la nota, la ubicación y la altura. Mantenga pulsado BUSCAR, seleccione el que desea editar y pulse INTRO, para realizar los cambios, resalte cada campo; utilice la carta de símbolos de waypoint y el teclado alfanumérico para introducir nuevos datos.

### **2.3.2. Transferencia de datos al ordenador**

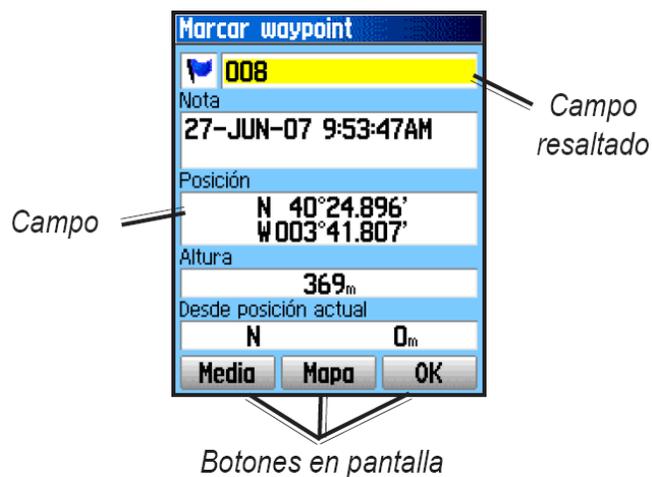
Para realizar la transferencia de los puntos obtenidos en el trabajo de campo con la unidad, se deberá utilizar el cable conector PC/USB, previamente se debe instalar completamente el software del GPS. Cuando conecte por primera vez la unidad a un puerto USB, puede que el equipo le pida que busque el destino de los controladores para el dispositivo. Sólo tiene que instalar los controladores una vez. Después de instalar los controladores, el equipo siempre detecta la unidad cuando está conectada.

Para realizar la transferencia, debe instalar los controladores del GPS en el equipo y ejecutar el software del mismo, luego haga clic en “Recibir de dispositivo” en el menú Transferir o haga clic en el ícono “Recibir de dispositivo” en la parte superior de la pantalla.

### 2.3.3. Interpretación de los datos

En pantalla el GPS Garmin eTrex Vista® HCx, se visualizarán los datos que se describen a continuación siguiendo el orden en que aparecen de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

- **Simbología**, se presenta una bandera como simbología predeterminada del punto pero se puede marcar el campo y cambiar la simbología, eligiendo de entre las simbologías que el GPS presenta.
- **Nota**, en este campo, se puede observar la fecha y hora en que ha sido tomado el punto.
- **Posición**, marcará las coordenadas del punto tomado, la forma en que se desea que presente las mismas se configura a conveniencia. Este dato presenta un margen de error que depende de las condiciones climáticas durante la toma.
- **Altura**, marca la altura a la que se encuentra el punto tomando como referencia el nivel del mar, por lo regular el dato de altura tiene un margen de error mayor que el de posición, sin embargo para este proyecto no se utiliza este dato.



## **2.4. Interacción con el software**

### **2.4.1. Guía de instalación**

La justificación por la cual se presenta una guía de instalación del programa ArcView de ArcGIS, es porque, aunque éste requiere una instalación muy similar a la de otros tipos de software, solicitando un código de activación para comprobar la legalidad de la adquisición del software, adicionalmente el programa utiliza una llave o centinela, la cual, con el aspecto muy similar al de un dispositivo de almacenamiento de datos USB, se conecta a un puerto de la misma clase y permite la utilización del programa, dicha llave debe instalarse adicionalmente de una forma personalizada, es por ello que esos pasos adicionales requeridos se indicarán en esta guía a fin de facilitar el proceso de instalación, el cual, sin una guía, se complica bastante.

Es por esta razón que la oficina municipal de planificación de San Antonio Sacatepéquez ha pedido que se proporcione el manual para elaborar mapas geo-referenciados y que se incluya en el mismo, la utilización del GPS, así como la instalación y uso del software, para facilitar futuras instalaciones del programa en otros ordenadores.

#### **2.4.1.1. Instalación del software**

Para la instalación del software, se presenta en este informe una guía simplificada con imágenes e instrucciones. Introduzca el disco de instalación que contiene el paquete original de ESRI, y podrá observar la siguiente secuencia de ventanas, se obviarán algunas de las ventanas por no considerarse complicados los pasos que en las mismas se deben realizar y al considerar las instrucciones de instalación que el mismo programa proporciona.



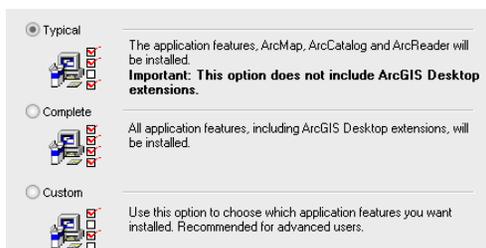
Inserte el disco en la unidad y continúe los pasos que aquí se presentan, las imágenes han sido recortadas y muestran solamente el área de las opciones a elegir.



A continuación aparecerá la ventana llamada **“ArcView Single Use”**, para instalar directamente el software del programa, elija la primera opción titulada **“ArcGIS ArcView”**.



Elija la opción **“Install ArcGIS Desktop”**, es importante no tener ningún programa extra abierto en el ordenador para facilitar la instalación de ArcGIS.



Para efectos del proyecto, se seleccionará el modo de instalación típico.



Seleccione **“Finish”** para completar la instalación del software.

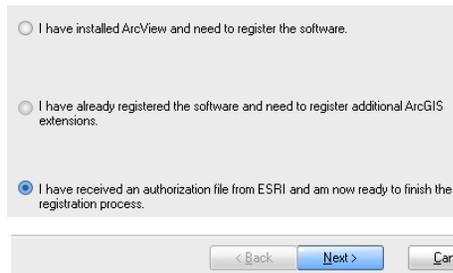
Es importante que previo a instalar el software en un ordenador se verifique que el mismo cumpla con los requerimientos mínimos que el programa requiere para funcionar correctamente.

### 2.4.1.2 Activación del software

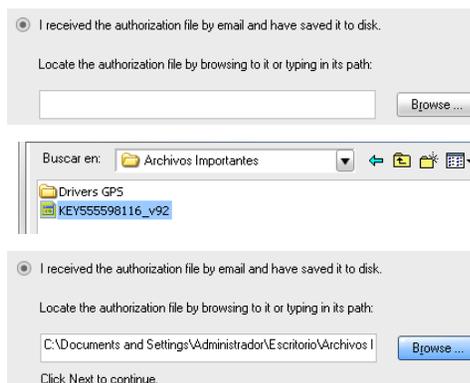
La clave de registro del producto se adquiere conjuntamente con la compra del software o solicitándola vía internet con el código de compra del producto a continuación se describe el proceso de activación.



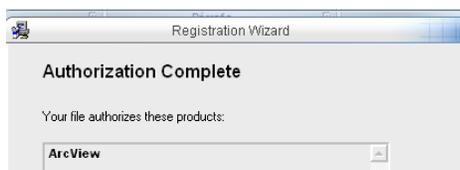
A continuación de haber instalado el software, aparecerá la ventana que se muestra, debiendo seguir el proceso que se describe. Haga clic en la opción señalada.



La tercera opción se elige cuando se posee el archivo que introduce la clave de activación del producto, dicho archivo debe copiarse en el ordenador.



Ingrese el código de activación del producto, el cual, deberá copiar en cualquier carpeta de su ordenador con la finalidad de buscar el mismo haciendo clic en el ícono llamado **“Browse”**.



Si el código ingresado es válido, el programa indicará que se ha completado la autorización del producto.

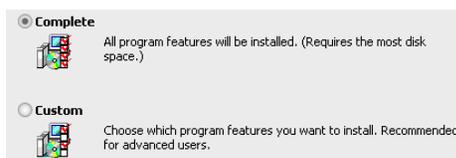
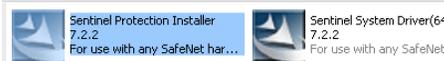
### 2.4.1.3 Instalación de la llave o centinela



El software ArcView para poder funcionar, necesita ser validado con un registro, éstos dos elementos tanto el software como el registro, pueden instalarse en la cantidad de ordenadores que se desee, ya que no están limitados para un determinado número de usuarios, pero no podrán utilizarse simultáneamente en los ordenadores ya que el software posee una protección extra que es una llave o centinela, la cual al no estar conectada en un puerto USB del ordenador, no permitirá que el programa se ejecute. Los pasos para instalar el mismo se describen a continuación.

El archivo que instala la llave en el ordenador, se encuentra ubicado en el mismo disco de instalación del programa, pero debe buscarse por medio del explorador para poder ser activado, la ruta para poder llegar a donde se encuentra el archivo es la siguiente:

**Mi PC → Unidad de CD/DVD → Desktop → Rainbow → Sentinel protection installer**



Al no conectar la llave al dispositivo USB del ordenador, no se podrá ingresar al programa ArcView.

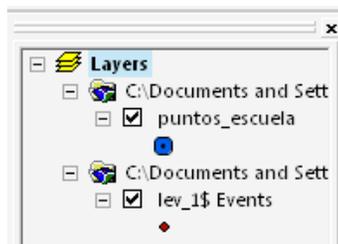
En la carpeta **Rainbow**, elija **Sentinel protection installer**, si su ordenador tiene características comunes.

Elija la opción de instalación **Completa**. Deberá conectar la llave para los pasos siguientes.

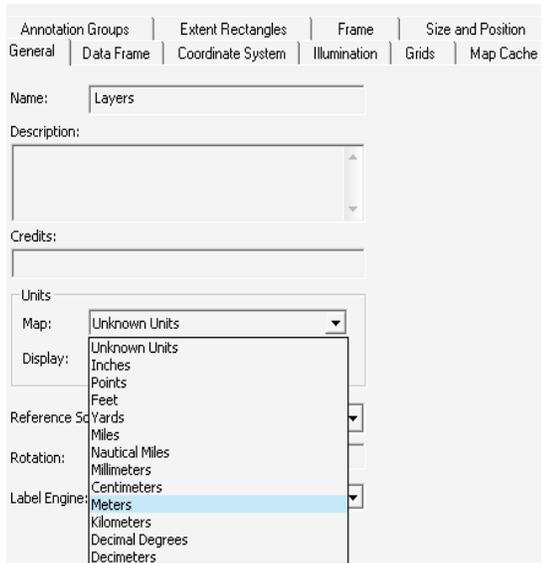
Al finalizar la instalación, podrá abrir el programa si mantiene conectada la llave a su ordenador, de lo contrario no podrá realizar ninguna acción en el programa.

## 2.4.2 Definir unidades en ArcView

Al iniciar un proyecto en ArcView es importante definir las unidades con las cuales serán medidos los mapas, el cambiar dichas unidades no afecta las propiedades numéricas de los datos, solamente las dimensionales.



Para poder ingresar a esta opción deberá hacer **Doble clic en Layers** y a continuación aparecerá un recuadro llamado **Data Frame Properties**. Se definen las dimensionales en **Units**, tanto para **Map**, como para **Display**.



Al realizar el cambio de unidades, éstas se podrán observar como referencia en la barra de estado en la parte inferior de la pantalla.



### 2.4.3 Guardar un archivo en ArcView

Guardar un proyecto en ArcView, es similar a como se guarda en otros programas, pero es importante tomar en cuenta que todos los nombres de carpetas y de archivos propios de proyectos ArcMap nunca deben llevar espacios entre palabras. Un guión bajo podría servir para separar el nombre como se observa en la figura.



The image shows a dialog box for saving a file. It has two rows of input fields. The first row is labeled 'Nombre:' and contains the text 'Santa\_Elena\_2'. The second row is labeled 'Tipo:' and contains the text 'ArcMap Document'. To the right of these fields are two buttons: 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel).

También es recomendable crear carpetas por proyecto y dentro de las mismas, subcarpetas para los shapes o nubes de puntos, más adelante se ampliará la descripción de los mismos.

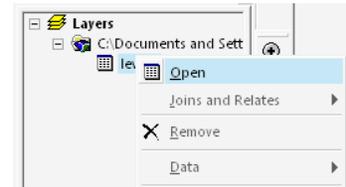
### 2.4.4 Abrir una base de datos de un GPS en ArcView

Al contar con datos que han sido tomados desde un GPS, es necesario realizar una serie de pasos para lograr que los mismos puedan ser reconocidos por ArcView. Los archivos deben trasladarse al ordenador utilizando el software propio del GPS.

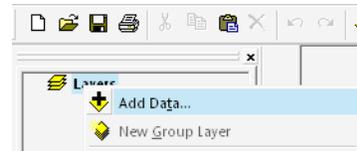
Al tener el archivo que contiene la información de los datos tomados, debe guardarse como un documento de **Microsoft Office Excel** haciendo Clic derecho sobre el nombre del archivo y a continuación se debe elegir la opción **Abrir con**, en el cual se buscara en una lista de programas el correspondiente a Microsoft Excel es importante que los datos sean guardados como una extensión de **Libro de Excel 97 – 2003**, ya que el programa ArcView, no reconoce las versiones de Microsoft posteriores a la del año 2003.

## 2.4.5 Agregar una tabla de Microsoft Excel con coordenadas GPS en ArcView

Para agregar una tabla de Microsoft Excel previamente guardada con datos de un GPS, se puede hacer de dos formas:



a) Haciendo clic derecho en **Layers** y luego en el menú secundario que se desplegará seleccionando la opción **Add Data**.



b) Por medio del botón **Add Data**. Luego busque el archivo de Microsoft Excel que desea agregar.



Al ubicar el nombre del archivo de Excel que contiene los datos del GPS, se debe hacer doble clic en él y a continuación se desplegará el nombre de las hojas existentes en el libro de Excel entonces se busca el nombre de la hoja que contiene la información.



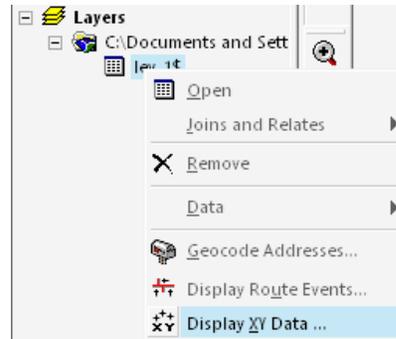
Para observar la tabla que ArcView ha creado con los datos de la tabla de Excel, se posiciona el cursor sobre el nombre y se hace clic derecho luego se elige la opción **Open**.

## 2.4.6 Crear puntos con tablas de coordenadas

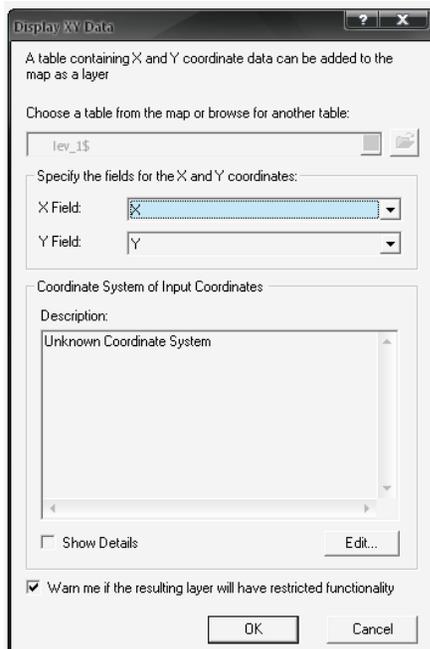
Las tablas creadas en ArcView que contienen datos de un GPS, serán la base para plotear los puntos con las referencias que en ellas se encuentran.

Primero haga clic derecho sobre el contenido del Layer con el nombre de la tabla de Excel que contiene los datos.

Luego en el menú secundario desplegable seleccione la opción **Display Data...**



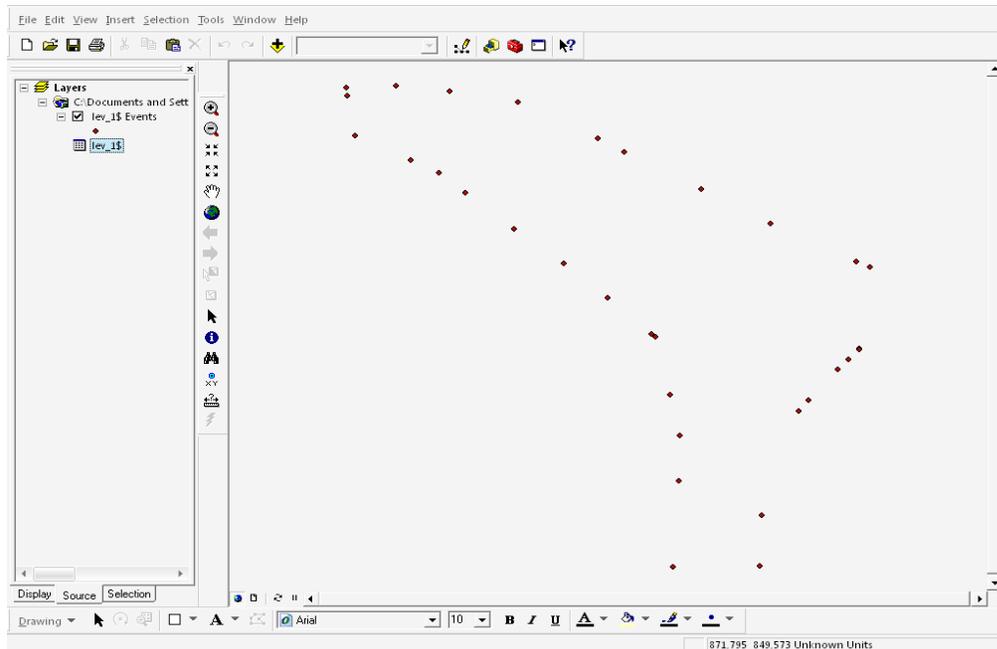
Aparecerá un nuevo recuadro en donde se seleccionará el orden que se desea para plotear los datos.



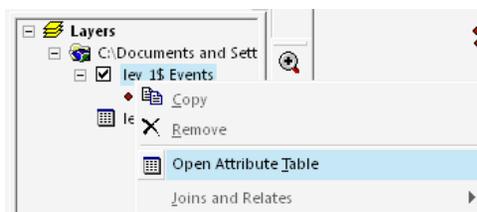
El orden para efectos del ploteo será (**X field, Y field**), el cual se podrá modificar, eligiendo para cada opción ya sea **X** ó **Y**, para obtener una de las dos combinaciones (**x, y**) ó (**y, x**) según el orden que tengan las columnas de la tabla a utilizar.

Aparecerá un mensaje en el cual mencionara la creación de un shape de puntos temporal, el cual se puede modificar para que sea permanente, para esto se indicarán los pasos más adelante.

A continuación ArcView mostrará los puntos ya ploteados de la tabla que se agregó inicialmente.



Para poder observar los datos de las tablas insertadas, con las cuales se han ploteado los puntos, haga clic derecho sobre el nombre del Layer del cual desea ver la tabla de atributos y seleccione la opción **Open Attribute Table** que aparecerá en el menú secundario desplegable.



Id 1	ID	X	Y	Shape
0	0	503646,72243	1621741,47451	Point
0	0	503637,05713	1621741,29651	Point
0	0	503637,79303	1621751,67061	Point
0	0	503637,89903	1621757,08121	Point
0	0	503636,76483	1621761,92051	Point
0	0	503635,13683	1621768,86661	Point
0	0	503634,72423	1621769,22201	Point
0	0	503629,81103	1621773,45291	Point
0	0	503625,01283	1621777,58471	Point
0	0	503619,45643	1621781,68571	Point
0	0	503614,08723	1621786,03221	Point
0	0	503611,12203	1621788,43261	Point

## 2.4.7 Transformar un shape temporal a uno permanente

Convertir un shape temporal a uno permanente, permite que se genere una base de datos de archivos propios del shape, este shape se podrá eliminar de un layer pero no de una forma permanente ya que sus archivos han sido guardados, lo que no sucede con la base de datos de un shape temporal, el cual al ser eliminado no se pueden recuperar.

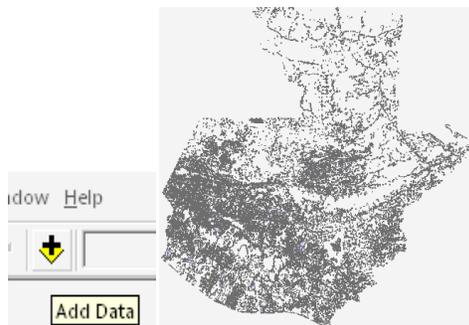
Para activar o desactivar un shape sin necesidad de eliminarlo, simplemente haga clic en el recuadro en donde aparece un cheque a la par de cada shape.

Para transformar un Shape de punto temporal en uno permanente, haga clic derecho sobre el nombre del shape a transformar y se desplegará un menú secundario, elija la opción **Data** y luego **Export Data...**

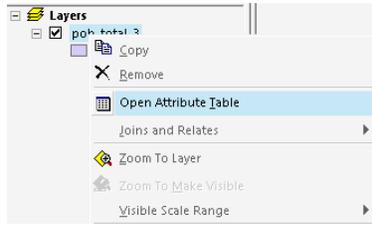
A continuación se desplegará un recuadro en el cual se definirán que puntos se desean volver permanentes, así como la ruta en la cual será guardado el nuevo shape, es importante que en el recuadro **Save as type** este seleccionada la opción **Shaperfile**, también es aconsejable crear una carpeta para guardar los shapes a utilizar en el proyecto.

## 2.4.8 Crear un nuevo shape con datos de otro existente

Cuando se tiene un shape permanente y se desea modificar o trabajar con una parte de la base de datos del mismo, se pueden seleccionar los datos a utilizar y crear un nuevo shape, el proceso se ejemplifica a continuación para una mejor comprensión:



Se debe ingresar dentro de los Layers el Shape a modificar, se realizará de la misma forma explicada en el numeral 2.4.5 y agregar el shape a modificar.



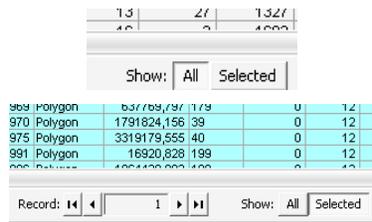
Se abre la tabla que muestra los atributos o base de datos del shape en la cual se elegirán sólo los necesarios para el nuevo shape a crear.



En el recuadro se busca el botón llamado **Options**, se desplegará una serie de opciones, de las cuales se elige **Select By Attributes...**

AREA	POBLA	ANEX01	C DEP	C MUNI	U MUNI	CADENA	C TOTAL
494267,004	114	0	12	6	1206	120614	1206014
459723,388	45	0	16	2	1602	160245	1602045
145635,875	152	0	18	3	1803	1803152	1803152
964322,777	116	0	12	7	1207	1207116	1207016
664900,238	147	1	18	4	1804	1804147	1804147
2368032,777	34	0	14	10	1410	141034	1410034
408404,538	30	0	12	5	1205	120530	1205030
264846,184	151	0	14	15	1415	1415151	1415051

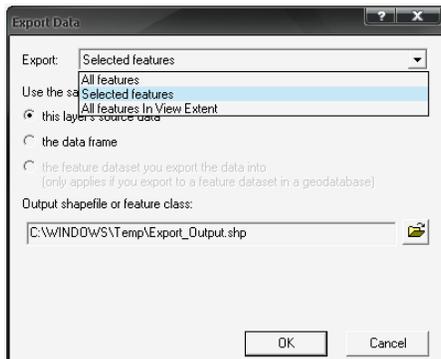
Se eligen los datos a exportar, para elegir datos en diferentes filas mantenga oprimida la tecla **Ctrl** y haga clic en las filas.



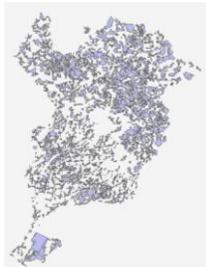
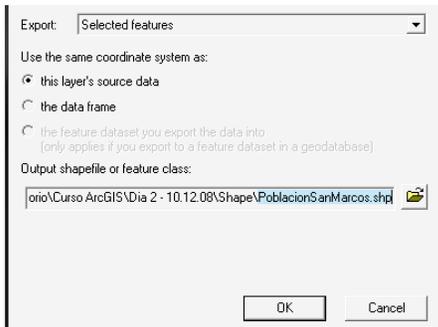
Si se desea agrupar los datos seleccionados, en la opción **Show**, ubicada en la parte inferior de la tabla se elige la opción **Selected**.



Al minimizar la tabla de atributos podremos observar en la imagen del shape, los datos que han sido seleccionados.



A continuación se hace clic sobre el layer que contiene la información a exportar, seleccione la opción **Data** y de esta la opción **Export Data**, aparecerá un recuadro, en **Export**, seleccione la opción **Selected features**.



En el mismo recuadro en la opción **Output shapefile or feature class:** seleccione la ubicación en donde desea guardar el nuevo shape, ahora será creado un nuevo shape con el nombre asignado.

Para ver la imagen a un tamaño ajustado a la pantalla se hace clic sobre el nombre del shape y se elige la opción **Zoom To Layer.** La creación de un nuevo shape no afecta al original.

#### 2.4.9 Agregar una ortofoto a un grupo de puntos

La ortofotografía (del griego *Orthós*: correcto, exacto) es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en el que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.

Una ortofotografía se consigue mediante un conjunto de imágenes aéreas (tomadas desde un avión o satélite) que han sido corregidas digitalmente para representar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, y en la que por lo tanto es posible realizar mediciones exactas. A este proceso de corrección digital se le llama ortorectificación. Por lo tanto, una ortofotografía u ortofoto, combina las características de detalle de una fotografía aérea con las propiedades geométricas de un plano.

Para el presente proyecto ha sido posible conseguir las ortofotos correspondientes al área geográfica de San Antonio Sacatepéquez, por lo que

éstas al ser agregadas como base para la ubicación de la infraestructura, han permitido una mejor interpretación de los datos que se han geo-referenciado.

Al tener identificado el número de la ortofoto correspondiente al área se procede a agregar la misma a través de **Add Data** , las ortofotos se ingresan de la misma forma que cualquier otro tipo de shapes. Es importante verificar que los Shapes a combinar tengan configurado el mismo tipo de proyección ya sea UTM o GTM de lo contrario no coincidirán a la hora de ingresarlos.

Es importante tomar en cuenta que según el orden en que se encuentren los shapes dentro de cada layer, así serán visualizados, como vemos en la imagen el shape del mapa está atrás de la ortofoto.



Para ubicarlo delante simplemente se arrastra y se antepone al de la ortofoto, es decir que el orden en los layers es el orden en el área de visualización.



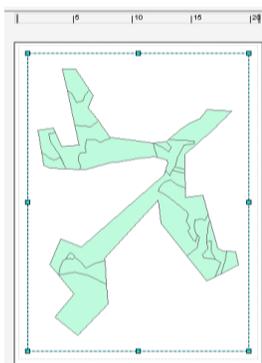
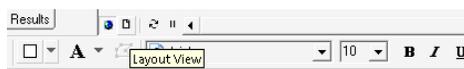
## 2.4.10 Elaboración de mapas en ArcView

Un mapa o plano cartográfico es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. El que el mapa tenga propiedades métricas significa que ha de ser posible tomar

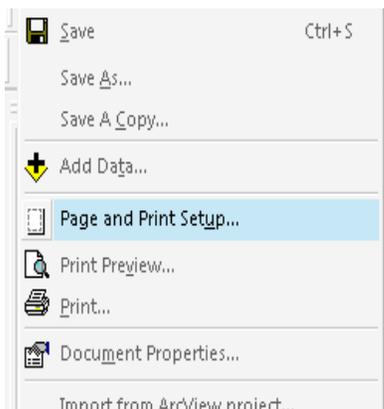
medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él y obtener un resultado aproximadamente exacto. A continuación se presentan las instrucciones para crear mapas con los layers trabajados, agregando a los mismos las características que identifican a este tipo de documentos.

### 2.4.10.1 Definir áreas de impresión

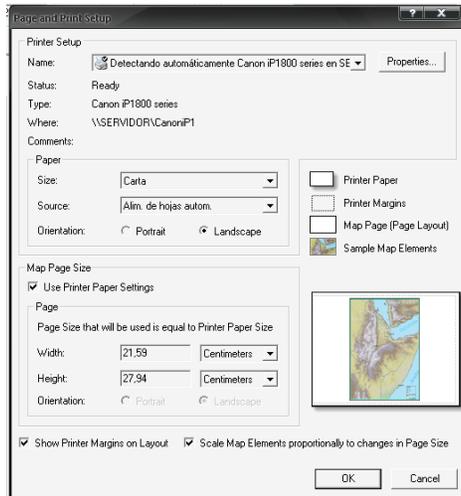
ArcView permite modificar las opciones de impresión a fin de poder definir el área de impresión y agregar a dicha área las características necesarias que se desean mostrar en los mapas. A continuación se ejemplifica el proceso para realizar dicha acción:



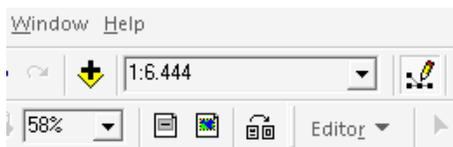
Inicialmente se selecciona en la parte inferior izquierda de la pantalla el ícono llamado **Layout View**, el cual permitirá observar el layer dentro de una página con medidas reales de impresión



En el menú **File** seleccione la opción **Page and Print Setup...** lo que permitirá observar el recuadro de atributos de la impresión, en el cual podrá modificar los parámetros de impresión a conveniencia



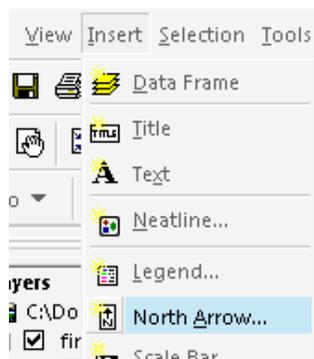
En **Page and Print Setup** podrá modificar opciones de impresión como, tipo de impresora a utilizar y sus propiedades, tamaño del papel, orientación de la impresión, ajustar las escalas a conveniencia, entre otras opciones que aquí se presentan y que se requieran para la impresión.



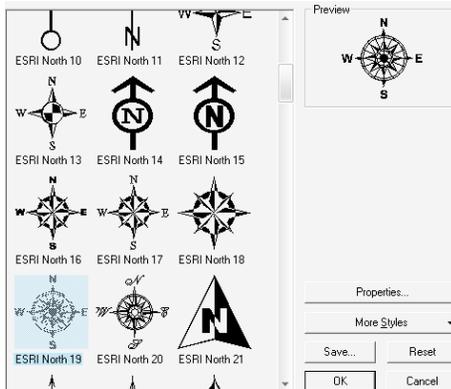
También es posible modificar la escala de visualización con la finalidad de ajustar el mapa al área de impresión.

### 2.4.10.2 Insertar norte

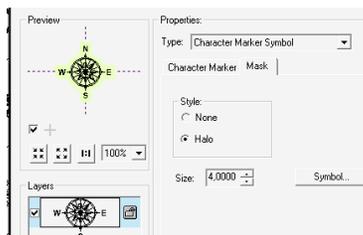
La simbología que identifica la dirección del norte en un mapa georeferenciado es de suma importancia para lograr el objetivo de dicho documento. A continuación se ejemplifica el proceso para realizar dicha acción.



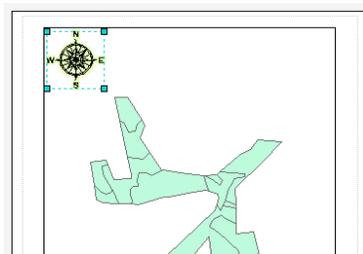
En el menú **Insert** seleccione la opción **North Arrow...**



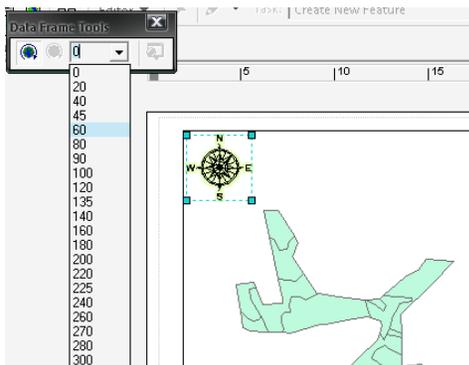
Aparecerá un recuadro llamado **North Arrow Selector** en el cual se presenta una serie de diseños podrá elegir el que desee y modificar algunas de sus propiedades a través del botón **Properties...** para agregar fondos y colores



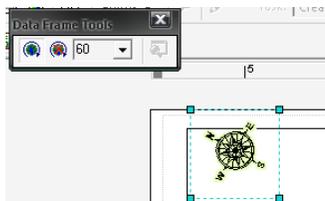
Al finalizar la edición del norte según diseños y colores a conveniencia, presione OK para que el norte sea insertado en hoja de impresión.



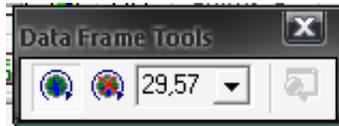
Podrá mover el norte para ubicarlo en cualquier parte de la hoja, sólo debe arrastrar el mismo, también puede aumentar o disminuir su tamaño.



Para modificar la orientación de la figura y su norte, haga clic derecho sobre la barra de menús en su espacio en blanco, aparecerán los componentes de Toolbars, active la barra llamada **Data Frame Tools** y elija los grados que desea rotar la figura.



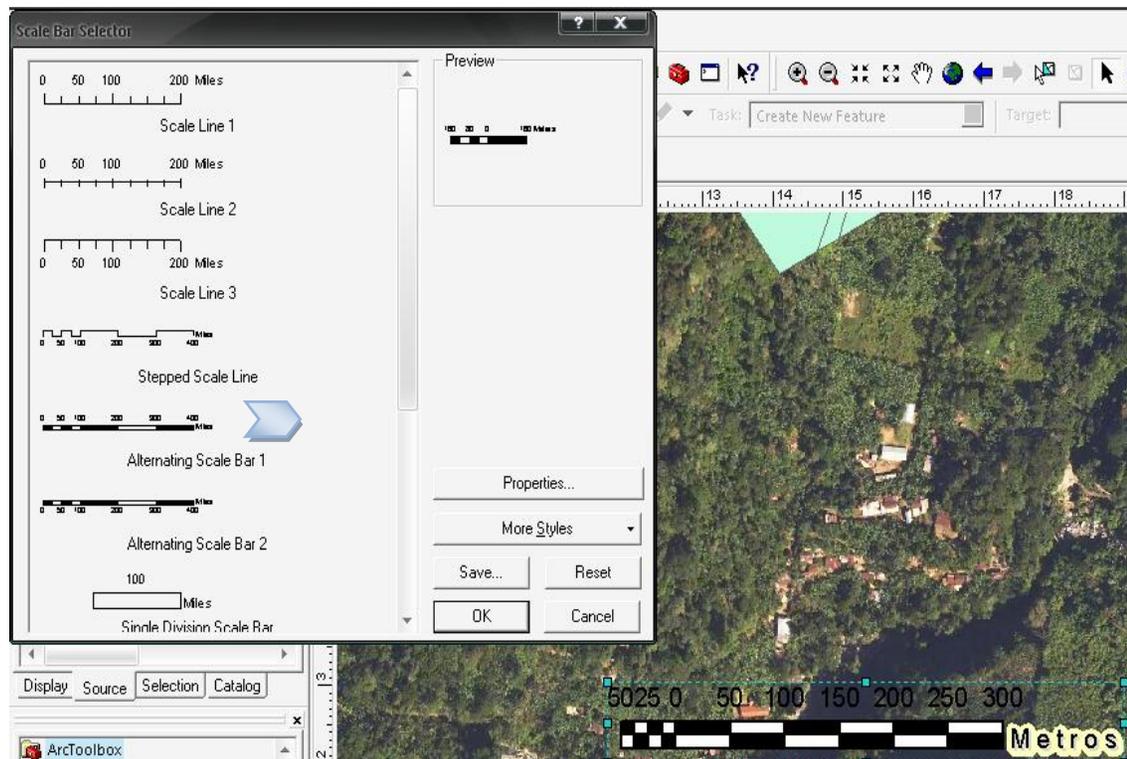
Girar la figura no afecta en nada las coordenadas georeferenciadas de la misma, ya que sólo se observará la modificación en la hoja de impresión.



También se puede girar de forma manual la figura, únicamente se deben activar y desactivar los íconos en azul y rojo de Data Frame Tools.

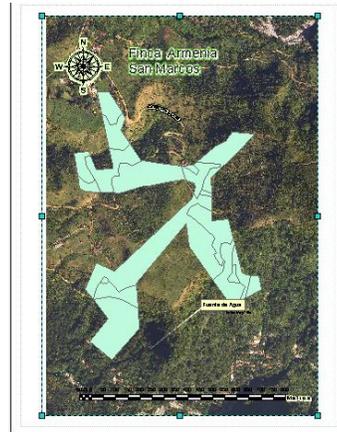
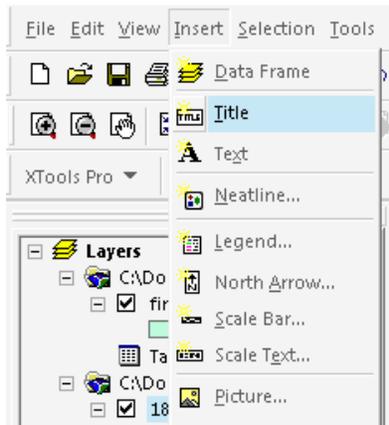
### 2.4.10.3 Insertar escala gráfica

Para insertar una escala gráfica en el mapa, seleccione en el menú **Insert** la opción **Scale Bar...** y luego en el recuadro llamado **ScaleBar Selection** elija un formato o diseño de escala y luego presione **OK**, podrá ubicarla en cualquier parte de la hoja simplemente arrastrando la misma con el cursor del mouse, también puede modificar su tamaño sin afectar la escala.



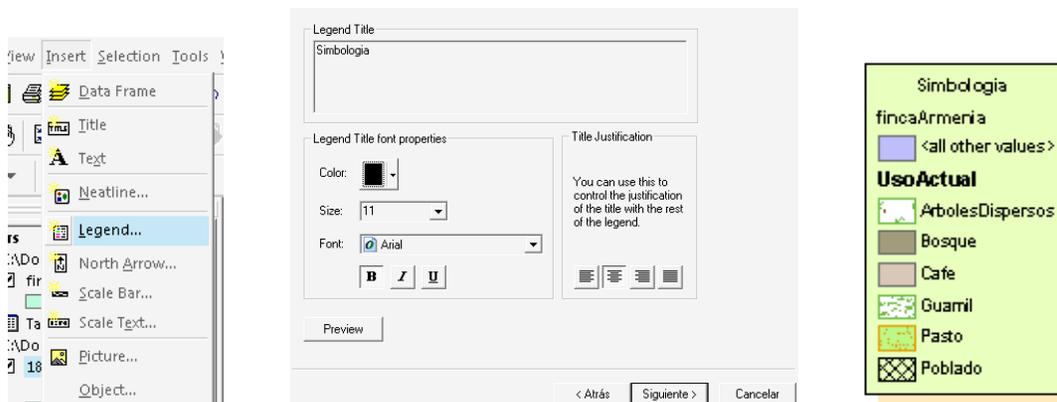
## 2.4.10.4 Insertar título de hoja

Para insertar un título al mapa que se está elaborando se debe elegir en el menú **Insert** la opción **Title** y a continuación escribir el título para luego ubicarlo en el lugar que se considere apropiado.



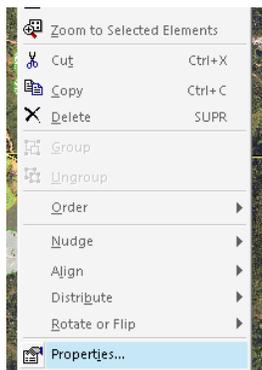
## 2.4.10.5 Insertar una leyenda

La leyenda es el elemento presentado como un recuadro dentro o fuera del mapa en el cual se describe la simbología presentada en el mismo. Para insertar una leyenda seleccione del menú **Insert** la opción **Legend...** y luego aparecerá un recuadro llamado **Legend Wizard** aquí podrá ingresar el título para la leyenda así como los colores, el tamaño de la letra, el estilo de la letra entre otros.



## 2.4.10.6 Insertar grías

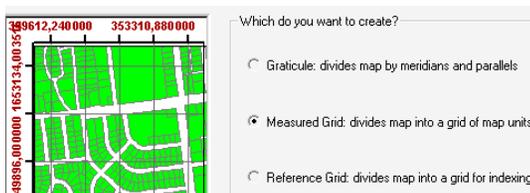
Las grías son los elementos verticales y horizontales que se representan en forma de líneas como cuadrícula que dividen al mapa en distancias equitativas a fin de lograr una mejor relación de espacios en un mapa.



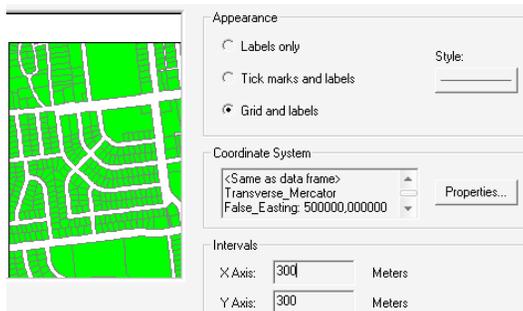
Para insertarlas haga clic derecho sobre el área del mapa y se desplegarán las opciones secundarias, de éstas seleccione la opción **Properties...**, Aparecerá un recuadro llamado **Data Frame Properties** en el cual existen varias pestañas, seleccione la pestaña llamada **Grids** y le desplegará un nuevo recuadro llamado **Grids and Graticules Wizard**.



Para configurar las opciones de Grids and Graticules Wizard elija las siguientes opciones:

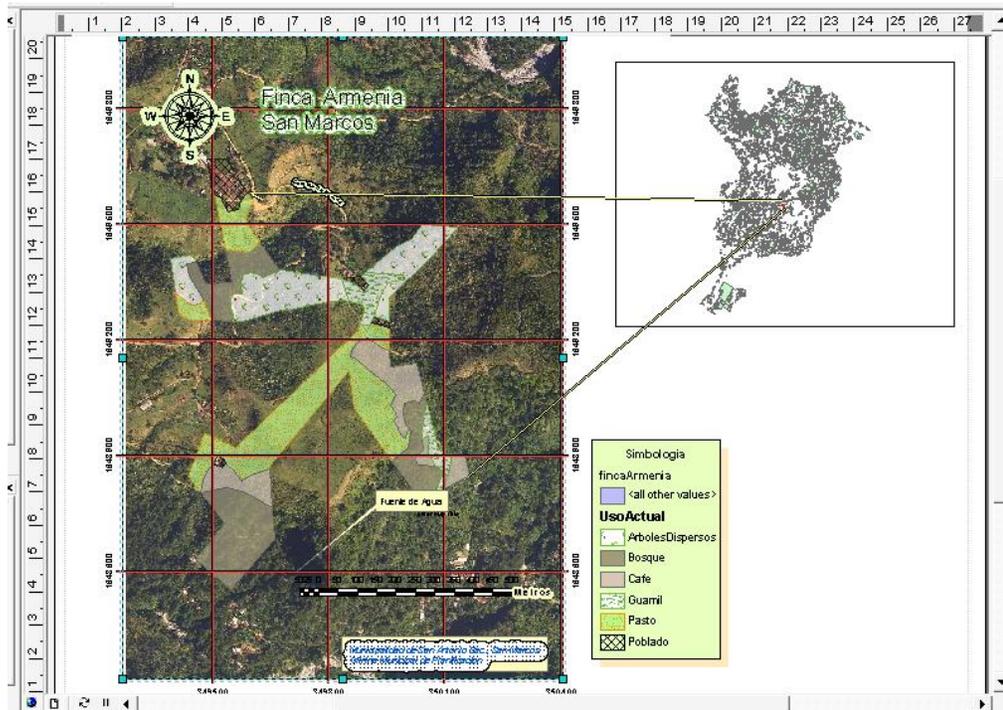


Seleccione la opción, **Measured Grid: divides map into a grid of map units** y luego clic en siguiente.



Seleccione **Grid and labels** y el estilo de visualización de las mismas en el mapa, luego elija los intervalos en metros para el eje X y Y.

También es posible insertar dentro del mapa otros elementos como en este caso podemos ver que se insertó un mapa de San Marcos y luego se dibujaron unas líneas como indicando en que parte de San Marcos se ubica la region que se trabajó.



## 2.5 Implementación del proyecto

A continuación se presentan los elementos utilizados en la implementación de mapas geo-referenciados de desarrollo infraestructural en el Municipio de San Antonio Sacatepéquez, el proceso de elaboración de dichos mapas ya se ha explicado en el numeral 2.4 por lo que sólo se presentan los elementos utilizados y los resultados obtenidos.

Como un ejemplo se presentará la secuencia de elementos agregados en la elaboración de los mapas para el municipio de San Antonio Sacatepéquez, luego sólo se mostrarán resultados finales de las otras cuatro comunidades en donde se implementaron mapas geo-referenciados de desarrollo infraestructural.

## 2.5.1 Datos del GPS

### 2.5.1.1 Tabla de atributos

A continuación se presenta la tabla de los datos guardados desde el GPS como un archivo de Microsoft Excel, así como la tabla de atributos generada en ArcView.

	A	B	C	D	E
1	Id_1	ID	X	Y	Z
2	0	0	636087	1654489	2369
3	0	0	636092	1654751	2374
4	0	0	636125	1654769	2377
5	0	0	636141	1654661	2368
6	0	0	636142	1654558	2362
7	0	0	636179	1654449	2353
8	0	0	636222	1654754	2377

En esta imagen se muestra el formato de los datos al ingresarlos a una tabla de Microsoft Excel, para la elaboración de los mapas geo-referenciados sólo se necesitarán los datos de las columnas A, B,C y D.

Para convertir los datos de una tabla de Microsoft Excel y una tabla de ArcView, se puede agregar las Referencias de los puntos o cualquier otro tipo de datos que se deseen mostrar en la tabla de atributos de los shapes, ArcView sólo tomará las 4 columnas iniciales para plotear los puntos, el resto de información no influye en el ploteo de los puntos.

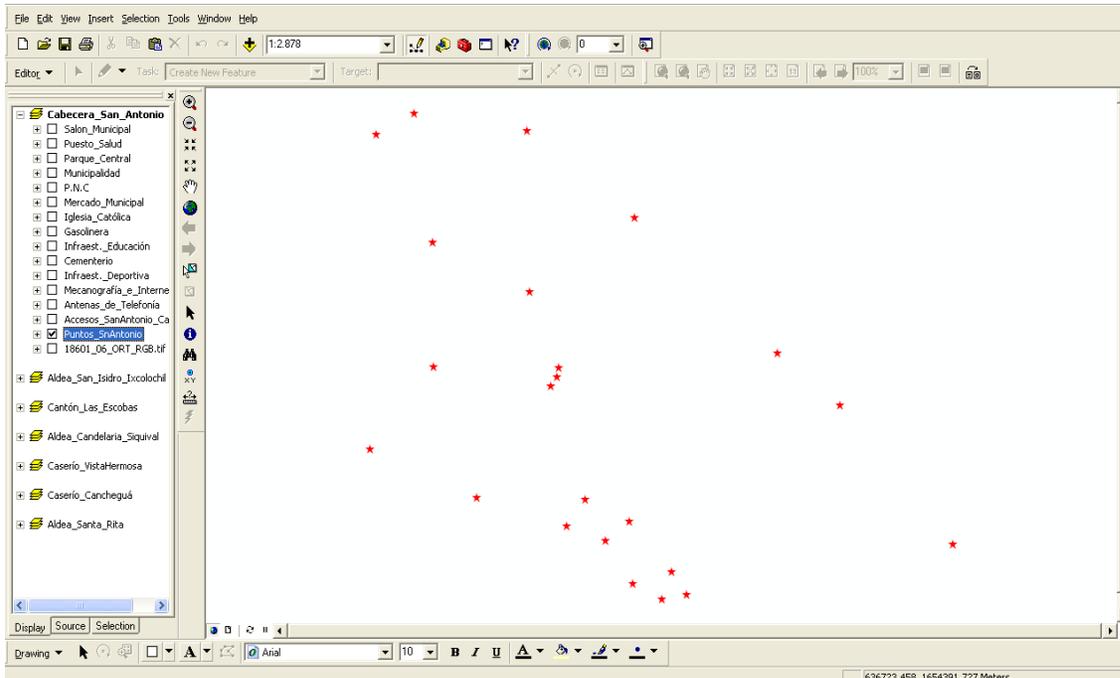
	A	B	C	D	E	F
1	Id_1	ID	X	Y	Z	Descripción
2	0	0	636087	1654489	2369	Cementerio
3	0	0	636092	1654751	2374	Gasolinera
4	0	0	636125	1654769	2377	1er entrada
5	0	0	636141	1654661	2368	Escuela primaria
6	0	0	636142	1654558	2362	Antena Claro
7	0	0	636179	1654449	2353	Academia de mecanografía
8	0	0	636222	1654754	2377	Cancha polideportiva

FID	Shape *	Id 1	ID	X	Y	Z	Descripción	Lugar
0	Point	0	0	636125	1654769	237	1er. Acceso	San Antonio Sac.
1	Point	0	0	636315	1654682	237	2do. y 3er. Acceso	San Antonio Sac.
2	Point	0	0	636439	1654569	236	4to. Acceso	San Antonio Sac.
3	Point	0	0	636590	1654410	235	5to. Acceso	San Antonio Sac.
4	Point	0	0	636179	1654449	235	Academia de mecanografía	San Antonio Sac.
5	Point	0	0	636142	1654558	236	Antena Claro	San Antonio Sac.
18	Point	0	0	636314	1654377	234	Municipalidad	San Antonio Sac.
19	Point	0	0	636347	1654387	234	Parque	San Antonio Sac.
20	Point	0	0	636273	1654447	234	Puesto de salud	San Antonio Sac.
21	Point	0	0	636311	1654429	234	Salon municipal	San Antonio Sac.
22	Point	0	0	636243	1654542	236	Servicio de Internet	San Antonio Sac.

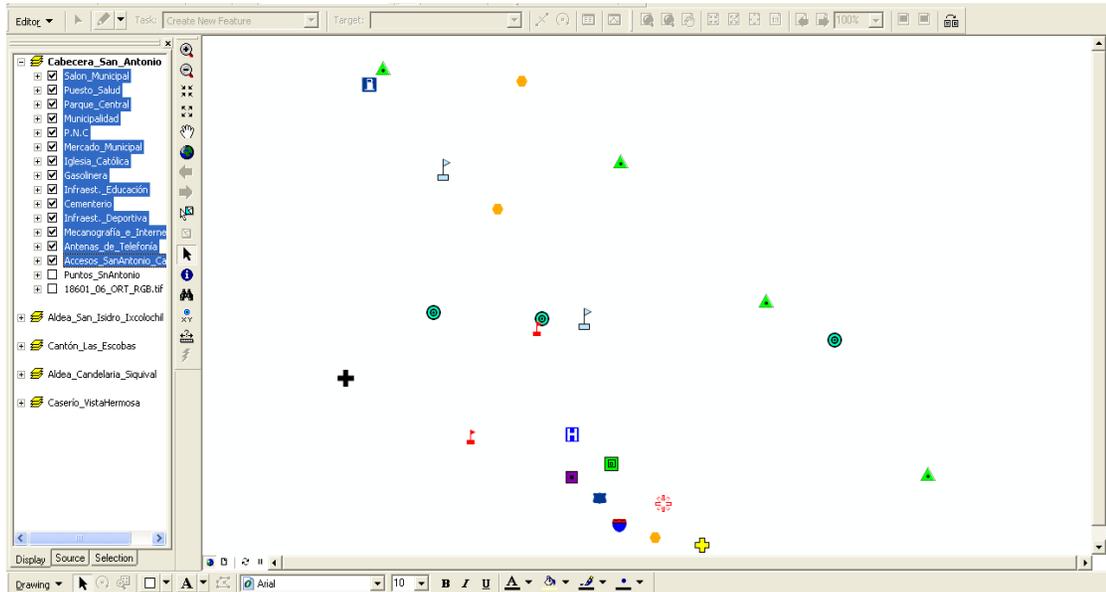
Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 23 Selected)

### 2.5.1.2 Imagen de puntos ploteados

Al plotear los puntos, se pueden modificar la simbología de los mismos sin embargo no se puede poner varios tipos de simbologías a un mismo shape, si se desea colocar un distinto tipo de simbología a cada shape, se deberá agregar una tabla de atributos para cada punto y luego plotear cada tabla.



Como podemos observar en la barra de Layers, se ha creado un shape por cada elemento del mapa, para poder dar una simbología diferente a cada uno.



### 2.5.1.3 Puntos sobre ortofoto

Al insertar una ortofoto del área donde se están ploteando los puntos se obtiene una referencia de la ubicación de los mismos. En el apéndice se pueden observar los mapas elaborados.



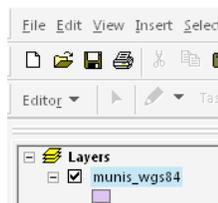
## 2.6 Cambio de proyecciones UTM – GTM

El Sistema de Coordenadas “Universal Transversa de Mercator” (En inglés *Universal Transverse Mercator, UTM*) es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal pero tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

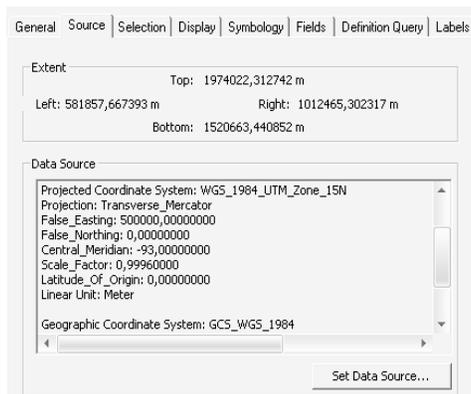
En Guatemala, se venía usando la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM) como la proyección estándar en los mapas y sistemas de levantamientos terrestres geo-referenciados. Sin embargo, debido a su definición, para tener una cobertura mundial, esta proyección divide a Guatemala en dos Zonas UTM con los consiguientes inconvenientes de traslapes y falta de continuidad de una zona a otra.

Con la creciente implementación y uso de los Sistemas de Información Geográfica en las diferentes actividades del quehacer diario, se hace cada vez más necesario contar con una proyección continua para toda Guatemala, la cual permita representar de una forma uniforme todo el Territorio Nacional; por lo que se ha desarrollado la **Proyección Guatemala Transversa de Mercator –GTM-** la cual es una adaptación de la proyección UTM en la cual se ha modificado únicamente el origen de las coordenadas x (meridiano central) y el factor de escala en el mismo meridiano, de manera que se mejore la precisión para todo tipo de levantamientos topográficos, geodésicos, catastrales así como para toda la cartografía en general. En 1998, salió la 1era normativa del IGN regulando el uso interno de la proyección GTM, sin embargo su difusión ha sido más lenta que el crecimiento de producción de información geográfica. A lo largo de los últimos años, diferentes instituciones han producido información

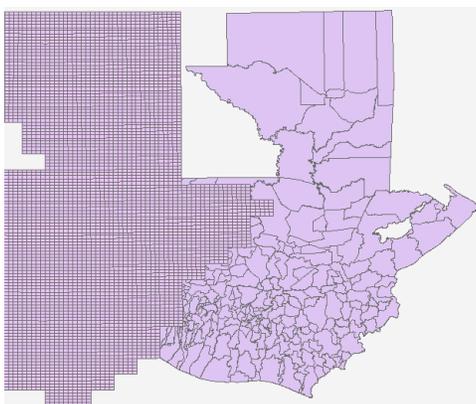
con diferentes proyecciones y sistemas de referencia, lo que ha implicado duplicación de esfuerzos, alto costo de producción y deficiencia en el intercambio de la misma, es por ello que se hace necesario conocer el procedimiento necesario para transformar elementos geo-referenciados en coordenadas UTM a coordenadas GTM, a fin de contar con esta herramienta tan importante que permitirá mejorar la presentación de los mapas y ajustarlos a normas internacionales.



Inicialmente se ingresa la información como un nuevo **Layer**, esto se realizará desde el ícono **Add Data**.  Es importante mencionar que una ortofoto no se puede convertir ya que la información es demasiado grande.

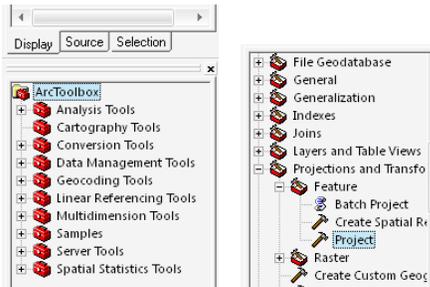


Al tener ingresado el nuevo shape se hace doble clic en el nombre del mismo y en el recuadro llamado **Layer Properties**, debe seleccionar la pestaña llamada **Source** la cual proporciona la información del shape, indicando el tipo de proyección actual del mismo.



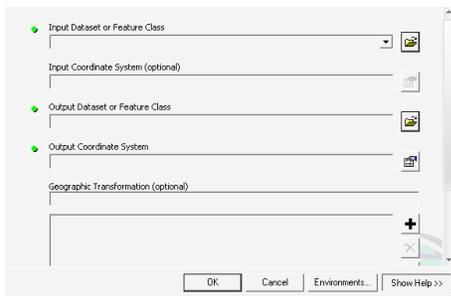
Para este ejemplo podemos observar que han sido agregadas las guías de ortofotos del país pero vemos un desfase entre el mapa de municipios y las guías de ortofotos ingresadas, esto sucede porque los mapas están en un sistema de coordenadas **UTM** y las guías de ortofotos están el un sistema de coordenadas **GTM**.

A continuación se ejecuta la herramienta llamada **ArcToolBox** a través del ícono , y dentro de este recuadro a través del signo (+) se busca la opción Project de la siguiente forma:

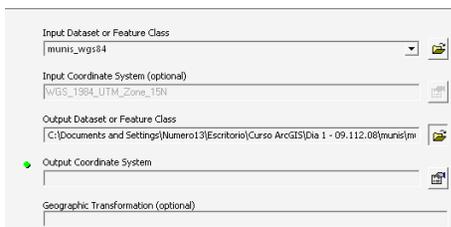
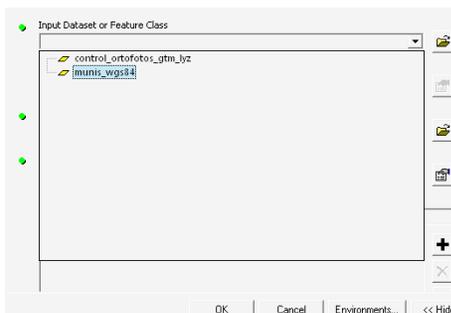


**ArcToolbox** → **Data Management Tool** → **Projections and Transformations**  
 → **Feature** → **Project**

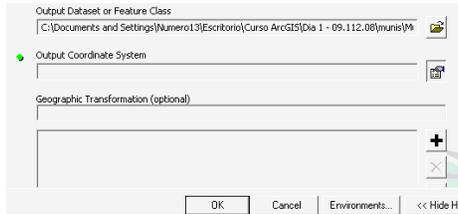
Al llegar a la opción Project, se abrirá un recuadro en el cual se selecciona la opción **Input Dataset of Feature Class**. Para introducir el shape (ícono de la izquierda).



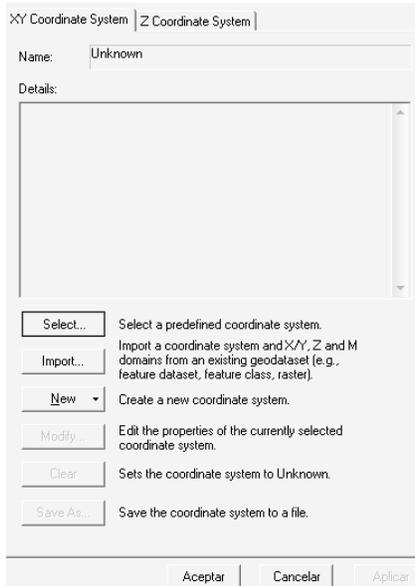
Se despliega un recuadro donde aparecen todos los shapes que se han ingresado al principio del proceso de los cuales se elige el que se le va a cambiar de proyección. Al seleccionar el archivo a modificar aparecerán los datos del mismo en la ventana de Project.



A continuación se elige la opción **Output Dataset of Feature Class** para asignar una dirección en la cual se guardarán los archivos del cambio de proyección.

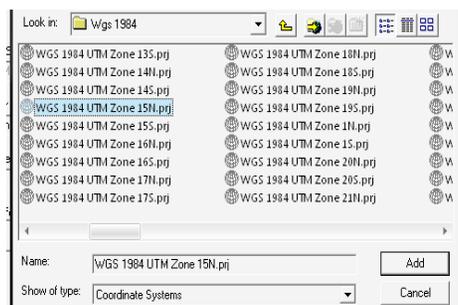


Se elige la opción **Output Coordinate System** en la cual se modifican los valores del shape para lograr el cambio de la proyección del mismo.

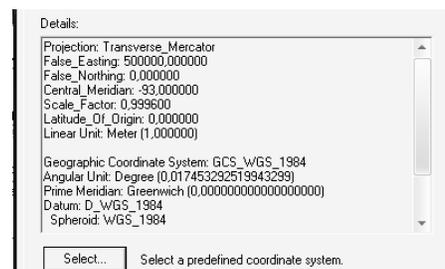


En el recuadro llamado **Spatial Reference Properties** se hace clic en la opción **Select...** luego se ingresa a las carpetas en el orden que se mencionan.

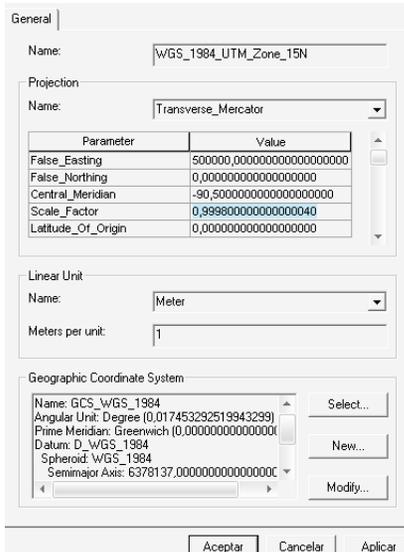
**Select** → **Projected Coordinate Systems** → **Utm** → **Wgs 1984**



En el recuadro de **Browse for Coordinate System** que se encuentra en la carpeta **Wgs 1984** se elige el archivo con el nombre **WGS 1984 UTM Zone 15N.prj** el cual corresponde a la zona de ubicación de Guatemala (*si el lugar a proyectar se encuentra en otra zona se elige la que le corresponde*).



A continuación se hace clic en **Add**, entonces aparecerán los datos a modificar en el recuadro de **Details**.



Se hace clic en la opción **Modify...** en la cual se deben modificar los valores del sistema de coordenadas.

Las modificaciones serán las siguientes:

En **Central\_Meridian** ingrese

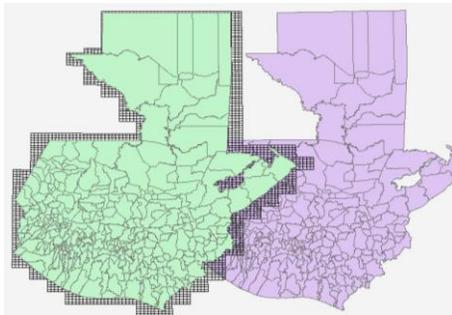
→ **-90.5000000000000000**

En **Scale\_Factor** ingrese →

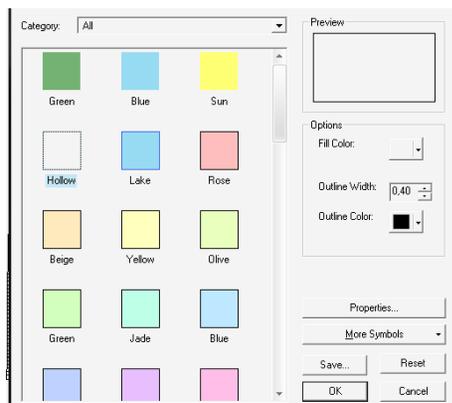
**0,999800000000000040**

En **Name** ingrese → **GTM**

Ahora que se han completado los datos necesarios, se hace clic en **OK**.



Se podrá observar que los shapes de guías de ortofotos y mapas de Municipalidades han tomado un mismo sistema ya que se han transformado las coordenadas de los mapas de municipalidades que estaban en **UTM** a **GTM**. El shape en UTM no se elimina.



Para **Modificar los colores** de un shape se hace doble clic en el cuadro que indica el color actual de cada shape, entonces aparece un recuadro llamado **Symbol Selector** en el cual se elige el color para cada shape.

La opción **Hollow** dentro de los colores le da transparencia a un shape.

### **3. DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

#### **3.1. Investigación preliminar**

##### **3.1.1. Factores generales para el diseño**

Los factores que influyen en la distribución de áreas para los diferentes ambientes en el diseño de una estructura, están condicionados por el servicio que la misma proporcionará. En todo diseño estructural se deben tomar ciertos parámetros de diseño según las cargas de servicio que se aplicarán a la estructura, así como las condiciones del lugar donde la misma será construida.

La escuela para la cual se diseña el comedor escolar cuenta con tres aulas con una capacidad de 20 alumnos por aula, pero actualmente se utiliza un 60% de su capacidad, sin embargo se ha diseñado una estructura capaz de responder eficientemente al crecimiento poblacional en la comunidad y tomando en cuenta el área del terreno y el potencial económico de la municipalidad.

##### **3.1.2. Descripción del proyecto**

La estructura que se ha diseñado en este proyecto, cumplirá con tres funciones distintas, el edificio contará con dos niveles, el primer nivel será utilizado como cocina y comedor escolar, debiendo contar con instalaciones sanitarias, espacio para bodega, cocina y comedor. En el segundo nivel, se ubicarán las oficinas de la alcaldía auxiliar del caserío Cancheguá, y en un porcentaje mayor de área, se ubicará un salón comunal, debiendo contar cada uno de éstos ambientes, con sus servicios mínimos sanitarios y ubicación apropiada.

Es importante mencionar que la estructura no contará con área de gradas para conectar ambos niveles, ya que los usuarios no serán los mismos, por lo que, al primer nivel se ingresará por el campo de fútbol de la escuela, y al segundo nivel se ingresará por la carretera la cual está al mismo nivel del acceso al salón, construyendo únicamente una rampa de acceso para ingresar al segundo nivel del edificio.

## **3.2. Levantamiento topográfico**

La utilización de la ciencia topográfica ha permitido en el presente proyecto la determinación de posiciones relativas de los puntos de la superficie del terreno a utilizar, a través de medidas y usando los tres elementos del espacio que para este proyecto en particular son dos distancias y una elevación. Se han utilizado métodos geométricos alternos, según los requerimientos del lugar, los cuales se describen a continuación.

### **3.2.1. Planimetría**

Se han desarrollado métodos de medición en planos horizontales, los cuales se valen de diferentes herramientas y pueden ser utilizados según las condiciones del terreno y el criterio del topógrafo. En el proyecto realizado, se determinó que dadas las condiciones del terreno y extensión del mismo, no era necesaria la utilización de un teodolito, pues al realizar las investigaciones necesarias, se encontraron métodos alternos que con mucha precisión pueden ser utilizados, a continuación se describe el método utilizado.

#### **3.2.1.1. Método de diagonales**

Este método consiste en dividir en triángulos el polígono de base por medio de las diagonales de dicha figura. Las longitudes de los lados del polígono y de las diagonales se miden, anotándose los resultados en el registro

de campo. El equipo que se utilizó en la medida directa de distancias es el siguiente:

- Cinta de lona entretejida de alambres delgados de latón, de 50 metros de longitud, graduada en centímetros.
- Balizas de madera, utilizadas como señales temporales para indicar la posición de puntos o la dirección de líneas.

### 3.2.1.2. Registro de campo.

A continuación se presenta la libreta utilizada en este tipo de método para anotar los datos obtenidos en el campo.

**Tabla X.** Libreta de campo, levantamiento topográfico con diagonales.

<i>Levantamiento con cinta de 50 metros, por el Método de Diagonales.</i> <i>Levantó: Héctor González.</i>					<i>Caserío Cancheguá, aldea Las Barrancas, San Antonio Sacatepéquez, S.M.</i>
<b>Est.</b>	<b>P.V.</b>	<b>DISTANCIAS</b>			<b>CROQUIS Y NOTAS</b>
		<i>Ida</i>	<i>Regreso</i>	<i>Promedio</i>	
<b>1</b>	<b>2</b>	06.10	06.12	<b>06.11</b>	
<b>2</b>	<b>3</b>	11.16	11.20	<b>11.18</b>	
<b>2</b>	<b>4</b>	19.80	19.84	<b>19.82</b>	
<b>3</b>	<b>4</b>	15.02	15.05	<b>15.03</b>	
<b>3</b>	<b>5</b>	19.92	19.96	<b>19.94</b>	
<b>4</b>	<b>5</b>	11.19	11.23	<b>11.21</b>	
<b>5</b>	<b>6</b>	06.00	06.02	<b>06.01</b>	
<b>5</b>	<b>1</b>	20.08	20.12	<b>20.10</b>	
<b>6</b>	<b>1</b>	19.15	19.17	<b>19.16</b>	

FUENTE: levantamiento propio, 2010.

### **3.2.2. Altimetría**

Recibe el nombre de nivelación o altimetría el conjunto de los trabajos que suministran los elementos para conocer las alturas y forma del terreno en sentido vertical. Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia.

El objetivo de la aplicación de la altimetría en un proyecto de construcción, sirve básicamente para conocer el desnivel del terreno a fin de nivelar el mismo ya sea moviendo volúmenes de tierra o rellenando partes que se encuentran a desnivel a fin de que todo el terreno quede a un mismo nivel. En el presente proyecto, no se consideró necesaria la práctica de altimetría en el terreno, ya que el mismo servía como campo de fútbol, por lo que el nivel que presentaba la superficie era plano, no requiriendo movimiento de tierras.

### **3.3. Diseño arquitectónico**

Con el diseño arquitectónico se busca ubicar de forma adecuada los diferentes ambientes que conformarán el edificio, de forma que contenga las áreas necesarias y que éstas faciliten el tipo de actividad para la cual se construirá la estructura. Se deben contemplar normas de diseño y uso de materiales apropiados y que según la ubicación del lugar, sea factible conseguirlos y transportarlos hasta el lugar donde se construirá. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador.

Para el presente proyecto se ha considerado una construcción de 15m x 13m, ubicando un edificio de 2 niveles con un área de construcción de 195m<sup>2</sup> por nivel y una altura por nivel de 2.50m. En la planta baja se ubicarán, una cocina, una bodega, tres servicios sanitarios, diez lavamanos y un área mayor para el comedor escolar. En la planta alta se ubicarán dos oficinas con un servicio sanitario propio y un salón grande con dos servicios sanitarios.

### 3.4. Distribución de ambientes

La distribución de ambientes dentro del edificio se hace buscando la colocación de muros sobre los ejes principales del edificio a fin de favorecer su rigidez y comportamiento adecuado ante las cargas horizontales y verticales aplicadas. El diseño se ha ajustado a las necesidades existentes y al espacio disponible. El área construida no abarca la totalidad del terreno, pues al frente del edificio se ha dejado un espacio prudente para un área recreativa como lo es un campo de fútbol que separa el edificio escolar del edificio diseñado. La distribución espacial en cuanto a porcentajes de área es la siguiente:

- De un área total de terreno de  $295\text{m}^2$  (100%) se ha destinado para construcción  $195\text{m}^2$  (66%) quedando el edificio al centro del terreno con área libre (33%) en los cuatro lados del edificio para aprovechar la iluminación y ventilación, así como evitar la humedad en muros.
- En la planta baja de un área de construcción de  $195\text{m}^2$  (100%), se han asignado  $28\text{m}^2$  (14%) a la cocina,  $6.65\text{m}^2$  (4%) a la bodega,  $11\text{m}^2$  (6%) al área de servicios sanitarios y lavamanos,  $138\text{m}^2$  al comedor (71%) y un área de muros de  $11.35\text{m}^2$  (5%).
- En la planta alta de un área de construcción de  $195\text{m}^2$  (100%), se han asignado  $27.30\text{m}^2$  (14%) a las oficinas,  $7.8\text{m}^2$  (4%) de área común,  $11\text{m}^2$  (6%) al área de servicios sanitarios,  $138\text{m}^2$  al salón comunal (71%) y un área de muros de  $10.90\text{m}^2$  (6%).
- Contará con instalaciones de energía eléctrica, agua potable, drenajes, suficiente iluminación y ventilación natural en cada ambiente.

Se elige un edificio de dos niveles por razón de espacio disponible. La altura será de 2.50m de piso a cielo, se ha considerado esta altura por motivos de estabilidad de la estructura y adecuándola al clima frío de la región.

### **3.5. Estudio de suelos**

Para el estudio de suelos, se ubicó un punto al centro del terreno donde se construirá el edificio y se realizó una excavación a una profundidad de 1.50m, en el fondo de la misma se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, emparafinando la misma para que no perdiera su humedad en el trayecto del lugar de la toma hacia el laboratorio. El ensayo realizado fue de compresión triaxial, mediante la prueba de no consolidado y no drenado. El método utilizado para el cálculo del valor soporte del suelo fue el del Dr. Karl Terzaghi, que ha demostrado ser lo suficiente aproximado para todos los casos en el campo de su aplicación práctica.

### **3.6. Selección del sistema estructural**

Existen muchos factores influyen en la selección del método constructivo y de diseño a utilizar, como por ejemplo, el servicio que prestará, las dimensiones de la estructura, el factor económico, la ubicación física del proyecto, los materiales disponibles, la mano de obra con que se dispone, entre otros.

Tomando en cuenta las justificaciones anteriores, se ha llegado a concluir que el tipo de construcción que mejor se ajusta para cumplir con las condicionantes existentes en el proyecto es el de mampostería reforzada, que es un diseño de muros construidos con piezas prismáticas de piedra artificial, maciza o con celdas, unidas con mortero aglutinante y reforzados con varillas de acero. Si el refuerzo está concentrado en elementos de concreto verticales

(mochetas) y horizontales (soleras) se denominan muros confinados, y si se localiza distribuido entre piezas y las sisas, se designa como muros reforzados interiormente.

El método constructivo a utilizar es el de mampostería reforzada con muros confinados y piezas prismáticas de concreto, el análisis se realizará según las especificaciones de la norma AGIES NR-9 2000 MAMPOSTERÍA REFORZADA.

### **3.7. Análisis estructural**

En la etapa de análisis estructural se emplean diferentes métodos de mecánica estructural, los cuales se fundamentan en procesos matemáticos y probabilísticos, el objetivo es determinar las fuerzas internas actuantes en las distintas secciones de la estructura para su posterior comparación con las fuerzas actuantes resistentes, a fin de verificar si su diseño satisface las condiciones de seguridad.

Es importante definir un uso específico para la estructura o los posibles usos, a fin de determinar las cargas de servicio actuantes sobre la estructura y de esta forma determinar la respuesta estructural en el edificio; o sea los efectos que las acciones de diseño provocan en la estructura.

#### **3.7.1. Pre-dimensionamiento estructural**

El pre-dimensionamiento es un proceso subjetivo, en el cual el diseñador podrá emplear cualquier criterio para pre-dimensionar los elementos estructurales y mediante un proceso de cálculos secuenciales verificar si las secciones propuestas satisfacen las condiciones establecidas por el o los reglamentos que se empleen. Dentro del proceso de diseño estructural la

estimación de las secciones preliminares, es decir el pre-dimensionamiento, busca satisfacer los criterios relativos a los estados límites de falla y de servicio, establecidos en los reglamentos.

**Losas:** la forma en que se pre-dimensiona una losa tradicional, toma como base las dimensiones del perímetro de la misma y el tipo de apoyo que tienen y con éstos datos se propone un espesor. En este caso, todas las losas están apoyadas en los cuatro lados y por la distribución de ambientes todas las losas tienen las mismas medidas en cuanto a perímetro se refiere, sin embargo las cargas aplicadas en cada nivel son distintas.

$$\text{Espesor losa} = P/180 = (6.20+3.50+6.20+3.50)/180 = 0.1077 \text{ m.}$$

Del dato obtenido en el pre-dimensionamiento se proponen criterios distintos para el entrepiso y la losa de la estructura:

- a) La losa del primer nivel soportará una carga de servicio de 500 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se propone un espesor de 0.12m.
- b) La losa del segundo nivel soportará una carga de 100 kg/cm<sup>2</sup>, ya que no tendrá acceso, por lo que se propone un espesor de 0.10m.

**Columnas:** el método que se utiliza para pre-dimensionar las columnas determina la sección y se basa en la carga aplicada a esta. En este caso en particular se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas y continuidad para el segundo nivel, por tal razón se toma la columna crítica, es decir, la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás en ambos niveles.

$$\text{Peso específico del concreto} = 2,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Espesor de losa} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{Área tributaria } 3.50\text{m} \times 6.20\text{m} = 21.70 \text{ m}^2$$

$$P = 0.8 (0.225 f'c Ag + Fy As) \quad As = 1\% Ag \leq As^3 \geq 6\% Ag$$

$$P = 2,400\text{kg/m}^3 \times 21.70 \text{ m}^2 \times 0.10\text{m} = 5,208 \text{ Kg.}$$

$$5,208 \text{ Kg} = 0.8((0.225 * 210\text{kg/cm}^2 * Ag) + (2,810\text{kg/cm}^2 * 0.01 * Ag))$$

$$\text{Despejando } Ag = 86.40 \text{ cm}^2$$

$$\text{Proponiendo una columna de } 20\text{cm} * 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2 > Ag.$$

**Vigas:** para pre-dimensionar las vigas, el método utilizado determina el peralte o altura de las mismas, ésta depende de la luz que cubra la viga. La base de la viga queda a criterio del diseñador. En este caso sólo se calcula la viga crítica, es decir, la de mayor longitud, quedando las demás con igual sección, el espesor mínimo de la viga no pretensada con ambos extremos continuos es  $L/21$ , donde L es la luz máxima. La base de la columna es de 20 cm se tiene una luz de  $3.50\text{m} - 0.20\text{m} = 3.30\text{m}$ .

$3.30 / 21 = 0.16$ , se opta por una **base de 0.20m** y una **altura de 0.35m**

### 3.7.2. Método simplista para mampostería reforzada

Actualmente existen varios métodos que pueden ser utilizados para analizar una estructura de mampostería reforzada, pero en este caso se trabajará con el método de análisis simplista.

Para la elaboración del análisis simple se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que ésta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos los cuales son: uno de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.

- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

### 3.7.3. Cargas gravitatorias aplicadas

Las cargas gravitatorias son todas aquellas cargas que se aplican a una estructura y cuyo valor está influenciado directamente por la gravedad y las propiedades físicas de los elementos que las provocan, éstas pueden clasificarse en dos grupos, las cargas muertas y las cargas vivas. Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción incluyendo la estructura en si, pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos, equipo permanente rígidamente anclado.

Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación. Los agentes que producen éstas cargas no están rígidamente sujetos a la estructura. Éstos incluyen, pero no están limitados a los ocupantes en sí, el mobiliario y su contenido así como el equipo no fijo. Las cargas que se proponen para este diseño están contenidas dentro de las Normas de la asociación guatemalteca de ingeniería estructural y sísmica (AGIES), las cargas vivas especificadas en estas normas son intensidades locales máximas de carga. Siendo las correspondientes al diseño, las siguientes:

#### Carga muerta (CM)

Peso del concreto	= 2,400 Kg/m <sup>3</sup>
Sobrecarga	= 90 Kg/m <sup>2</sup>
Peso de muros	= 140 Kg/m <sup>2</sup>
Pisos	= 120 Kg/m <sup>2</sup>

#### Carga viva (CV) (AGIES)

En techo	= 100 Kg/m <sup>2</sup>
Áreas públicas	= 500 Kg/m <sup>2</sup>
Salones	= 500 Kg/m <sup>2</sup>
Pasillos	= 500 Kg/m <sup>2</sup>

### 3.7.4. Dimensionamiento

El dimensionamiento permite, por medio de una serie de cálculos, definir las características estructurales de una forma más precisa de los distintos elementos que componen una estructura, ya que éstos elementos son los destinados a soportar las cargas aplicadas a la estructura durante su vida útil. Para el diseño estructural de este edificio, se usarán las siguientes especificaciones.

$f_y$  Resistencia a la fluencia del acero = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>

$f'_c$  Resistencia a la compresión del concreto = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

$E_c$  Peso específico del concreto = 2,400 Kg/m<sup>3</sup>

$V_s$  Valor soporte del suelo = 20 ton/m<sup>2</sup>

#### **Recubrimientos:**

Vigas = 0.03 m

Columnas = 0.05 m

Losas = 0.025 m

Cimientos = 0.075 m

### 3.7.5. Diseño de la losa

Las losas son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, como entrepisos para transmitir cargas verticales, o como diafragmas para transmitir cargas horizontales.

Para el diseño de losas del edificio se utiliza el método 3 del ACI. Para este método, el código ACI 318-05, proporciona tablas de coeficientes de momentos para una variedad de condiciones de apoyos y bordes. Éstos coeficientes se basan en un análisis elástico, y una distribución inelástica. Los momentos al centro de ambas direcciones de losa son mayores que en las regiones cerca de los bordes. El método define que si la relación  $m = \frac{a}{b}$  es mayor de 0.5, se considera la losa como reforzada en dos direcciones, y sólo

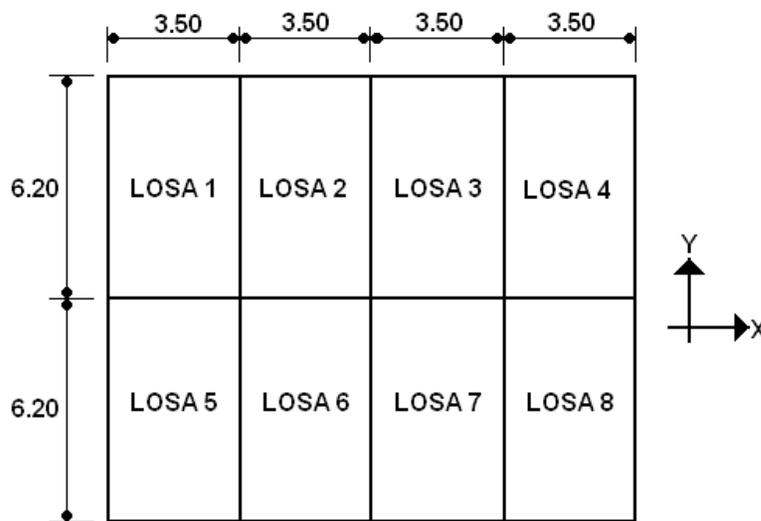
se puede usar en losas rectangulares, los apoyos en todos los bordes de la losa deben ser rígidos (muros y vigas), el método no considera el efecto de torsión en las vigas de borde exterior.

### 3.7.5.1. Losas en el primer nivel

En la figura 1, se muestran las losas típicas de los dos niveles, se desarrolla el análisis de una losa paso a paso, las demás se calculan de la misma manera tomando en cuenta el coeficiente que les corresponde.

**Espesor de losa**  $t = 0.12 \text{ m}$

**Figura 1.** Distribución de losas, primer nivel.



**Forma en que trabajan las losas:**

$$m = \frac{a}{b}; \quad \mathbf{a} = \text{lado menor}, \quad \mathbf{b} = \text{lado mayor}$$

Tomando en cuenta la simetría de cada una de las losas se obtiene una sola "m" aplicable a las 8 losas del primer nivel, siendo esta:

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3.5}{6.2} = \mathbf{0.56}$$

0.56 = > 0.5; por lo tanto, trabajan en dos sentidos

### **Cálculo de cargas:**

Carga muerta:

Acabados (piso + repello)	=	90.00 Kg/m <sup>2</sup>
Peso de la losa (0.12m * 2400K/m <sup>3</sup> )	=	288.00 Kg/m <sup>2</sup>
<i>Total de cara muerta</i>	=	<i>378.00 Kg/m<sup>2</sup></i>

Carga viva:

Áreas públicas	=	500 Kg/m <sup>2</sup>
Salones	=	500 Kg/m <sup>2</sup>
Pasillos	=	500 Kg/m <sup>2</sup>

$$CU_{1-8} = 1.2 CM + 1.6 CV = 1.2(378) + 1.6(500) = 453.60 + 800 = 1,253.60 \text{ Kg/m}^2$$

Para el cálculo de momentos se utilizarán las siguientes fórmulas.

$$Ma_- = Ca_- \times Cut \times a^2 \qquad Ma_+ = Ca_+ \times CVu \times a^2 + Ca_+ \times CMu \times a^2$$

$$Mb_- = Cb_- \times Cut \times b^2 \qquad Mb_+ = Cb_+ \times CVu \times b^2 + Cb_+ \times CMu \times b^2$$

Donde:

$$Cut = \text{Carga última total} \qquad CVu = \text{Carga viva última}$$

$$CMu = \text{Carga muerta última} \qquad Ca, Cb = \text{Coeficiente de Tablas (anexo 2)}$$

$$M_{(-)a} = (0.092)(1253.60)(3.50)^2 = 1412.81 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)a} = (0.056)(378)(3.50)^2 + (0.072)(500)(3.50)^2 = 700.31 \text{ Kg-m}$$

$$M_{(-)b} = (0.008)(1253.60)(6.20)^2 = 385.51 \text{ kg-m}$$

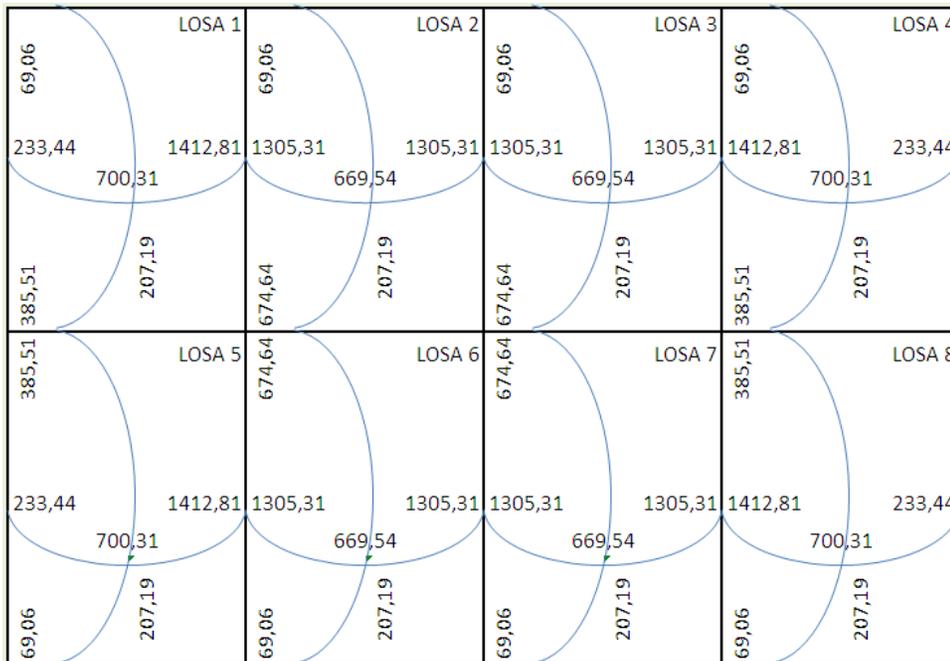
$$M_{(+)b} = (0.005)(378)(6.20)^2 + (0.007)(500)(6.20)^2 = 207.19 \text{ Kg-m}$$

Se deberá realizar el mismo procedimiento para el resto de losas tomando en cuenta los coeficientes propuestos en el método 3 ACI-318-63, que le corresponden a cada una según su interacción con el resto de losas. En la tabla XI se muestran los datos obtenidos para cada una de las losas.

**Tabla XI. Momentos en losas típicas, primer nivel.**

LOSA	CASO	M(-)		M(+) de CM		M(+) de CV		Momentos (-) kg-m		Momentos (+) kg-m	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	1412,81	385,51	700,31	207,19
2	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	1305,31	674,64	669,54	207,19
3	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	1305,31	674,64	669,54	207,19
4	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	1412,81	385,51	700,31	207,19
5	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	1412,81	385,51	700,31	207,19
6	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	1305,31	674,64	669,54	207,19
7	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	1305,31	674,64	669,54	207,19
8	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	1412,81	385,51	700,31	207,19

**Figura 2. Planta de momentos actuantes en losas típicas, primer nivel.**



**Balance de momentos:**

Cuando dos losas están unidas y tienen momentos diferentes se deben balancear los momentos antes de diseñar el refuerzo.

Para este caso, el método elegido es el siguiente:

$$\text{Si } 0.80 * \text{Mayor} < \text{Menor} \quad M_b = (\text{Mayor} + \text{Menor})/2$$

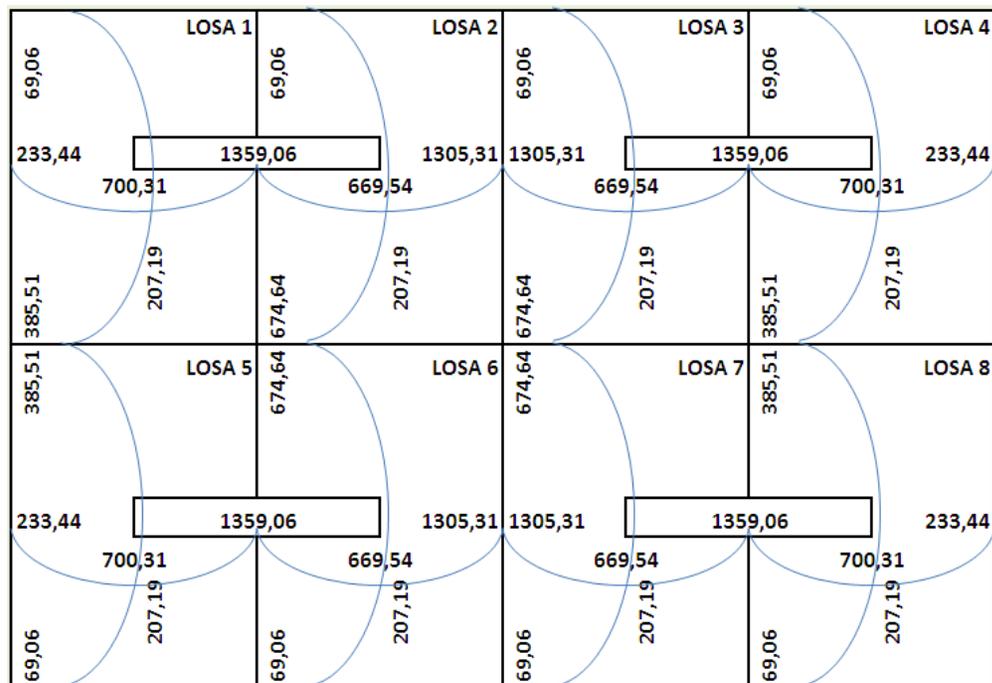
Balance de momentos entre losa 1 y 2

$$0.8 (1412.81) = 1130.25 < 1305.31 \text{ Kg-m} \quad \text{por lo tanto } M_b = (\text{Mayor} + \text{Menor})/2$$

$$M_{b_{1-2}} = (1412.81 + 1305.31)/2 = 1359.06 \text{ Kg-m}$$

El resultado del balance de momentos en todos los puntos necesarios, se presentan en la figura 3.

**Figura 3.** Planta de momentos balanceados en losas típicas, primer nivel.



### Diseño de acero de refuerzo:

El refuerzo en las losas se calculan de la misma forma como en vigas, usando el ancho unitario de 1.00m, el procedimiento es el siguiente:

Cálculo del peralte:

$$D = t - \text{recubrimiento}$$

$$D = 12.00 - 2.50 = \mathbf{9.50 \text{ cm.}}$$

Cálculo de límite de acero:

Área de acero mínimo

$$A_s \text{ mín} = 0.4 \frac{14.1}{2810} b \times d = 0.4 \frac{14.1}{2810} (100)(9.5) \quad \mathbf{A_s \text{ mín} = 1.91 \text{ cm}^2.}$$

Cálculo del espaciamiento (S) entre varillas con  $A_s \text{ mín}$

$$\mathbf{S = A_v / A_s} \quad S = 0.71 / 1.91 \quad \mathbf{S = 0.37m}$$

Tomando en cuenta que  $S_{\text{máx.}} = 3t$

$$S_{\text{máx}} = 3 * 0.12 = \mathbf{0.36 \text{ m.}}$$

Calculando  $A_s$  en base al espaciamiento máximo se obtiene.

$$\mathbf{A_s = A_v * 100 / S_{\text{máx}}}$$

$$\mathbf{A_s = 0.71 * 100 / 36 = 1.97 \text{ cm}^2.}$$

Cálculo de momento que soportado usando  $A_s$ .

$$M_{As} = \frac{0.90}{100} \left( A_s \times f_y \left( d - \left( \frac{A_s \times f_y}{1.7 \times f'c \times b} \right) \right) \right)$$

$$M_{As} = \frac{0.90}{100} \left( 1.97 \times 2810 \left( 9.5 - \left( \frac{1.97 \times 2810}{1.7 \times 210 \times 100} \right) \right) \right)$$

$$\mathbf{M_{As} = 465.58 \text{ kg-m.}}$$

### Cálculos de área de acero:

Para los momentos menores que el  $M_{As}$  se usa  $A_s$ ; y para los momentos mayores que el  $M_{As}$  se calcula el área de acero con la fórmula:

$$A_s = b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M \times b \times 0.85 f'_c}{0.003825 \times f'_c \times f_y}}$$

Momento máximo en el sentido "A" = 1359.06 kg-m

Momento máximo en el sentido "B" = 674.64 kg-m

**Tabla XII.** Áreas de acero requeridas en losas típicas, primer nivel.

Momento (M)	Área de acero calculada ( $A_s$ )	No. De Varillas (diámetro)	Espaciamiento (S)
1359.06 Kg-m	5.85 cm <sup>2</sup>	3	12 cm.
674.64 Kg-m	2.85 cm <sup>2</sup>	3	25 cm.

Se diseña con el espaciamiento menor y tomando en cuenta el momento mayor en los sentidos "X" e "Y", **en los sentidos "X" se utilizará No 3. @ 0.20 m y en sentido "Y" acero No 3 @ 0.15 m.**

### Chequeo de corte:

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{C_u \times L}{2} = \frac{1253.60 \times 6.20}{2} = 3,886 \text{ kg}$$

Cálculo de corte máximo resistente

$$V_r = \phi \times 0.53 \sqrt{f'_c} \times b \times d = 0.85 \times 0.53 \sqrt{(210)} \times 100 \times 9.5 = 6,218.27 \text{ kg}$$

$\phi=0.85$  para corte

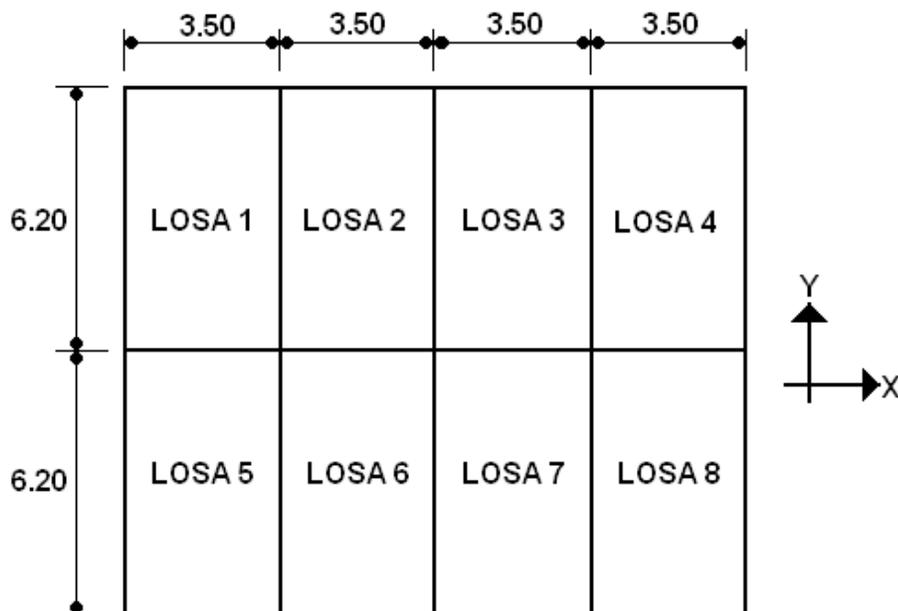
Si  $V_r > V_{m\acute{a}x}$  el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar “t”

*Como  $V_r > V_{m\acute{a}x}$  el espesor es el adecuado.*

### 3.7.5.2. Losas en el segundo nivel

Espesor de losa  $t = 0.10 \text{ m}$

Figura 4. Distribución de losas, segundo nivel.



**Forma en que trabajan las losas:**

$$m = \frac{a}{b}; \quad a = \text{lado menor}, \quad b = \text{lado mayor}$$

Tomando en cuenta la simetría de cada una de las losas se obtiene una sola “m” aplicable a las 8 losas del primer nivel, siendo esta:

$$m = \frac{a}{b} = \frac{6.2}{3.5} = 0.56$$

0.56 = > 0.5; por lo tanto, trabajan en dos sentidos

### **Cálculo de cargas:**

Carga muerta:

Acabados (no se toma en cuenta ya que es losa final)

$$\text{Peso de la losa } (0.10\text{m} * 2400\text{K/m}^3) = 240.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total de carga muerta} = 240.00 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva:

$$\text{En techo} = 100 \text{ Kg/m}^2$$

$$\mathbf{CU = 1.2 CM + 1.6 CV}$$

$$CU_{1-8} = 1.2(240) + 1.6(100) = 288 + 160 = 448.00 \text{ Kg/m}^2$$

### **Cálculo de Momentos:**

$$Ma_- = Ca_- \times Cut \times a^2$$

$$Ma_+ = Ca_+ \times CVu \times a^2 + Ca_+ \times CMu \times a^2$$

$$Mb_- = Cb_- \times Cut \times b^2$$

$$Mb_+ = Cb_+ \times CVu \times b^2 + Cb_+ \times CMu \times b^2$$

$$M_{(-)a} = (0.092)(448)(3.50)^2 = 504.90 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)a} = (0.056)(240)(3.50)^2 + (0.072)(100)(3.50)^2 = 252.84 \text{ Kg-m}$$

$$M_{(-)b} = (0.008)(448)(6.20)^2 = 137.77 \text{ kg-m}$$

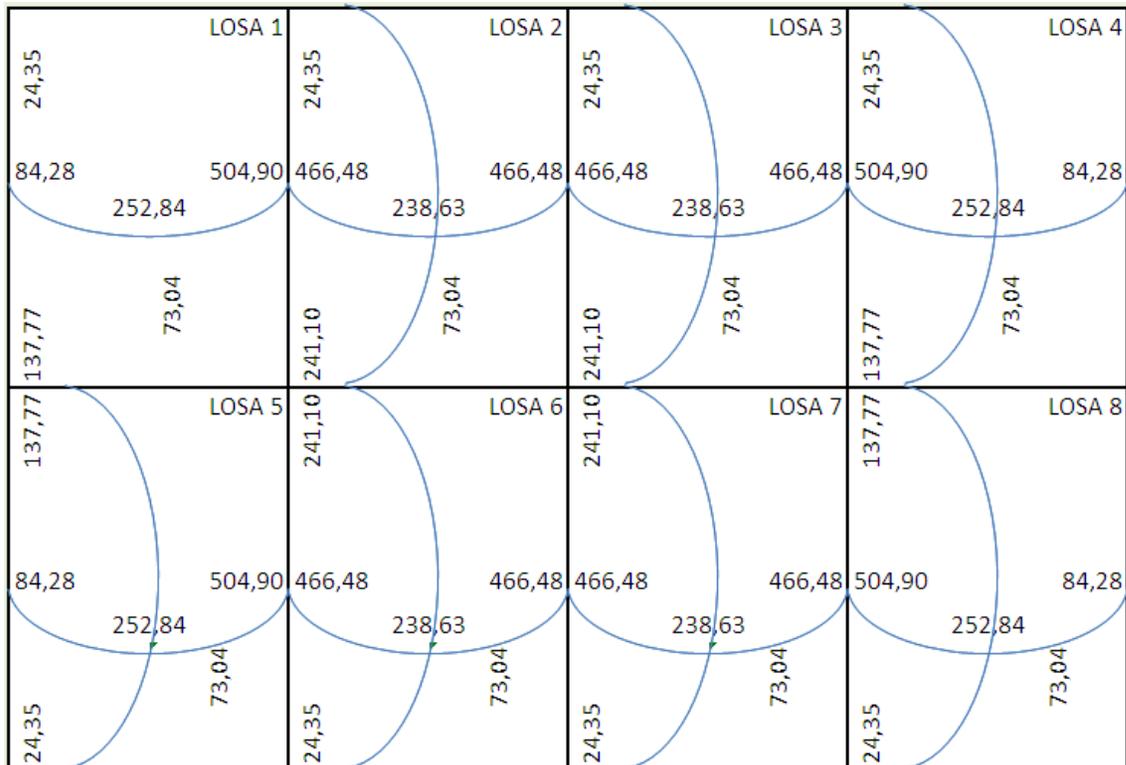
$$M_{(+)b} = (0.005)(240)(6.20)^2 + (0.007)(100)(6.20)^2 = 73.04 \text{ Kg-m}$$

En la siguiente tabla XIII se muestran los datos obtenidos para cada una de las losas del nivel 2 o cubierta.

**Tabla XIII.** Momentos en losas típicas, segundo nivel.

LOSA	CASO	M(-)		M(+) de CM		M(+) de CV		Momentos (-) kg-m		Momentos (+) kg-m	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	504,90	137,77	252,84	73,04
2	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	466,48	241,10	238,63	73,04
3	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	466,48	241,10	238,63	73,04
4	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	504,90	137,77	252,84	73,04
5	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	504,90	137,77	252,84	73,04
6	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	466,48	241,10	238,63	73,04
7	8	0,085	0,014	0,052	0,005	0,07	0,007	466,48	241,10	238,63	73,04
8	4	0,092	0,008	0,056	0,005	0,072	0,007	504,90	137,77	252,84	73,04

**Figura 5.** Planta de momentos actuantes en losas típicas, segundo nivel.



### Balance de momentos:

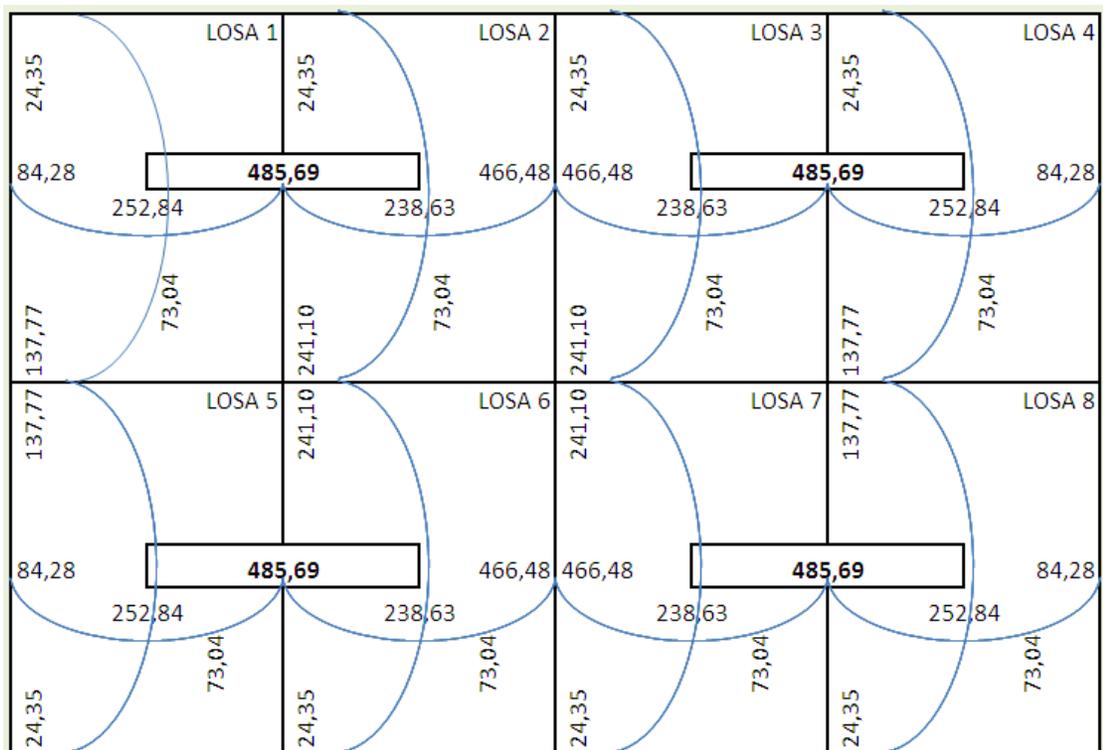
Balance de momentos entre losa 1 y 2

$$0.8 (504.90) = 403.92 < 466.48 \text{ Kg-m} \quad \text{por lo tanto } M_b = (M_{\text{Mayor}} + M_{\text{Menor}})/2$$

$$M_{b_{1-2}} = (504.90 + 466.48)/2 = 485.69 \text{ Kg-m}$$

El resultado del balance de momentos en todos los puntos necesarios, se presentan en la figura 6.

**Figura 6.** Planta de momentos balanceados en losas típicas, segundo nivel.



### Diseño de acero de refuerzo:

El refuerzo en las losas se calcula de la misma forma como en vigas, usando el ancho unitario de 1.00m, el procedimiento es el siguiente:

Cálculo del peralte:

$$D = t\text{-recubrimiento} = 10.00 - 2.50 = \mathbf{7.50\text{ cm.}}$$

Cálculo de límite de acero:

Área de acero mínimo

$$As_{\text{mín}} = 0.4 \frac{14.1}{2810} b \times d = 0.4 \frac{14.1}{2810} (100)(7.50) \quad \mathbf{As_{\text{mín}} = 1.51\text{ cm}^2.}$$

Cálculo del espaciamiento (S) entre varillas con As min

$$\mathbf{S = Av / As} \quad S = 0.71 / 1.51 \quad \mathbf{S = 0.47m}$$

$$\text{Tomando en cuenta que } \mathbf{Smáx. = 3t} = 3 * 0.10 = \mathbf{0.30\text{ m.}}$$

Calculando As en base al espaciamiento máximo se obtiene.

$$\mathbf{As = Av * 100 / Smáx} = 0.71 * 100 / 30 = \mathbf{2.36\text{ cm}^2.}$$

Cálculo de momento que soportado usando As.

$$M_{As} = \frac{0.90}{100} \left( As \times fy \left( d - \left( \frac{As \times fy}{1.70 \times f'c \times b} \right) \right) \right)$$
$$M_{As} = \frac{0.90}{100} \left( 2.36 \times 2,810 \left( 7.5 - \left( \frac{2.36 \times 2810}{1.70 \times 210 \times 100} \right) \right) \right)$$
$$\mathbf{M_{As} = 280\text{ kg-m.}}$$

**Cálculos de área de acero:**

Para los momentos menores que el  $M_{As}$ , se usa  $As$ ; y para los momentos mayores que el  $M_{As}$ , se calcula el área de acero con la fórmula:

$$As = b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M \times b \times 0.85f'c}{0.003825 \times f'c * fy}}$$

Momento máximo en el sentido "A" = 485.69 kg-m

Momento máximo en el sentido "B" = 241.10 kg-m

**Tabla XIV.** Áreas de acero requeridas en losas típicas, segundo nivel.

Momento (M)	Área de acero calculada (As)	No. De Varillas (diámetro)	Espaciamiento (S)
485.69 Kg-m	2.7 cm <sup>2</sup>	3	25 cm.
241.10 Kg-m	1.35 cm <sup>2</sup>	3	30 cm.

Se diseña con el espaciamiento menor y tomando en cuenta el momento mayor en los sentidos “X” y “Y”, **en los sentidos “X” se utilizará No 3. @ 0.20 m y en sentido “Y” acero No 3 @ 0.20 m.**

#### **Chequeo de corte:**

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto; por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{C_{uu} \times L}{2} = \frac{485.69 \times 6.20}{2} = 1,505.64 \text{ kg}$$

Cálculo de corte máximo resistente

$$V_r = \phi \times 0.53\sqrt{f'c} \times b \times d = 0.85 \times 0.53\sqrt{(210)} \times 100 \times 7.5 = 4896.27 \text{ kg}$$

Si  $V_r > V_{m\acute{a}x}$  el espesor es el adecuado, caso contrario aumentar “t”

Como  $V_r > V_{m\acute{a}x}$  el espesor es el adecuado.

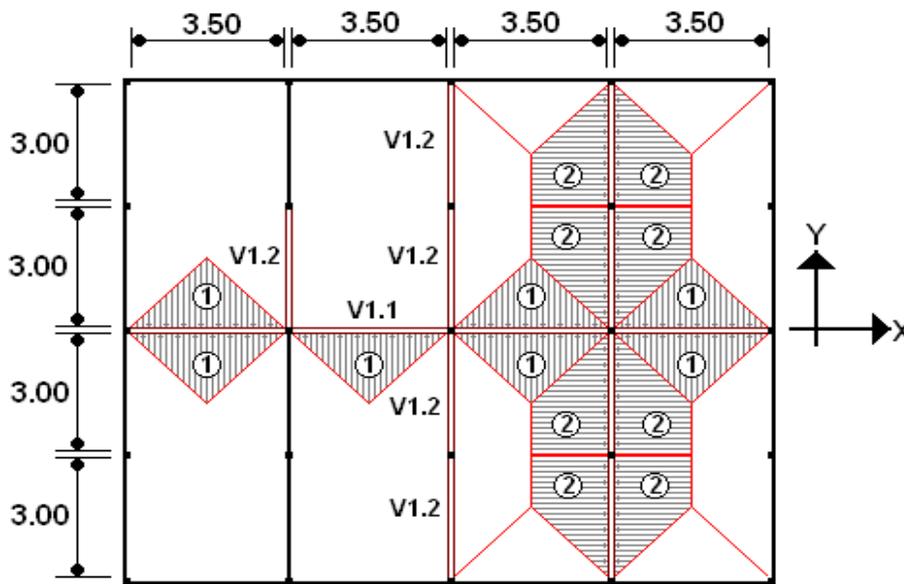
#### **3.7.6. Diseño de vigas**

La viga es un elemento estructural horizontal, que está sometido a esfuerzos de compresión y corte. La función estructural de una viga es soportar las cargas que transmiten las losas las cuales reciben directamente las cargas de servicio, la viga a su vez, transmite éstas cargas a las columnas. La carga total de una losa es distribuida hacia las vigas que la soportan a través de áreas tributarias.

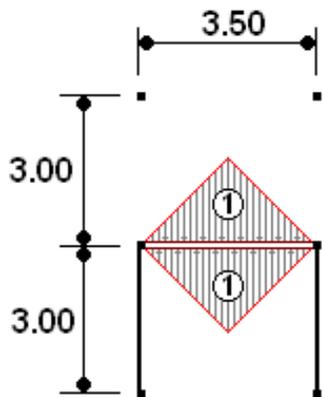
Los datos necesarios para su diseño son los momentos últimos y cortes últimos actuante. El procedimiento para diseñar las vigas, se describen a continuación.

**Cargas tributarias:**

**Figura 7. Áreas tributarias, primer nivel.**



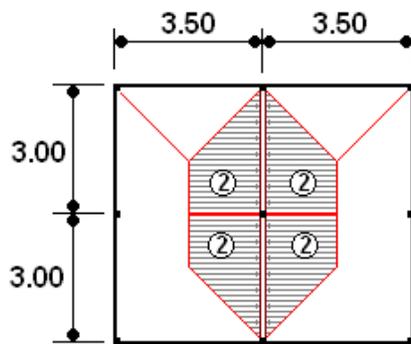
En el nivel 1 se presentan 2 tipos de cargas tributarias aplicadas a dos tipos e vigas como se muestra en el siguiente cuadro:



**Área tributaria 1** (área de triángulos rectángulos)

$$A1 = \left( \frac{\left(\frac{3.5}{2}\right) \times \left(\frac{3.5}{2}\right)}{2} \right) \times 2 = \frac{3.5^2}{4} = 3.06m^2$$

$$Area_{total\ 1} = 2 \times A1 = 2 \times 3.06 = 6.13m^2$$

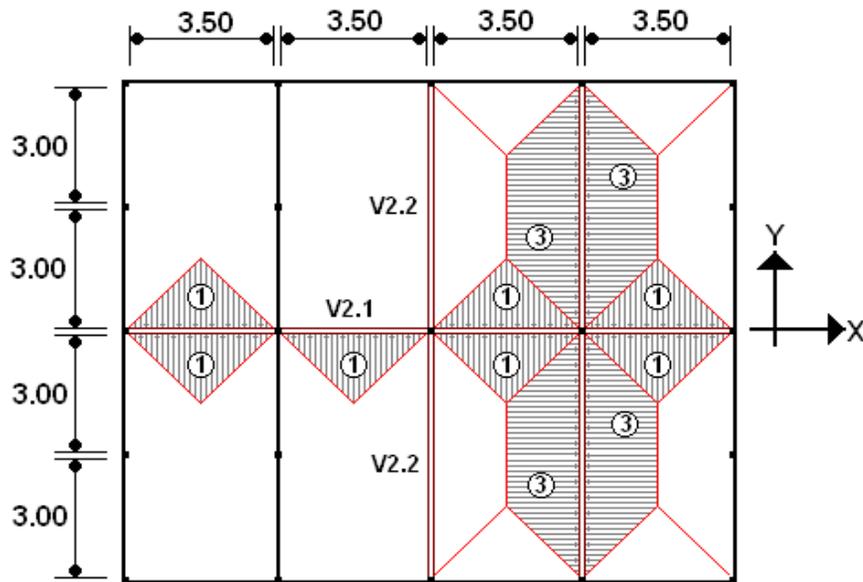


Área tributaria 2 (área de trapecios)

$$A2 = \frac{3 + \left(3 - \frac{3.5}{2}\right)}{2} \times \frac{3.5}{2} = 3.72m^2$$

$$Area_{total\ 2} = 2 \times A2 = 2 \times 3.72 = 7.44m^2$$

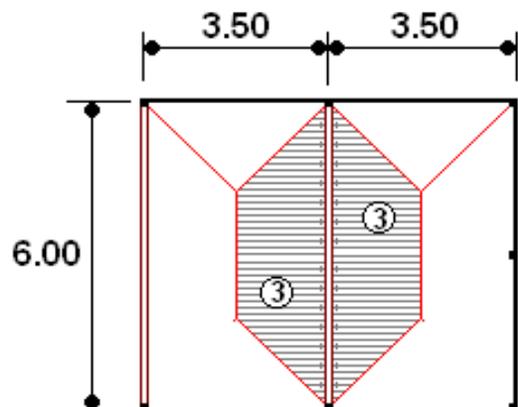
Figura 8. Áreas tributarias, segundo nivel.



Área tributaria 3 (área de trapecios)

$$A3 = \frac{6 + (6 - 3.5)}{2} \times \frac{3.5}{2} = 7.44m^2$$

$$Area_{total\ 3} = 2 \times A3 = 2 \times 7.44 = 14.88m^2$$



**Tabla XV.** Áreas tributarias y cargas en vigas.

<b>VIGA</b>	<b>L, m</b>	<b>Área Trib., m<sup>2</sup></b>	<b>C.M., kg/m<sup>2</sup></b>	<b>C.V., kg/m<sup>2</sup></b>
<b>V1.1</b>	3.50	6.13	378	500
<b>V1.2</b>	3.00	7.44	378	500
<b>V2.1</b>	3.50	6.13	240	100
<b>V2.2</b>	6.20	14.88	240	100

**Datos de la sección de una viga**

$b = 0.20\text{m}$                        $rec = 0.03\text{m}$

$h = 0.30\text{m}$                        $d = 0.27\text{m}$

**Tabla XVI.** Distribución de cargas en vigas.

<b>VIGA</b>	<b>WD, kg/m</b>	<b>WL, kg/m</b>	<b>P.P., kg-m<sup>2</sup></b>	<b>Wult, kg/m</b>	<b>WD, kg/m</b>
<b>V1.1</b>	662.04	875.71	168	2397.18	237.15
<b>V1.2</b>	937.44	1240	168	3310.53	368.48
<b>V2.1</b>	420.34	175.14	168	986.23	168.10
<b>V2.2</b>	576	240	168	1276.80	120.00

**Tabla XVII.** Momentos en las vigas.

<b>VIGA</b>	<b>M(-), kg-m Sin continuidad</b>	<b>M(+), kg-m Centro</b>	<b>M(-), kg-m Con continuidad</b>	<b>Vu =WL/2, kg Ambos extremos de la viga</b>
<b>V1.1</b>	1590.63	2385.95	3470.47	4195.07
<b>V1.2</b>	1613.88	2420.82	3521.20	4965.80
<b>V2.1</b>	654.41	981.61	1427.79	1725.90
<b>V2.2</b>	2658.51	3987.77	5800.39	3958.08

### Límites de acero

Antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar éste, según los criterios siguientes.

Sección: 0.20 m \* 0.30 m peralte efectivo 0.27 m.

### Área mínima de acero

$$As_{mín} = \frac{14.1}{fy} \times b \times d = \frac{14.1}{2810} \times 20 \times 27 = 2.71cm^2$$

### Área máxima de acero

$$As_{máx} = 0.50 \times 0.036946 \times b \times d = 0.50 \times 0.036946 \times 20 \times 27 = 9.98cm^2$$

### Acero longitudinal

Para el cálculo del acero longitudinal se presentan a continuación dos criterios y se desarrollan para cada uno de los momentos en las vigas, sus resultados se comparan en la tabla XVIII:

### Área de acero para una región dada "As"

Utilizando los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero por la fórmula. (M, kg-m)

$$As = \left( b \times d - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M \times b}{0.003825 \times f'c}} \right) \times \frac{0.85f'c}{fy}$$

### Área de acero requerida "As<sub>r</sub>"

Esta se calcula utilizando la fórmula cuadrática y despejando la As en función del momento de cada tramo de la viga. (Mu, kg-cm)

$$\frac{As^2 \times fy^2}{1.7 \times f'c \times b} - As \times fy \times d + \frac{Mu}{\phi} = 0$$

Los resultados de la aplicación de ambas fórmulas para calcular el área de acero se observan en la tabla XVIII.

**Tabla XVIII.** Cálculo del área de acero para las vigas de los niveles 1 y 2.

VIGA	M, kg-m		As, cm <sup>2</sup>	As <sub>r</sub> , cm <sup>2</sup>	As, cm <sup>2</sup> (a utilizar)
V1.1	<i>Sin Cont.</i>	1590.63	2.01	2.41	<b>As<sub>mín</sub> = 2.71</b>
	<i>Centro</i>	2385.95	3.05	3.69	<b>3.69</b>
	<i>Con Cont.</i>	3470.47	4.49	5.53	<b>5.53</b>
V1.2	<i>Sin Cont.</i>	1613.88	2.04	2.45	<b>As<sub>mín</sub> = 2.71</b>
	<i>Centro</i>	2420.82	3.08	3.75	<b>3.75</b>
	<i>Con Cont.</i>	3521.20	4.56	5.62	<b>5.62</b>
V2.1	<i>Sin Cont.</i>	654.41	0.85	0.9722	<b>As<sub>mín</sub> = 2.71</b>
	<i>Centro</i>	981.61	1.23	1.47	<b>As<sub>mín</sub> = 2.71</b>
	<i>Con Cont.</i>	1427.79	1.80	2.16	<b>As<sub>mín</sub> = 2.71</b>
V2.2	<i>Sin Cont.</i>	2658.51	3.40	4.14	<b>4.14</b>
	<i>Centro</i>	3987.77	5.19	6.45	<b>6.45</b>
	<i>Con Cont.</i>	5800.39	7.80	9.93	<b>9.93</b>

Teniendo el área de acero que se requiere para resistir los momentos en los extremos y centro de la viga se procede a distribuir dicha área de acero tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

#### **Cama superior al centro**

Se debe colocar, como mínimo, dos varillas o más de acero corridas tomando el mayor de los siguientes valores: As<sub>mín</sub> o el 33% calculado para momento negativo. El área faltante por cubrir se coloca con bastones a una longitud de L/4 de los extremos de la viga.

### **Cama inferior o en apoyos**

Se debe colocar como mínimo, dos varillas o más de acero corridas, tomando el mayor de los valores:  $A_{s_{\min}}$ , 50% del  $A_s$  del momento positivo ó el 50%  $A_s$  del momento negativo. El área faltante por cubrir se coloca con varillas situadas en el área no corridas. También se puede utilizar la fórmula que cumple con las condiciones tanto para cama superior como cama inferior y toma en cuenta la sección efectiva de la viga:

$$A_{s_{\text{cama superior}}} = 0.5 \times \rho_{\min} \times d \times b = 0.5 \times 0.00501389 \times d \times b$$

### **Acero transversal (estribo)**

El objeto de colocar acero transversal es: por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función: El procedimiento a seguir es el siguiente.

### **Cálculo de corte resistente:**

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 20 \times 27 = 3525.32 \text{ kg}$$

Comparación de corte resistente con corte último, *si  $V_r > V_u$  la viga necesita estribos sólo por armado, si  $V_r < V_u$  se diseñan estribos por corte.*

**Tabla XIX.** Comparación de corte resistente y corte último en vigas.

<b>VIGA</b>	<b><math>V_u = WL/2</math>, kg</b>	<b><math>V_r</math>, Kg</b>	<b><math>V_r &gt; V_u</math></b>
<b>V1.1</b>	4195.07	3525.32	No resiste
<b>V1.2</b>	4965.80	3525.32	No resiste
<b>V2.1</b>	1725.90	3525.32	Resiste
<b>V2.2</b>	3958.08	3525.32	No resiste

### Diseño de estribos por corte.

Se ejemplificará el caso  $V_u = 4195.07 \text{ Kg}$  y  $V_r = 3525.32 \text{ Kg}$  en el cual la sección de concreto de la viga no es suficiente para cumplir con la función de contrarrestar los esfuerzos de corte.

$$V_s = V_u = 4195.07 \text{ kg}$$

$$\gamma_s = \frac{V_s}{b \times d} = \frac{4195.07}{20 \times 27} = 7.77$$

$$S = \frac{2A_v \times f_y}{\gamma_s \times b} = \frac{2(0.71) \times 2810}{7.77 \times 20} = 25 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{27}{2} = 13.5 \text{ cm (se usara como mínimo acero No. 3)}$$

Se colocarán estribos No. 3 @ 0.13 m en zona no confinada. La zona de confinamiento para este caso, será igual a  $2d = 2 \times 0.27 = 0.55 \text{ m}$ , en esta zona se colocarán estribos No. 3 @ 0.10 m, el primer estribo se colocará a una distancia de 0.05 m del rostro de la columna.

**Tabla XX.** Cálculo de refuerzos en vigas, en los sentidos “X” y “Y” para los dos niveles.

VIGA	Mu, kg-m	As, Cm <sup>2</sup>	Refuerzo Longitudinal			Ref. Transversal	
			Refuerzo Corrido	Ref. L/4	Centro L/3	Corte V, kg	Refuerzo acero No.3
V1.1	1590.63	2.71	2No.4	1No.3		4195.07	Primer estribo a S/2, extremos 12 @ 0.08 resto No3@0.13m
	2385.95	3.69	2No.4		1No.4		
	3470.47	5.53	2No.4	1No.3+ 1No.4		4195.07	
V1.2	1613.88	2.71	2No.4	1No.3		4965.80	Primer estribo a S/2, extremos 10 @ 0.08 resto
	2420.82	3.75	2No.4		1No.4		

	3521.20	5.62	2No.4	1No.4+ 1No.5		4965.80	No3@0.13m
<b>V2.1</b>	654.41	2.71	2No.4	1No.3		1725.90	Primer estribo a S/2, extremos 10 @ 0.10 resto No3@0.13m
	981.61	2.71	2No.4		1No.3		
	1427.79	2.71	2No.4	1No.3		1725.90	
<b>V2.2</b>	2658.51	4.14	2No.5	1No.3		3958.08	Primer estribo a S/2, extremos 15 @ 0.08 resto No3@0.13m
	3987.77	6.45	2No.4		2No.5		
	5800.39	9.93	2No.5	3No.5		3958.08	

### 3.7.7. Diseño de muros de mampostería reforzada

Para el análisis de los muros que son componentes estructurales en el diseño, se ha seleccionado el método simplista el cual ya se ha explicado en el numeral 3.7.2, el proceso de análisis se describe a continuación:

#### 3.7.7.1. Cálculo del centro de masa y centro de rigidez

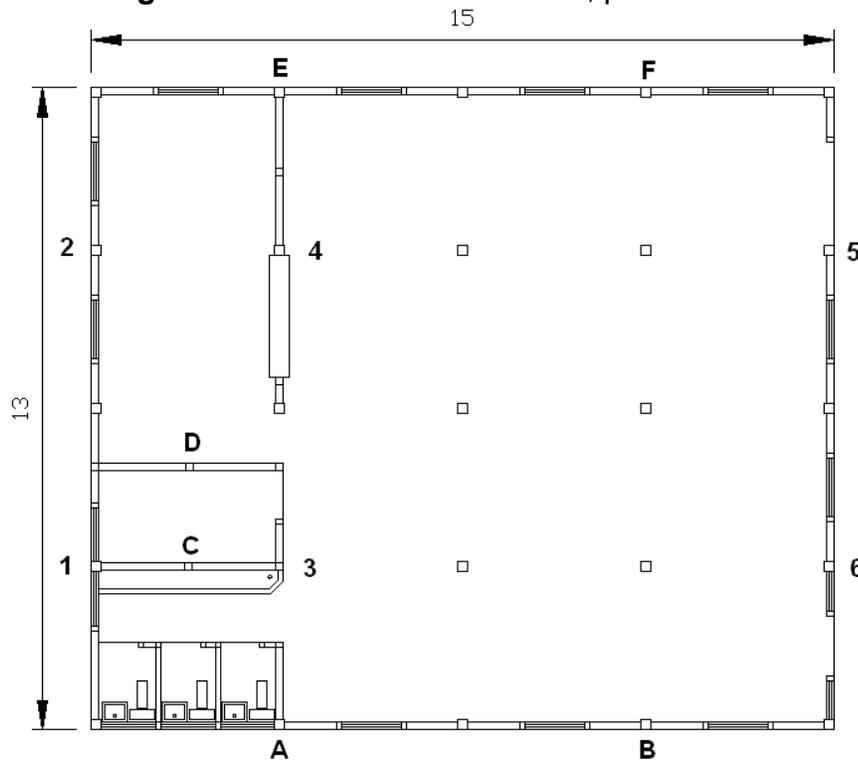
Para el presente cálculo se toman los valores con los cuales se ha venido trabajando hasta este punto, dichos valores son los siguientes:

$f_y =$	2810 kg/cm <sup>2</sup>	Grosor muro=	0.14 m
$f'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>	Peso unidad =	15 kg
$f'_m =$	25 kg/cm <sup>2</sup>	Espesor entre piso=	0.12 m
Alto total=	5.02 m	Espesor losa=	0.10 m
1er nivel=	2.52 m	Viva entrepiso=	500 kg/m <sup>2</sup>
2do nivel=	2.50 m	Viva terraza =	100 kg/m <sup>2</sup>
		Sobrecarga=	90 kg/m <sup>2</sup>

**Tabla XXI.** Localización de los centros de masa en niveles 1 y 2.

Nivel	Longitudes totales, m		Centros de Masa "CM", m	
	X, m	Y, m	CMx, m	CMy, m
1	15	13	7.5	6.5
2	15	13	7.5	6.5

**Figura 9.** Identificación de muros, primer nivel.



Centro de masa de la losa del primer nivel.

$$CMx = \frac{15 \times 13 \times 7.50}{15 \times 13} = 7.50m; \quad CMy = \frac{15 \times 13 \times 6.50}{15 \times 13} = 6.50m$$

Centro de masa de la losa del segundo nivel.

$$CMx = \frac{15 \times 13 \times 7.50}{15 \times 13} = 7.50m; \quad CMy = \frac{15 \times 13 \times 6.50}{15 \times 13} = 6.50m$$

Peso de losa del primer nivel.

$$W_{losa} = (W_{con} \times t_{losa} + CV + SC) \times a \times b$$

$$W_{losa} = (2400 \times 0.12 + 90 + 500) \times 13 \times 15 = 171,210.00kg$$

Peso de losa del segundo nivel.

$$W_{losa} = (2400 \times 0.10 + 100) \times 13 \times 15 = 66,300.00kg$$

**Tabla XXII.** Coordenadas cartesianas de los muros del primer nivel.

Muro	Coordenadas del CM, m		Longitud, m
	X	Y	
1	0.075	3.250	6.50
2	0.075	9.750	6.50
3	3.800	3.250	6.50
4	9.080	9.750	6.50
5	14.925	3.250	6.50
6	14.925	9.750	6.50
A	3.800	0.075	7.50
B	11.200	0.075	7.50
C	1.900	3.300	7.50
D	1.900	5.300	7.50
E	3.800	12.925	7.50
F	11.200	12.925	7.50

### Cálculo de la rigidez

En el caso del método simplista para mampostería reforzada, la rigidez se calcula para el sentido en que la carga está afectando al muro, ya que en el otro sentido son los muros perpendiculares los que resisten la carga, se ejemplifica la forma de obtener la rigidez de uno de los muros y luego en la tabla se presenta la rigidez del resto de muros del primer nivel.

$$K1 = \frac{E \times l \times t}{h \left( \left( \frac{h}{t} \right)^2 + 3 \right)} = \frac{750 \times 25 \times 6.50 \times 0.14}{2.52 \left( \left( \frac{2.52}{0.14} \right)^2 + 3 \right)} = 20.706$$

Peso de los muros.

$$W_{muro1} = 12.5 \times W_{mamposteria} \times h \times l$$

$$W_{muro1} = 12.5 \times 15 \times 2.52 \times 6.50 = 3071.25 \text{ kg}$$

Coordenadas de cada muro en función de su peso

Con el peso y la rigidez de cada muro se calcula el peso por su coordenada, para esto utilizamos la fórmula.

$$W_{muro1} \times X1 = 3071.25 \times 0.075 = 230.34$$

**Tabla XXIII.** Coordenadas de cada muro en función de su peso, primer nivel.

Muro	Longitud, m	Rigidez de muros “kx”	Rigidez de muros “ky”	Peso W <sub>muro</sub> , kg	Coordenadas según peso de muros.	
					X, m	Y, m
1	6.50	20.706	20.706	3071.25	230.34	9981.56
2	6.50	20.706	20.706	3071.25	230.34	29944.69
3	6.50	20.706	20.706	3071.25	11670.75	9981.56
4	6.50	20.706	20.706	3071.25	27886.95	29944.69
5	6.50	20.706	20.706	3071.25	45838.41	9981.56
6	6.50	20.706	20.706	3071.25	45838.41	29944.69
A	7.50	23.891	23.891	3543.75	13466.25	265.78
B	7.50	23.891	23.891	3543.75	39690.00	265.78
C	7.50	23.891	23.891	3543.75	6733.13	11694.38
D	7.50	23.891	23.891	3543.75	6733.13	18781.88
E	7.50	23.891	23.891	3543.75	13466.25	45802.97
F	7.50	23.891	23.891	3543.75	39690.00	45802.97
<b>Sumatorias</b>		<b>267.584</b>	<b>267.582</b>	<b>39690.00</b>	<b>251473.95</b>	<b>242392.50</b>

El centro de masa en función del peso de muros es el resultado de la sumatoria de todos los pesos según sus coordenadas.

$$X = 251473.95 \quad Y = 242392.50$$

Los centros de rigidez para los muros en ambos sentidos se obtienen a través de las fórmulas,

$$Ck_{muros\ x} = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{251473.95}{39690} = 6.34m$$

$$Ck_{muros\ y} = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{242392.50}{39690} = 6.11m$$

Ahora se combina el centro de masa de muros y de losa y la sumatoria de sus pesos para obtener el verdadero centro de masa.

$$CMx_{muros+losas} = \frac{\sum xi \times wi}{\sum wi} = \frac{7.50 \times 171210 + 6.34 \times 39,690.00}{171210 + 39,690.00} = 7.281m$$

$$CMy_{muros+losas} = \frac{\sum yi \times wi}{\sum wi} = \frac{6.50 \times 171210 + 6.11 \times 39,690.00}{171210 + 39,690.00} = 6.426m$$

Cálculo del centro de rigidez.

$$CRx = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki}$$

Cálculo de distancias al centroide por su rigidez.

$$Ck_{muros\ x} = CMy \times kx = 3.25 \times 20.706 = 67.294$$

$$Ck_{muros\ y} = CMx \times ky = 0.075 \times 20.706 = 1.553$$

**Tabla XXIV.** Centroide del muro por su rigidez.

Muro	Coordenadas del CM, m		Rigidez de muros "kx"	Rigidez de muros "ky"	Ck <sub>muros X</sub>	Ck <sub>muros Y</sub>
	X	Y				
1	0.075	3.250	20.706	20.706	67.294	1.553
2	0.075	9.750	20.706	20.706	201.883	1.553
3	3.800	3.250	20.706	20.706	67.294	78.682
4	9.080	9.750	20.706	20.706	2001.88	188.010
5	14.925	3.250	20.706	20.706	67.294	309.036
6	14.925	9.750	20.706	20.706	201.883	309.036
A	3.800	0.075	23.891	23.891	1.792	90.787
B	11.200	0.075	23.891	23.891	1.792	267.584
C	1.900	3.300	23.891	23.891	78.842	45.394
D	1.900	5.300	23.891	23.891	129.625	45.394
E	3.800	12.925	23.891	23.891	308.797	90.787
F	11.200	12.925	23.891	23.891	308.797	267.584
<b>Sumatorias</b>			<b>267.584</b>	<b>267.584</b>	<b>1634.174</b>	<b>1695.400</b>

$$CRx = \frac{\sum yi \times ki}{\sum ki} = \frac{1695.40}{267.584} = 6.336m$$

$$CRy = \frac{\sum xi \times ki}{\sum ki} = \frac{1634.174}{267.584} = 6.107m$$

Excentricidad real

$$ex_{real} = |CMx - CRx| = |7.281 - 6.336| = 0.945m$$

$$ey_{real} = |CMy - CRy| = |6.426 - 6.107| = 0.319m$$

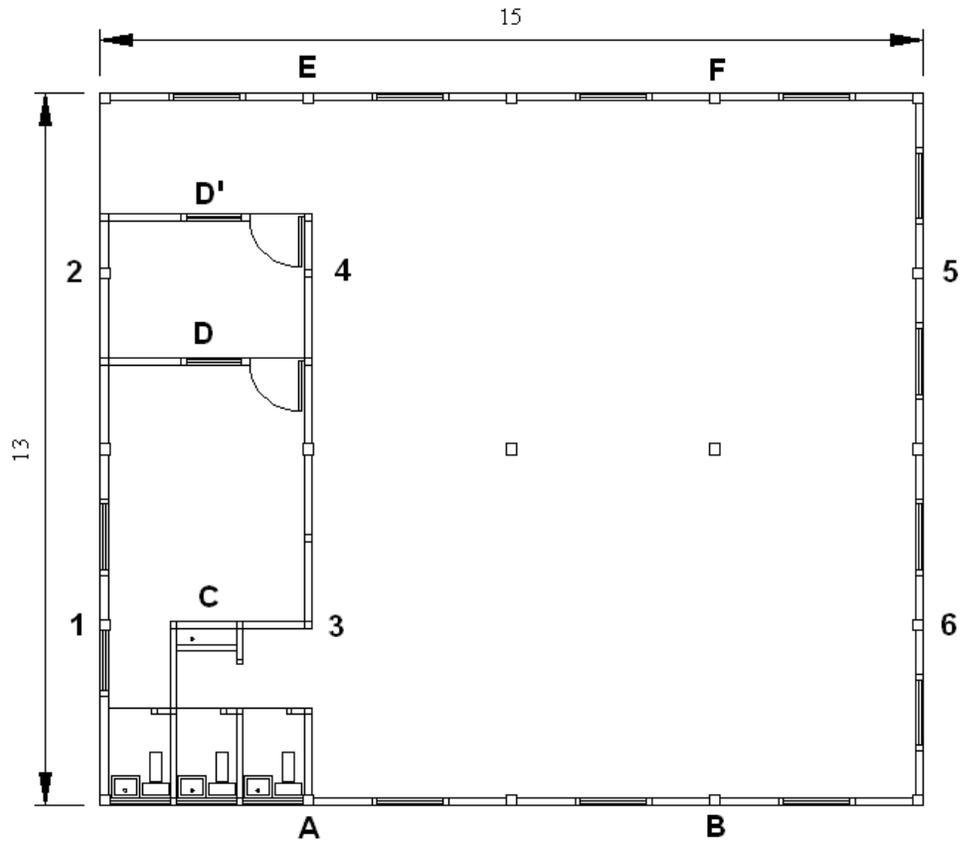
Excentricidad de diseño

$$ex_{diseño} = 1.5 \times e_{realx} + 0.05 \times lx = 1.5 \times 0.945 + 0.05 \times 15 = 2.167m$$

$$ey_{diseño} = 1.5 \times e_{realy} + 0.05 \times ly = 1.5 \times 0.319 + 0.05 \times 13 = 1.128m$$

Se realiza el mismo procedimiento para el segundo nivel tomando en cuenta la configuración de muros y losas, así como sus propias cargas de servicio y se obtiene el centro de masa, el centro de rigidez y sus excentricidades de diseño.

**Figura 10.** Identificación de muros, segundo nivel.



**Tabla XXV.** Excentricidad de diseño en primer y segundo nivel.

NIVEL	Centro de Rigidez "CR", m.		Centro de Masa "CM", m.		Excentricidad de diseño "e", m.	
	X	Y	X	Y	X	Y
1	6.336	6.107	7.281	6.426	2.167	1.128
2	5.972	6.717	6.900	6.585	2.141	0.848

### 3.7.7.2. Cálculo de corte basal

El corte basal se calcula en base a las Normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES. El corte basal está en función de una serie de fórmulas cuyos valores se encuentran en cuadros y han sido estimados con base a parámetros asignados, a continuación se presenta la secuencia de fórmulas que se utilizan para calcular el corte basal y la referencia de los valores tomados.

$$Vb = Cs \times W$$

Donde:  $Cs = \frac{Sa(T)}{R}$

$$Sa(T) = Ao \times D(T)$$

$$R = 1.2 \times Ro \times Q$$

$$Ro = 2.5_{\text{Cuadro 1.1 AGIES NR-3: 2001}}$$

$$Ao = 0.4_{\text{Cuadro 3.2 AGIES NR-2: 2000}}$$

$$T = 0.09 \times \frac{h}{\sqrt{l}} = 0.09 \times \frac{5.43}{\sqrt{12.90}} = 0.14$$

Perfil del suelo S3 Sección 3.3.3.3. AGIES NR – 2: 2000

$$Ta = 0.12; Tb = 1_{\text{Cuadro 3.4 AGIES NR-2: 2000}}$$

$$D(T) = 2.5_{\text{Cuadro 3.3 AGIES NR-2: 2000}}$$

**AGIES NR-3: 2001, cuadro 1.2**

**Tabla XXVI.** Guía para establecer el índice de calidad "Q" de una edificación.

<u>Nombre de la edificación</u>	<b>Diseño de alcaldía auxiliar, salón comunal y comedor escolar en caserío Cancheguá, San Antonio Sacatepéquez, San Marcos.</b>				
Clasificación de la obra	<b>Importante</b>				
Índice de sismicidad del sitio	<b>5</b>				
Nivel de protección requerido	<b>D</b>	Asignado	--		
Perfil del suelo	<b>S3</b>				
Aceleración máxima efectiva del terreno $A_0$	<b>0.4</b>				
Tipo de estructura	<b>Tipo cajón</b>				
<u>Descripción de la estructura.</u>					
Número de pisos bajo el suelo	<b>0</b>	Sobre el suelo	<b>2</b>		
Altura total bajo el suelo	--	Sobre el suelo	<b>5.02m</b>		
Longitud $X_{máx}$ bajo el suelo	--	Sobre el suelo	<b>15m</b>		
Longitud $Y_{máx}$ bajo el suelo	--	Sobre el suelo	<b>13m</b>		
<u>Configuración de la edificación</u>					
Redundancia estructural	Dirección de análisis			Valores $q_i$ referencia.	
	X	Ambos	Y	Mín.	Máx.
Número de tramos	<b>q1=2.5</b>		<b>q1=2.5</b>	<b>-3.0</b>	<b>2.5</b>
Número de ejes estructurales	<b>q2=25</b>		<b>q2=25</b>	<b>-3.0</b>	<b>25</b>
Presencia de muros o riostras	<b>q3=2.5</b>		<b>q3=2.5</b>	<b>0.0</b>	<b>3.5</b>
<u>Configuración en planta</u>					
Regularidad en planta		<b>q4=5</b>		<b>-4.0</b>	<b>2.5</b>
Excentricidad en planta	<b>q5=0</b>		<b>q5=0</b>	<b>-8.0</b>	<b>5.0</b>
<u>Configuración vertical</u>					
Regularidad vertical	<b>q6=0</b>		<b>q6=0</b>	<b>-12.0</b>	<b>0.0</b>

$$\sum qi = q1 + q2 + q3 + q4 + q5 + q6 = 12.5$$

$$Q = 1 + 0.01 \sum qi = 1 + 0.01 \times 12.5 = 1.125$$

$$Sa(T) = 0.4 \times 2.5 = 1.0$$

$$R = 1.2 \times 2.5 \times 1.125 = 3.375$$

$$Cs = \frac{1}{3.375} = 0.296$$

$$Vb = 0.296 \times 323015.625 = 95708.33 \text{ kg}$$

Distribución del corte basal en los dos niveles de la estructura, se hace con la siguiente ecuación.

$$F_j = C_{vj} V_B \text{ (Ec.2.8 AGIES NR-3: 2001)}$$

$$C_{vj} = \frac{W_j h_j^k}{\sum_{i=1}^n (W_j h_j^k)} \text{ (Ec.2.9 AGIES NR-3: 2001)}$$

Donde:

$F_j$  = cortante de cedencia en el nivel "j" de la edificación;

- Cortante  $V_b = 95708.33 \text{ kg}$

$W_j$  = peso asignado al nivel "j" de la edificación;

- Peso del primer nivel = 210900.00kg
- Pesos del segundo nivel = 112115.63kg

$H_j$  = altura en metros del nivel "j" sobre la base de la edificación;

- Altura total del primer nivel = 2.52m
- Altura total del segundo nivel = 5.02m

$$F_1 = \frac{210900 \times 2.52 \times 95708.33}{(210900 \times 2.52 + 112115.63 \times 5.02)} = 46483.10 \text{ kg}$$

$$F_2 = \frac{112115.63 \times 5.02 \times 95708.33}{(210900 \times 2.52 + 112115.63 \times 5.02)} = 49225.24 \text{ kg}$$

Cálculo de derivadas máximas permisibles en función del nivel de protección de la estructura según las Normas del AGIES.

$$\Delta = 0.012 \times (h_i - h_{i-1})_{\text{Sección 9.4.3. AGIES NR-2: 2000}}$$

$$\Delta 1 = 0.012 \times (5.02 - 2.50) \times 1000 = 30.24 \text{ mm}$$

$$\Delta 2 = 0.012 \times (5.02 - 2.52) \times 1000 = 30.00 \text{ mm}$$

$$\Delta_{\text{total}} = 0.012 \times (5.02) \times 1000 = 60.24 \text{ mm}$$

Cálculo del corte en cada muro en función de la distancia al centro de rigidez y el momento polar de inercia.

Distancia al centro de rigidez.

$$\text{muro 1 } x_k = y_k - Y = 6.107 - 3.250 = 2.857$$

$$\text{muro A } y_k = x_k - X = 6.336 - 3.800 = 2.536$$

Momento polar de inercia.

$$\text{muro 1 } J_{px} = k_x \times (x_k)^2 = 20.706 \times (2.857)^2 = 169.012$$

$$\text{muro A } J_{py} = k_y \times (y_k)^2 = 23.891 \times (2.536)^2 = 153.650$$

**Tabla XXVII. Momento polar de inercia, primer nivel.**

Muro	Coordenadas del CM, m		Rigidez de muros		Centro de Rigidez		Momento polar de inercia Jp	
	X	Y	kx	ky	Xk	Yk	Jpx	Jpy
1	0.075	3.250	20.706	20.706	2.857		169.012	
2	0.075	9.750	20.706	20.706	-3.643		274.799	
3	3.800	3.250	20.706	20.706	2.857		169.012	
4	9.080	9.750	20.706	20.706	-3.643		274.799	
5	14.925	3.250	20.706	20.706	2.857		169.012	
6	14.925	9.750	20.706	20.706	-3.643		274.799	
A	3.800	0.075	23.891	23.891		2.536		153.650
B	11.200	0.075	23.891	23.891		-4.864		565.225
C	1.900	3.300	23.891	23.891		4.436		470.129
D	1.900	5.300	23.891	23.891		4.436		470.129
E	3.800	12.925	23.891	23.891		2.536		153.650
F	11.200	12.925	23.891	23.891		-4.864		565.225
<b>Sumatorias</b>			<b>267.584</b>	<b>267.584</b>				

### 3.7.7.3. Cálculo de carga total, momento actuante y deriva en los muros.

Cálculo de carga lateral

$$muro\ 1\ CLx = \frac{k_x \times (F1 + F2)}{\sum k_x}$$

$$muro\ 1\ CLx = \frac{20.706 \times (46483.10 + 49225.24)}{267.58} = 7406.00kg$$

$$\mathbf{muro A CLy} = \frac{k_y \times (F1 + F2)}{\sum k_y}$$

$$\mathbf{muro A CLy} = \frac{23.891 \times (46483.10 + 49225.24)}{267.58} = \mathbf{8545.39kg}$$

Cálculo de carga por torsión

$$\mathbf{muro 1 Ctx} = \frac{[e_x(F1 + F2) + 0.3e_x(F1 + F2)]k_x x_k}{\sum Jp}$$

$$= \frac{[2.17(46483.10 + 49225.24) + 0.3 \times 2.17(46483.10 + 49225.24)]20.706 \times 2.857}{12840.466}$$

$$= \mathbf{1105.031kg}$$

$$\mathbf{muro A Cty} = \frac{[e_y(F1 + F2) + 0.3e_y(F1 + F2)]k_y x_y}{\sum Jp}$$

$$= \frac{[1.128(46483.10 + 49225.2) + 0.3 \times 1.128(46483.10 + 49225.2)]23.891 \times (2.536)}{12840.466}$$

$$= \mathbf{1131.70kg}$$

Cálculo de carga total

$$\mathbf{C total = CL + Ct}$$

$$\mathbf{muro 1 Ctotal} = 7406.00 + (1105.031) = \mathbf{8511.032kg}$$

$$\mathbf{muro A Ctotal} = 8545.39 + (1131.700) = \mathbf{9677.087kg}$$

**Tabla XXVIII.** Carga lateral, torsión y carga total, primer nivel.

Muro	Carga lateral		Carga por torsión		Carga total	
	X, kg	Y, kg	X, kg	Y, kg	X, kg	Y, kg
1	7406.002		1105.031		8511.032	
2	7406.002		-1408.914		7406.002	
3	7406.002		1105.031		8511.032	
4	7406.002		-1408.914		7406.002	
5	7406.002		1105.031		8511.032	
6	7406.002		-1408.914		7406.002	
A		8545.387		1131.7000		9677.087
B		8545.387		-2170.641		8545.387
C		8545.387		1979.598		10524.985
D		8545.387		1979.598		10524.985
E		8545.387		1131.7000		9677.087
F		8545.387		-2170.641		8545.387

Cálculo del momento actuante y deriva para cada muro en función de la carga total, se debe verificar si cumple con las derivas máximas permitidas.

Momento actuante

$$\text{muro 1 } M_x = C_{total} \times h = 8511.032 \times 2.52 = \mathbf{21447.801 \text{ kg} - m}$$

$$\text{muro A } M_y = C_{total} \times h = 9677.087 \times 2.52 = \mathbf{24386.259 \text{ kg} - m}$$

Deriva de muro

$$\Delta_x = \frac{1.2Ct \times h}{0.4 \times 750f'm \times t \times l} + \frac{Ct \times h^3}{3 \times 750f'm \times \frac{t \times l^3}{12}}$$

Muro 1

$$\Delta_x = \left[ \frac{1.2 \times 21447.801 \times 2.52}{0.4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0.14 \times 6.50} + \frac{21447.801 \times 2.52^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0.14 \times 6.50^3}{12}} \right]$$

$$= \mathbf{0.000453 \text{ m} = 0.453 \text{ mm}}$$

Muro A

$$\Delta_y = \left[ \frac{1.2 \times 24386.259 \times 2.52}{0.4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0.14 \times 7.50} + \frac{24386.259 \times 2.52^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0.14 \times 7.50^3}{12}} \right]$$

$$= 0.000428 \text{ m} = 0.428 \text{ mm}$$

Deriva máxima del primer nivel  $\Delta 1 = 30.24 \text{ mm}$

El cálculo será eficiente si la deriva de ambos muros es menor a la deriva máxima calculada para el nivel, en la tabla XXIX se muestran los resultados para el resto de muros.

**Tabla XXIX.** Momento y deriva de muros.

Muro	Momento actuante		Deriva de muro	
	Mx, kg-m	My, kg-m	$\Delta_x$ , mm	$\Delta_y$ , mm
1	21447.802		0.453	
2	18663.125		0.394	
3	21447.802		0.453	
4	18663.125		0.394	
5	21447.802		0.453	
6	18663.125		0.394	
A		24386.259		0.428
B		21534.375		0.378
C		26522.963		0.465
D		26522.963		0.465
E		24386.259		0.428
F		21534.375		0.378

### 3.7.7.4. Cálculo de refuerzo horizontal y vertical en muros

Cálculo del refuerzo a utilizar en los muros

$$K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times M}{t \times (h \times 100)^2 \times Fb}}}{2}$$

$$Fb = 1.6f'm \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 1.6 \times 25 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 17.78$$

$$\text{muro 1 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 21447.802 \times 100}{0.14 \times 100(2.52 \times 100)^2 \times 17.78}}}{2} = 0.302$$

$$\text{muro A } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 24386.259 \times 100}{0.14 \times 100(2.52 \times 100)^2 \times 17.78}}}{2} = 0.350$$

$$j = 1 - \frac{K}{3}$$

$$\text{muro 1 } j = 1 - \frac{0.302}{3} = 0.900$$

$$\text{muro A } j = 1 - \frac{0.350}{3} = 0.884$$

Cálculo del factor de seguridad a utilizar, según los criterios de supervisión siguientes:

$$Fs = \frac{1}{2}fy \text{ si existe una supervisión adecuada}$$

$$Fs = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times fy \text{ si no se cuenta con la supervisión adecuada}$$

Dado que la ubicación de la aldea está lejos del centro del municipio y el camino es poco accesible se utilizará la segunda opción que corresponde a una supervisión no adecuada.

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 2810 = 468.33 \text{ kg/cm}^2$$

Cuantía de acero

$$\rho_v = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0.0007$$

$$\rho_h = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0.0015$$

Cuantía de acero para refuerzo vertical en el muro

$$\begin{aligned} \text{muro 1 } \rho_v &= \frac{21447.80 \times 100}{(0.14 \times 100)(2.52 \times 100)^2 \times 468.33 \times 0.90} \\ &= 0.00573 \geq 0.0007 \text{ ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{muro A } \rho_v &= \frac{24386.26 \times 100}{(0.14 \times 100)(2.52 \times 100)^2 \times 468.33 \times 0.884} \\ &= 0.00790 \geq 0.0007 \text{ ok} \end{aligned}$$

Cuantía de acero para refuerzo horizontal en el muro

$$\begin{aligned} \text{muro 1 } \rho_h &= \frac{21447.80 \times 100}{(0.14 \times 100)(2.52 \times 100)^2 \times 468.33 \times 0.90} \\ &= 0.00573 \geq 0.0015 \text{ ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{muro A } \rho_h &= \frac{24386.26 \times 100}{(0.14 \times 100)(2.52 \times 100)^2 \times 468.33 \times 0.884} \\ &= 0.00790 \geq 0.0015 \text{ ok} \end{aligned}$$

**Tabla XXX.** Cuantía de acero vertical y horizontal, primer nivel.

Muro	Valor de K	Valor de j	Valor de $\rho$ vertical	Valor de $\rho$ horizontal	
Muros sentido X	1	0.3017	0.8994	0.005727	0.006613
	2	0.2584	0.9139	0.004905	0.006508
	3	0.3017	0.8994	0.005727	0.005644
	4	0.2584	0.9139	0.004905	0.004905
	5	0.3017	0.8994	0.005727	0.004984
	6	0.2584	0.9139	0.004905	0.004905
Muros sentido Y	A	0.4160	0.8613	0.007896	0.006800
	B	0.4160	0.8613	0.007896	0.006005
	C	0.3543	0.8819	0.006724	0.007223
	D	0.3176	0.8941	0.006028	0.007124
	E	0.3031	0.8990	0.005753	0.006515
	F	0.3031	0.8990	0.005753	0.005753

Cálculo del área de acero que requiere cada muro en sentido vertical y horizontal, en función de la cuantía de acero calculada.

$$\text{Área de acero vertical} \quad As = \rho v \times t \times L$$

$$\text{Área de acero horizontal} \quad As = \rho h \times hi \times t$$

Área de acero vertical

$$\text{muro 1 } As = 0.00573 \times (0.14 \times 100) \times (6.50 \times 100) = 52.12 \text{ cm}^2$$

$$\text{muro A } As = 0.00790 \times (0.14 \times 100) \times (7.50 \times 100) = 82.91 \text{ cm}^2$$

Área de acero horizontal

$$\text{muro 1 } As = 0.00661 \times (0.14 \times 100) \times (2.52 \times 100) = 23.33 \text{ cm}^2$$

$$\text{muro A As} = 0.006799 \times (0.14 \times 100) \times (2.52 \times 100) = 23.99 \text{ cm}^2$$

**Tabla XXXI.** Área de acero en muros, primer nivel.

Muros Primer Nivel		Área de acero Horizontal As <sub>H</sub> , cm <sup>2</sup>	Área de acero Vertical As <sub>V</sub> , cm <sup>2</sup>
Muros sentido X	1	23.33	52.12
	2	22.96	44.63
	3	19.91	52.12
	4	17.30	44.63
	5	17.58	52.12
	6	17.30	44.63
Muros sentido Y	A	23.99	82.91
	B	21.18	49.74
	C	25.48	70.60
	D	25.13	63.29
	E	22.98	60.40
	F	20.30	60.40

Ahora se procede a calcular el área de acero requerida para los muros del segundo nivel tanto en sentido vertical como horizontal, el procedimiento será el mismo, se deberá aplicar tomando en cuenta la configuración de muros en el segundo nivel y sus características de longitud, altura y espesor. Como el procedimiento es el mismo, a continuación se presenta la tabla final que contiene el área de acero requerida para cada muro y en cada sentido.

**Tabla XXXII.** Área de acero en muros, segundo nivel.

<b>Muros Segundo Nivel</b>		<b>Área de acero Horizontal <math>As_H</math>, cm<sup>2</sup></b>	<b>Área de acero Vertical <math>As_V</math>, cm<sup>2</sup></b>
Muros sentido X	1	10.01	23.94
	2	7.77	25.83
	3	9.21	22.24
	4	7.77	19.88
	5	9.21	20.03
	6	7.77	19.88
Muros sentido Y	A	12.28	30.10
	B	12.28	27.11
	C	10.68	32.43
	D	9.02	32.15
	D1	9.02	32.15
	E	9.02	29.58
	F	9.02	26.64

Por último se distribuye el área de acero entre columnas y soleras según el diámetro de varillas de acero que se desee emplear, para observar la distribución de dicha área se adjuntan los planos constructivos en el apéndice.

### 3.7.8. Diseño de cimientos

Los cimientos son elementos estructurales destinados a recibir las cargas propias y las aplicaciones exteriores a la misma; éstos a su vez transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para elegir el tipo de cimentación a utilizar se deben considerar, principalmente, el tipo de estructura, la naturaleza de las cargas que se aplicarán, las condiciones del suelo y el costo de la misma.

Los datos a utilizar para obtener el valor soporte del suelo son obtenidos del estudio de suelos que a continuación se mencionan:

- Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ ) = 1.57 gr/cm<sup>3</sup> = 0.00157 kg/cm<sup>3</sup>
- Ángulo de fricción interna ( $\Phi$ ) = 24.59°
- Cohesión (C) = 2.03 kg/cm<sup>2</sup>
- Desplante (Df) = 1.00 m
- Ancho de la cimentación (B) = 0.80 m
- Longitud máxima de la cimentación (L) = 15.00 m
- Base de la Columna ( $B_{\text{columna}}$ ) = 0.20 m
- Tipo de suelo = Limo arenoso, color café
- Factor de seguridad = 4

$\Phi$  en radianes:

$$\Phi \text{ rad} = \frac{\Phi \times \pi}{180} = \frac{24.59 \times \pi}{180} \qquad \Phi = 0.43 \text{ rad}$$

Factor de capacidad de sobrecarga (Nq).

$$Nq = \frac{1 + \text{sen}(\phi)}{1 - \text{sen}(\phi)} \times e^{\pi \times \tan(\phi)} = \frac{1 + \text{sen}(24.59)}{1 - \text{sen}(24.59)} \times e^{\pi \times \tan(24.59)}$$
$$Nq = 10.21 \text{ ton/m}^2$$

Factor de capacidad de carga de cohesión (Nc).

$$Nc = \text{Cot}\phi \times (Nq - 1) = \text{Cot}(24.59) \times (10.21 - 1) \qquad Nc = 20.13 \text{ ton/m}^2$$

Factor de capacidad de peso del suelo ( $N_y$ ).

$$N_y = 2(N_q - 1)\tan\phi = 2(10.21 - 1) \times \tan(24.59) \quad N_y = 8.43 \text{ ton/m}^2$$

$$\rho = \frac{B}{2\left(1 + \frac{B}{L}\right)} = \frac{80}{2\left(1 + \frac{80}{1500}\right)} = 37.97 \text{ cm}$$

### 3.7.8.1. Diseño de la zapatas cuadradas

Carga admisible para zapatas rectangulares:

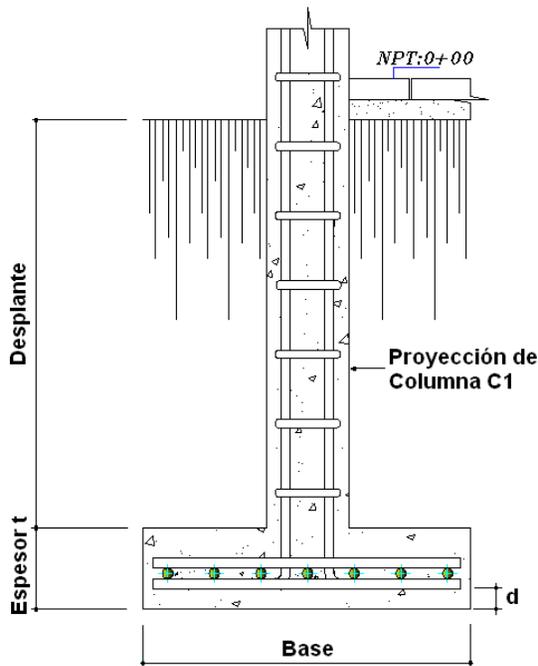
$$q_{adm} = \gamma h \times D + \frac{\rho \times \gamma h \times N_y + \gamma h \times D(N_q - 1) + 1.3 \times C \times N_c}{F}$$

$$= 0.00157 \times 100$$

$$+ \frac{42.45 \times 0.00157 \times 8.43 + 0.00157 \times 1(10.21 - 1) + 1.3 \times 2.03 \times 20.13}{4}$$

$$= 13.48 \text{ kg/cm}^2$$

Figura 11. Detalle de zapata.



Datos:

$B_{\text{columna}}$	= 20.00	cm
$f'c$	= 210.00	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 2810.00	kg/cm <sup>2</sup>
CM	= 4275.10	kg
CV	= 2050.15	kg
$q_{adm}$	= 13.48	kg/cm <sup>2</sup>
$D_f$	= 1.00	m
$d$	= 0.075	m

Cálculo de área requerida:

$$Ar = \frac{CM + CV}{q_{adm}} = \frac{4275.10 + 2050.15}{13.48} = 469.01 \text{ cm}^2$$

$$b = \sqrt{Ar} = \sqrt{469.01} = 21.65 \text{ cm}$$

Dado que el valor de la carga admisible por el suelo es alto, en el cálculo se requiere una base cuadrada de 21.65cm por lado para la zapata, sin embargo a criterio propio se utilizará un ancho promedio de 80 cm. Ya que el estudio de suelo sólo se realizó en un punto del terreno por los recursos con los que se contaba y el terreno puede variar aunque la extensión sea pequeña, por lo que se decide proponer la base de:  $b = 80.00 \text{ cm}$ , y el peralte de  $d = 20.00 \text{ cm}$ .

Cálculo de la presión de apoyo:

$$Pa = \frac{1.2CM + 1.6CV}{\text{área}} = \frac{1.2 \times 4275.10 + 1.6 \times 2050.15}{6400} = 1.31 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del peralte necesario para chequeo de corte por punzonamiento:

$$Lc = \text{lado col} + 2d = 20 + 2 \times 20 = 60 \text{ cm}$$

$$bo = Lc \times 4 = 60 \times 4 = 240 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{área} - Lc^2)Pa = (6400 - 60^2)1.12 = 3136.00 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 4\sqrt{f'c} \times bo} = \frac{3136.00}{0.85 \times 4\sqrt{210} \times 240} = 0.27 \text{ cm}$$

Cálculo del peralte necesario para chequeo por corte directo:

$$x = \frac{B}{2} - d - \frac{B_{columna}}{2} = \frac{80}{2} - 20 - \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

$$Vu = (\text{lado zapata})Pa \times x = (80)1.12 \times 10 = 896.00 \text{ kg}$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 2\sqrt{f'c} \times b} = \frac{896.00}{0.85 \times 2\sqrt{210} \times 80} = 0.45 \text{ cm}$$

Cálculo del área de acero requerida en la zapata:

$$l = \frac{B}{2} - \frac{1}{2} \times B_{columna} = \frac{80}{2} - \frac{1}{2} \times 20 = 30 \text{ cm}$$

$$Mu = l^2 \times b \times \frac{Pa}{2} = 30^2 \times 80 \times \frac{1.12}{2} = 40320.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$As \text{ min} = \frac{14.1}{fy} \times b \times d = \frac{14.1}{2810} \times 80 \times 20 = 8.03 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi \times fy \times d} = \frac{40320.00}{0.9 \times 2810 \times 20} = 0.80 \text{ cm}^2$$

Al combinar cargas verticales (viva y muerta) y horizontales (sismo) el momento obtenido en la base es de:

$$M = 4554 \text{ kg} - \text{m}$$

$$As = \left( 80 \times 20 - \sqrt{(80 \times 20)^2 - \frac{4978 \times 80}{0.003825 \times 210}} \right) \frac{0.85 \times 210}{2810} = 10.37 \text{ cm}^2$$

El área de acero a utilizar para el cálculo del acero para el armado de la zapata es  $As=10.37 \text{ cm}^2$ , el armado que se propone es: 6 varillas No.5 en ambos sentidos, con el cual obtenemos un área de acero de  $11.88 \text{ cm}^2$ , (ver planos constructivos en el apéndice).

### 3.7.8.2. Diseño del cimiento corrido

Carga admisible para zapatas continuas:

$$q_{adm} = \gamma h \times D + \frac{\rho \times \gamma h \times N_{\gamma} + \gamma h \times D(N_q - 1) + C \times N_c}{F_s}$$

$$= 0.00157 \times 100 + \frac{37.97 \times 0.00157 \times 8.43 + 0.00157 \times 1(10.21 - 1) + 2.03 \times 20.13}{4}$$

$$= 10.52 \text{ kg/cm}^2$$

Datos:

$t_{\text{cimiento}}$	= 20.00	cm	$f'c$	= 210.00	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y$	= 2810.00	kg/cm <sup>2</sup>	CM	= 2424.80	kg
CV	= 1192.58	kg	$q_{adm}$	= 105200	kg/m <sup>2</sup>
Df	= 1.00	m			
$\Gamma_s$	= 1732.00	kg/m <sup>3</sup>			

$$q_e = q_u - \gamma c \times t - \gamma_s \times Df = 105200 - 2400 \times 0.20 - 1732 \times 1$$

$$= 102988 \text{ kg/m}^2$$

$$b = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{2424.80 + 1192.58}{102988} = 0.035 \text{ m} = 3.51 \text{ cm}$$

Dado que los datos obtenidos en laboratorio permiten obtener valores demasiado bajos, se considerará una  $b = 40 \text{ cm}$ .

$$Pa = \frac{1.2CM + 1.6CV}{b} = \frac{1.2 \times 2424.80 + 1.6 \times 1192.58}{0.40} = 6882.70 \text{ kg/m}^2$$

$$d = \frac{Vu}{\phi \times 2\sqrt{f'c} \times b} = \frac{6.1944}{0.90 \times 2\sqrt{210} \times 70} = 0.003 \text{ cm}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \times Pa(b - d)^2 = \frac{1}{8} \times 6882.70(0.40 - 0.20)^2 = 275.31 \text{ kg} - m$$

Momento proporcionado por el análisis  $M_u = 45,562.51 \text{ kg} - m$

Para calcular el área de acero que requiere el cimiento se usa el gráfico de capacidad de momento de secciones rectangulares, para poder utilizar el gráfico las unidades deben estar en el sistema ingles de medidas (lb-plg), se utiliza la relación  $M_u/\Phi b d^2$  tomando una base unitaria de 100cm, y se ubican los dantos en la curva 40/3 por usar concreto de 3,000 PSI y acero con resistencia 40,000 PSI

Mu	47221.51	kg-m	340750.31	lb-plg
b	40.00	cm	15.75	plg
b	100	cm	39.37	plg
d	20	cm	7.87	plg

Cálculo del valor R en la gráfica

$$R = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{340750.31}{0.9 \times 39.37 \times 7.87^2} = 155.27 \text{ lb/plg}^2$$

$$\rho = 0.0075 = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = \rho b d = 0.0075 \times 100 \times 12 = 6.60 \text{ cm}^2$$

Se colocarán varillas No. 5 @ 0.20 m las cuales proporcionan un área de acero de 9.90 cm<sup>2</sup>, (ver planos constructivos en el apéndice).

Para el área de acero longitudinal se colocará el área de acero mínimo.

$$\rho_{\text{mín}} = 0.002$$

$$As_{\text{mín}} = 0.002 \times 40 \times 20 = 1.60 \text{ cm}^2$$

Se propone colocar 3 varillas No.4 las cuales proporcionan un área de acero de 3.81 cm<sup>2</sup>, (ver planos constructivos en el apéndice).

### 3.7.9. Diseño de rampa de acceso al segundo nivel

Para el acceso al segundo nivel no se han considerado gradas, pues el nivel al que se encuentra el paso peatonal del lado de la puerta de acceso al segundo nivel, es el adecuado para proyectar únicamente una rampa con las mismas características de la entrelosa, soportada en sus extremos a la solera corona de 0.30 metros de peralte con las mismas características de armado, como se muestra a continuación.

Las dimensiones para la rampa serán de 2.00 (ancho de la puerta) x 1.50 (ancho proyectado hacia el paso peatonal).

$$m = \frac{a}{b} = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

0.75 = > 0.5; trabajan en dos sentidos

**Tabla XXXIII.** Áreas de acero requerido en rampa de acceso a segundo nivel.

Momento (M)	Área de acero calculada (As)	No. De Varillas (diámetro)	Espaciamiento (S)
1359.06 Kg-m	5.85 cm <sup>2</sup>	3	12 cm.

Se diseña con el espaciamiento menor y tomando en cuenta el momento mayor en los sentidos “X” e “Y”, **en los sentidos “X” se utilizará No 3. @ 0.20 m y en sentido “Y” acero No 3 @ 0.15 m.**

Se proyectará la solera corona proveniente de los muros y se cubrirán los cuatro lados con la misma, sobre ésta se fundirá la losa, el armado de acero será el mismo propuesto en planos para la solera corona. **4 No. 5 + estribos @ 0.12 m.**

## **3.8. Instalaciones**

### **3.8.1. Instalaciones eléctricas**

Las instalaciones eléctricas del edificio están diseñadas para garantizar una ideal iluminación artificial, están consideradas instalaciones especiales para todo el edificio, contará con tomacorrientes en puntos claves. Los detalles de instalaciones y conexiones, están especificados en los planos constructivos que se adjuntan en el apéndice.

### **3.8.2. Instalaciones de drenajes**

Los drenajes sanitarios se construirán con tubería para drenaje bajo norma ASTM 3034 o de superior calidad. Todas las conexiones deberán garantizar un buen desempeño durante su periodo de vida. Los detalles de instalaciones y conexiones especiales están especificados en los planos constructivos.

### **3.8.3. Distribución de agua**

Se propone la utilización de tubería para agua potable que soporte por lo menos 160 PSI, el circuito de agua está diseñado para garantizar una distribución adecuada uniformemente. Las instalaciones deberán realizarse antes de aplicar cualquier tipo de acabado. Los detalles de instalaciones y conexiones especiales están especificados en los planos constructivos.

### **3.9. Planos constructivos**

Éstos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto, y que sirven para presupuestar, controlar y construir los diferentes trabajos del mismo.

Los planos para el edificio son los siguientes: planta amueblada, fachadas y secciones, planta acotada, planta de cimentación y columnas, detalles y columnas de vigas, planta de armado de losa, detalles de vigas, planta drenajes pluviales y sanitarios, planta de distribución de agua, planta de iluminación, fuerza y planta de acabados, las especificaciones de construcción se basaron código de ACI 318-05.

### **3.10. Presupuesto**

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se encuentran en el municipio de San Marcos y San Pedro Sacatepéquez, lo concerniente a mano de obra se aplicaron valores que la municipalidad asigna para éstos casos, y para los indirectos se aplicó el 31%.

Se presenta el costo por nivel, tomando en cuenta que dichos costos pueden variar según el alza de los precios en materiales de construcción, así como las condiciones de trabajo o aporte de mano de obra que la comunidad pueda proporcionar el cual reduciría un poco el costo de mano de obra no calificada.

En la tabla XXXIV se muestra la integración de precios unitarios del edificio.

**Tabla XXXIV. Presupuesto para la construcción del edificio.**

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>						
<b>PROYECTO:</b>		<b>DISEÑO DE ALCALDÍA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR</b>				
<b>UBICACION:</b>		<b>CASERÍO CANCHEGUÁ, SAN ANTONIO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.</b>				
<b>FECHA:</b>		<b>SEPTIEMBRE DE 2009.</b>				
<b>PRIMER NIVEL</b>						
No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	Q/U	SUB-TOTAL	
1	Trazo y replanteo	1,00	Global	Q 2,297,72	Q	2,297,72
2	Excavación estructural	30,28	m3	Q 43,29	Q	1,310,82
3	Relleno estructural	15,14	m3	Q 33,40	Q	505,68
4	Zapatas tipo Z1	25,00	UNIDAD	Q 543,39	Q	13,584,75
5	Cimiento corrido	75,71	ML	Q 249,90	Q	18,919,93
6	Levantado muro sobre cimentación block 35Kg.	39,23	m2	Q 249,18	Q	9,775,33
7	Solera hidrófuga	75,71	ml	Q 160,63	Q	12,161,30
8	Solera de amarre	73,56	ml	Q 160,63	Q	11,815,94
9	Levantado de muro, block 25kg.	109,09	m2	Q 286,66	Q	31,271,74
10	Levantado de muro, block de 25kg.	7,46	m2	Q 244,50	Q	1,823,97
11	Solera intermedia	65,83	ml	Q 160,63	Q	10,574,27
12	Solera corona	72,46	-	Q 205,78	Q	14,910,82
13	Viga V1.1 (0.20*0.30m)	14,85	ml	Q 496,57	Q	7,374,06
14	Viga V1.2 (0.20*0.30m)	28,90	ml	Q 470,54	Q	13,598,61
15	Columna C-1 0.20x0.20m 4 No. 7 +Est. No.3 @0.15mts	85,00	ml	Q 400,07	Q	34,005,95
16	Columna C-3 0.15x0.150m 4 No. 4 +Est. No.2 @0.15mts	71,40	ml	Q 180,31	Q	12,874,13
17	Columna C-5 0.10x0.15m 2 No. 4 +Esl. No.2 @0.15mts	71,40	ml	Q 93,08	Q	6,645,91
18	Columna C-6 tipo pin	10,20	ml	Q 59,58	Q	607,72
19	Armado de losa tradicional	199,80	m2	Q 733,48	Q	146,549,30
20	Repello + cernido columnas, vigas y losas	361,09	m2	Q 127,32	Q	45,973,98
21	Piso de granito	186,69	m2	Q 257,86	Q	48,139,88
22	Instalación de artefactos sanitarios	6,00	UNIDAD	Q 817,70	Q	4,906,20
23	Fundición de desayunador	2,50	ml	Q 200,63	Q	501,58
24	Fundición de lavamanos	3,75	ml	Q 500,95	Q	1,878,56
25	Instalaciones hidráulicas	1,00	Global	Q 6,448,70	Q	6,448,70
26	Instalación de drenajes	1,00	Global	Q 9,248,61	Q	9,248,61
27	Instalaciones eléctrica	1,00	Global	Q 11,968,46	Q	11,968,46
28	Ventanas	19,96	M2	Q 584,80	Q	11,672,61
29	Puertas	8,00	UNIDAD	Q 1,429,79	Q	11,438,32
<b>PRECIO TOTAL PRIMER NIVEL</b>					<b>Q502.784,85</b>	
<b>SEGUNDO NIVEL</b>						
1	Levantado de muro block de 0.14*0.19*0.39m de 25kg.	134	m2	Q 286,66	Q	38,332,18
2	Levantado de muro block de 0.09*0.19*0.39m de 25kg.	12	m2	Q 244,50	Q	2,975,57
3	Solera intermedia	70	ml	Q 160,63	Q	11,220,01
4	Solera corona	79	ml	Q 205,78	Q	16,347,16
5	Viga V2.1 (0.20*0.30m)	26	ml	Q 496,57	Q	12,761,85
6	Viga V2.2 (0.20*0.30m)	15	ml	Q 470,54	Q	6,987,52
7	Columna C-1 0.20x0.20m 4 No. 7 +Est. No.3 @0.15m	26	ml	Q 400,07	Q	10,401,82
8	Columna C-2 0.20x0.20m 4 No. 5 +Est. No.3 @0.15m	23	ml	Q 308,31	Q	7,214,45
9	Columna C-4 0.15x0.150m 4 No. 3 +Est. No.2 @0.15m	31	ml	Q 155,84	Q	4,862,21
10	Columna C-5 0.10x0.15m 2 No. 4 +Esl. No.2 @0.15m	88	ml	Q 93,08	Q	8,228,27
11	Columna C-6 tipo pin	8	ml	Q 59,58	Q	464,72
12	Armado de losa tradicional t=0.10m	218	m2	Q 684,11	Q	149,060,73
13	Repello + Cernido columnas, vigas y losas	314	m2	Q 127,32	Q	40,024,32
14	Fundición lavamanos	1	ml	Q 500,95	Q	601,14
14	Piso de granito	187	m2	Q 257,86	Q	48,139,88
15	Instalación de artefactos sanitarios	6	UNIDAD	Q 817,70	Q	4,906,20
16	Instalaciones hidráulicas	1	Global	Q 4,514,09	Q	4,514,09
17	Instalación de drenajes	1	Global	Q 6,474,03	Q	6,474,03
18	Instalaciones eléctricas	1	Global	Q 9,574,77	Q	9,574,77
19	Ventanas	21	M2	Q 584,80	Q	12,538,11
20	Puertas.	6	UNIDAD	Q 1,673,48	Q	10,040,88
<b>PRECIO TOTAL SEGUNDO NIVEL</b>					<b>Q405.669,91</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q908.454,76</b>	

MONTO TOTAL EN LETRAS:

**NOVECIENTOS OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO QUETZALES CON 76/100.**

### 3.11. Cronograma de ejecución

Tabla XXXV. Cronograma de ejecución para la construcción del edificio.

PRIMER NIVEL		TIEMPO ESTIMADO PARA EJECUTAR EL PROYECTO								
No.	RENGLON	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9
1	Trazo y Replanteo	Q 2.297,72								
2	Excavacion Estructu	Q 1.310,82								
3	Relleno Estructural	Q 505,68								
4	Zapatas Tipo z 1 (0	Q 13.584,75								
5	Cimiento Corrido (0	Q 18.919,93								
6	Levantado Muro Sob	Q 4.887,67	4.887,67							
7	Solera Hidrofuga (0		12.161,30							
8	Solera De Amarre (0		11.815,94							
9	Levantado de Muro.		15.635,87	15.635,87						
10	Levantado de Muro.		1.823,97							
11	Solera Intermedia (0		5.287,14	5.287,14						
12	Solera Corona (0.15		7.455,41	7.455,41						
13	Viga V1.1 (0.20*0.3			7.374,06						
14	Viga V1.2 (0.20*0.3			13.598,61						
15	Columna C-1 0.20x	11335,31667	11.335,32	11.335,32						
16	Columna C-3 0.15x	4291,376667	4.291,38	4.291,38						
17	Columna C-5 0.10x	2215,303333	2.215,30	2.215,30						
18	Columna C-6 Tipo	202,5733333	202,57	202,57						
19	Armado de losa Tra				73.274,65	73.274,65				
20	Repello + Cernido C				22.986,99	22.986,99				
21	Piso de Granito					48.139,88				
22	Instalacion de Artefa					4.906,20				
23	Fundicion de Desay					501,58				
24	Fundicion Lavaman					1.878,56				
25	Instalaciones Hidrau					6.448,70				
26	Instalacion de Drena					9.248,61				
27	Instalaciones Electri					11.968,46				
28	Ventanas					11.672,61				
29	Puertas					11.438,32				
<b>SEGUNDO NIVEL</b>										
1	Levantado de Muro					19166,09	19166,09			
2	Levantado de Muro					1487,785	1487,785			
3	Solera Intermedia (0					5610,005	5610,005			
4	Solera Corona (0.15						16.347,16			
5	Viga V2.1 (0.20*0.3						12.761,85			
6	Viga V2.2 (0.20*0.3						6.987,52			
7	Columna C-1 0.20x					3467,273333	3467,273333	3467,273333		
8	Columna C-2 0.20x					2404,816667	2404,816667	2404,816667		
9	Columna C-4 0.15x					1620,736667	1620,736667	1620,736667		
10	Columna C-5 0.10x					2742,756667	2742,756667	2742,756667		
11	Columna C-6 Tipo						232,36	232,36		
12	Armado de losa Tra						74530,365	74530,365		
13	Repello + Cernido c							40.024,31		
14	Fundicion Lavaman							601,14		
14	Piso de Granito							24.069,94	24.069,94	
15	Instalacion de Artefa								4.906,19	
16	Instalaciones Hidrau								4.514,09	
17	Instalacion de Drena								6.474,03	
18	Instalaciones Electri								9.574,77	
19	Ventanas								12.538,11	
20	Puertas.								10.040,88	
		7%	8%	7%	11%	22%	4%	16%	16%	8%
		7%	15%	22%	33%	55%	59%	75%	91%	99%
		Q 59.551,14	Q 77.111,87	Q 67.395,66	Q 96.261,64	Q 202.464,56	Q 36.499,46	Q 147.358,72	Q 149.693,70	Q 72.118,01
		Q 59.551,14	136.663,01	204.058,67	300.320,31	502.784,87	539.284,33	686.643,05	836.336,75	908.454,76

### **3.12. Evaluación inicial de impacto ambiental**

Los estudios de impacto ambiental son desarrollados con información bibliográfica disponible que reemplaza al EIA en aquellos casos en que las actividades no involucran un uso intensivo ni extensivo del terreno, tales como la aerofotografía, geología de superficie, o se trate de actividades de reconocido poco impacto a desarrollarse en ecosistemas no frágiles. Son estudios que el proponente elabora para contrastar la acción con los criterios de protección ambiental y que le ayuda a decidir los alcances del análisis ambiental más detallado.

En el caso del primer proyecto que se presenta, no existe ningún tipo de amenaza potencial que afecte determinada área geográfica pues se basa únicamente en la utilización de ortofotos y la geo-referenciación de infraestructura, para el segundo proyecto se debe tomar en cuenta que la construcción se realiza sobre un campo de futbol en el cual no existe ningún tipo de vegetación que se deba remover y no representa un cambio considerable para el entorno, sin embargo los factores que se pueden considerar, son los siguientes.

#### **En la fase de construcción**

**El agua:** no existe ningún tipo de fuente abastecedora de agua que pueda dañarse al momento de realizar el zanjeo necesario, sin embargo si se utilizará un volumen alto de este líquido para poder realizar la construcción, se utilizará el agua entubada proveniente de las partes altas y que abastece a la comunidad.

**El suelo:** se ha estudiado el lugar y no existe actualmente ningún tipo de tubería que pase por el lugar del proyecto, sin embargo se debe considerar que los volúmenes de tierra extraídos y que no sean utilizados deberán colocarse

en algún lugar, teniendo ubicado un punto para descargar dicho material que no afecta el entorno.

### **Medidas de mitigación.**

Es necesario tomar en cuenta todos los factores importantes en cuanto al control que se pueda brindar en todas las fases de trabajo, ya sea preliminar, de campo o de ejecución, con la finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo. Entre éstos podemos citar las medidas de mitigación para la seguridad personal (habitantes y trabajadores), proceso suelo-agua, flora y salud humana.

### **Medio físico**

**Suelo:** Los residuos sólidos deberán ser recolectados y reutilizados todas las veces que sea posible dentro del mismo proyecto, y si fuese posible, almacenados para trasladarlos a otros proyectos.

Se deben construir pequeños rellenos sanitarios para depositar los desechos sólidos generados por el proyecto y los trabajadores, para evitar que éstos sean foco de contaminación para otras áreas.

**Hidrología e hidrogeología:** Los amortiguamientos sobre las aguas superficiales y subterráneas, serán inspeccionados mediante un control sobre los residuos líquidos que están formados por derrames de aguas contaminadas y/o concreto líquido; por lo que durante el manejo se deberán evitar derrames, sobre todo en aquellos lugares en donde se encuentren afluentes superficiales.

Para evitar el desperdicio o derrame de concreto en el área del proyecto, se deberá preparar solamente las cantidades requeridas para las labores a realizar.

## **Medio biótico**

**La flora y vegetación:** El material proveniente de cortes será dispuesto en los botaderos de desperdicios para proteger la flora y vegetación, es importante tomar en cuenta que el volumen de tierra a mover es mínimo. Los botaderos serán elegidos para evitar obstrucciones en los drenajes naturales del terreno o perjuicios de erosión en terrenos aledaños a la obra.

## **Medio socioeconómico**

**Efectos potenciales sobre la población:** Uno de los impactos más relevantes que se pueden considerar al momento de ejecutar los proyectos, por un lado será la implementación de una herramienta que permita priorizar proyectos de desarrollo infraestructural en las comunidades que más los necesitan y en el caso de la construcción del edificio se beneficia tanto al sector educativo al proporcionarles un área adecuada para consumir los alimentos que proporcionan los programas escolares, así como una mejor organización entre las autoridades de los lugares cercanos al tener un centro auxiliar de alcaldía y un espacio adecuado para la realización de actividades propias del caserío.

**Efectos potenciales sobre el sector primario:** El sector primario de la población tendrá un efecto positivo mediante la implementación de dichos proyectos, obteniendo así un índice de desarrollo humano superior.

## CONCLUSIONES

1. La creación de mapas temáticos geo-referenciados, como una herramienta útil para la implementación de un inventario a nivel de infraestructura que abarque las comunidades del municipio de San Antonio Sacatepéquez, permitirá visualizar el índice de desarrollo en cuanto a servicios públicos con los que cuentan las comunidades, logrando de esta forma, priorizar, asignar y gestionar los fondos para la construcción de proyectos a las comunidades menos beneficiadas y que más los necesitan.
2. Pese a que el proyecto de elaboración de mapas geo-referenciados no beneficia directamente a un sector, como lo haría la construcción de una obra pública, el valor de beneficio para las comunidades es muy alto, pues a través de esta herramienta se podrán gestionar de una forma más técnica y equitativa, los proyectos a nivel de municipalidad y de instituciones internacionales.
3. El manual que se ha elaborado en el presente informe de EPS y que se ha proporcionado a la OMP de la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez con una explicación más detallada para su mejor comprensión, es una herramienta que se puede aplicar en la elaboración de mapas geo-referenciados con diferentes enfoques o contenidos, a fin de desarrollar bases de datos que pueden ser muy útiles, tanto en la organización municipal administrativa como en el sector de educación, salud, seguridad, entre otros.
4. Los mapas obtenidos al momento de desarrollar el presente proyecto, podrán ser visualizados tanto de una forma física en hojas impresas con todos los elementos que corresponden a un mapa

temático geo-referenciado y también de forma digital, a través del programa ArcView, en el cual se podrá acceder a información más detallada, tabulada previamente para cada punto geo-referenciado y a diferentes escalas.

5. La construcción del edificio en el cual se ubicará la alcaldía auxiliar, salón comunal y comedor escolar, cuyo diseño está contenido en el presente informe de EPS, beneficiará a diferentes sectores de la población del caserío Cancheguá y comunidades cercanas, ya que contribuye con la escuela primaria del lugar proporcionándoles un área específica para la elaboración y consumo de las refacciones escolares y otra área adecuada para reuniones de la comunidad, por otro lado, facilita la organización a nivel administrativo de la región proporcionando un área específica y adecuada para la alcaldía auxiliar, desde donde se podrán prestar diferentes servicios a las comunidades cercanas.
6. Al tomar como base de diseño los parámetros estipulados por la AGIES, se garantiza a los usuarios del edificio un diseño sismo – resistente que responderá eficientemente ante las condiciones del lugar, siempre y cuando se trabaje con materiales de calidad y mano de obra calificada, el método constructivo que se ha propuesto es el más conocido por los constructores del lugar y económicamente viable con materiales existentes en las cercanías de la comunidad.
7. El costo del edificio que contendrá la alcaldía auxiliar, salón comunal y comedor escolar, asciende a los Q2500.00/m<sup>2</sup> para el primer nivel y Q1900.00/m<sup>2</sup> para el segundo nivel, valores que permiten concluir que el costo del edificio se mantiene dentro de un parámetro aceptable.

## RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Antonio Sacatepéquez

1. Es importante tomar en cuenta la precisión del GPS que se utiliza y las condiciones del tiempo al momento de tomar los datos, pues los modelos fabricados más comunes no se pueden utilizar si se pretende establecer referencias de límites territoriales y menos de áreas pequeñas de terrenos, dicha variación en la toma de datos se podrá observar al momento de plotear los puntos sobre una ortofoto que contiene valores más precisos.
2. La actualización periódica de la información de los puntos georeferenciados en los mapas es de suma importancia, caso contrario esta herramienta se volverá obsoleta y dejará de ser útil y funcional.
3. El período útil de la estructura se podrá extender por mucho tiempo siempre y cuando se proporcione a la estructura el mantenimiento adecuado y el uso para el cual ha sido diseñado sin sobrepasar considerablemente las condiciones contempladas en el diseño, es prudente asignar un fondo para darle mantenimiento a la edificación.
4. El decremento en la calidad y cantidad de material presupuestado para la construcción del edificio puede afectar en gran medida la capacidad de respuesta de la estructura, al estar sometida a las cargas de servicio y a las cargas producidas por los distintos fenómenos naturales.



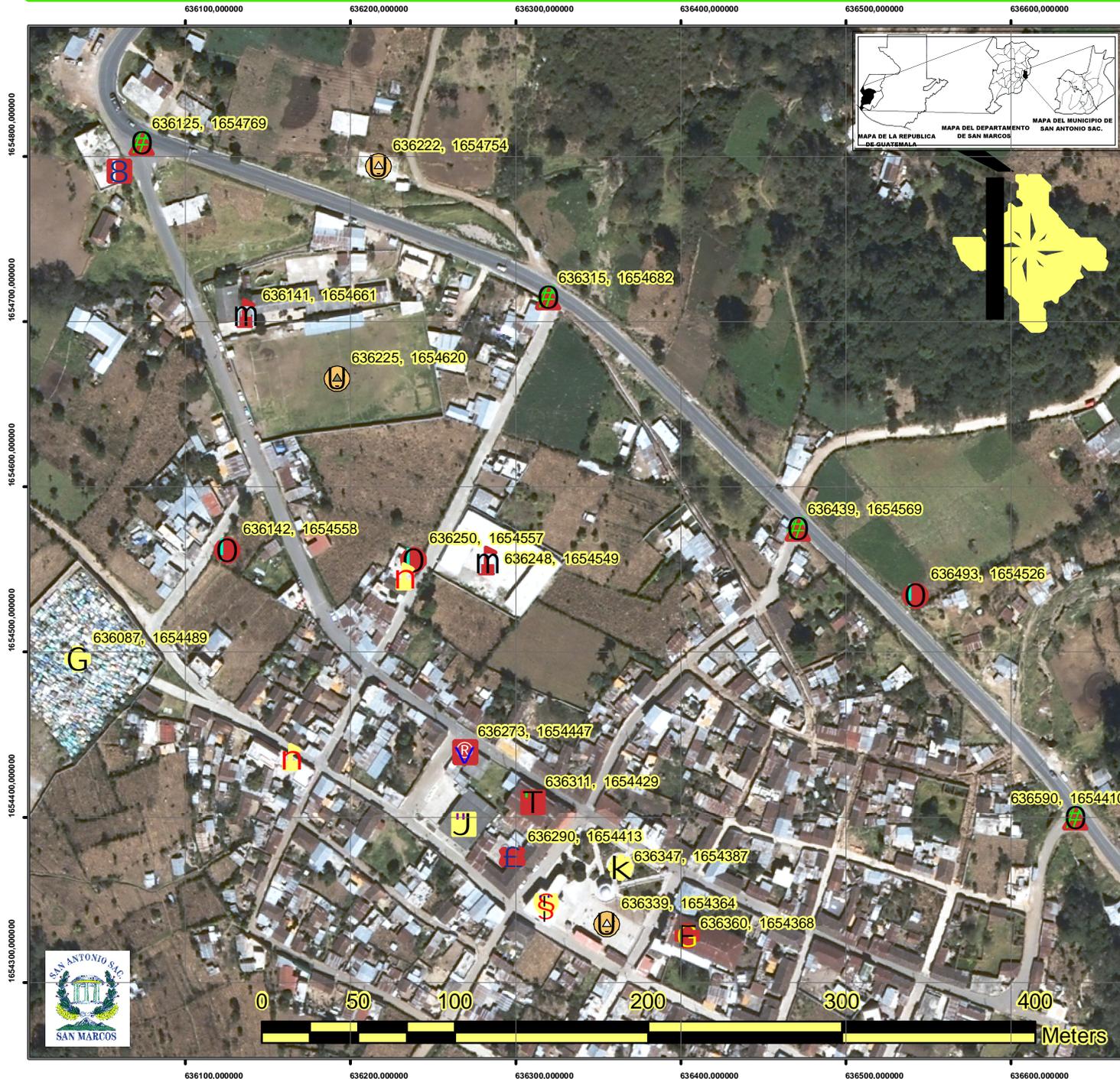
## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute. **Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318 SR-05).** Estados Unidos 2005
2. Arthur H. Nilson. **Diseño de estructuras de concreto** duodécima edición Editorial, Mc Graw Hill, 1999.
3. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. **“Normas Estructurales de diseño Recomendadas para la república de Guatemala, Tomo NR2, NR3, NR9.”** Guatemala 2000, 2001.
4. Braja M. Das **“Principios de Ingeniería de Cimentaciones”** Quinta edición, Editorial Thomson, enero de 2006.
5. Comisión Guatemalteca de Normas, Ministerio de Economía, **Norma Nacional para Sistemas de Proyección para Información Geoespacial para Guatemala GTM COGUANOR NTG 211001.**



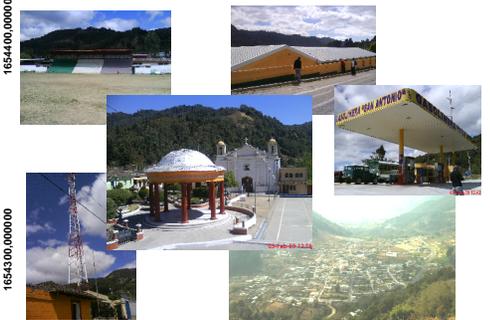
**APÉNDICE  
MAPAS GEO-REFERENCIADOS Y  
PLANOS CONSTRUCTIVOS**

# INFRAESTRUCTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SAC. año 2009



## SIMBOLOGÍA

-  Salon municipal
-  Puesto de salud
-  Parque central
-  Municipalidad
-  P.N.C
-  Mercado municipal
-  Iglesia católica
-  Gasolinera
-  Infraest. Educativa
-  Cementerio
-  Infraest. Deportiva
-  Mecanografía e Internet
-  Antenas de telefonía
-  Accesos a cabecera



Coordenadas de cada punto ( X , Y )  
georeferenciadas en UTM  
hagoba55@gmail.com

# INFRAESTRUCTURA EN LA ALDEA SAN ISIDRO IXCOLOCHIL S.A.S. año 2009



## SIMBOLOGÍA



Coordenadas de cada punto ( X , Y )  
georeferenciadas en UTM  
hagoba55@gmail.com

# INFRAESTRUCTURA EN LA ALDEA CANDELARIA SIQUIVAL, S.A.S. año 2009

## SIMBOLOGÍA

 Acceso a la comunidad



 Auxiliatura



 Escuela



 Iglesia católica



 Salón comunal

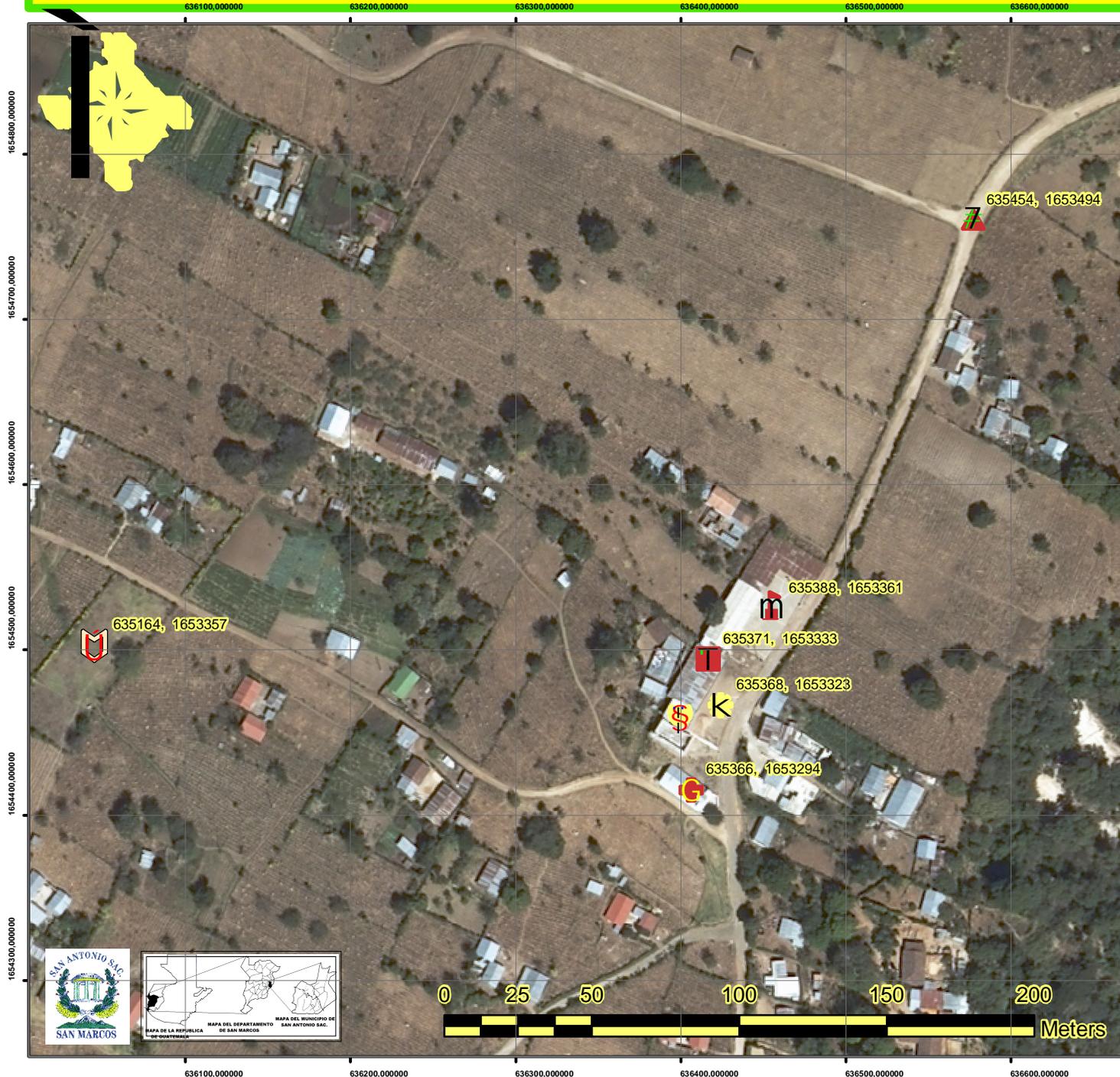


 Terreno comunal

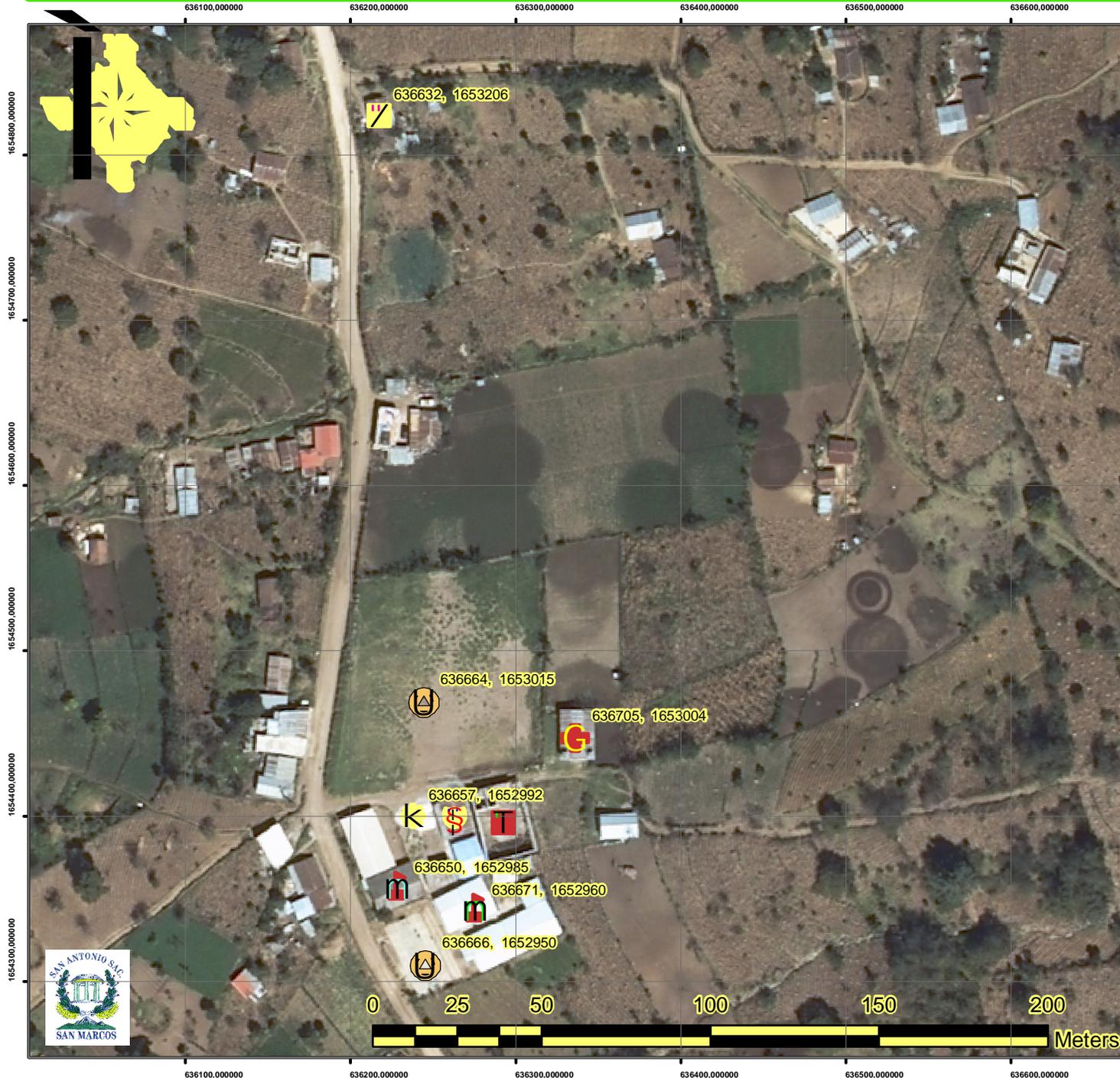


 Centro de la comunidad

Coordenadas de cada punto ( X , Y )  
georeferenciadas en UTM  
hagoba55@gmail.com



# INFRAESTRUCTURA EN EL CASERÍO VISTA HERMOSA, S.A.S. año 2009

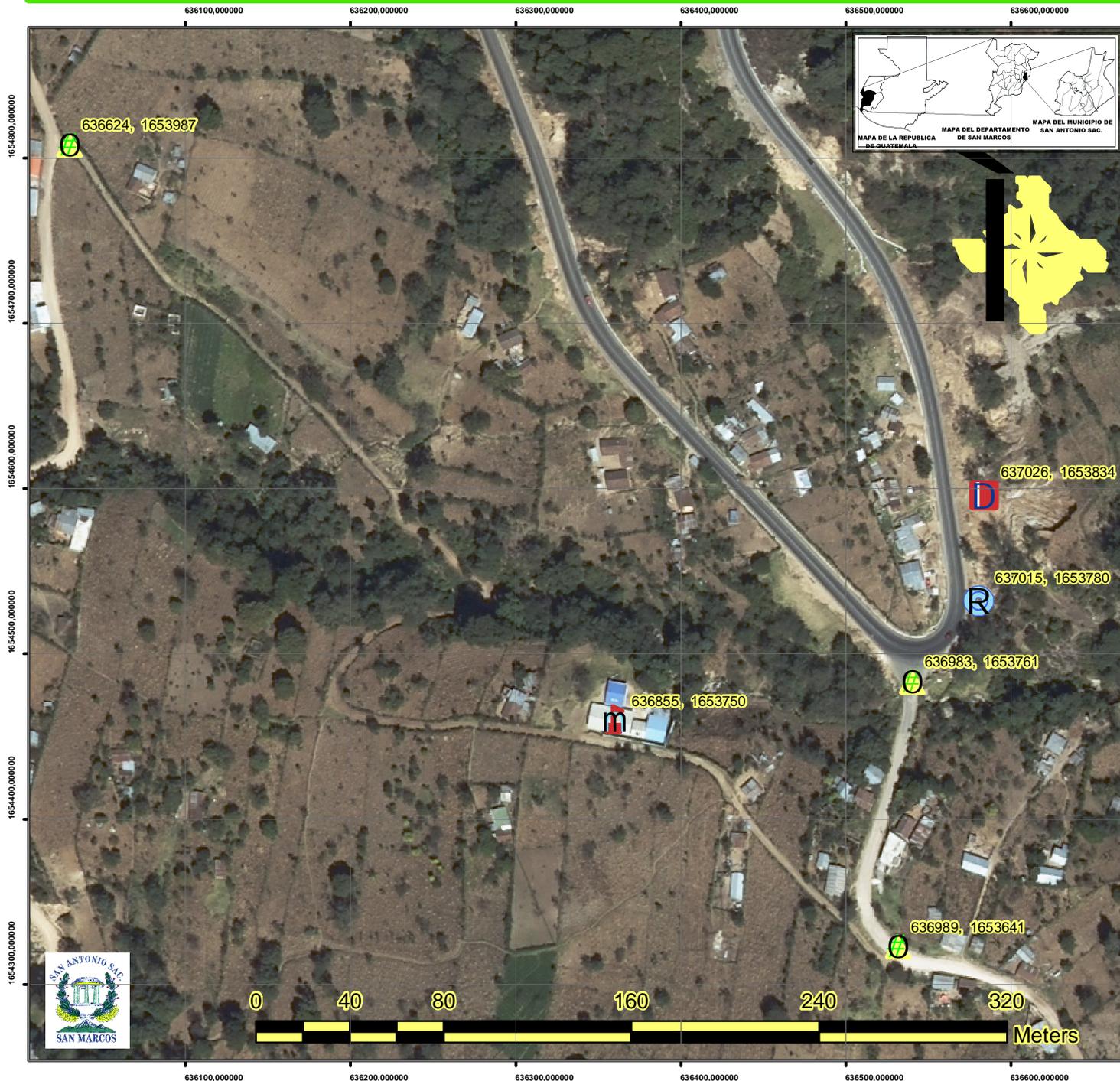


## SIMBOLOGÍA

-  Salón comunal 
-  Auxiliatura 
-  Centro de la comunidad 
-  Centro de acopio 
-  Escuela 
-  Iglesia católica 
-  Infraest. Deportiva 
-  Instituto básico 
-  Internet 

Coordenadas de cada punto ( X , Y )  
georeferenciadas en UTM  
hagoba55@gmail.com

# INFRAESTRUCTURA EN EL CANTON LAS ESCOBAS, S.A.S. año 2009



## SIMBOLOGÍA

 Accesos a la comunidad



 Escuela



 Pozo mecánico

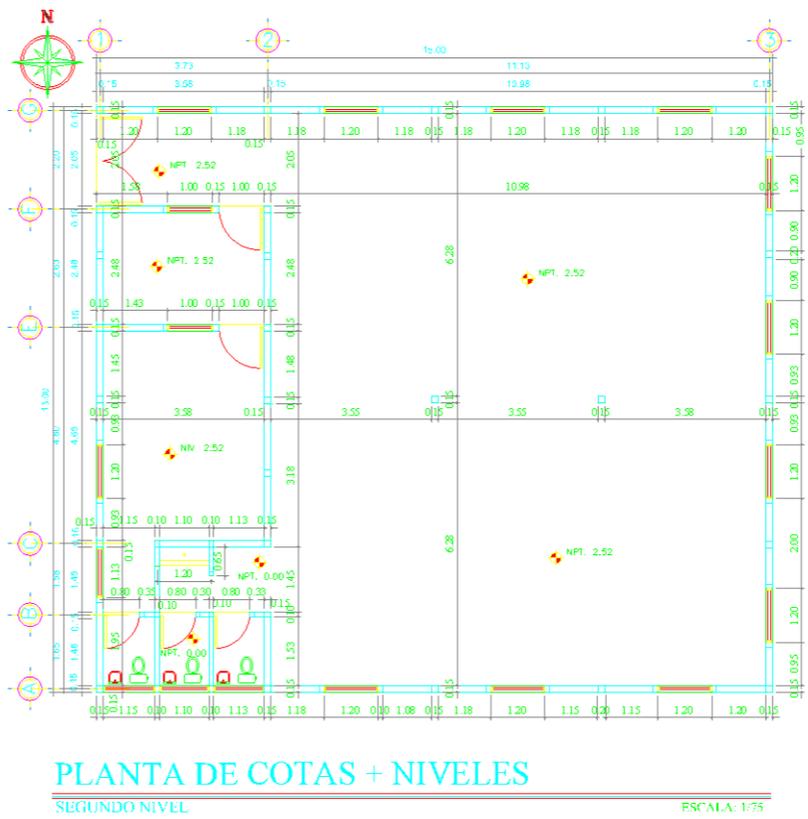
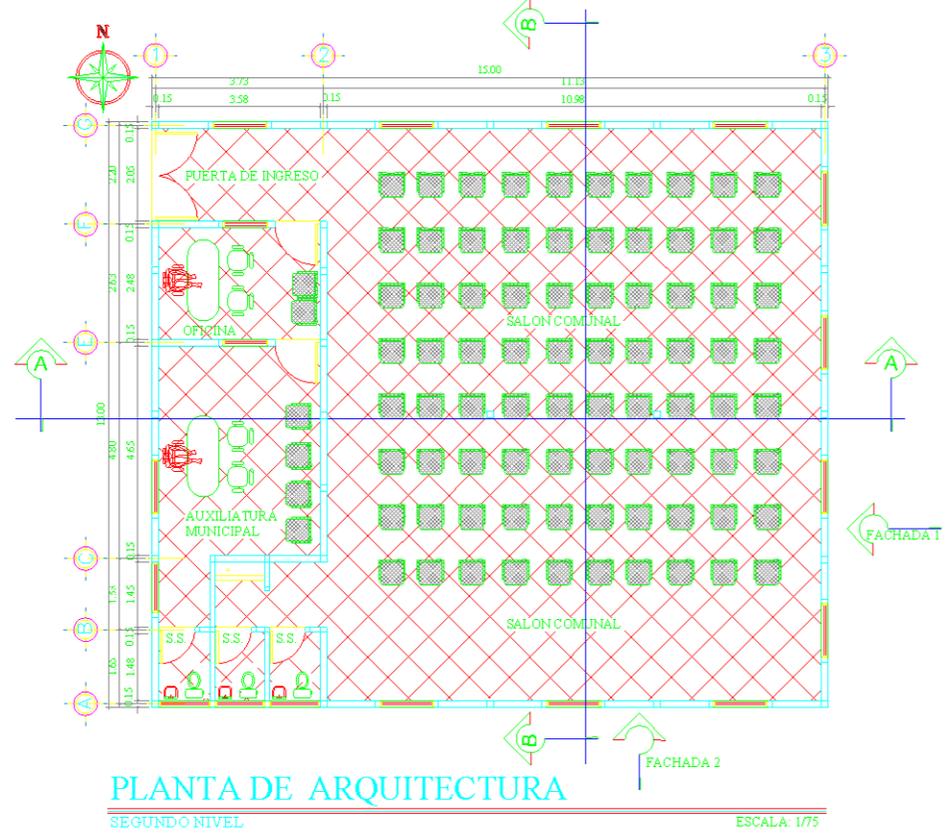
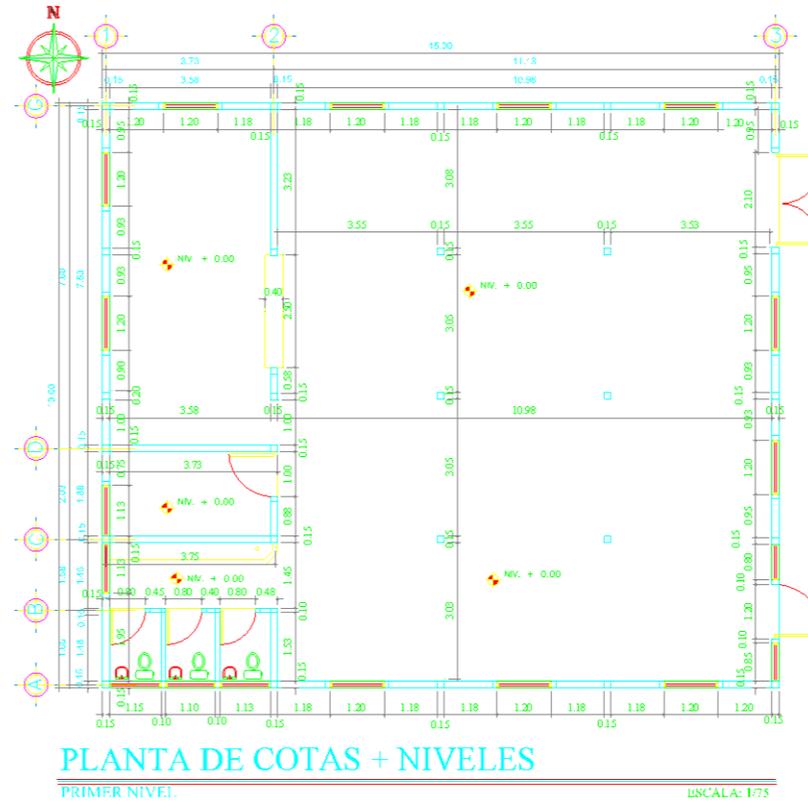
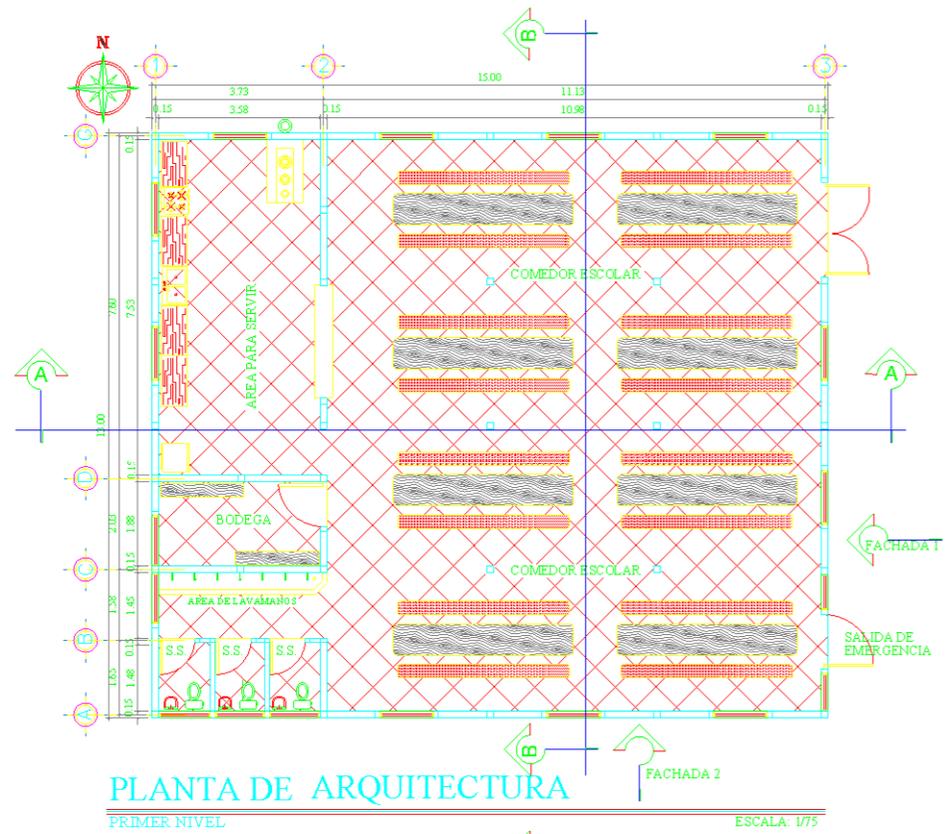


 Zona de derrumbes



Coordenadas de cada punto ( X , Y )  
georeferenciadas en UTM  
hagoba55@gmail.com



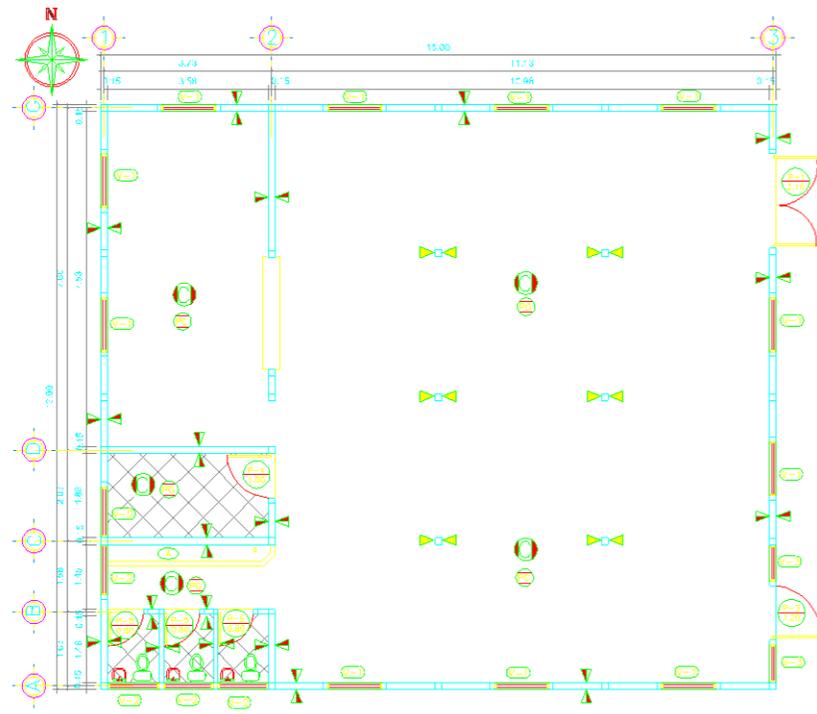


MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
SAN MARCOS

HOJA DE: <b>PLANTA DE ARQUITECTURA Y COTAS + NIVELES</b>	DISEÑO: HECTOR G. NIZAL	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERÍO CANCHEGUA.	CALCULO: HECTOR G. NIZAL	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: SEPTIEMBRE / 2009	
	HOJA No: 01/06	

PI. ING. MANUELA KENYILAGA  
ASISTENTE SUPERVISOR

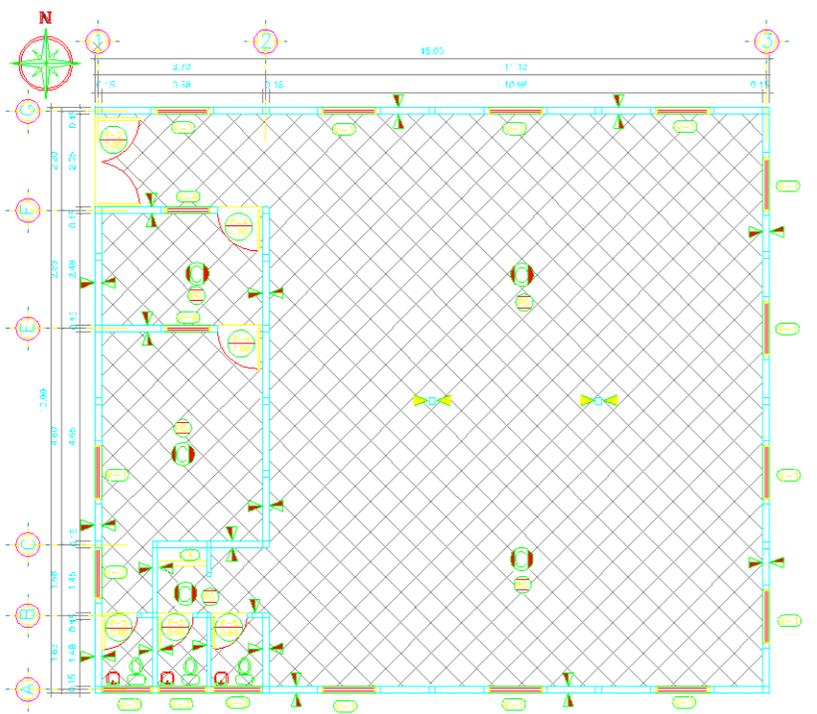
PI. LIC. WILLYER FUENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



**PLANTA DE ACABADOS**

PRIMER NIVEL

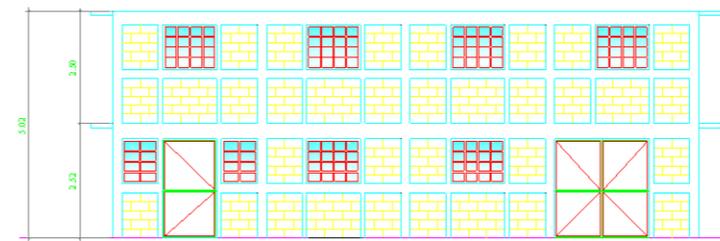
ESCALA: 1/75



**PLANTA DE ACABADOS**

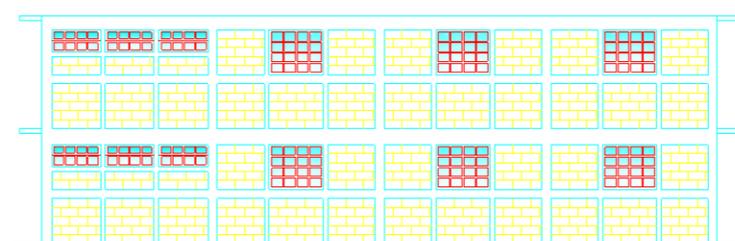
SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75



**FACHADA 1**

ESCALA: 1/75



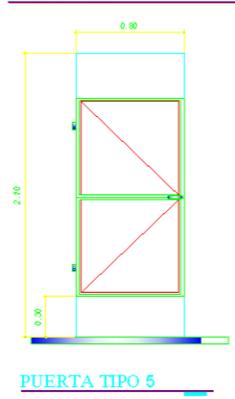
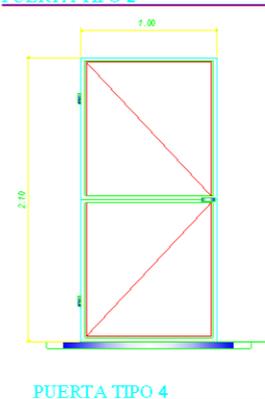
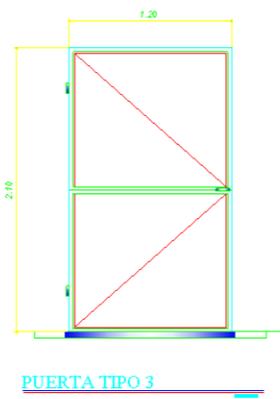
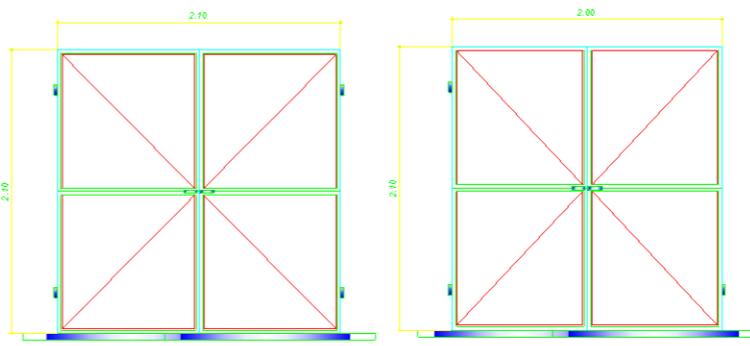
**FACHADA 2**

ESCALA: 1/75

PLANILLA DE VENTANAS							
TIPO	SILLAR	DINTEL	ANCHO	ALTO	MTS. <sup>2</sup>	UNIDAD	MATERIAL
V-1	1.20	2.40 NPT	1.20	1.20	2.05	23	Metálicas con alambre 1"x1/8" + TEB 1"x1/8" + ángulo 3/4" x 1/8" y con vidrio transparente de 3 mm. (excepto V-2 que sea de vidrio nevado de 2mm.) puñales con anticorrosivo color gris y dos manijas de paños de aceite color a escoger
V-2	2.00	2.40 NPT	1.10	0.40	2.05	9	
V-3	1.20	2.40 NPT	0.80	1.20	2.05	2	
V-4	1.20	2.40 NPT	1.00	1.20	2.05	2	

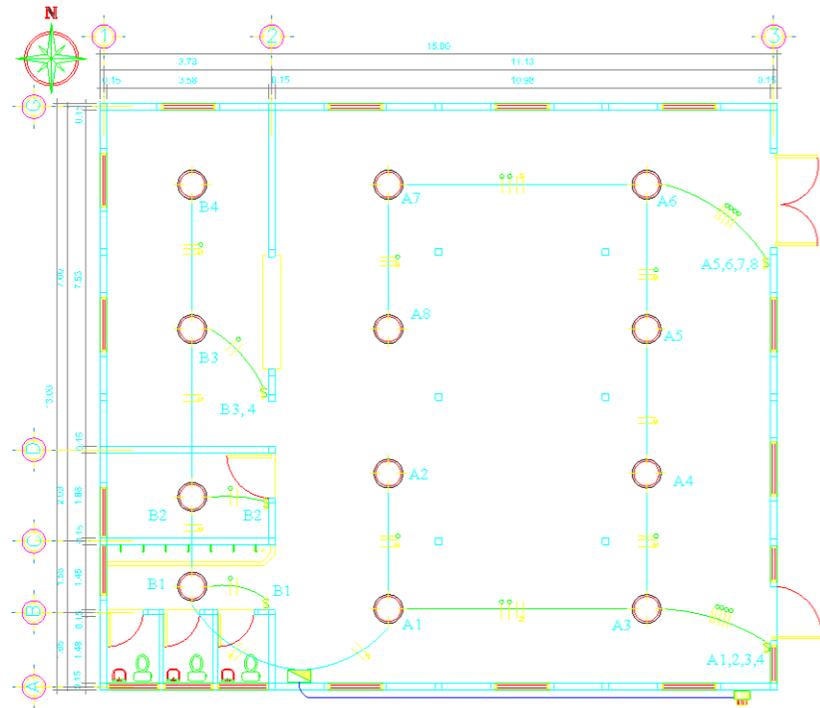
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	MATERIAL
P-1	2.10	2.40	1	METAL
P-2	2.00	2.40	1	METAL
P-3	1.20	2.10	1	METAL
P-4	1.00	2.10	3	METAL
P-5	0.80	1.80	6	METAL

SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	TIPO DE PUERTA ANCHO DE PUERTA
	NIVEL DE PISO TERMINADO
	PARED DE BLOCK VISTO
	INDICA TIPO DE VENTANA
	REPELLO + CERRILLO REMOUNEADO EN CIELO
	PISO DE GRANITO
	ALIZADO
	REPELLO + CERRILLO



MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
SAN MARCOS

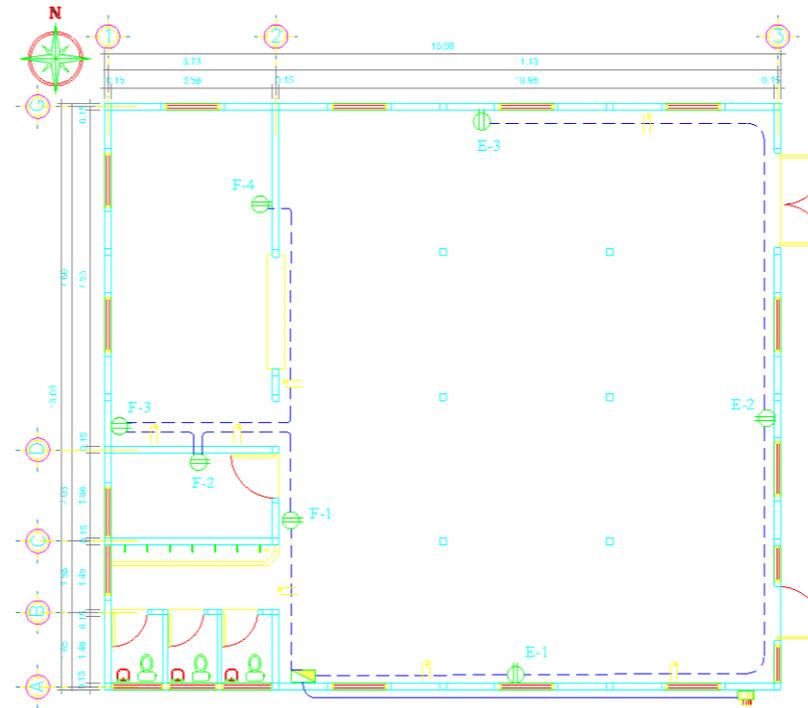
HOJA DE: PLANTA DE ACABADOS, PUERTAS Y VENTANAS + ELEVACIONES + DETALLES	DISEÑO: HECTOR EGONDALEZ	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERIO CANCHOUA.	DIBUJO: HECTOR EGONDALEZ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUA TEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	CALCULO: HECTOR EGONDALEZ	FECHA: 02/10/2009
P. ING. MANUELA KENYILAGA ASESORA SUPERVISORA	ENCUADRA: INDICADA	HOJA No: 02/06
	FECHA: 02/10/2009	
	P. LIC. WILMAR FUENTES LICENCIADO EN INGENIERIA	



**PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)**

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75

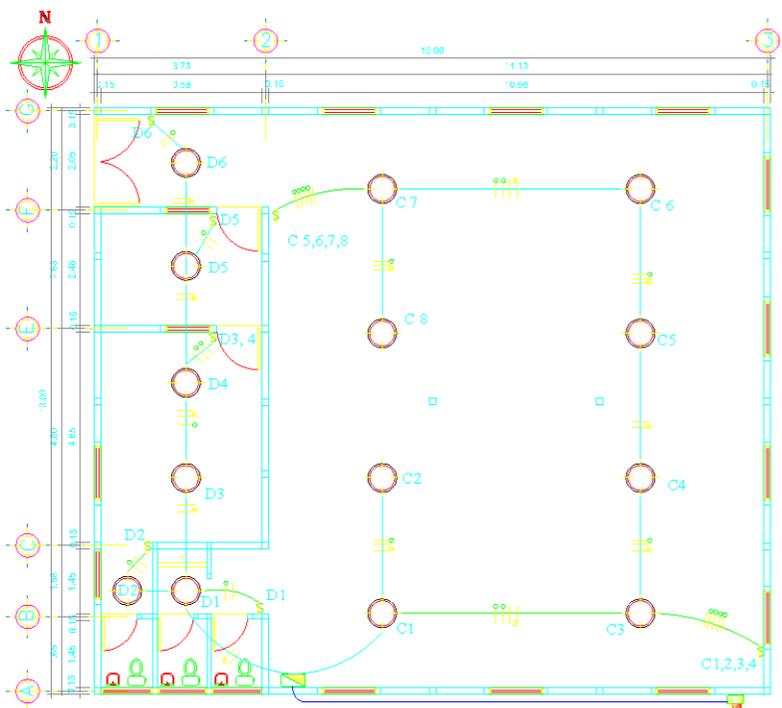


**PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)**

PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75

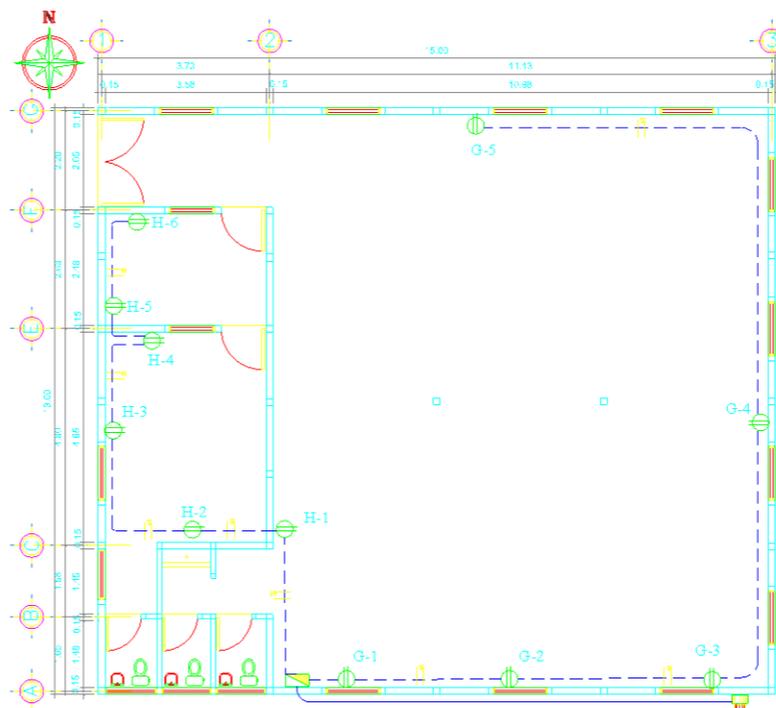
SIMBOLOGIA DE INSTALACION ELECTRICA.			
	Toma corriente doble de 110 V. A 0.40 mts. sobre nivel de piso.		Indica ducto en tierra o pared
	Tablero de distribución de circuitos.		Línea de Retorno No. 12
	Contador Eléctrico. A 2.00 mts. sobre nivel de piso.		Interruptor triple
	Líneas: Fases y Neutra Calibre # 12		Interruptor simple.
	Indica tubería poliducto en cielo		
	Indica tipo de circuito.		
	Lampara en Cielo		



**PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION)**

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75



**PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA)**

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75

**Nota:**

Colores para Alambre  
 Positivo= Rojo  
 Negativo= Negro  
 Retorno= Blanco

Tubería de acometida HG 1 3/4".  
 Todo la tubería de iluminación Y FUERZA  
 será rígida tipo poliducto de 3/4" el  
 calibre de los conductores será  
 THW No. 12 A WG

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
 SAN MARCOS

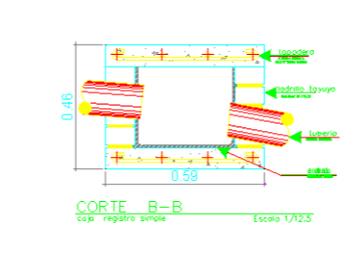
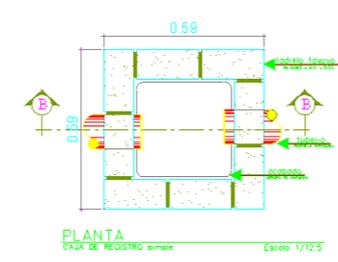
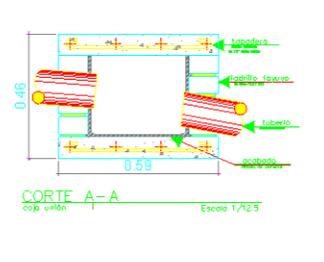
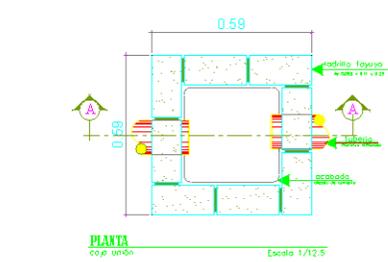
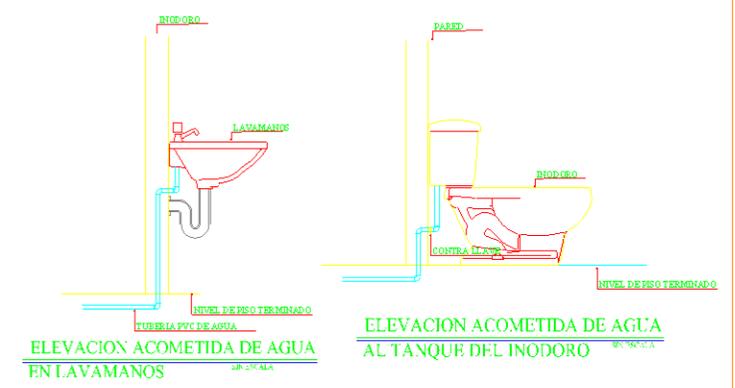
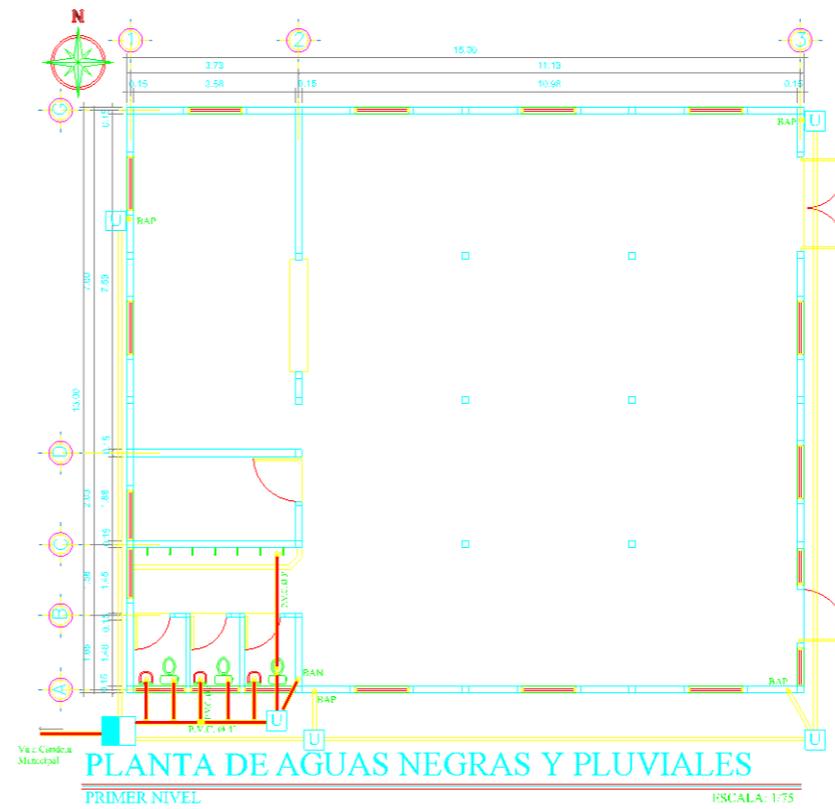
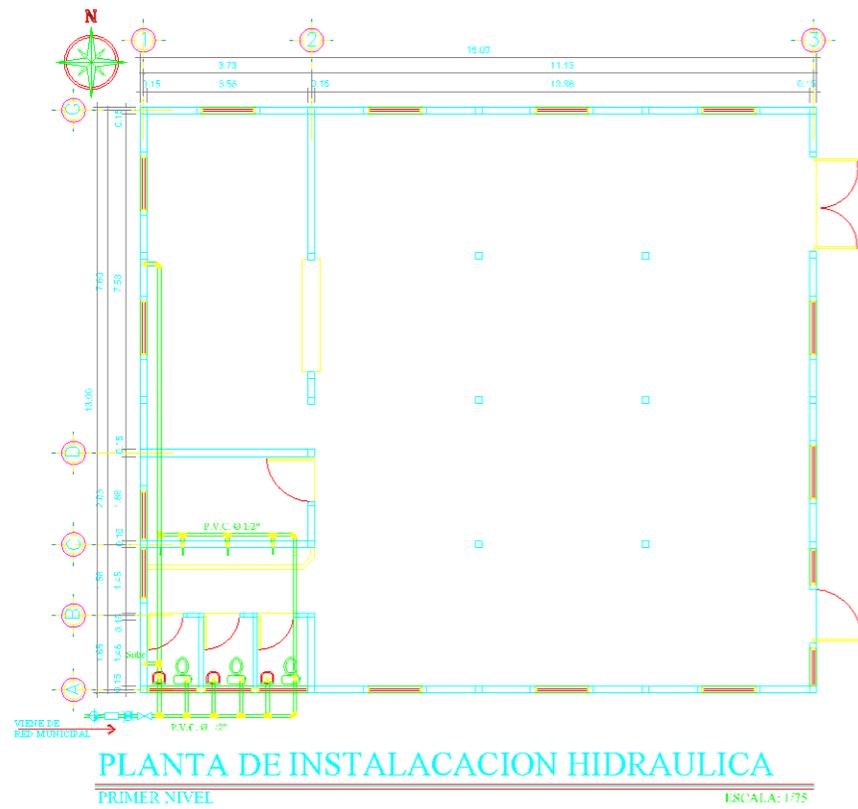
HOJA DE: <b>PLANTA DE ELECTRICIDAD (ILUMINACION Y FUERZA)</b>	DEBIDO: HECTOR GONZALEZ	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERIO CANCHEGUA.	DEBIDO: HECTOR GONZALEZ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	FECHA: SEPTIEMBRE / 2009	
	HOJA No: 03/06	

F. ING. MANUEL AFREMELAGA  
 ASesor SUPERVISOR

F. LIC. WILIAM FUENTES  
 ALCALDE MUNICIPAL

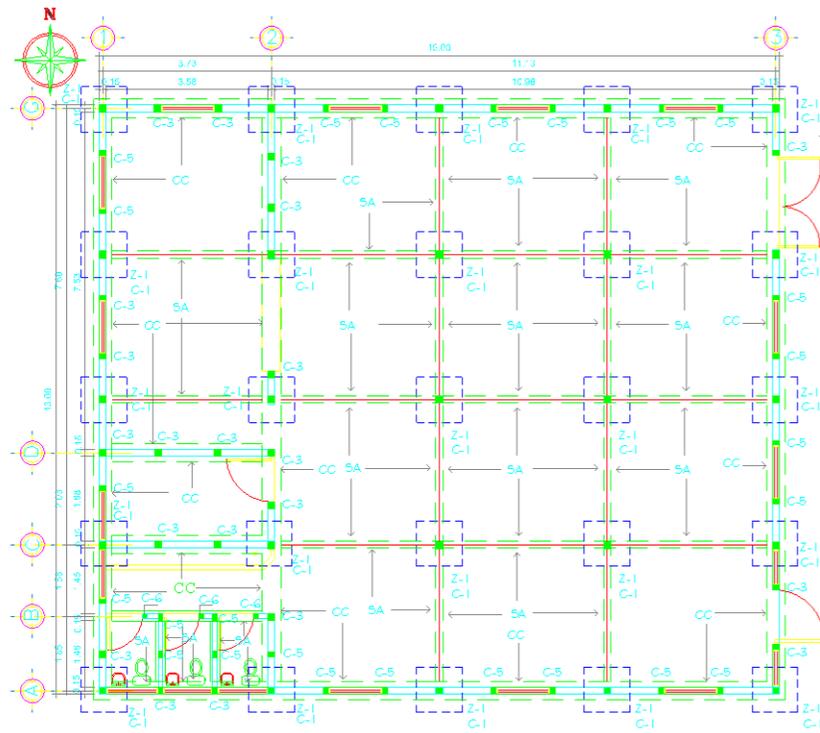
# NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA: LLAVE DE PASO
	INDICA: CONTADOR HIDRAULICO
	INDICA: LLAVE DE COMPUERTA
	INDICA: LLAVE DE CHEQUE
	INDICA: TEE VERTICAL Ø INDICADO.
	INDICA: CODO A 90° HORIZONTAL Ø INDICADO
	INDICA: TEE HORIZONTAL Ø INDICADO
	INDICA: TUBERIA P.V.C. Ø INDICADO
	INDICA: CODO A 90° VERTICAL Ø INDICADO
	INDICA: CODO A 45° HORIZONTAL Ø INDICADO
	INDICA: CAJA UNION
	INDICA: TUBERIA P.V.C. PARA AGUA PLUVIAL Ø 3"
	INDICA: CAJA UNIFICADORA
	INDICA: BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
	INDICA: BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	INDICA: DIRECCION DE FLUJO



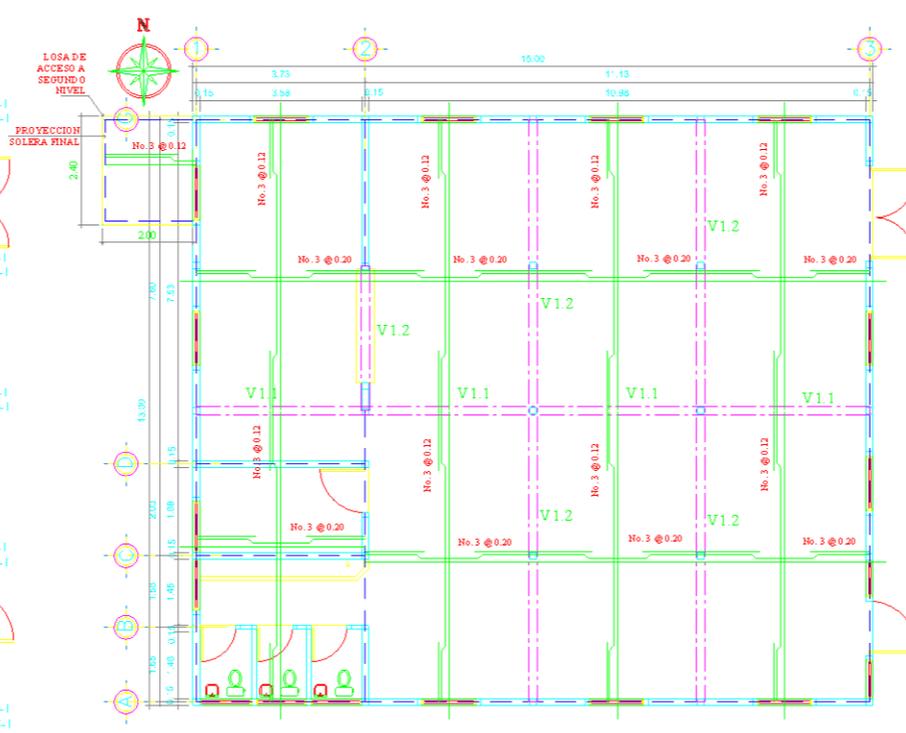
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
SAN MARCOS

HOJA DE: <b>PLANTA HIDRAULICA + DRENAJES Y PLUVIALES</b>	DISENO: HECTOR GONZALEZ	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERIO CANCHEGUA.	DIBUJO: HECTOR GONZALEZ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	CALCULO: HECTOR GONZALEZ	
FECHA: SEPTIEMBRE/ 2009	ESCALA: INDICADA	
PI. ING. MANUELA FERRILAGA ASESOR SUPERVISOR	HOJA No: <b>04/06</b>	PI. LIC. WILKRI FUENTES ALCALDE MUNICIPAL



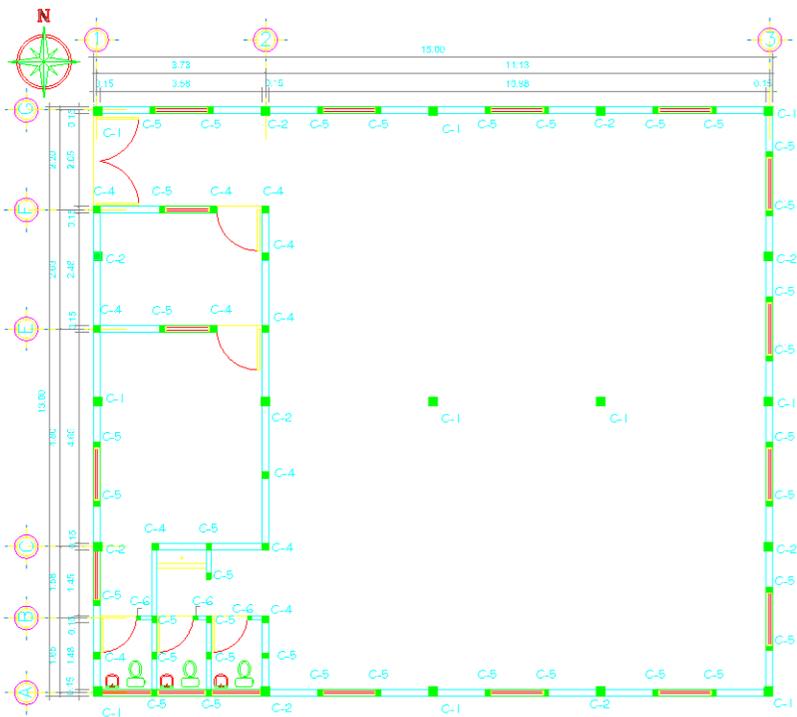
**PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS**  
PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75



**PLANTA DE VIGAS Y LOSA**  
PRIMER NIVEL

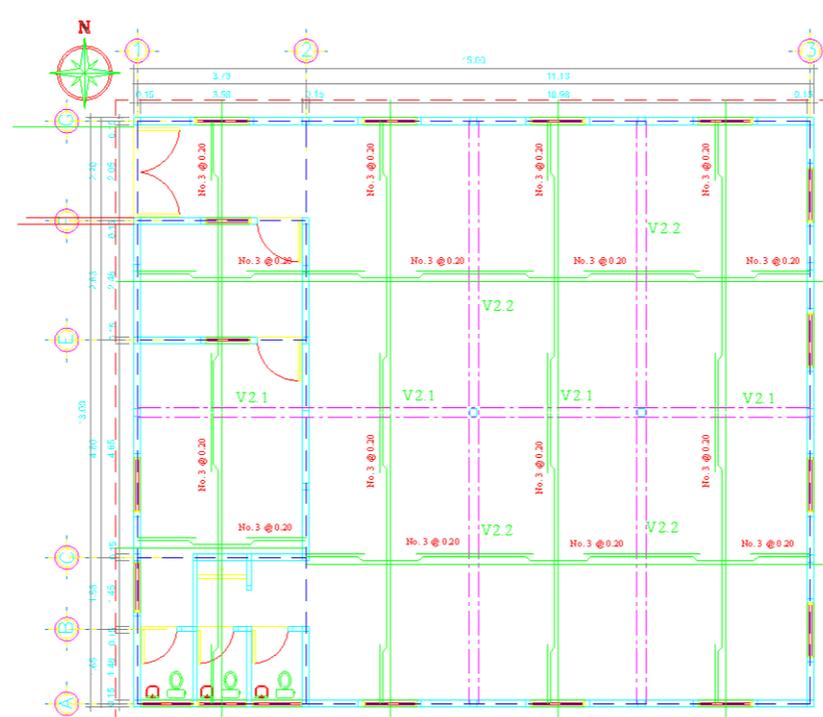
ESCALA: 1/75



**PLANTA DE COLUMNAS**

SEGUNDO NIVEL

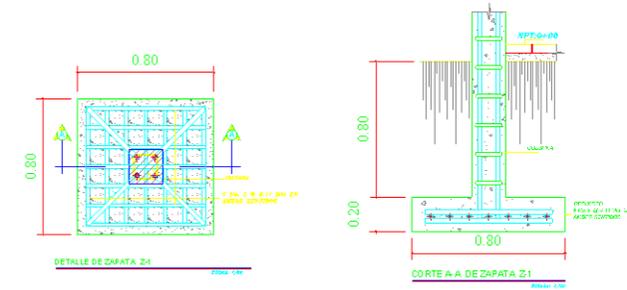
ESCALA: 1/75



**PLANTA DE VIGAS Y LOSA**  
SEGUNDO NIVEL

SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75



**CIMENTO CORRIDO**

ESCALA: 1/10



**COLUMNA TIPO C-1**

ESCALA: 1/10



**COLUMNA TIPO C-2**

ESCALA: 1/10



**COLUMNA TIPO C-3**

ESCALA: 1/10



**COLUMNA TIPO C-4**

ESCALA: 1/10



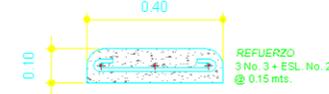
**COLUMNA TIPO C-5**

ESCALA: 1/10



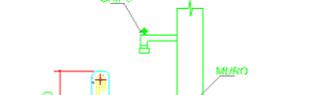
**COLUMNA TIPO C-6**

ESCALA: 1/10



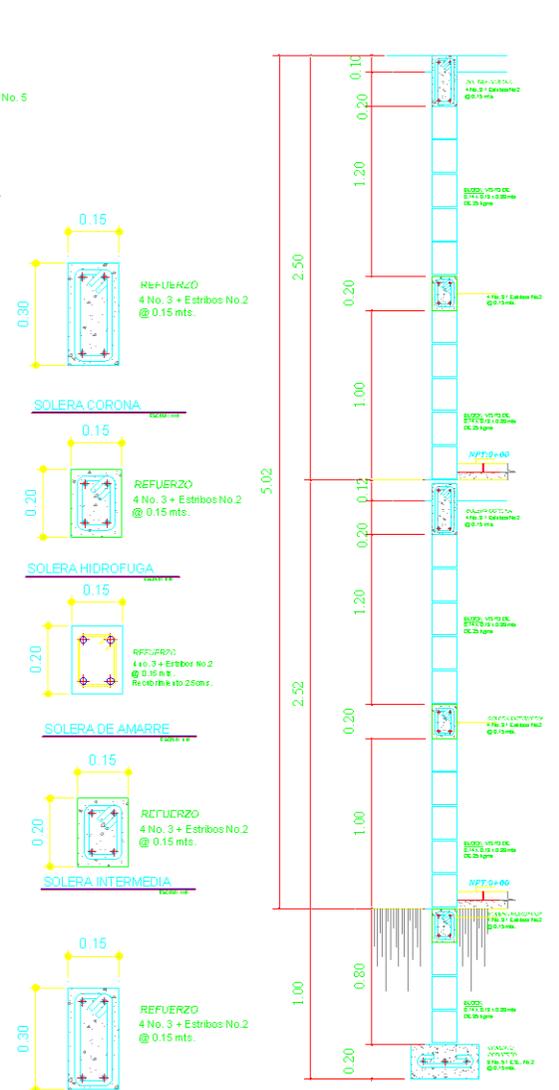
**DETALLE DE DESAYUNADOR**

ESCALA: 1/10



**DETALLE DE LAVAMANOS**

ESCALA: 1/10



**SECCION TIPICA DE MURO**

ESCALA: 1/20

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
SAN MARCOS

HOJA DE:  
**PLANTA DE CIMENTACION +  
LOSAS + DETALLES**

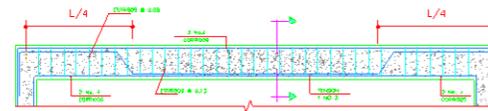
PROYECTO:  
DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN  
SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN  
CASERÍO CANCHUGUA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

DISERNO: HECTOR GONZALEZ	
DIBUJO: HECTOR GONZALEZ	
CALCULO: HECTOR GONZALEZ	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: SEPTIEMBRE / 2009	
HOJA No.: 05/06	

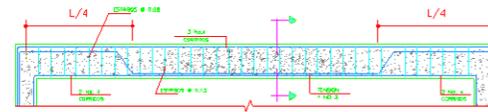
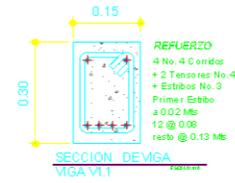
PJ. ING. MANUEL ARREMILLA  
ASESOR SUPERVISOR

PJ. LIC. WILSON FUENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



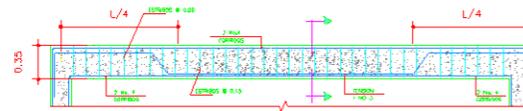
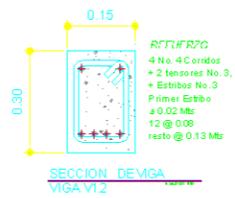
DETALLE DE VIGA V1.1

SINESCALA



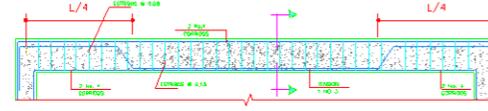
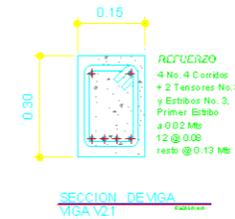
DETALLE DE VIGA V1.2

SINESCALA



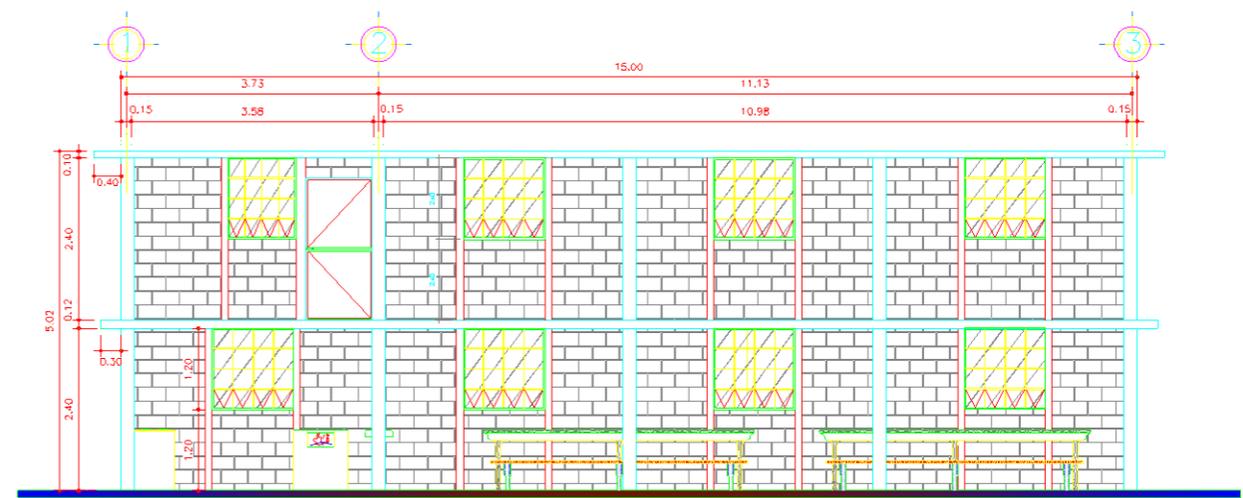
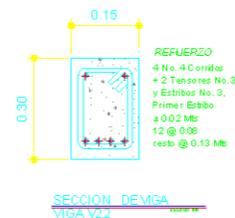
DETALLE DE VIGA V2.1

SINESCALA



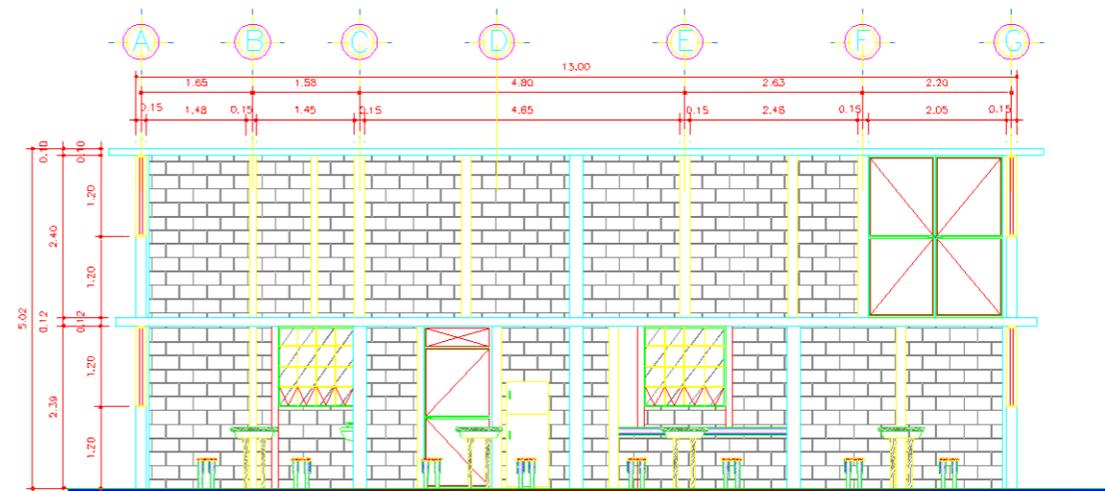
DETALLE DE VIGA V2.2

SINESCALA



CORTE A - A

ESCALA: 1/75



CORTE B - B

ESCALA: 1/75

MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ,  
SAN MARCOS

HOJA DE: <b>CORTES Y DETALLES DE VIGAS</b>	DISEÑO: HECTOR E. GONZALEZ	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCALDIA AUXILIAR, SALÓN SALÓN COMUNAL Y COMEDOR ESCOLAR EN CASERIO CANCHOBUA.	DIBUJO: HECTOR E. GONZALEZ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	CALCULO: HECTOR E. GONZALEZ	
FECHA: SEPTIEMBRE / 2009	ESCALA: INDICADA.	
	HOJA No: <b>06/06</b>	