



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Centro Multidisciplinario de  
Investigación y de Desarrollo Rural  
Sustentable de la Palma  
en el Alto Mezquital, Hidalgo**

**TESIS**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Civil**

**P R E S E N T A N**

José Alejandro Carreón Labastida

Samuel García Martínez

Jorge Alejandro Méndez Carreón

María del Carmen Muñiz García

José Luís Olmedo López

Paris Salinas Durán

**DIRECTOR DE TESIS**

M.I. Gabriel Moreno Pecero



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2004**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/072/04

Señores  
JOSÉ ALEJANDRO CARREÓN LABASTIDA  
SAMUEL GARCÍA MARTÍNEZ  
JORGE ALEJANDRO MÉNDEZ CARREÓN  
MARÍA DEL CARMEN MUÑIZ GARCÍA  
JOSÉ LUIS OLMEDO LÓPEZ  
PARIS SALINAS DURÁN  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. GABRIEL MORENO PECERO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como trabajo escrito de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO RURAL  
SUSTENTABLE DE LA PALMA EN EL ALTO MEZQUITAL, HGO."**

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. ESTUDIOS PRELIMINARES
- III. PROYECTO ARQUITECTÓNICO
- IV. INGENIERÍA DE PROYECTO
- V. CONSTRUCCIÓN
- VI. ANÁLISIS ECONÓMICO, FINANCIERO Y SOCIAL DEL PROYECTO
- CONCLUSIONES

Ruego a ustedes cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar del trabajo escrito el Título de ésta.

Asimismo les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 30 de noviembre de 2004.  
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP/crc.



## José Alejandro Carreón Labastida

A mis Tíos.

Finalmente agradezco a ustedes que siempre velaran por mí desde niño y que me impulsaron a seguir siempre adelante aún cuando hubo algunas dudas y tropiezos. Hoy también gracias a ustedes, me lleno de orgullo al dedicarles esta realidad tan hermosa que me han permitido alcanzar: mi formación profesional.

A mi Hermano.

Te agradezco todo lo que hemos vivido, junto espero que nunca cambies y que sigas siendo el carnal que siempre he tenido gracias por todo carnal.

A mis Padres.

Agradezco todo lo que me enseñaron en vida, hoy que no están conmigo les dedico este triunfo, gracias por confiar en mí y de ser el hombre que soy gracias mamá y papá se los dedico con todo mi corazón.

Tocayo, Samuel, José, Paris y Carmen

Agradezco por compartir este proyecto y haber aprendido algo de ustedes, pero lo mas importantes que se logro el objetivo habernos conocido y titulado, espero verlos en la vida profesional como los futuros ingenieros.

A mis Amigos.

Agradezco a todos aquellos amigos que me rodearon en mi vida tanto profesional como cotidiana, a ellos les dedico este trabajo, gracias por creer en mí, lo único que puedo decir gracias por todo.

A mis Amigas.

Gracias a todas aquellas mujeres hermosas que creyeron en mí les dedico este trabajo.

Mercedes.

Agradezco por conocerte y por impulsarme a acabar este proyecto, escucharme y alentarme a ser cada día mejor compartir lo bueno o lo malo de la vida gracias por todo amor.

A los Profesores.

Agradezco a todos aquellos profesores que me dieron los conocimientos para ser el ingeniero que soy, al Maestro Gabriel Moreno Pecero, Ing Antonio Silva Madrid, Ing Legorreta a los Sinodales por darme su tiempo y sus conocimientos.

---



## Samuel García Martínez

Agradezco a mi familia por darme los elementos para estudiar una carrera, a mi mamá y papá, a mis hermanas y hermanos. A ellos les digo que lo importante en la vida es contar con historia, con raíces y el sentido de pertenencia acompañados de sentimientos de amor, cariño, bondad, comprensión, orientación y los he tenido siempre.

A mis amigas y amigos con quienes compartí muchas experiencias.

A mis compañeros del trabajo escrito

A las profesoras y profesores que me formaron.

A mi tutor el Mtro. Gabriel Moreno Pecero, y al Ing. Antonio Silva Madrid.

A la comunidad de la Palma y Dexthi.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, deseando que permanezca pública, laica y gratuita.

Todos estarán siempre presentes, en los actos, en el pensamiento, en el corazón, en este pequeño espacio llamado planeta tierra. La historia la escribimos con cada pequeño acto y este no es más que un segundo en la eternidad.

A todos Gracias

---



## Jorge Alejandro Méndez Carreón

Dedico este trabajo producto del esfuerzo y años de constancia y curiosidad intelectual a la persona que más me ha inspirado y alentado a perseguir mis sueños; a ti **MAMÁ**, de quien aprendí la fortaleza, espíritu de lucha, perseverancia, pasión y respeto por la actividad que se desempeñe. A ti que fuiste el pilar de mi educación y la coautora intelectual y material de mi proyecto de vida, te doy gracias por estar siempre ahí, por darme las herramientas y ayudarme a forjar el carácter necesario para negociar con la adversidad en vez de enfrentarla; perseguir el éxito y no vanagloriarse de él, por enseñarme la humildad y el orgullo.

Del mismo modo, deseo dedicar este trabajo a mis hermanos; Gerardo, José de Jesús y Héctor Gabriel, y mis sobrinos Cristian, Gerardo y Omar, con quienes he aprendido que de la semejanza y diversidad de ideas se enriquece el ser humano.

Deseo destacar mi eterno agradecimiento y profunda admiración al M.I. Gabriel Moreno Pecero y al Ing. Antonio Silva Madrid, quienes además de ser mi director y asesor respectivamente, en la elaboración de este trabajo escrito para titulación, han sido mis mentores y críticos tanto en mi crecimiento profesional como personal. Bajo su dirección y tutela durante la realización del servicio social multidisciplinario otros compañeros y yo fuimos acreedores a la Medalla "Gustavo Baz Prada" al Mejor Servicio Social en Ingeniería Civil en 2005, mientras que con su apoyo durante la participación en los Proyectos de Internacionalización de Estudiantes de Ingeniería Civil formé parte de los equipos que representaron a la Facultad y a la Universidad en un concurso internacional de tecnología de concreto, obteniendo un primer lugar. Dichas experiencias sentaron las bases del perfil que como futuro profesionista he adquirido durante los últimos años; desarrollando habilidades, competencias y actitud de servicio para el ejercicio de la profesión.

Asimismo agradezco a mis profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, de quienes no sólo heredé el conocimiento sino también el gozo y pasión por el ejercicio de la Ingeniería Civil como un factor determinante para la transformación y el desarrollo de nuestro país. En especial, quiero mencionar al Ing. Héctor Legorreta y a todo el personal del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM por el apoyo y facilidades prestadas para la elaboración del estudio del suelo durante el servicio social y que redundó en el diseño de la cimentación del proyecto que ocupa este trabajo escrito para titulación. Del mismo modo, hago extensivo mi agradecimiento a todos los profesores de estructuras, topografía, geología y construcción que nos asistieron en los diversos estudios de que se componen los capítulos de este trabajo y al Arq. José Salinas por su asesoría en el capítulo correspondiente al proyecto arquitectónico.

Mi más profundo reconocimiento y agradecimiento a mis compañeros durante la elaboración de este trabajo escrito: Alejandro, Samuel, Carmen, José Luis y Paris, con quienes aprendí y compartí muchas experiencias nuevas y gratificantes, así como momentos difíciles que nos fortalecieron como individuos y como futuros profesionistas.

Quiero agradecer el apoyo y palabras de aliento de todos mis amigos; Antonio, Arturo, Bernardo, Fabiola, Graciela, Maríné, Miguel A. y Mónica, espero no haber omitido nombres.

---



## María del Carmen Muñiz García

Es fácil enumerar a la gente que ha apoyado mis pasos hasta este momento, y hoy en este día tan importante para mi realización como persona quiero agradecerles por este logro:

A **Dios** por darme las fuerzas para salir adelante y levantarme cuando sentía que ya no podría.

A **Jesús y Porfiria**; por darme la vida, por ser mis padres, y a ti mami sobre todo por ser una mujer tan valiente siempre.

**Yolanda**; por ser el apoyo cuando era pequeña, y apoyarme y ayudarme aún ahora.

**Rosalva**; mi hermana silenciosa, gracias por apoyarme cuando mas lo necesite.

**Marisela**; mi hermana incondicional, siempre cuidando de nosotros y apoyando nuestros pasos.

**Jesús**; el gran apoyo, gracias por valorar mis proyectos y enseñarme que todo se puede aún en otro idioma., gracias **Linh**.

**Luís**; mi hermano grande, protector y mi amigo de toda mi vida.

**Vero**; aún siendo pequeña, siempre aprendo de ti y cuando sea grande quiero ser como tu.

**José Gpe.**; mi hermano pequeño ojala y que siempre seas grande.

Mis pequeños:

**Fernando, Cristina, Dayri, Edgar, Michell**; son cinco regalos que llegaron a mi vida, y que la hicieron mas comfortable, con su alegría, y mi pequeña morenita con su molesta persona los quiero.

A la persona que me acompañó en todo este proceso y que con su cariño ha apoyado y estado conmigo en este tiempo, **José Luís** sin ti hubiera sido todo mas difícil.

Al Ingeniero **Gabriel Moreno Pecero Y Antonio Silva** por su apoyo y colaboración en este proyecto.

A **mis amigos** por su apoyo, amistad y solidaridad siempre; Na, Arturo, y todos los demás, gracias

Y al final pero no menos importantes la gente que estuvo conmigo en este gran proyecto, **José Luís, Alejandro Méndez, Alejandro Carreón, Samuel, Paris**, al fin lo logramos, gracias por su apoyo.

A la vida por todas las pruebas que me puso en el camino, gracias.

**Ing. María del Carmen Muñiz García.**



## José Luís Olmedo López

Quiero agradecer el amor y apoyo que me han brindado mis padres Concepción y Luís, me han alentado a lo largo de mi vida, y en este ciclo que termina con el presente trabajo escrito quiero decirles que estuvieron presentes en todo momento y que llevo sus enseñanzas conmigo a toda partes, gracias. A mis hermanos Moisés y Alberto por su alegría de vida. A mí cuñada Lupita que me ha demostrado una gran solidaridad y cariño. A mis sobrinos Ana Paula y Luís Alberto que por su frescura y espontaneidad, me han demostrado que la vida continúa a pesar de todo, y que si voy hacia un lugar, ese es adelante. A mis abuelos Pana y Ticho, por su gran cariño que me han demostrado siempre, a Jacinto y Porfiaría, por enseñarme que la tenacidad es la base de la vida.

También quiero agradecer a mis amigos Jesús, Moisés, Agustín, Emma, Alejandro L., Alejandro P., Octavio, Alejandro M. y Julio Cesar, por los momentos de alegría y aprendizaje que pasamos, y por supuesto, los que nos esperan.

A mis profesores Mtro. Gabriel Moreno Pecero y Dr. Rigoberto Rivera Constantino, gracias por su apoyo, paciencia, la alegría y disposición de enseñar.

A mis amigos de la brigada: Alejandro M., Alejandro C., Samuel, París y Carmen, que en todo el tiempo de realizar el trabajo escrito me han brindado su apoyo, que juntos emprendimos este trabajo gracias al apoyo del Mtro. Gabriel Moreno Pecero y el Ing. Antonio Silva, y que juntos aprendimos, que juntos crecimos, y sobre todo, nos hicimos amigos.

Al Ing. Antonio Silva por invitarme a participar en el servicio social, que dio como resultado de esa experiencia profesional este trabajo escrito, gracias por tu confianza y apoyo.

A todas las personas del laboratorio de Mecánica de Suelos, en especial al Ing. Legorreta, gracias por su ayuda.

Y por último a la comunidad del Dexthi, Hidalgo, por su hospitalidad y apoyo.

Gracias

A t e n t a m e n t e

José Luís Olmedo López.

---



## Paris Salinas Durán

Agradezco primero a dios por prestarme vida, a mi madre que me apoyado siempre como un ángel, a mi padre por darme un escalón para seguir creciendo, agradezco también a mis hermanos por darme cariño, agradezco al Ing. Antonio Silva por el apoyo e invitación de este importante trabajo, al Ing. Gabriel Moreno Pecero por su amistad que me ha brindado, a mis tíos y a toda la familia, a todos los que me han apoyado en la realización de este trabajo y a ti chiquilla por todo el amor que me ofreciste.

---



## Índice

### INDICE

	INTRODUCCIÓN	
I.	ANTECEDENTES	5
II.	ESTUDIOS PRELIMINARES	
	II.1 GEOLOGÍA	17
	II.2 TOPOGRAFÍA	32
	II.3 MECÁNICA DE SUELOS	49
III	PROYECTO ARQUITÉCTONICO	133
IV	INGENIERÍA DE PROYECTO	
	IV.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL	153
	IV.2 INSTALACIONES	181
	IV.3 MEMORIA DE CÁLCULO	208
V	CONSTRUCCIÓN	239
VI	ANÁLISIS FINANCIERO, ECONÓMICO Y SOCIAL	256
	CONCLUSIONES	290
	ANEXOS	
	ANEXO DE TEXTO	293
	ANEXO FOTOGRÁFICO	355
	ANEXO DE PLANOS	384
	BIBLIOGRAFÍA	400

---



## Índice de figuras

### Estudios preliminares

#### Geología

- Figura 1 Mapa Geológico de la Zona de Estudio
- Figura 2 Explicación del mapa Geológico de la Zona de Estudio
- Figura 3 Estratigrafía, simbología y litología de la Zona de Estudio
- Figura 4 Sierra Madre Oriental.
- Figura 5 Ubicación de Muestras
- Figura 6 Conclusión de la Estratigrafía de la Zona de Estudio

#### Topografía

- Figura 1 Croquis del Terreno
- Figura 2 Poligonal del Centro Multidisciplinario.
- Figura 3 Primer levantamiento
- Figura 4 Estaciones, Punto Auxiliar y Puntos Asignados
- Figura 5 Segundo Levantamiento

#### Mecánica de Suelos

- Figura 1 Ubicación de Pozos
- Figura 2 Esquema de una muestra de suelo
- Figura 3 Valor de  $N_c$  para suelos cohesivos

#### Arquitectura

- Figura 1 Barrio de San Juanico
  - Figura 2 Curvas de nivel
  - Figura 3 Planta Arquitectónica
  - Figura 4 Sala de espera (planta)
  - Figura 5 Sala de espera (perfil)
  - Figura 6 Recepción
  - Figura 7 Consultorio médico (planta).
  - Figura 8 Consultorio médico (perfil).
  - Figura 9 Optometría (planta)
  - Figura 10 Odontología (planta)
  - Figura 11 Psicología (planta)
  - Figura 12 Trabajo social (planta)
  - Figura 13 Laboratorio de biología (planta)
  - Figura 14 Veterinaria (planta)
  - Figura 15 Sala de cómputo (planta)
-



---

Figura 16	Sala de juntas (planta)
Figura 17	Sala de proyección (planta)
Figura 18	Sala de proyección (perfil)
Figura 19	Ludoteca (planta)
Figura 20	Biblioteca (planta)
Figura 21	Dormitorios (planta)
Figura 22	Dormitorios (perfil)

## Ingeniería de proyecto

Figura 1	Modelo simplificado previo de la estructura del Centro Multidisciplinario
Figura 2	Bajada de cargas o transmisibilidad de efectos
Figura 3	Fuerzas y acciones en los elementos estructurales
Figura 4	Centro Multidisciplinario dividido en 6 cuerpos
Figura 5	Proyecto arquitectónico del Centro Multidisciplinario original
Figura 6	Proyecto arquitectónico del Centro Multidisciplinario modificado
Figura 7	Trabes primarias y secundarias para grandes claros
Figura 8	Procedimiento para dibujar áreas tributarias sobre trabes
Figura 9	Cálculo de la carga uniforme $q$ que obrará sobre la viga
Figura 10	Esquema de una trabe de orilla con una viga secundaria
Figura 11	Comparativo de diagramas de momento flexionante
Figura 12	Elementos mecánicos de una trabe de orilla con una viga secundaria
Figura 13	Curva esfuerzo-deformación de un cilindro de concreto
Figura 14	Efecto de la relación agua-cemento en su resistencia a compresión $f'c$
Figura 15	Influencia del curado en la resistencia de cilindros de control
Figura 16	Variación de la resistencia con la edad y tipo de cemento
Figura 17	Curva esfuerzo-deformación de aceros laminados en caliente
Figura 18	Curva esfuerzo-deformación de aceros laminados en frío
Figura 19	Zapata aislada

## Instalaciones

Figura 1	Cables
Figura 2	Lámpara fluorescente
Figura 3	Plano de instalaciones eléctricas
Figura 4	Instalación del transformador al circuito de distribución

## Án alisis Financiero y Social

Figura 1	Diagrama del sistema de Población beneficiada con los servicios del CREIM
Figura 2	Diagrama del sistema del crecimiento de la Población beneficiada
Figura 3	Organigrama del CREIM
Figura 4	Tipos de consumidores a los que va atender el CREIM
Figura 5	Región total, área de influencia.

---



---

## Anexo

### Anexo de Topografía

Figura 1	Poligonal
Figura 2	Nivelación directa
Figura 3	Estadal
Figura 4	Trípode
Figura 5	Representación esquemática de un teodolito.
Figura 6	Gráficos de la disposición de los círculos vertical y horizontal.
Figura 7	Teodolito universal Wild T2
Figura 8	Parte lateral de un teodolito Wild T2
Figura 9	Dibujo de corte del teodolito de segundos Kern DKM2-A
Figura 10	Ejes de la Estación total.
Figura 11	Eje principal de la Estación total
Figura 12	Eje secundario o de Muñones
Figura 13	Eje de colimación
Figura 14	Tornillos
Figura 15	Anteojo
Figura 16	Retículo
Figura 17	Plomada
Figura 18	Teclado
Figura 19	Pantalla
Figura 20	Conexión a libreta electrónica
Figura 21	Conexión a libreta electrónica
Figura 22	Accesorios de la estación total
Figura 23	Curvas de nivel
Figura 24	Generación recuadros de construcción

### Anexo de Mecánica de suelos

Figura 1	Esquema para ilustrar la obtención de $S_s$
Figura 2	Sistema de Transmisión de Carga.
Figura 4	Representación del esfuerzo desviado
Figura 5	Teoría de falla de Mohr-Coulomb
Figura 6	Prueba de compresión sin confinar
Figura 7	Compresión de pruebas sin drenar y drenadas
Figura 8	Esfuerzo efectivo y total para la prueba consolidada sin drenar
Figura 9	Esfuerzo total para resultados sin drenar
Figura 10	Resultado de prueba drenada con resistencia máxima y última
Figura 11	Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento
Figura 12	Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzaghi
Figura 13	Factores de capacidad de carga

---



---

## Memoría de cálculo

Figura 1	Modelo de dormitorio
Figura 2	Cargas del dormitorio
Figura 3	Diagrama de carga axial
Figura 4	Diagrama de torsión
Figura 5	Diagrama cortante eje 2-2
Figura 6	Diagramas de cortante eje 3-3
Figura 7	Diagrama de momentos eje 2-2
Figura 8	Diagrama de momentos eje 3-3

## Instalaciones

Figura 1	Plano general de instalaciones de agua fría y caliente
Figura 2	Plano general de instalaciones de agua fría y caliente
Figura 3	Plano general de instalaciones sanitarias
Figura 4	Plano de área para la captación del agua potable
Figura 5	Plano de áreas pluviales
Figura 6	Plano general de la red de drenaje pluvial
Figura 7	Plano de conexión de contactos y lámparas
Figura 8	Paneles solares

---



## Índice de Fotografías

### Geología

Fotografía 1	Depósitos Sedimentos Aluviales
Fotografía 2	Tobas
Fotografía 3	Caliche
Fotografía 4	Conglomerados
Fotografía 5	Terreno del Centro Multidisciplinario
Fotografía 6	Terreno
Fotografía 7	Pozo a Cielo Abierto # 1
Fotografía 8	Pozo a Cielo Abierto # 2
Fotografía 9	Depósitos Aluviales
Fotografía 10	Excavación de pozos a cielo abierto
Fotografía 11	Inspección Ocular
Fotografía 12	Prueba de Campo
Fotografía 13	Talud en la colindancia

### Topografía

Fotografía 1	Estudiantes de Ingeniería Topográfica y Geodesia
Fotografía 2	Terreno
Fotografía 6	Levantamiento de la Poligonal.
Fotografía 3	Teodolito Óptico de Mira Directa (T2 Wild)
Fotografía 4	Estación Total (Leica TC-600)
Fotografía 5	Teodolito marca "Carl Zeiss"
Fotografía 7	Medición de distancias
Fotografía 8	Punto de Referencia E
Fotografía 9	Mediciones con estadales
Fotografía 10	Mediciones con Estación Total (Leica TC-600)
Fotografía 11	Transferencia de datos de la Estación Total a Civilcad.

### Mecánica de Suelos

Fotografía 1	Excavación de los pozos
Fotografía 2	Estratigrafía del suelo
Fotografía 3	Obtención de la muestra
Fotografía 4	Muestra Inalterada
Fotografía 5	Molienda del suelo
Fotografía 6	Remoldeo del material
Fotografía 7	Ranuración del suelo.
Fotografía 8	Giro de la manivela y conteo de golpes
Fotografía 9	Peso del material

---



---

Fotografía 10	Rollos de suelo
Fotografía 11	Rollos del material dentro del horno
Fotografía 12	Batiendo el material
Fotografía 13	Medición de temperatura
Fotografía 14	Eliminación de aire del suelo
Fotografía 15	Vaciado del suelo
Fotografía 16	Medición geométrica del cilindro
Fotografía 17	Retiro del sello
Fotografía 18	División y labrado de la muestra
Fotografía 19	Colocación del espécimen en el torno
Fotografía 20	Calibración de especímenes
Fotografía 21	Cabeceo de los especímenes
Fotografía 22	Calibración del espécimen
Fotografía 23	Colocación del espécimen y membrana
Fotografía 24	Succión de aire para adherir la membrana al espécimen
Fotografía 25	Colocación del cabezal sobre el espécimen
Fotografía 26	Aseguramiento de la cámara triaxial
Fotografía 27	Incremento de carga al espécimen y toma de lecturas
Fotografía 29	Peso del espécimen
Fotografía 28	Falla del espécimen
Fotografía 29	Peso del espécimen
Fotografía 30	Extracción del espécimen del horno de convección
Fotografía 31	Colocación del papel filtro
Fotografía 32	Saturación del espécimen de suelo
Fotografía 33	Limpieza y preparación del equipo
Fotografía 34	Limpieza de los filtros de los cabezales de la cámara
Fotografía 35	Colocación del filtro en el espécimen
Fotografía 36	Sujeción del espécimen en la cámara triaxial
Fotografía 37	Colocación del cilindro de lucita
Fotografía 38	Saturación del espécimen.
Fotografía 39	Colocación de las cargas.
Fotografía 40	Falla del espécimen
Fotografía 41	Drenado de la cámara.

---



## Índice de Gráficas

### Mecánica de Suelos

- Gráfica 1 Curva de Fluidez del Pozo 1
- Gráfica 2 Curva de Fluidez del pozo 2
- Gráfica 3 Plasticidad
- Gráfica 4 Curva de calibración del matraz 3 (Pozo1)
- Gráfica 5 Curva de calibración del matraz 4(Pozo2)
- Gráfica 6 Curva "Esfuerzo-deformación"
- Gráfica 7 Curva esfuerzo-deformación
- Gráfica 8 Curva esfuerzo-deformación
- Gráfica 9 Curva esfuerzo-deformación
- Gráfica 10 Curva esfuerzo-deformación
- Gráfica 11 Curva esfuerzo-deformación
- Gráfica 12 Grafica Esfuerzo- Deformación

### Ánalysis Financiero y Social

- Gráfica 1 Proyección de la población
  - Gráfica 2 Histograma de la proyección de la población futura
  - Gráfica 3 Porcentaje de los servicios del CREIM
  - Gráfica 4 Montos del capital de trabajo
  - Gráfica 5 Costo laboral anual
  - Gráfica 6 Costo del equipo por área
  - Gráfica 7 Porcentaje de cada uno de los costos de equipo
  - Gráfica 8 Costo total de edificaciones, terreno, instalaciones y honorario profesionales
  - Gráfica 9 Costo de la inversión
  - Gráfica 10 Porcentaje del costo de la inversión
  - Gráfica 11 Inversión a través de los próximos 13 años considerando una tasa de inflación del 5.5%
-



## Índice de tablas

### Topografía

Tabla 1	Equipos Topográficos Utilizados
Tabla 2	Primer Levantamiento
Tabla 3	Coordenadas obtenidas por la Estación Total
Tabla 4	Estaciones, Punto Auxiliar y Puntos Asignados

### Mecánica de Suelos

Tabla 1	Pozo 1 LL
Tabla 2	Pozo2 LL
Tabla 3	Pozo 1 LP
Tabla 4	Pozo 2 LP
Tabla 5	Pozo 1 w'%
Tabla 6	Pozo 2 w'%
Tabla 7	Pozo 1 Densidad de sólidos
Tabla 8	Pozo 2 Densidad de sólidos
Tabla 9	Deformación total
Tabla 10	Deformación unitaria
Tabla 11	Carga total y esfuerzo normal
Tabla 13	Carga total y deformación unitaria
Tabla 14	Esfuerzo-deformación.
Tabla 15	Carga total y esfuerzo unitario
Tabla 16	Esfuerzo-deformación
Tabla 17	Deformación unitaria y área corregida.
Tabla 18	Esfuerzo y deformación
Tabla 19	Deformación unitaria y área corregida
Tabla 20	Esfuerzo Deformación
Tabla 21	Esfuerzo Cortante
Tabla 22	Esfuerzo cortante
Tabla 23	Esfuerzo Cortante
Tabla 24	Esfuerzo Cortante
Tabla 25	Esfuerzo Cortante
Tabla 26	Esfuerzo Cortante

### Geología

Tabla 1	Muestra (talud de colindancia)
Tabla 2	Muestra pozo #1
Tabla 3	Muestra pozo #2

---



---

## Ingeniería de proyecto

Tabla 1	Procedimiento para calcular la carga distribuida por unidad de área
Tabla 2	Diámetros, pesos, áreas y perímetros de varillas R42
Tabla 3	Análisis de flexo compresión
Tabla 4	Dimensión de trabes
Tabla 5	Dimensión de elementos de dormitorios
Tabla 6	Dimensión de elementos del centro
Tabla 7	Dimensión de elementos del centro
Tabla 8	Dimensión de elementos del centro
Tabla 9	Dimensión de elementos del centro
Tabla 10	Dimensión de elementos del centro
Tabla 11	Dimensión de elementos de dormitorios
Tabla 12	Dimensión de elementos del centro
Tabla 13	Dimensión final de elementos estructurales
Tabla 14	Dimensión final de elementos estructurales
Tabla 15	Dimensión final de elementos estructurales

## Memoria de cálculo

Tabla 1	Dimensión de elementos estructurales
Tabla 2	Dimensión de columnas
Tabla 1	Cargas en los elementos estructurales
Tabla 3	Calculo de masa
Tabla 4	Modelo sismo-estático
Tabla 5	Combinación de Cargas

## Instalaciones

Tabla 1	Red de albañales del centro comunitario
Tabla 2	Cargas mínimas de alumbrado
Tabla 3	Diámetro de tuberías
Tabla 4	Capacidad de corriente de conductores de cobre
Tabla 5	cuadro de carga de la instalación
Tabla 6	material de instalación eléctrica

## Análisis Financiero y Social

Tabla 1	Proyección de la población a 20 años
Tabla 2	Número de servicios y personal del CREIM
Tabla 3	Servicios diarios
Tabla 4	Cantidad de personal de las diferentes carreras universitarias
Tabla 5	Total del personal del CREIM
Tabla 6	Equipo de las diferentes áreas
Tabla 7	Monto del capital de trabajo

---



Tabla 8	Costo total de la estructura organizacional
Tabla 9	Costo total del equipo requerido por cada una de las unidades (áreas)
Tabla 10	Costo de edificaciones, instalaciones, terreno y honorarios profesionales
Tabla 11	Costo de la Inversión
Tabla 12	Depreciación de las obras de edificación
Tabla 13	Depreciación del equipo de computo
Tabla 14	Depreciación de equipo de consultorios, laboratorios y auditorio
Tabla 15	Inversión del proyecto en los años futuros

---



## Índice de Mapas

### Antecedentes

- Mapa 1 Ubicación del estado de Hidalgo.
  - Mapa 2 Ubicación del Municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo.
  - Mapa 3 Ubicación de La Palma
  - Mapa 4 Climas que predominan en el Municipio de Ixmiquilpan
  - Mapa 5 Comunidades y carreteras de Ixmiquilpan
-



## Prólogo

En el año 2005 el **Banco Mundial** dio a conocer los resultados de una investigación que tuvo el objetivo de determinar las **causas del aumento de la brecha existente**, en cuanto a desarrollo, **entre los países del llamado primer mundo y los de América Latina y el Caribe**, México entre ellos. El estudio determinó varias razones de lo investigado pero enfatizó en **una de ellas directamente relacionada con la educación y consecuentemente con la educación superior: la falta de el poseer habilidades de los profesionales, con mayor énfasis en el caso de los recién egresados**. Precisamente son estos últimos los que cada día, con mayor frecuencia, se enfrentan, al **requerimiento del sector productivo** de que cuenten con la llamada **“experiencia profesional”** que puede **considerarse como una habilidad**. Hasta ahora las **instituciones de educación superior**, en general, consideran que la adquisición de tal habilidad **no es responsabilidad directa de ellas**, ya que tradicionalmente se acepta que ella se adquiere, con mayor o menor rapidez al ejercer la profesión. Por otra parte las **características del mundo actual**, entre las que se anota la **creciente competencia profesional**, permiten avizorar que no desaparecerán o cambiarán sino que al contrario se fortalecerán al paso del tiempo y como consecuencia de ello se vislumbra que **prevalecerán aquellos profesionales “mejor preparados”** para responder con más calidad y con mayor rapidez a la satisfacción de las necesidades que surjan día a día.

El estar **“mejor preparado”** significa, según lo detectado por el Banco Mundial, el que, entre otras cosas, **tengan “habilidades”**; aparece así la necesidad de dotarlos de ellas y congruente con ello, **el que la educación superior se ocupe en forma institucional de que en la etapa de los estudios de licenciatura, los futuros profesionales adquieran “experiencia profesional”**. El **cómo lograrlo** implica **efectuar cambios y adecuaciones**, siendo definitivo el que deben **hacerse**, en el caso de América Latina y el Caribe, **con gran rapidez**; en ese contexto, en principio, es necesario analizar, organizar y llevar a cabo acciones ya presentes en la educación superior, como son las Prácticas de Campo, las Estancias Profesionales y el **Servicio Social**; en todos los casos con el enfoque y la meta anotada.

**En cuanto al Servicio Social se afirma que éste debe efectuarse respondiendo con plenitud a lo indicado en su objetivo, y en ese sentido autoridades, académicos y alumnos deberán empeñarse en cumplir su papel importante y valioso**. Así en la Facultad de Ingeniería de la UNAM se han generado incentivos y uno de ellos aparece desde diciembre de 1988 al ser aprobado por el Consejo Técnico, el que se pueda aceptar como alternativa de Titulación el Servicio Social. Sin embargo, ha de reconocerse que tal modalidad, en general, no se ha utilizado prevaleciendo la modalidad de titulación mediante tesis.

---



Los jóvenes pasantes de ingeniería civil:

**JOSÉ ALEJANDO CARREÓN LABASTIDA**

**SAMUEL GARCÍA MARTÍNEZ**

**JORGE ALEJANDRO MÉNDEZ CARREÓN**

**MARÍA DEL CARMEN MUÑIZ GARCÍA**

**JOSÉ LUIS OLMEDO LÓPEZ**

**PARIS SALINAS DURÁN**

acogiéndose a la alternativa mencionada y en cierta forma rompiendo una tradición, presentan ahora como Trabajo Escrito para Examen Profesional,

**“CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO RURAL  
SUSTENTABLE DE LA PALMA EN EL ALTO MEZQUITAL HDG”**

y es de hacerse notar que la forma ejemplar en que llevaron a cabo su Servicio Social, bajo la coordinación del suscrito contando con la colaboración del Ing. Antonio Silva Madrid, con el apoyo de la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) y del organismo que en la Facultad de Ingeniería controla y específicamente en su División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, hoy División de Ingeniería Civil y Geomática, **los llevó a obtener el premio “Gustavo Baz Prada” que cada año otorga la UNAM a la mejor práctica del Servicio Social.**

Pero independientemente de la justa distinción recibida los jóvenes pasantes aprendieron y/o reforzaron el:

- **Hacer propuestas técnicas y económicas a autoridades municipales y a comunidades indígenas en este caso.**
  - **Aplicar los conocimientos adquiridos en el aprendizaje de la licenciatura.**
  - **El integrar tales conocimientos.**
  - **El trabajar en equipo inter y multidisciplinario.**
  - **El reforzar la actitud de servir profesionalmente a la sociedad.**
-



**En resumen, los ahora sustentantes, han empezado a adquirir experiencia profesional, en su etapa de estudiantes de ingeniería, hecho que por lo anotado antes resulta sumamente eficiente y eficaz.**

**GABRIEL MORENO PECERO**  
**Director de trabajo escrito para el**  
**Examen Profesional.**

---



## Introducción

Una medida del grado de desarrollo de un país se da por la infraestructura con que cuenta para dar servicio a sus habitantes, no sólo por el crecimiento económico e indicadores que no reflejan la calidad de vida de la población.

El campo de acción del Ingeniero Civil es tan amplio y tan rico en experiencias, que nos acerca a un sin número de actividades y proyectos en los que se forma el profesionista y al transcurrir de los años adquiere el calificativo de profesional. El presente trabajo escrito es una experiencia en comunidades indígenas inscrita en el programa de servicio social. El punto rector es ayudar a esas zonas del país tan desprotegidas y olvidadas, proveyendo de soluciones particulares a la problemática que viven día con día. Surge así la necesidad de planear, diseñar y construir la infraestructura básica para que grupos de trabajo tengan un lugar donde puedan asistir a los habitantes de la región, realizar investigación y contribuir con sus conocimientos y experiencia al desarrollo sustentable de las comunidades.

En 2002, la Facultad de Ingeniería a través de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica (DICTyG) inicia los programas de trabajo “Desarrollo e implementación de un sistema de agua potable para la comunidad rural de San Francisco, municipio de San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca”, “Programa de mejoramiento de la vivienda de lote familiar, del gobierno del Distrito Federal” y “Programa en la internacionalización de profesionistas”. A partir de 2003, la Dirección de orientación y servicios educativos (DGOSE), por solicitud de la Facultad de Estudios Profesionales – Iztacala, invita formalmente a la DICTyG para estrechar lazos de colaboración y juntos trabajar en la implementación de un programa llamado “La Universidad en tu comunidad”, cuyo objetivo final es tener presencia a través de acciones de servicio social en comunidades específicas, identificadas y caracterizadas por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) como de alta marginación.

El programa de servicio social, en que participamos y del cual se deriva el presente trabajo escrito; “Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma”, tiene como objetivo general: “Planear, diseñar, estructurar e implementar en el área de la Ingeniería Civil y Topográfica y Geodésica las soluciones a problemas concretos de las comunidades rurales y urbano marginales”. Dicho proyecto forma parte del “Programa de servicio social comunitario interdisciplinario en desarrollo rural sustentable y conservación ambiental, en el Alto Mezquital, Hgo”, el cual tiene 18 años realizando acciones de investigación y apoyo en las comunidades, y responde a la necesidad de la planeación, diseño y construcción de infraestructura básica. En este, participamos 15 estudiantes de ingeniería civil y 3 de ingeniería topográfica y geodésica en cuatro proyectos específicos de colaboración en la zona: “Centro Multidisciplinario en la comunidad de la Palma”, “Sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad del Dexthi”, “Sistema de alcantarillado y saneamiento integral de la comunidad del Dexthi” y “Estudio Topográfico del funcionamiento de áreas productivas de siembra en la zona alta del Dexthi”.

El propósito general del Centro Multidisciplinario es convertir a la zona en un núcleo promotor de desarrollo, cuyas experiencias y tecnologías aplicadas sean susceptibles de ser transferidas a sitios de condiciones similares, y a largo plazo lograr el tránsito al desarrollo



## INTRODUCCIÓN

sustentable. Al mismo tiempo, el objetivo particular del servicio social es aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, integrar conocimientos, aprender a actuar en equipo, realizar propuestas técnicas y económicas incluyendo alcances y responsabilidades, interactuar con organizaciones sociales de diferentes culturas, preparación e idiosincrasia, servir a la sociedad de la que formamos parte como profesionistas e individuos y fortalecer la imagen de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Facultad de Ingeniería en la vida nacional. Así la Universidad cumple no sólo con su compromiso de formar en el aula, sino además de proyectar su visión de país a través de sus prestadores de servicio social, comprometiéndose con el desarrollo de sus comunidades.

La comunidad de La Palma, por su ubicación, es un punto estratégico en el centro de la zona de estudio y paso obligado hacia las demás comunidades dentro del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo. En este lugar, se localiza el predio donde se proyecta construir el Centro Multidisciplinario (CREIM), para lo cual a lo largo del capitulado, se desarrolla el estudio del sitio, las características y espacios que debe poseer el centro, el proyecto arquitectónico y los criterios de diseño, el proceso constructivo a emplear y un análisis de costos para su construcción.

Un proyecto tan ambicioso y detallado requiere estudios de campo y documental, para lo cual en varias ocasiones visitamos las comunidades que se beneficiaran, con el objetivo de obtener información de la población y del sitio en que se ubicará el proyecto; concretamente la topografía y las características del suelo. Toda esta información se trabajó en gabinete y laboratorio, cabe señalar que se requirió de asesoría en ciertos temas, como el caso de la arquitectura. El proyecto incluye diferentes áreas de la ingeniería; Geotecnia, Estructuras, Hidráulica, Construcción, Sistemas, Sanitaria y Ambiental, Topografía y Geología realizadas mediante la interacción multidisciplinaria y con asesoría de Ingenieros calificados en cada área.

Como futuros ingenieros nos sentimos comprometidos con la sociedad de la que formamos parte y que nos dio la oportunidad de estudiar una carrera universitaria, no sólo para el bienestar propio y el de nuestras familias, sino el de las futuras generaciones, que a medida que pasan los años, demandan más y mejores servicios.

Los alcances de este trabajo serán la presentación del proyecto ejecutivo en que se incluye la propuesta técnica y económica, realizado por los sustentantes con el fin de obtener el título de Ingeniero Civil otorgado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En el capítulo de antecedentes retratamos de manera general el panorama del lugar de estudio con sus características geográficas, hidrológicas, y orográficas.

En el capítulo de estudios preliminares se parte de la geología del suelo del terreno para una clasificación general del mismo, llegando a particularizar en un estudio de Mecánica de Suelos con estudios de campo y laboratorio, para determinar sus propiedades con el fin de obtener su capacidad de carga. Se presenta los topográficos, planimetría y altimetría para delimitación del terreno.



## INTRODUCCIÓN

---

En el capítulo de Arquitectura se muestra el proceso de integración y distribución de los espacios con base en las necesidades de cada especialidad que integrarán el Centro Multidisciplinario.

En el capítulo de Ingeniería de proyecto con base en los planos arquitectónicos se diseña y analiza la superestructura y la cimentación óptimas de acuerdo a las normas y reglamentos de construcción, con sus respectivas instalaciones eléctricas y sanitarias.

En el capítulo de construcción se presenta la cotización de los materiales y de mano de obra, para la realización de este estudio se visitó a las comunidades con la finalidad de ver la técnica de construcción que se emplea en el lugar, así como los posibles bancos y casas de material, toda esta información sirvió para generar un presupuesto de obra, catálogo de conceptos, generadores y la programación de la obra,

En el último capítulo se presentan un análisis financiero, económico, y social del proyecto, obtenido a partir de los datos del capítulo anterior, se determina el costo total de la obra así como las características y tipo de inversión que se necesita realizar para la construcción del CREIM.

# **CAPITULO I**

# **ANTECEDENTES**



## I. Antecedentes

### Objetivo

Describir las características físicas económicas y sociales de la población, destacando la necesidad de la elaboración del proyecto, estableciendo los elementos del centro multidisciplinario.

### Ubicación Geográfica del Estado de Hidalgo.

Las Coordenadas geográficas extremas del estado son: Al norte 21°24', al sur 19°36' de latitud norte; al este 97°58', al oeste 99°53' de longitud oeste. Colinda al norte con Querétaro de Arteaga, San Luis Potosí y Veracruz-Llave; al este con Veracruz-Llave y Puebla; al sur con Puebla, Tlaxcala y México; al oeste con México y Querétaro de Arteaga. Tiene por Capital a Pachuca de Soto (Ubicación del Estado de Hidalgo dentro de la República Mexicana, (mapa I-1).



Mapa 1 Ubicación del estado de Hidalgo.

### Ubicación geográfica del municipio de Ixmiquilpan

El municipio de Ixmiquilpan, se encuentra localizado en la parte central poniente del Estado de Hidalgo, la cabecera municipal está situada geográficamente entre los paralelos 20° 22' y 20° 34' de latitud norte y 98° 04' y 98° 21' de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich. Localizada a 158 kilómetros de la Ciudad de México y 76 al norte de Pachuca, esta población, que es la más importante de la región, está enclavada en el centro del Valle del Mezquital a una altitud de 2090 mts respecto al nivel del mar.



## Extensión territorial del estado

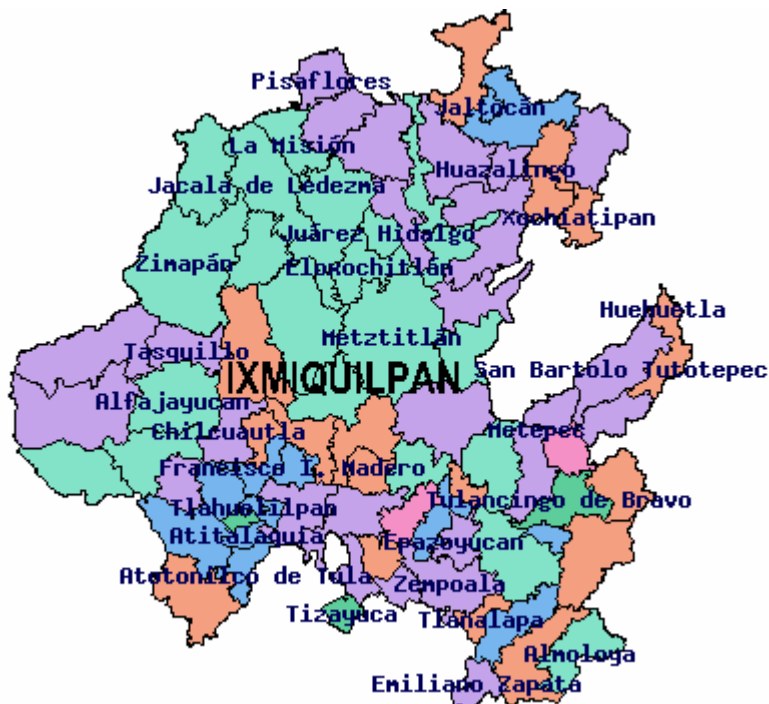
El estado de Hidalgo ocupa por su tamaño el lugar número 26 dentro de la República Mexicana y ocupa el 1.06 % del territorio nacional con una área de 20,813 Km<sup>2</sup>.

## Extensión territorial del municipio

El municipio de Ixmiquilpan tiene una superficie de 447.15 Km<sup>2</sup>. Es el 2% del territorio de Hidalgo.

## Municipios que integran al estado

El territorio hidalguense está dividido hoy en día en 84 municipios. El municipio donde se ubicara el CREIM es el municipio de Ixmiquilpan, que limita al norte con los Municipios de Zimapán y de Nicolás Flores; al sur con Chilcuautla y una pequeña porción del municipio de San Salvador; al oriente con Cardonal y Santiago de Anaya y al occidente con los municipios de Alfajayucan, Tasquillo y parte de Zimapán, (mapa 2).



Mapa 2 Ubicación del Municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo.

## Comunidades que integran al Municipio

Ixmiquilpan, como todos los municipios del estado y del país, está dividido en comunidades y a su vez se subdividen en colonias o "manzanas", anteriormente la división de las comunidades se basaba en cuestiones religiosas, sin embargo en la actualidad, se basa en forma administrativa y política.



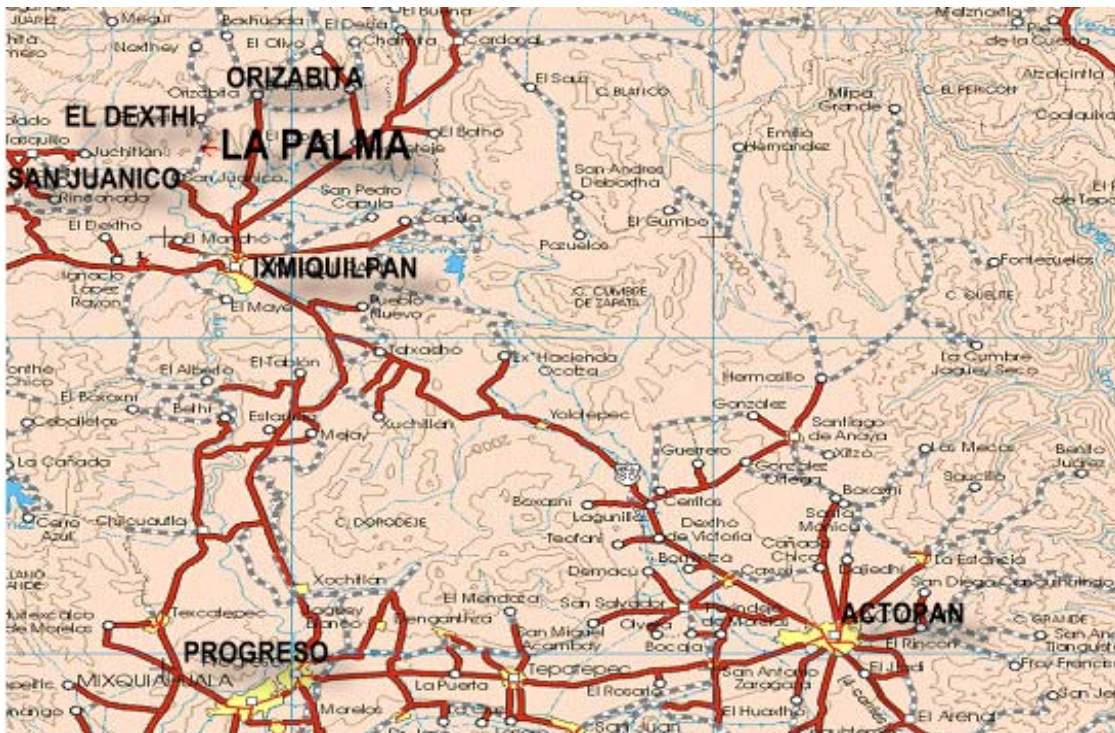
Ubicación de las comunidades dentro de la superficie territorial:

Hacia el Norte: San Nicolás, Remedios, San Juanico, Orizabita, Nequetejé, El Espíritu, El Defai, Gundhó, Lagunita, El Dexthi, **La Palma** y La Pechuga, (mapa 3).

Hacia el Sur: El Alberto, Maguey Blanco, El Meye y Panales.

Al Oriente: Dios Padre, El Tephé, Pueblo Nuevo, Capula, El Nith, Julián Villagrán y Bagandhó.

Al Poniente: El Pueblo de López Rayón, antiguamente conocido como Tamaleras, El Mandhó, El Barrio de Progreso o de la Otra Banda.



Mapa 3 Ubicación de La Palma

### Ubicación de La Palma

Se encuentra al norte del municipio de Ixmiquilpan, en el Alto Mezquital. Limita al norte con la población del Dexthi y Orizabita; al sur con San Juanico; al occidente con Juchitlan y Rinconada, y al oriente con El Espino y El Espíritu (mapa I-3).



## Población

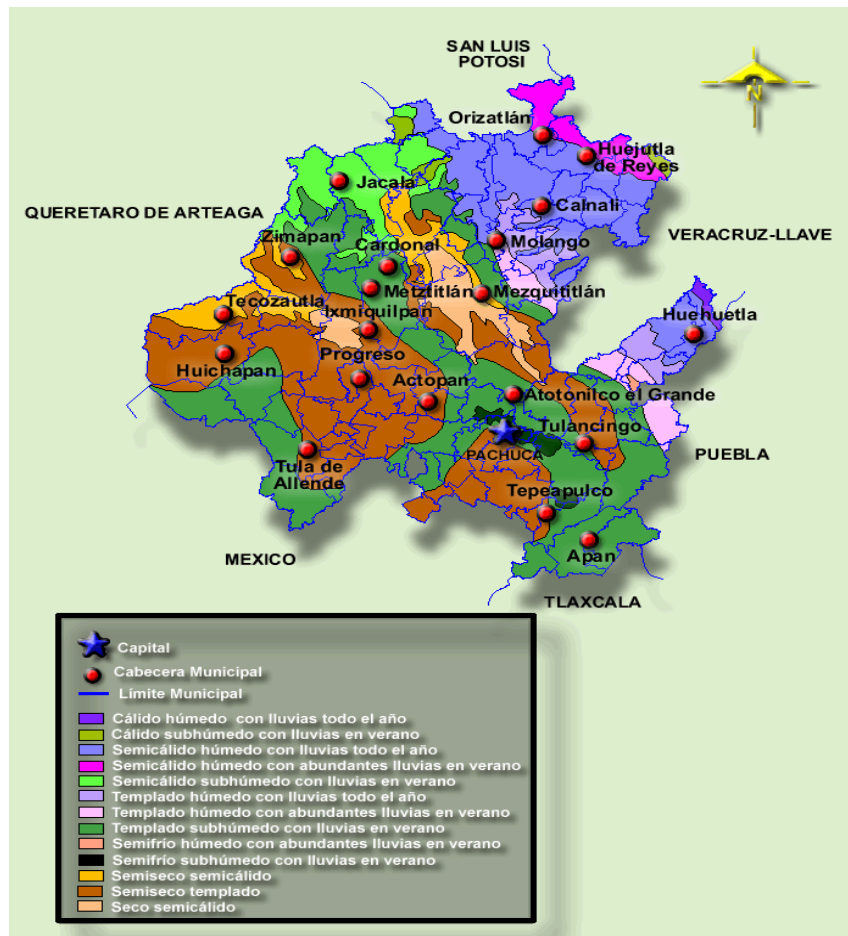
La población total del estado de Hidalgo es de 2,235,591 habitantes, siendo el número de habitantes del género masculino de 1,081,993 y con 1,153,598 habitantes del género femenino.

La población total del municipio de Ixmiquilpan es de 75725 habitantes con un número de población masculina de 35349 habitantes y una población femenina de 40376 habitantes. La población de la comunidad de La palma es de 200 habitantes

## Clima

El municipio de Ixmiquilpan presenta tres diferentes tipos de clima: templado subhúmedo con lluvias en verano, semiseco templado y seco semicálido, con una temperatura promedio de 17°C, (mapa 4).

En la localidad de La Palma, el clima es semiseco con temperaturas medias de 17°C, con una precipitación anual de 450 mm. A continuación se describe los tres tipos de clima:



Mapa 4 Climas que predominan en el Municipio de Ixmiquilpan



*Clima templado subhúmedo con lluvias en verano:* Se desarrolla en las elevaciones de la Sierra Madre Oriental, su temperatura media anual es de 14.5° C, la máxima es en mayo con 21.2° C y la mínima en diciembre con 8.3° C. Tiene una precipitación total anual de 610.8 mm, la cual presenta valores máximos en el mes de julio con 104.7 mm y es mínima en diciembre con apenas 7.2 mm.

*Clima semiseco templado con lluvias en verano:* Abarca casi toda la región conocida como el Valle del Mezquital, incluye la Mesa Rincón y Los Caballos, se extiende hacia el norte y hasta los alrededores del cerro Las Ruletas, también se distribuye en la porción correspondiente a la barranca Alcachofa y al Río Tulancingo.

La temperatura media anual es de 14.8° C, ocurre la máxima en mayo con 17.3° C y la mínima en noviembre con 9.4° C. La precipitación total anual es de 543.4 mm con una máxima incidencia en septiembre de 117.4 mm y una mínima en enero de 8.8 mm.

*Clima seco semicálido con lluvias en verano:* Su temperatura media anual es de 18.5° C, presentándose la máxima en julio con 24.7° C y la mínima en enero con 8.3° C, la precipitación total anual es de 364.6 mm con una máxima en junio de 66.3 mm y la mínima en febrero de 3.3 mm.

## **Orografía**

Está enclavado el estado de Hidalgo en tres provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la llanura costera del Golfo de México.

Tres cadenas de montañas conforman la región serrana y atraviesan el territorio hidalguense por el centro con dirección sureste-noroeste. La primera cadena es propiamente la Sierra Madre Oriental, que cubre la mayor parte del estado y donde se localizan las sierras de Zimapán, Jacala, Zacualtipán y Pachuca. La segunda cadena montañosa se inicia en Tulancingo y se une al núcleo central en el cerro de Agua Fría. La tercera va de Real del Monte a Pachuca y continúa hacia el noroeste por Actopan, Ixmiquilpan, El Cardonal, Zimapán y Jacala.

En el sureste del estado se localiza el valle de Tulancingo. Mientras que en el otro extremo, en dirección al oeste, se encuentra el Valle del Mezquital.

En el centro y norte del estado se ubican la Sierra Baja y la Sierra Alta y al sureste del estado corresponde a los Llanos de Apan.

El municipio de Ixmiquilpan se encuentra dentro del Valle del Mezquital.

## **Hidrografía**

Tres son los sistemas hidrográficos que existen en Hidalgo, todos tributarios del Golfo de México.

El primero es el Amajac, que nace en la Sierra Baja y se precipita sobre Omitlán, bordea los municipios de Actopan y Atotonilco el Grande, donde se incorpora al río Tizahuapan y más adelante sirve de límite a los municipios de Metztlán e Ixmiquilpan.



El segundo es el del río Metztlán, que nace con el nombre de Tulancingo, cruza por Acatlán, Huasca y Atotonilco el Grande hasta llegar a la imponente barranca de Metztlán de donde sale para unirse con el Amajac.

El tercero está constituido por el río Moctezuma, originado al noreste de la ciudad de México; penetra al estado por el municipio de Tepeji del Río, donde recibe el nombre de río Tula.

Adicionalmente a estos sistemas existen otras corrientes de aguas autónomas, como las de los ríos Candelaria, Atlapexco, Hule, Tlacolula y Yahualica, que nacen en la Sierra Alta y riegan los terrenos de la Huasteca. Dos más, el Chiflón y el Huehuetla, serpentean por la Sierra Tepehua.

### **Actividades Económicas**

La ocupación en Hidalgo es preferentemente agropecuaria; 61.3% de la población económicamente activa total se dedica a estas actividades. La industria absorbe al 15.8% del total de los trabajadores; de esta cifra, poco más de la mitad se concentra en actividades mineras y en la construcción de equipo y material de transporte. El comercio brinda oportunidades de empleo a 5.7% del total de los trabajadores; los servicios, a 11.6% y las actividades no específicas, a 5.6%.

El 18% de la superficie de la entidad está cubierta por pastizales donde se desarrolla una ganadería extensiva de bovinos, caprinos y ovinos. El Estado tiene cuatro distritos de riego que cubren 61,987 Ha, en las que se cultiva alfalfa con rendimientos superiores al promedio nacional. Productos importantes son también maíz, trigo, jitomate, frijol, avena forrajera, cebada, calabaza y chile. En las zonas de temporal, que abarcan una superficie de 328,548 ha, el maíz es el principal cultivo.

El 76% del valor de la producción agrícola de Hidalgo proviene de siete cultivos: maíz, alfalfa, frutas, agaves, café, jitomate y trigo, que ocupan el 72% de la superficie cultivada. Hidalgo es rico en yacimientos de minerales metálicos, entre ellos oro, plata, plomo y mercurio.

La industria pesada y de transformación se concentra en tres sitios: Ciudad Sahagún, con fundición y fabricación de partes, carros de ferrocarril y vehículos automotores; Tula y Huichapan, principales núcleos de producción cementera, y Tulancingo y Tepeji del Río, con sus fábricas de textiles y de confección.

La principal actividad económica del municipio de Ixmiquilpan es la agrícola con la producción de forrajes y hortalizas.

La localidad de La Palma su principal apoyo económico lo tiene del exterior, en su mayoría de la población que emigra a los Estados Unidos de América. Otras fuentes de ingresos y trabajo son los pequeños comercios de la localidad y el empleo de la mano de obra para las actividades de la construcción. La actividad agrícola se ve afectada por la escasez del agua, esto a provocado que no se tenga una variedad de cultivos. Sus principales cultivos son el maguey y la lechuguilla. La actividad ganadera y avícola es casi nula.



---

## Vías de comunicación

Las carreteras federales que comunican al Estado de Hidalgo tienen una longitud de 763 Km, 643.7 pavimentados y 128.5 revestidos, y las estatales suman 1731.5 km, 589.6 pavimentados, 977.7 revestidos, 75.8 de terracería y 88.4 de brecha.

La red ferroviaria tiene 647 km de longitud, de los cuales 514 corresponden a troncales y ramales, 108 a líneas secundarias y 25 a particulares. Ixmiquilpan esta Localizada a 158 kilómetros de la Ciudad de México y 76 al norte de Pachuca.

Las cabeceras municipales cuentan con acceso caminero y solamente 6 de ellas aun no disponen de un camino totalmente pavimentado.

El rostro urbano de las principales ciudades del estado ha sido transformado significativamente; para responder al crecimiento de estas ciudades y su demanda de infraestructura vial, se han modernizado los puntos de acceso y salida de las ciudades de: Pachuca, Tulancingo, Tula, Apan, Ixmiquilpan, Actopan, Mixquiahuala, Progreso, Tizayuca y Emiliano Zapata. En estos municipios se cuenta ya con más de 60 kilómetros de bulevares de 4 a 8 carriles de circulación y operan ya 8 distribuidores viales a desnivel.

La carretera que conecta a Ixmiquilpan con la comunidad de La Palma tiene una longitud aproximada de 15 km, de los cuales 5 km esta pavimentados y 10 km de terracería (mapa 5). Todos los caminos que integran la comunidad de La Palma son de terracería, (mapa 5).

## Actividades del CREIM







La actividad de investigación de campo será fundamental, sin embargo este centro tendrá amplias acciones de extensión de salud, ciencia, cultura y recreación.

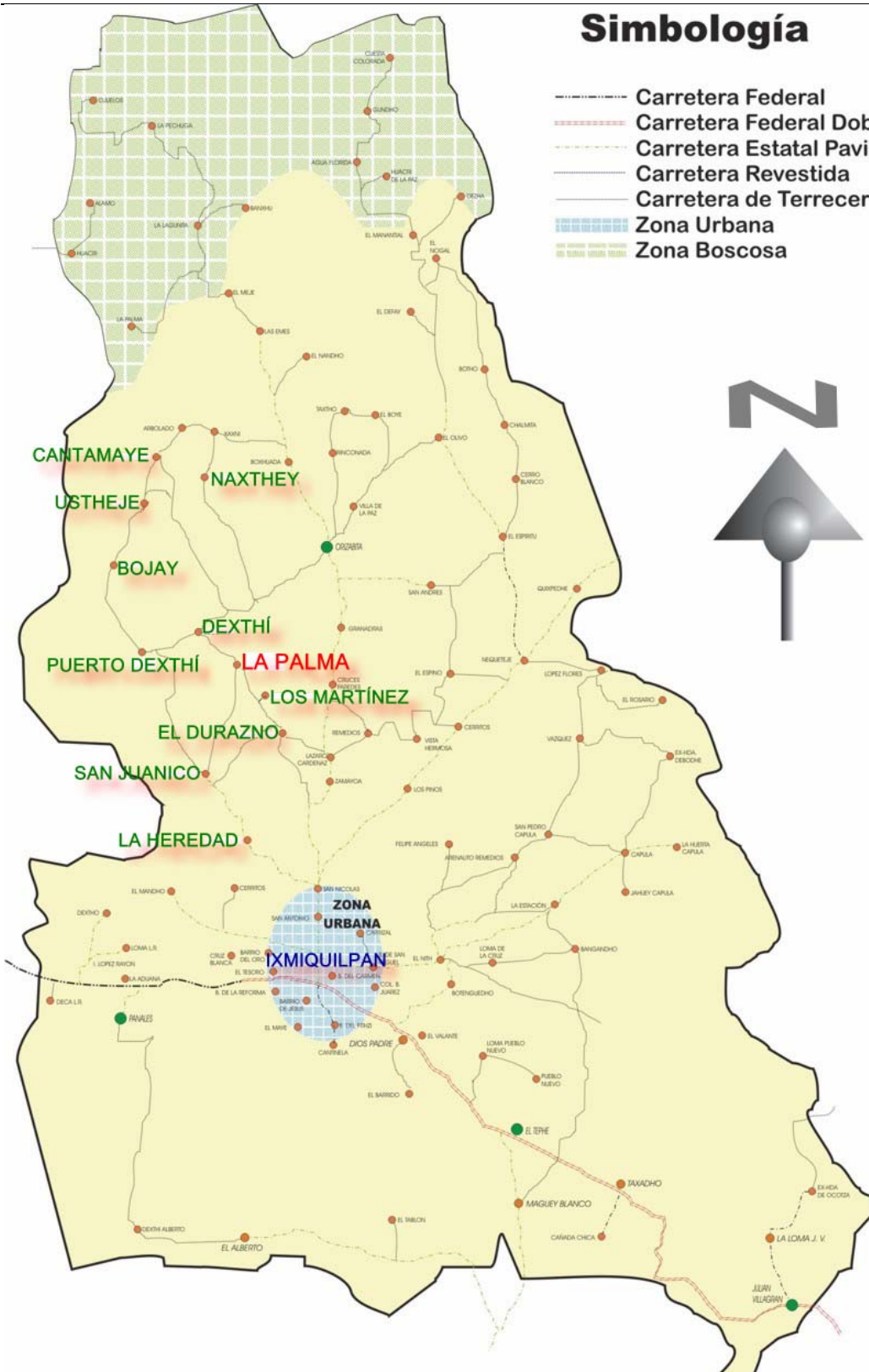
Las comunidades a atender son las del Barrio de San Juanico, es decir: Durazno, Heredad, San Juanico, La Palma, Martínez, Dexthi, Nistehe, Cantamayé, Ustehe y Naxthey, con una población aproximada de 5000 personas, independientemente de que puedan llegar de otras comunidades.

En cuanto a cuestiones de salud se atenderá de primera instancia, es decir, a nivel preventivo y por dolencias leves, así como salud comunitaria. Se dará servicio y asistencia a la actividad ganadera a través de especialistas en veterinaria, así como la actividad agrícola será beneficiada por biólogos. La investigación será de primer nivel y participarán estudiantes de todas las especialidades, también de posgrado con trabajos de investigación en la región.



## Simbología

-  Carretera Federal
-  Carretera Federal Doble Carril
-  Carretera Estatal Pavimentada
-  Carretera Revestida
-  Carretera de Terrecería
-  Zona Urbana
-  Zona Boscosa



**Mapa 5 Comunidades y Carreteras de Ixmiquilpan**  
Fuente: INEGI



---

En general las necesidades que se tienen que cubrir son las siguientes:

### **NECESIDADES Y ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA EL CENTRO REGIONAL DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA (CREIM)-BIONIGMA**

Los elementos que constituyen al CREIM son los siguientes:

- Sala de Espera (con capacidad para unas 30 personas). Se ha sugerido que fuese como un patio central ambientado con cactáceas.
- Recepción.
- Consultorio médico (fundamentalmente para 4 enfermeras).
- Sala para atención optométrica (para atención simultánea de 4 personas)
- Sala para atención odontológica (con capacidad para dos unidades odontológicas).
- Laboratorio de biología (para trabajo de 8 personas).
- Sala de Veterinaria (4 médicos veterinarios).
- Sala de Psicología (4 sicólogos).
- Sala para Trabajo Social (5 trabajadores sociales).
- Sala de Cómputo (5 Equipos completos).
- Sala de Juntas (capacidad para 50 personas).
- Ludoteca (para préstamo de materiales).
- Biblioteca (capacidad para 30 personas).
- Vivero-Invernadero.
- Pequeño corral para cuarentenas (para hasta 5 vacas).
- Zona de cultivo de hortalizas y experimentación de biología.
- Dormitorios para 20 personas y baños con regaderas.
- Baños para público.
- Cocineta para dormitorios.
- Almacén.
- Instalación de gas estacionario.

La actividad de campo será la fundamental, sin embargo este centro tendrá amplias acciones de extensión en salud, ciencia, y cultura.

Los dormitorios son para los residentes, no se contempla que se queden en ellos los brigadistas, pues para eso está el centro piloto.

Las comunidades a atender son las del Barrio de San Juanico, es decir: Durazno, Heredad, San Juanico, La Palma, Martínez, Dexthi, Nistehe, Cantamayé, Ustehe, Naxthey, con una población aproximada de 5000 personas, independientemente de que puedan llegar de otras comunidades.

En cuanto a cuestiones de salud se atenderá de primera instancia, es decir, a nivel preventivo y por dolencias leves, así como salud comunitaria.

La investigación será de primer nivel y participarán estudiantes de posgrado con trabajos de investigación en la región.

Los corrales no tendrán mucha capacidad, pues solo serán para observación.

Hay que poner especial énfasis en que sean espacios abiertos y con la mayor cantidad de iluminación natural, así como con materiales de la zona. La cuestión de paisaje es muy importante.



---

## Conclusiones

Se describió y caracterizó el sitio de estudio, se conocen ahora sus ventajas y desventajas, por ello es necesario llevar a cabo la construcción del centro multidisciplinario, considerando el marco económico, político, social y físico. Las carencias de la población son tales que se justifica ampliamente la puesta en marcha de proyecto “CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE DE LA PALMA EN EL ALTO MEZQUITAL, HDG”.

**CAPITULO II**  
**ESTUDIOS**  
**PRELIMINARES**



## II.1 Geología

### LA PALMA IXMIQUILPAN, HIDALGO



## Objetivo de Geología

Para la ejecución de esta obra el reconocimiento geológico del terreno, tanto en superficie como en profundidad, es una labor previa indispensable, de cara a verificar la adecuación del lugar seleccionado, detectar eventuales problemas de cimentación y zonificar el territorio respecto a su protección, usos y aprovechamientos. Se mencionara el tipo de geología histórica, la estratigrafía, la existencia de fallas con base a la fracturación del terreno; se investigaran otros fenómenos como son los posibles deslizamientos de tierras, y si el terreno es propenso a filtraciones de agua; cabe mencionar que no existe otro estudio acerca de esta zona, por ello se dio a la tarea de investigar el lugar.

## Investigación en la bibliografía

En la siguiente figura se observa, que la zona de estudio (**La Palma**), está ubicado exactamente en la zona de depósitos aluviales y lacustres (**Qal**).

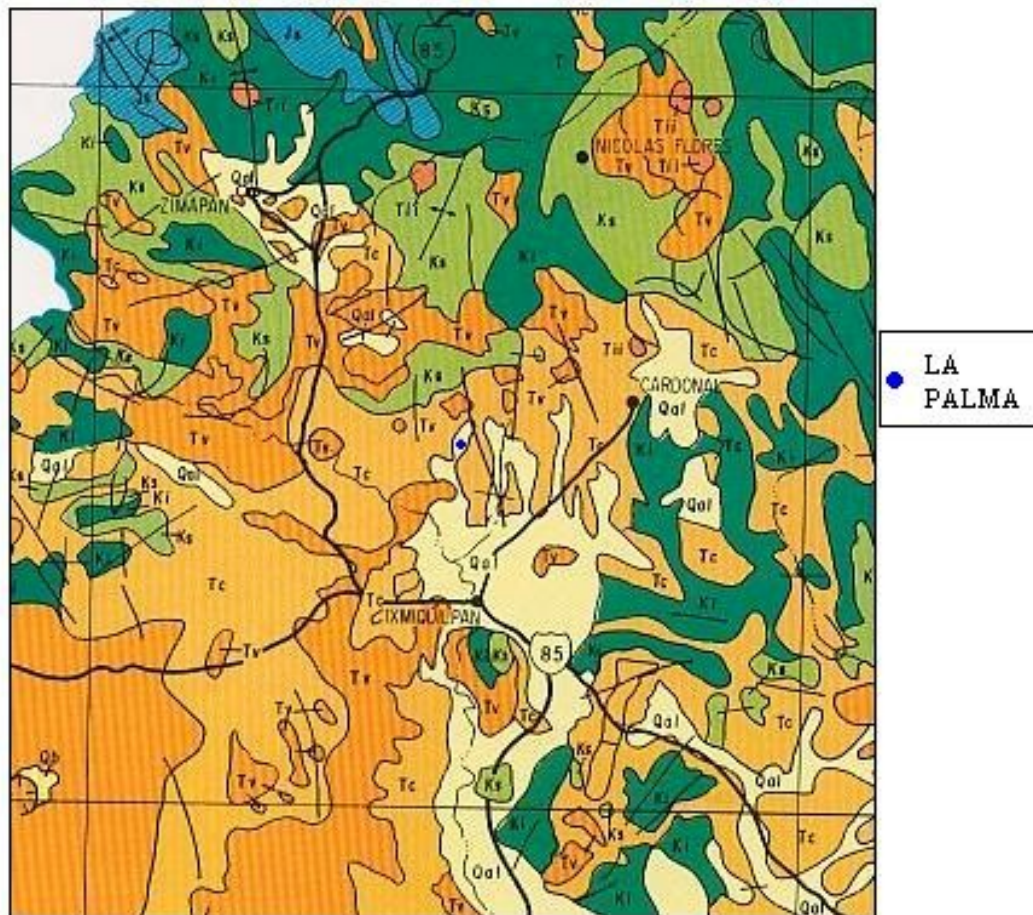


Figura 1 Mapa Geológico de la Zona de Estudio  
Fuente: INEGI



**Figura 2 Explicación del mapa Geológico de la Zona de Estudio**  
Fuente: INEGI

ERA	PERIODO	EPOCA	LOGO EN MAPA	ESTRATIGRAFIA	SIMBOLOGIA	LITOLOGIA	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Qal			Depositos Aluviales	
		Plistoceno	Qb			Basalto y Andesita	
	TERCIARIO	PLIOCENO	Tarango			Arena	Basalto
			Tlanchinol	Atotonilco San Cristóbal		Toba	Andesita
			Zumate	Texcapilla		Basalto Andesita	Toba Arena
			Don Guifó			Toba Riolítica	
		MIOCENO	Grupo Pachuca			Dacítica	Basaltos Andesitas Riolitas Lahares Brechas Dacitas
			Las Espinas			Andesita	
	TERCIARIO INFERIOR	CRETACEO	Grupo El Morro	Tc		Conglomerado Polimítico	
			Formación Chicontepec	Tm		Areniscas, Lutitas y Margas	

**Figura 3 Estratigrafía, simbología y litología de la Zona de Estudio**  
Fuente: INEGI

Para complementar, se investigo todo lo relacionado con la zona en estudio, a continuación se describe:

**“La geología del Estado está constituida por un basamento de rocas metamórficas de edad precámbrica que soporta en discordancia a una potente secuencia de rocas sedimentarias paleozoicas. Rocas sedimentarias mesozoicas del Triásico-Jurásico y Cretácico sobreyacen en discordancia angular a las rocas anteriores estando éstas a su vez cubiertas por un cenozoico que en su base es marino, para cambiar hacia su cima a rocas volcánicas de composición andésítica y basáltica”.**

### **CONSEJO DE RECURSOS MINERALES**

La zona de estudio esta ubicado en la provincia fisiográfica **Sierra Madre Oriental**, que tiene como característica que sus sierras están orientadas noroeste-sureste constituidas por rocas paleozoicas y mesozoicas.



**Figura 4 Sierra Madre Oriental.**  
Fuente: INEGI

En esta provincia afloran las rocas más antiguas de México (Precámbrico), y junto con está una serie completa de unidades estratigráficas que abarca el Paleozoico Superior (Pérmico), todo el Mesozoico y el Cenozoico.

La **Sierra Madre Oriental** tuvo su desarrollo sobre estructuras (cuerpos geológicos deformados) precámbricas y paleozoicas, sobre las que ahora se encuentran rocas mesozoicas que forman pliegues de diferentes tipos y orientaciones. En Hidalgo el carácter estructural de esta cordillera es acentuado por pliegues complejos recostados hacia el noreste y grandes fallas de empuje (cobijaduras), que han arrancado de raíz fragmentos del basamento precámbrico y paleozoico, e imbricado la secuencia mesozoica suprayacente.



Es posible que haya una relación estrecha entre los períodos de deformación tectónica y la ubicación de cuerpos intrusivos de diversa composición, como los que aparecen en esta provincia, que atraviesan la secuencia de rocas mesozoicas, y han propiciado la mineralización de zonas como Zimapán.

A fines de Plioceno y principios de Pleistoceno (Cuaternario), se originó la emisión de lavas máficas que, por una parte, obstruyó el drenaje existente, formando cuencas endorreicas y por otra, pequeños lagos donde se depositaron sedimentos como la **Formación Tarango**. Hacia fines del Pleistoceno se inicia la oxidación de los yacimientos minerales, así como el depósito de gravas y arenas. Durante el reciente ocurre la erosión de estas últimas, y se depositan los sedimentos aluviales y regolíticos cuaternarios (fotografía 1).



Fotografía 1 Depósitos Sedimentos Aluviales

### Formación Tarango

Se encuentra representada por material clástico que se acumula relleno de amplios valles. Esta formación fue depositada por corrientes de aguas superficiales que acumularon gravas, arenas, limos y arcillas. Su espesor aproximado es de 400m (Fries Jr., 1962).

La Formación Tarango está constituida por **tobas** (fotografía 2), **depósitos volcanoclásticos, depósitos lacustres, caliche y conglomerados** (fotografía 3). Los horizontes volcanoclásticos consisten de ceniza re trabajada, en ocasiones presentan estratificación cruzada. Los **depósitos lacustres** consisten de **arcilla, limos y arenas finas** por lo general de colores claros en estratos menores de 20 cm. El **Caliche** aparece como “costras” en algunos afloramientos de la formación (fotografía 3).



**Fotografía 2 Tobas**



**Fotografía 3 Caliche**



**Fotografía 4 Conglomerados**



**Fotografía 5 Terreno del Centro Multidisciplinario**

## Investigación de Campo



**Fotografía 6 Terreno**

Para esta, se cavaron dos pozos a cielo abierto<sup>1</sup>, cada uno de ellos a 80 cm de profundidad, este es un Método de Exploración Preliminar, del que se obtienen muestras alteradas e inalteradas.

Para el estudio de geología, solo nos importa la muestra alterada; esto es, porque nos interesa saber el tipo de suelo así como características y propiedades; por lo que la pérdida de humedad de la muestra no afecta. Las muestras fueron extraídas en forma de cubo, aproximadamente de 10 cm por lado, para poder extraerlas fácilmente y colocarlas en bolsas de plástico para protegerlas.

La profundidad del Nivel Freático, es de 250 metros en la zona de estudio, conocer el nivel es importante para predecir la productividad de los pozos y explicar los cambios de flujo de las corrientes y los manantiales, así como las fluctuaciones del nivel de los lagos, con miras a determinar algunas propiedades del suelo. Cabe mencionar que el Nivel Freático es muy profundo, por lo cual extraer el agua costaría una fortuna.

En el proceso de excavación de los pozos a cielo abierto, observamos las siguientes características del suelo:

- En el Pozo 1 (fotografía 7) se pueden diferenciar tres estratos con espesores de 14 cm, 25 cm y 35 cm respectivamente a medida que se profundizaba.

<sup>1</sup>La exploración de los Pozos a Cielo Abierto se menciona con más detalle en la parte de Mecánica de Suelos, así como la muestra inalterada.

Las muestras alteradas son simplemente porciones de suelo que se protegerán contra pérdidas de humedad introduciéndolas con frascos o bolsas emparafinadas. Las muestras inalteradas deberán tomarse con precauciones, generalmente labrando la muestra en una oquedad que se practique al efecto en la pared del pozo. La muestra debe protegerse contra pérdidas de humedad envolviéndola en una o más capas de manta debidamente impermeabilizada con brea y parafina.



**Fotografía 7 Pozo a Cielo Abierto # 1**

- En el caso del Pozo 2 (fotografía 8), a simple vista se observan dos estratos con espesores de 20 cm y 60 cm aproximadamente desde la superficie del terreno hasta el punto más profundo.



**Fotografía 8 Pozo a Cielo Abierto # 2**

- En ambos casos, el estrato más superficial parece ser un material depositado por el arrastre de agua y altamente erosionado por la acción de esta, y del viento. (fotografía 9)



**Fotografía 9 Depósitos Aluviales**

- La excavación de los pozos se dificultó un poco a medida que se profundizó, y aunque el material se disgrega con el toque y el moldeo simple de las manos, es difícil penetrarlo al inicio con la herramienta, presentando cierto grado de compactación (fotografía 10).



**Fotografía 10 Excavación de pozos a cielo abierto**

- Al estar en campo, la simple inspección ocular nos habla de un suelo sedimentario, muy fino del tipo arcilloso, con poca o nula presencia vegetal, de color carne claro, altamente absorbente, pero que permite la filtración del agua (fotografía 11).



Fotografía 11 Inspección Ocular

- Dos pruebas de campo que se realizaron para identificar el suelo, son:
  - a) Se humedeció un poco la muestra con las manos, el material no se pudo quitar, por lo tanto se supuso que es un **suelo arcilloso** (fotografía 12).



Fotografía 12 Prueba de Campo

- b) Se agregó a la prueba ácido clorhídrico (Limón), para que el material reaccionará, efervescente y burbujeante, por lo cual se concluye que la muestra contiene Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

- Otro punto que conviene considerar, es la presencia de un talud en la colindancia, donde encontramos material similar al talco, con poca resistencia al punzonamiento (fotografía 13).



**Fotografía 13 Talud en la colindancia**

### **Investigación de Gabinete**

Se tomaron las muestras alteradas del terreno, las cuales se llevaron a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que con ellas, se disponga el tipo de suelo, características y propiedades que existen en el lugar; para ello, solicitamos ayuda a especialistas en la materia.

Se pidió asesoría al Departamento de Geología, que junto con otros Ingenieros Geólogos, ayudo a colaborar para analizar las muestras, arrojando lo siguiente:



### Clasificación Megascópica

<b>Muestra (talud de colindancia)</b>	
<i>Color de intemperie</i>	<b>Gris</b>
Color fresco	<b>Blanco</b>
Textura	<b>Clástica (Muy fina)</b>
Estructura	<b>Masiva</b>
Densidad	<b>Baja</b>
Humedad	<b>Seca</b>
Composición mineralógica	<b>Arcilla en baja proporción, Carbonato de Calcio como componente principal.</b>
Nombre	<b>Caliche(CaCO<sub>3</sub>)</b>
Clasificación de la muestra	<b>Depósito de Caliche: suelo residual teniendo posibilidad de ser un depósito Lacustre</b>
Otras observaciones	

Tabla 1 Muestra (talud de colindancia) <sup>2</sup>

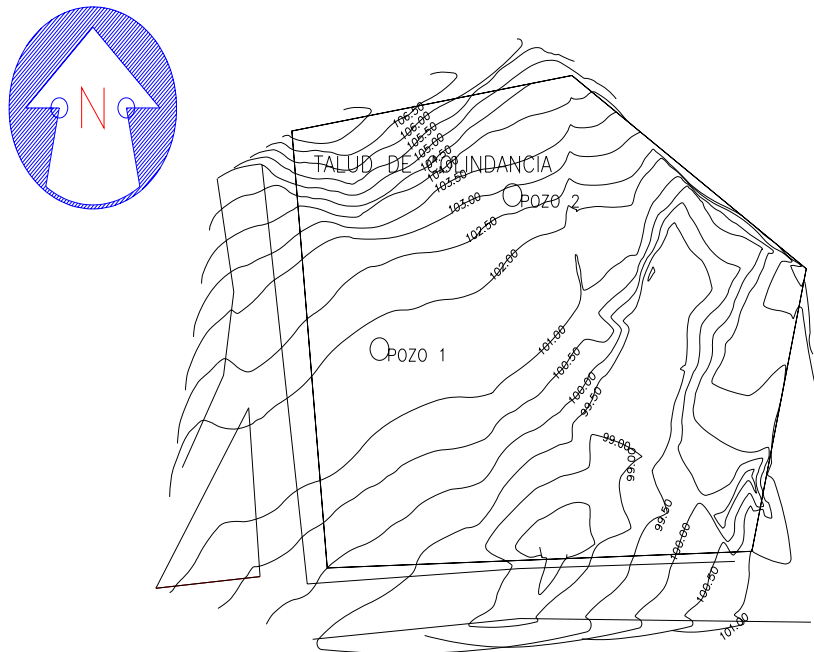
<b>Muestra pozo #1 (0.75 m de profundidad)</b>	
<i>Color de intemperie</i>	<b>Café claro</b>
Color fresco	<b>Café claro</b>
Textura	<b>Piroclástica</b>
Estructura	<b>Masiva y Compacta</b>
Densidad	<b>Baja o Ligera</b>
Humedad	<b>Seca</b>
Composición mineralógica	<b>Arcilla como componente principal</b>
Nombre	<b>Toba arcillosa</b>
Clasificación de la muestra	<b>Material Piroclástica (ceniza volcánica). Roca piroclástica tipo suelo.</b>
Otras observaciones	<b>No efervece con HCl. Presenta hueco orificios probablemente dejados por materia orgánica.</b>

Tabla 2 Muestra pozo #1



<b>Muestra pozo #2 (0.75 m de profundidad)</b>	
Color de intemperie	<b>Café claro</b>
Color fresco	<b>Café claro</b>
Textura	<b>Piroclástica</b>
Estructura	<b>Masiva (capa horizonte)</b>
Densidad	<b>Baja</b>
Humedad	<b>Seca</b>
Composición mineralógica	<b>Arcilla como componente principal, Carbonato de Calcio como secundario en pequeñas oquedades</b>
Nombre	<b>Toba arcillosa</b>
Clasificación de la muestra	<b>Material Piroclástica (ceniza volcánica). Roca piroclástica tipo suelo, probablemente depositado en un medio acuoso (lacustre)</b>
Otras observaciones	<b>Presenta oquedades rellenas con carbonato de calcio recristalizado.</b>

**Tabla 3 Muestra pozo #2**

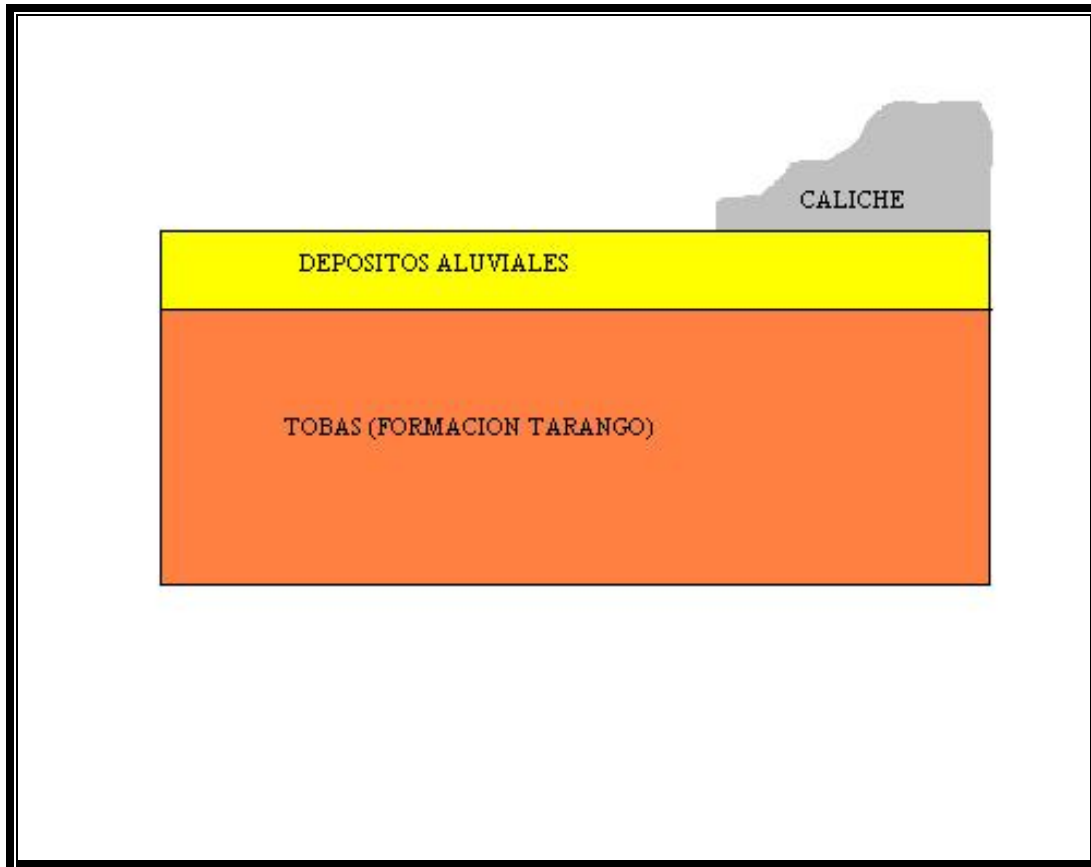


**Figura 5 Ubicación de Muestras**

Se pregunto el origen de la geología al Departamento de Geología, el cual en voz del Ing. Arturo Tapia, comento que se trata de un suelo que se encuentra dentro de la **Formación Tarango**, en el **Eje Neovolcánico** además es suelo de origen lacustre con una gran cantidad de calcio y cementantes.

## Conclusiones

A partir de las investigaciones de campo, bibliográfica, gabinete, además de una charla técnica con el Departamento de Geología, se concluye que, la zona en estudio no se encuentra en el Eje Neovolcánico sino en la **Sierra Madre Oriental**, dentro de la **Formación Tarango**, por lo tanto la investigación Megascópica de las muestras alteradas concuerda con lo investigado en las fuentes bibliográficas, la siguiente figura muestra como están los estratos en la zona de estudio.



**Figura 6 Conclusión de la Estratigrafía de la Zona de Estudio**

Para la ejecución de esta obra, el suelo está compuesto por tobas las cuales por su estratigrafía no afectará a la cimentación y no habrá deslizamientos, tampoco se presentan fallas en el terreno ni cerca de él, el suelo es propenso a la filtración de agua pero no afectará a este, y será viable para la construcción.



## II.2 Topografía

### LA PALMA IXMIQUILPAN, HIDALGO



## Objetivo

La realización de un levantamiento topográfico y, la demostración de un amplio conocimiento del manejo de los instrumentos de medición, para adquirir las dimensiones y área de la poligonal, así como las curvas de nivel del terreno, para el proyecto de Arquitectura del Centro Multidisciplinario, a través de la experiencia adquirida dentro de la etapa universitaria.

## Introducción

Para la elaboración del proyecto de Arquitectura, se tiene la necesidad de conocer las dimensiones del terreno o saber si el terreno es completamente plano y horizontal, etc. Ante estas innumerables interrogantes se hace evidente la necesidad de contar con una ciencia que se ocupe de ello, tanto en la planimetría (las dimensiones horizontales de éste), como en la altimetría (diferencias de altura o cotas). Para ello existe la Topografía, ciencia que responde a estas interrogantes llevando las dimensiones del terreno, en una forma sorprendentemente precisa, a representaciones gráficas que son de gran utilidad, y más aún, de vital importancia, para el desarrollo de la ingeniería, ya que de los resultados de la topografía depende directamente la ubicación, tanto en el plano como en la cota, de cualquier obra civil que se quiera construir correctamente. Con lo mencionado anteriormente, queda en claro que es deber de un Ingeniero Civil tener un amplio conocimiento y manejo de esta ciencia; para así ser capaz de interpretar el significado de una nivelación, de un levantamiento o de una curva de nivel, por ejemplo, y valerse de éstos conceptos para elaborar correcta y lo más óptimamente posible un proyecto.



**Fotografía 1 Estudiantes de Ingeniería Topográfica y Geodesia**

Éste es el objetivo que se ha perseguido a lo largo del trabajo topográfico del predio del “Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable de La Palma En el Alto Mezquital, Hidalgo”, en el cual se han conocido los fundamentos y alcances más



significativos de esta ciencia, como también se ha aprendido a utilizar los instrumentos de medición propios de un estudio topográfico, teniendo así la oportunidad de aplicar cabalmente la teoría aprendida a lo largo de la carrera. Sin embargo es esencialmente en la práctica final, de la cual trata el presente capítulo, donde se da la posibilidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos y los objetivos alcanzados a lo largo del desarrollo de la carrera.



**Fotografía 2 Terreno**

### **Descripción del Terreno<sup>1</sup>.**

El terreno que se eligió para realizar el “Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable”, esta ubicado en La Palma Ixmiquilpan, en el Alto Mezquital Hidalgo; terreno donado por la misma comunidad de la Palma.

El terreno se encuentra limitado por lo siguiente:

- Al norte con una casa de un nivel.
- Al sur con una calle secundaria.
- Al este con un muro de mampostería y un conjunto de casas.
- Al oeste con el camino principal que te lleva al Dexthi hacia al norte y hacia el sur a Ixmiquilpan.

Las características del terreno son las siguientes<sup>2</sup>:

---

<sup>1</sup> Se anexan datos obtenidos de las mediciones hechas al terreno, las correcciones realizadas y los cálculos efectuados posteriormente, todo esto para poder llevar a cabo correctamente el levantamiento. Dentro del anexo se encuentran las definiciones de conceptos básicos de la topografía, así como planificaciones detalladas de las tomas de datos y cálculos realizados, logrando una mayor claridad de la información presentada que sirva de modesta ayuda a futuros estudiantes del ramo que consulten este material.

<sup>2</sup> Se incluyen fotografías de colindancias y características del terreno, ver Anexo de Fotografías de Topografía

- Es irregular, muy disparejo y accidentado todo el terreno, esto quiere decir que no existen zonas con un mismo nivel.
- La zona junto a la casa, existe un talud con gran pendiente.
- La zona de la calle secundaria, se encuentra un cubo de concreto, el cual funciona como punto de salida del agua que corre por el canal, así como hace la función para que los autos pasen sin problemas.
- Cabe mencionar que se propusieron 5 puntos (A al E) para poligonal propuesta de este terreno.
- En el punto A se encuentra un poste de concreto para el paso de la luz.
- En el punto B, se encuentra en Mezquite que este sirve como punto de límite del terreno.
- Existe un arroyo (solo se crea en tiempos de lluvias), que se forma desde más arriba del muro de mampostería y su flujo traspasa el cubo de concreto.
- El punto D es designado aleatoriamente, y éste es perpendicular al muro de mampostería.

Para mayor entendimiento de lo dicho anteriormente, se presenta el croquis siguiente:

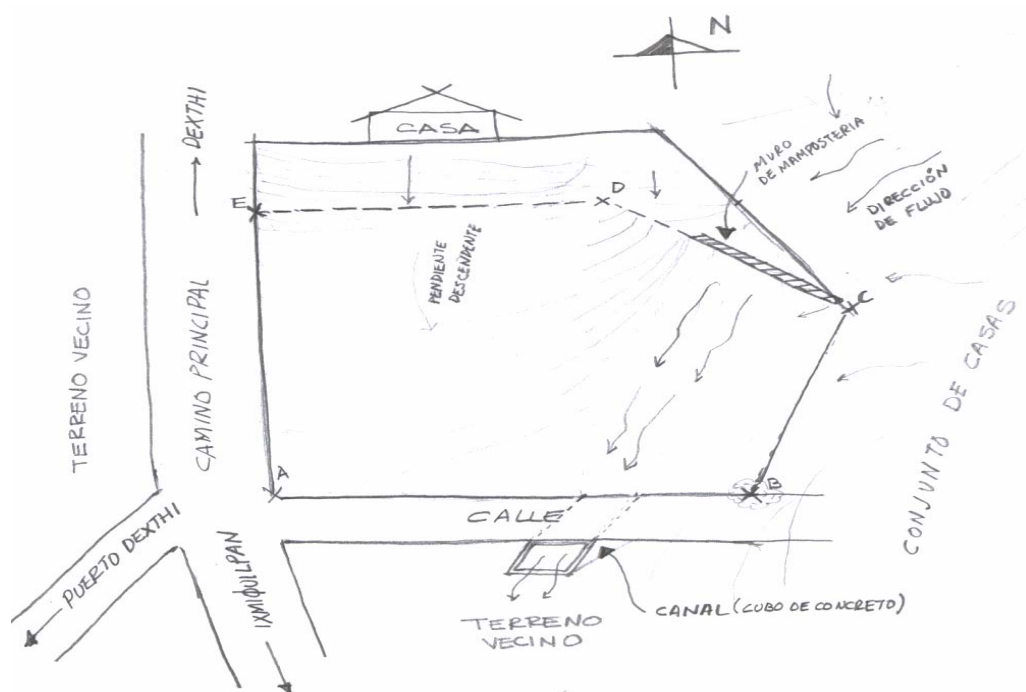


Figura 1 Croquis del Terreno



### Equipo Topográfico Utilizado<sup>3</sup>

Primer Levantamiento Topográfico	Segundo Levantamiento Topográfico:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Teodolito marca "Carl Zeiss"</li> <li>• 1 Teodolito (T2 Wild) de mira directa</li> <li>• Cuatro estadales</li> <li>• Cuatro balizas</li> <li>• 2 Brújulas</li> <li>• 2 Cintas de 30 metros</li> <li>• 2 Tripies</li> <li>• 4 plomadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación Total (Leica TC-600)</li> <li>• 1 Trípode</li> <li>• 2 Prismas</li> <li>• 2 Jalones</li> <li>• 2 Bípodes</li> </ul>

**Tabla 1 Equipos Topográficos Utilizados**

Este equipo fue prestado por el Departamento de Topografía que esta ubicado en la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica; Facultad de Ingeniería, UNAM.

#### **Teodolito Optico Wild-Leica T2 de 1" (fotografía 3)**

El Teodolito Wild T2 esta diseñado para observar puntos a una distancia de 32 Km. Las medidas actuales de distancia variarán de 32 Km. con distribución Normal; se dice que para este teodolito la desviación típica es de 0.1 Km. Para contrastar esta afirmación, se seleccionan aleatoriamente 28 teodolitos y se mide la distancia con cada uno. Esto proporciona una cuasivarianza muestral de  $S^2 = 0.0169$  Km. Completar el contraste a un nivel del 5%.

Sus características son:

- Teodolito óptico automático marca WILD modelo T-2,
- con precisión en sus círculos horizontal y vertical de 1" (UN SEGUNDO),
- aumentos del lente de 30x,
- imagen directa,
- diámetro del campo visual a 1000 m de 29 m,
- distancia mínima de enfoque de 2.2 m. compensador automático en el círculo vertical y plomada óptica.

#### **Estación Total Leica TC-600 (fotografía 4)**

Sus características son:

- Estación total de 1.5 mgon 1300m (1p) con registro interno para 2000 puntos.
- Programas internos.
- Base nivelante con plomada óptica.
- Batería de 0.45 Ah y una adicional.

<sup>3</sup> Se incluirán fotografías del Equipo Topográfico, en el Anexo de Fotografías de Topografía, así como las definiciones de cada una de ellas en el Anexo de Topografía.

- Cargador de dos baterías, inteligente.
- Cable Lemo RS232



**Fotografía 3 Teodolito Óptico de Mira Directa (T2 Wild)**



**Fotografía 4 Estación Total (Leica TC-600)**



## Primer Levantamiento Topográfico<sup>4</sup>

El primer levantamiento topográfico se logró en dos etapas, estas consistieron en lograr en la primera visita la planimetría y en la segunda visita la altimetría.

La planimetría considera la proyección del terreno sobre un plano horizontal. Para representar gráficamente el terreno que levantamos, es necesario el apoyo de figuras geométricas, puntos, líneas rectas, curvas, coordenadas, etc. Por esta razón nos apoyamos en una poligonal cerrada, la cual fue realizada para ver los linderos directamente y se formó un polígono desde cuyos vértices definimos el contorno del terreno que nos interesaba representar.

### Calculo de Poligonal:

Una vez instalados en el terreno, se realizó una exploración de éste, lo cual se decidió generar una poligonal externa por lo accidentado del terreno. Se comenzó con la ubicación de los puntos de referencia para generar la poligonal (figura 1); por lo que la poligonal se compone de 5 puntos, lo cual se debe por la extensión del terreno y sus colindancias.

Para obtener los datos en terreno, se utilizaron: un teodolito marca “Carl Zeiss”, cuatro balizas, 2 brújulas, 2 cintas metálicas de 30 metros, 1 Tripie y pedazos de varilla (utilizados para fijar las estaciones).



Fotografía 5 Teodolito marca “Carl Zeiss”

<sup>4</sup>Se incluirán fotografías de los puntos de la poligonal, en el Anexo de Fotografías de Topografía, así como las definiciones de poligonal y los puntos de esta, cada una de ellas en el Anexo de Topografía.



El punto A esta ubicado junto a un poste de luz, que se encuentra en la esquina del camino principal y la calle secundaria, el punto B está ubicado sobre un Mezquital el cual se encuentra colindante a la calle secundaria, el punto C esta ubicado al inicio del muro de mampostería; el punto D se ubico aleatoriamente por lo accidentado del terreno, y el punto E esta ubicado colindante al camino principal.

En primer lugar se fijaron 5 estaciones, éstas serán los puntos del terreno donde se situará el instrumento. Estas estaciones cumplen con la condición principal de ser visibles entre ellas. Las estaciones están en zonas que son accesibles y presentan buenas condiciones para situar el instrumento. A las estaciones se les asigno el nombre de estación A, B, C, D y E, siguiendo el contorno de un polígono cerrado.

Para el trazo de la poligonal se situó el Teodolito en la primera estación (A), éste quedo bien nivelado y coincidió con la plomada óptica, para de ésta forma se aseguro de que el eje óptico se encontrará precisamente sobre la estación y no sobre un punto cercano a ella, lo que acarrearía un error considerable en todas las medidas posteriormente realizadas desde dicha estación. Se calo el instrumento al Norte supuesto (calar significa fijar la lectura del ángulo acimutal en 0 gradianes), se midieron los azimutes de las líneas que unen a la estación A con las estaciones B, C, D y E. Se localizo la estación B y tomamos el azimut de A – B, medimos la distancia de A - B, se llevo el aparato a la estación B y se situará el instrumento sobre dicha estación de la misma forma que se hizo en A y sin olvidar medir la altura instrumental, se centro y se nivelo, se midió el ángulo interior que conforman las líneas B - A y B - C, de la misma manera que se hizo para medir el azimut A – B, pero con la única diferencia que ahora se calará el cero en la estación uno y se midió la distancia B - C. Siguiendo el mismo procedimiento, se hará los cambios de estación a C , tomando todas las medidas ya mencionadas y así sucesivamente con las demás estaciones. Se vuelve a centrar y nivelar el aparato en A y se lee el ángulo E-A-B.

Cabe mencionar que las mediciones de estación a estación se hicieron por medio de una cinta metálica y plomadas para reducir errores. Con los datos obtenidos, se estuvo en condiciones de calcular los azimuts y cotas de las estaciones y las distancias horizontales, para de esta forma calcular las coordenadas de cada estación. A la estación A se le asigno coordenadas de 500 m en X (o Este) y 500 m en Y (o Norte). Como para cada dos estaciones se tendrán dos distancias horizontales (una de ida y otra de vuelta), se considero el promedio de las dos. Se confecciono una tabla para la poligonal, donde se calculo generadores, distancias horizontales, desniveles, azimuts, cotas y cotas corregidas; para la corrección de la poligonal, se confecciono otra tabla, donde se calcularán desplazamientos en X y en Y, correcciones en ambas componentes, desplazamientos corregidos y las coordenadas de cada estación (tabla 2).



La precisión obtenida de la poligonal es:  $P = 1 / 2,711.17$

Lado	Distancia	Rumbo	seno			coseno			Proyecciones			Proyecciones Corregidas			Coordenadas Corregidas			Prod.	
			seno	coseno	Rumbo	seno	coseno	Rumbo	N	E	S	W	X	Y	Prod.				
A-B	63.532	SE74.042	0.96161038	0.274416128	17.45067	61.15076314	0	-0.01060547	-0.00732831	0	17.44006433	61.15030805	0	500	500	482.5593551	241279.8675	280579.049	
B-C	35.344	NE33.0619	0.54617925	0.83778717	23.80533022	19.30415493	0	-0.01799417	-0.0023196	23.62632449	0	19.30846859	0	561.1580981	561.1580981	512.1862536	287417.4673	290008.3436	
C-D	43.484	NV37.0735	0.60343997	0.797408429	34.67450813	0	26.2399365	-0.02107309	-0.00314486	34.63959812	0	0	26.2368388	580.4646666	580.4646666	546.8818408	317445.5307	233867.8269	
D-E	42.388	NV80.5429	0.987413907	0.168158067	6.704004155	0	41.85443644	-0.00407429	-0.00501626	6.708078447	0	0	41.8494802	554.227278	554.227278	553.589982	36884.8831	280210.3593	
E-A	55.033	SV100.000	0.224951054	0.974370065	0	53.62291	0	-0.03258655	-0.00166371	0	53.5899823	0	12.3782477	512.3782477	512.3782477	266883.1238	276794.9696	0	
<b>PERIM=</b>	<b>239.841</b>																		
			suma en Y:	142.0600208	7107316	80.45432418	80.4742197	-0.08633857	-0.01828734	710238845	710238845	80.46456684	80.46456684	500	500	140946.972	140561.138		
			suma en X:	160.3291956	Et=	0.089464	Ee=	-0.09287339								<b>Area=</b>	<b>3782.917</b>	<b>m2</b>	

Tabla 2 Primer Levantamiento

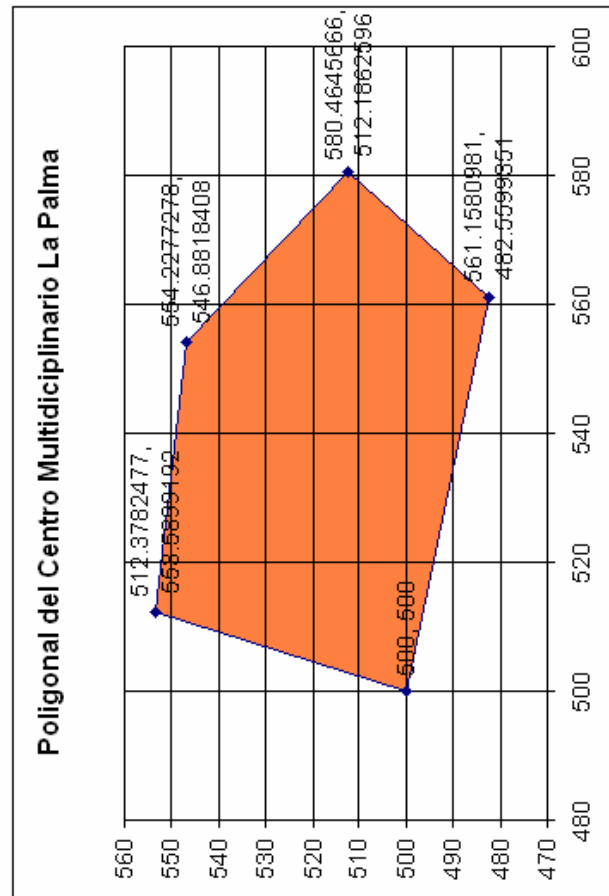


Figura 2 Poligonal del Centro Multidisciplinario.

NOTA: La elaboración de esta Tabla 2, se explica en el Anexo de Topografía, en el tema de **Cálculo y ajuste de la poligonal**.



**Fotografía 1 Levantamiento de la Poligonal.**



**Fotografía 2 Medición de distancias**

En la altimetría tiene en cuenta las diferencias de nivel existentes entre los distintos puntos de un terreno.

Para obtener los datos en terreno, se utilizaron: 1 Teodolito (T2 Wild) de mira directa, cuatro estadales graduados en cm. El Teodolito y el estadal fueron utilizados para obtener las cotas (diferencia de altura) de los puntos, para medir la distancia horizontal que separaba a dichos puntos se obtuvo también por medio del teodolito.

## Nivelación del terreno:

Elección de un punto de referencia (P.R.): antes de comenzar la nivelación, éste se eligió de forma que cumpla 3 condiciones: ser inamovible, estar cercano a la línea de trabajo pero fuera de ésta, y tener cota conocida. Este punto será utilizado para, tras la nivelación, poder conocer los valores correctos de las cotas de todos los puntos. Los P.R. fueron los puntos E y C por lo accidentado del terreno.

El método de la nivelación consistió en tomar las lecturas sobre los estadales colocados en los puntos donde el terreno presenta quiebres o variaciones en su pendiente, se aplicó la fórmula estadimétrica donde se obtuvo las distancias y elevaciones de cada radiación. Estos datos se trasladaron al programa de computación SURFER, el cual gráfico los puntos levantados, así como interpola y obtiene las curvas de nivel (figura 3).



Fotografía 3 Punto de Referencia E



Fotografía 4 Mediciones con estadales

Para la elaboración del “plano topográfico” propiamente dicho, es necesario conocer la planimetría y la altimetría, y así poder determinar la posición y elevación de cada punto.

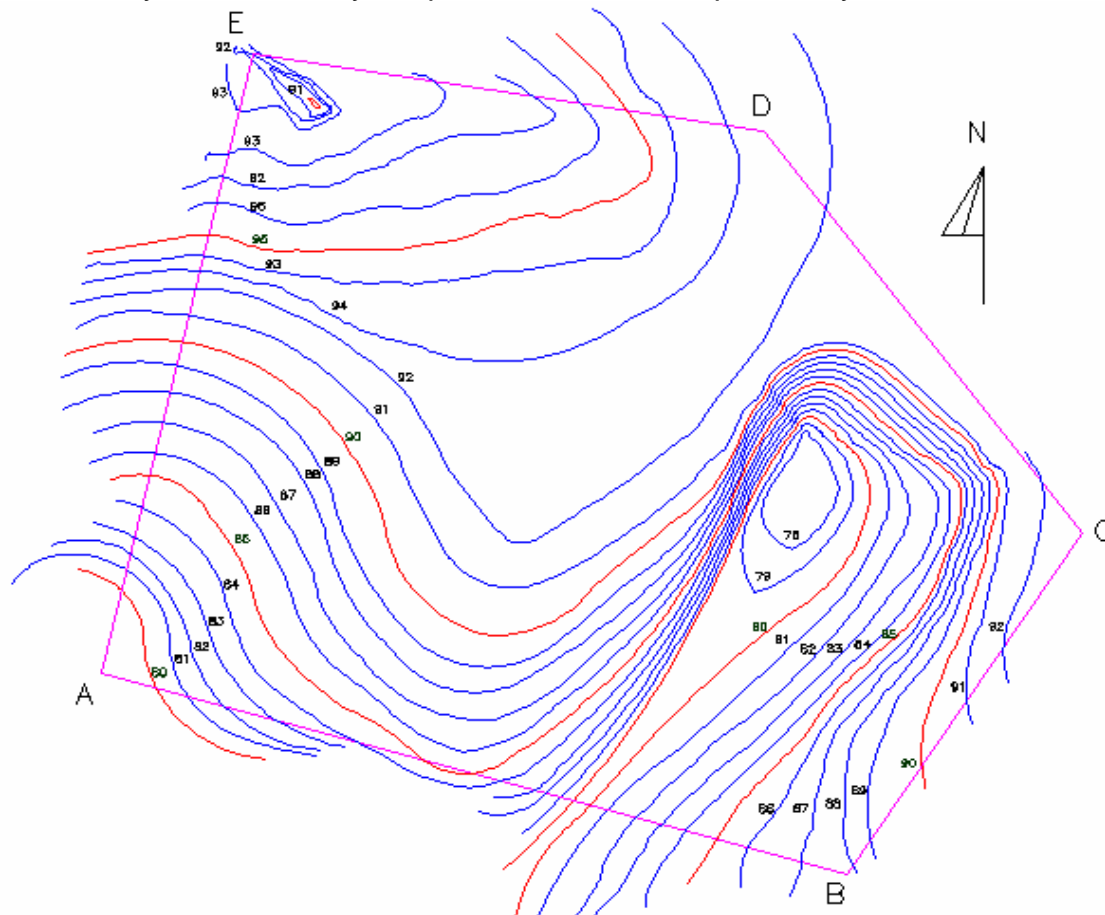


Figura 3 Primer levantamiento

### Conclusiones del Primer Levantamiento

Se pidió asesoría para los resultados de este primer levantamiento, en el Departamento de Topografía. Y se concluyó que la precisión de la poligonal, es una precisión no permitida para este trabajo, ya que este terreno se contempla como terreno bastante valioso. Se llegó a la conclusión que el levantamiento se tendría que realizar nuevamente, situación que provocó un retraso en las actividades programadas.

### Segundo Levantamiento Topográfico

En este segundo levantamiento se pidió al Departamento de Topografía un equipo de Estación Total (figura 4), con este equipo se propuso agilizar el levantamiento para así reducir el tiempo que se tardó en el primer levantamiento.



Para obtener los datos en terreno, se utilizaron: Estación Total (Leica TC-600), 1 Trípode, 2 Prismas, 2 Jalones, 2 Bípodes y pedazos de varilla (utilizados para fijar las estaciones).

Esta Estación Total hizo la tarea de la planimetría y altimetría en una sola sesión de trabajo, ya que, en este mismo aparato se integran distancias, ángulos, rumbos y distancias inclinadas, comunicaciones internas que permiten la transferencia de datos a un procesador interno o externo y que es capaz de realizar múltiples tareas de medición, guardado de datos y cálculos en tiempo real.

El primer paso de este segundo Levantamiento es la asignación de los puntos de la poligonal, estos puntos (estaciones) serán los mismos del primer levantamiento (Ver Figura 1), solo se movieron algunos centímetros con respecto a los anteriores, esto debido a que algunos desaparecieron.

Inmediatamente después se situó la estación total en la primera estación (A), éste quedo bien nivelado y coincidió con la plomada, para de ésta forma se aseguro de que el eje óptico se encontrará precisamente sobre la estación. Cabe mencionar que se midieron coordenadas (x, y, z), las cuales son más fáciles de obtenerlas.

Desde la estación (A) se observo la estación (E), luego se radio para obtener coordenadas, estas medidas por un medidor electrónico; para situar la estación total en la segunda estación (B), se tuvo problemas para la visualización de esta, por esto se asigno un punto auxiliar para observarlo. Este punto auxiliar se nivelo y se hizo coincidir con la plomada, después se situó en la estación (C) para corroborar la estación (B), y de ahí se radio, y así sucesivamente se logro situar las estaciones D y E, para el cierre de la poligonal (figura 5).



**Fotografía 5 Mediciones con Estación Total (Leica TC-600)**



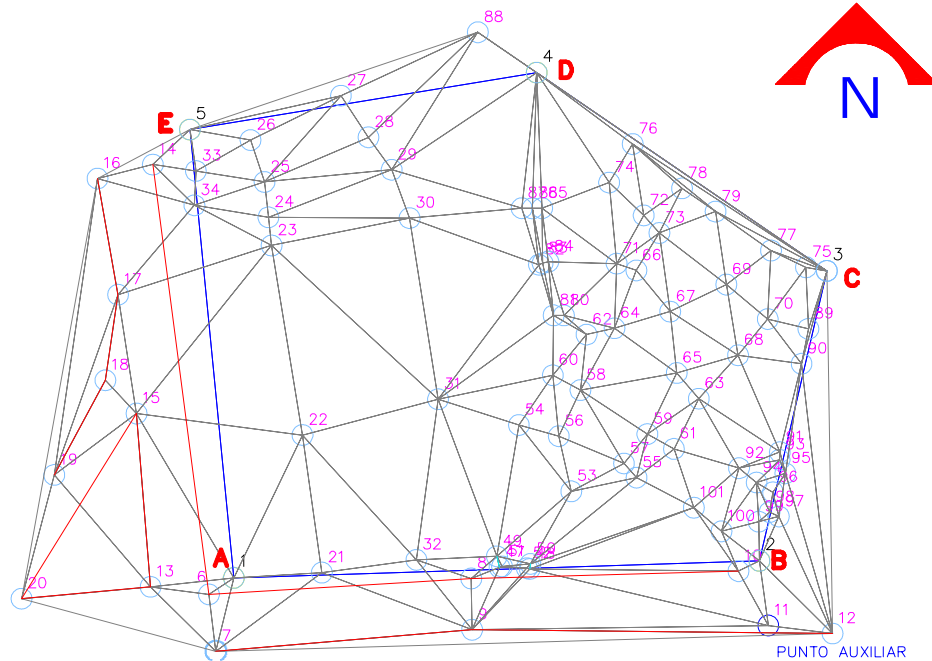
ESTUDIOS PRELIMINARES

Nº	X	Y	Z
1	500	500	100
2	494.713	554.074	107.283
3	494.716	554.074	107.273
4	555.94	494.067	100.209
5	555.941	494.068	100.219
6	497.005	498.005	100.102
7	497.828	491.155	99.52
8	528.625	499.923	98.96
9	528.739	493.738	98.832
10	560.837	500.812	100.742
11	564.425	494.247	101.249
12	572.178	493.28	101.655
13	489.969	498.917	100.389
14	490.237	549.859	104.984
15	488.274	519.822	102.183
16	483.574	548.164	104.985
17	486.051	534.165	103.185
18	484.524	523.838	102.331
19	478.353	512.418	101.652
20	474.415	497.481	101.142
21	510.623	500.637	99.601
22	508.283	517.228	100.988
23	504.559	540.096	102.76
24	504.174	543.5	104.039
25	503.701	547.758	105.597
26	502.018	552.808	106.979
27	512.915	558.166	106.837
28	516.233	553.148	105.069
29	519.025	549.228	103.653
30	521.192	543.398	102.718
31	524.622	521.553	100.992
32	522.019	502.165	99.209
33	495.429	549.089	105.627
34	495.259	544.944	104.058
	500.005	499.998	100.022
36	500.005	499.995	100.014

37	571.483	537.032	102.751
38	571.486	537.031	102.756
39	563.367	502.056	101.01
40	563.367	502.056	101.009
41	555.942	494.068	100.228
42	555.941	494.068	100.226
43	536.507	560.943	104.403
44	536.509	560.946	104.407
45	563.358	502.059	101.021
46	563.359	502.059	101.016
47	532.026	501.262	98.612
48	535.683	501.077	98.703
49	531.715	502.592	98.083
50	535.75	501.678	98.114
51	532.329	501.373	98.076
52	535.31	501.164	98.049
53	540.687	510.436	98.68
54	534.362	518.44	99.913
55	548.544	512.089	99.507
56	539.17	517.092	99.043
57	547.03	513.794	99.002
58	541.779	522.65	99.161
59	549.849	517.346	99.052
60	538.456	524.445	100.238
61	553.056	515.559	100.08
62	542.522	529.344	100.603
63	556.051	521.617	100.852
64	545.886	530.117	99.031
65	553.395	524.717	99.521
66	548.525	537.085	98.991
67	552.6	532.116	99.091
68	560.79	526.855	101.371
69	559.369	535.382	99.672
70	564.366	531.217	101.891
71	546.154	537.908	100.871
72	549.408	543.724	100.504
73	551.302	541.605	99.275

74	545.239	547.686	102.423
75	568.979	537.471	102.47
76	548.085	552.331	102.726
77	564.762	539.491	100.461
78	554.033	546.992	100.384
79	558.071	544.187	100.747
80	539.791	531.664	100.703
81	538.554	531.669	100.733
82	536.785	537.765	101.409
83	537.215	537.965	100.867
84	537.909	538.147	101.37
85	537.163	544.59	102.05
86	536.007	544.579	101.963
87	534.707	544.593	102.311
88	529.422	565.819	105.957
89	569.262	530.044	101.902
90	568.443	525.831	101.031
91	565.817	515.171	100.577
92	560.907	513.229	100.393
93	565.79	514.235	100.304
94	563.018	511.497	99.242
95	566.48	512.604	101.23
96	564.998	510.322	100.771
97	565.71	507.397	100.39
98	564.576	507.92	99.655
99	563.263	506.781	100.781
100	558.797	505.609	99.296
101	555.463	508.462	99.944
102	571.493	537.027	102.774
103	571.495	537.03	102.767
104	494.727	554.08	107.315
105	494.727	554.08	107.321
106	536.519	560.951	104.427
107	536.518	560.948	104.418
108	500.027	499.992	100.058

**Tabla 3 Coordenadas obtenidas por la Estación Total**



**Figura 4 Estaciones, Punto Auxiliar y Puntos Asignados.**

**Fig**

Estos datos son guardados en la memoria interna de la Estación Total, respaldados con un control en libreta, luego se trasladan en el programa Word Pad, y a su vez se trasladan a Excel Microsoft, se comprueba con un control de libreta. Los datos se introducen a Civil Cad (Programa para Autocad con utilerías para ingeniería Civil y topografía como: Generación de Curvas de nivel, Generación automática de cuadros de construcción, Generación automática de cuadros de construcción, Perfiles, secciones, Cálculo de volúmenes y mucho más); este programa genera la poligonal así como las curvas de nivel. Este programa es compatible con Autocad, es así como la poligonal y las curvas se ven en Autocad (figura 5).



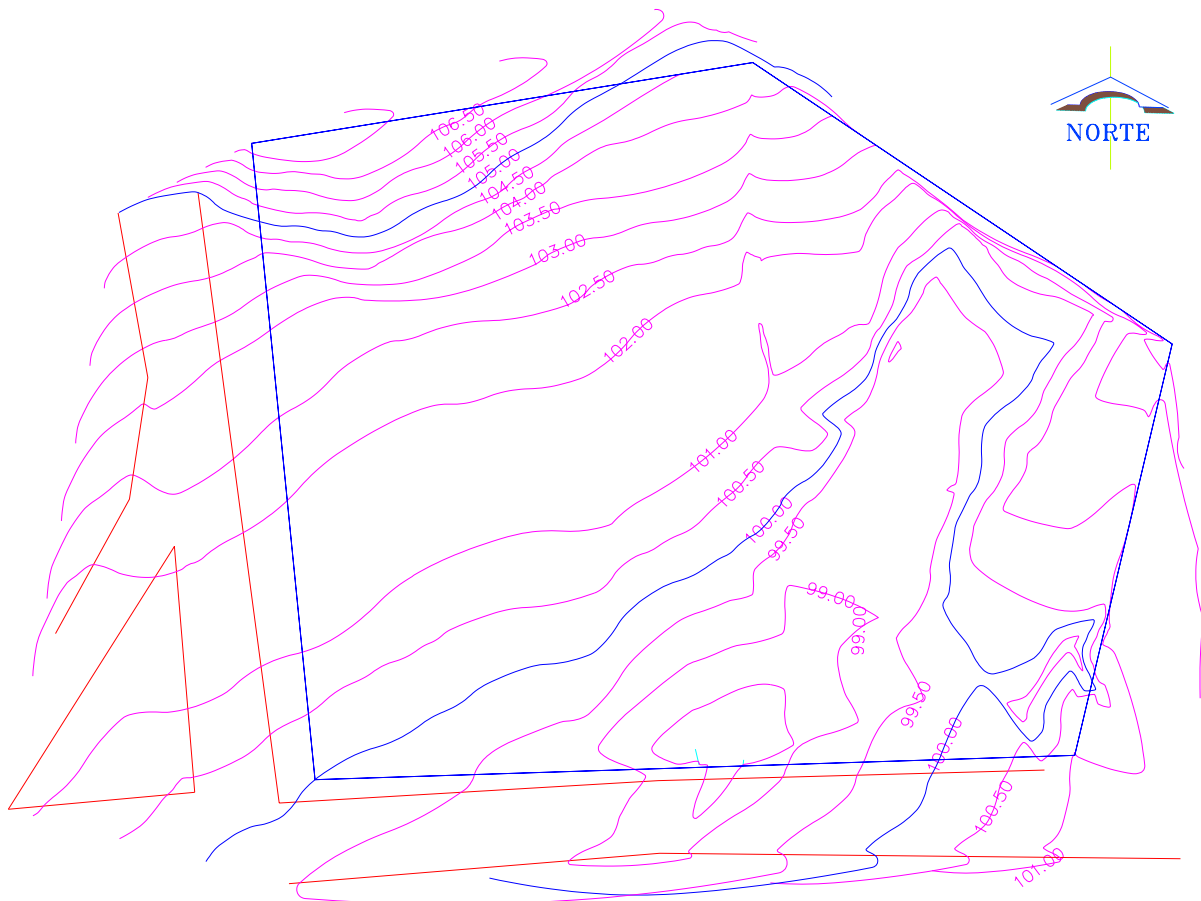
**Fotografía 6 Transferencia de datos de la Estación Total a Civilcad.**



CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	500.0000	500.0000
1	2	N 88°08'19.90" E	63.393	2	502.0588	563.3595
2	3	N 13°04'42.29" E	35.905	3	537.0321	571.4841
3	4	N 55°38'09.25" W	42.374	4	560.9500	536.5059
4	5	S 80°40'00.01" W	42.355	5	554.0809	494.7112
5	1	S 05°35'07.48" E	54.339	1	500.0000	500.0000

SUPERFICIE = 3,750.423 m<sup>2</sup>

**Tabla 4 Estaciones, Punto Auxiliar y Puntos Asignados.**



**Figura 5 Segundo Levantamiento**



---

## Conclusiones

La precisión de  $P = 1 / 17\ 000$  de la poligonal, es una precisión adecuada para el trabajo realizado, ya que este terreno se considera bastante valioso; además se comprobó en campo que las curvas de nivel coinciden con el terreno accidentado. El levantamiento para estas comunidades es de suma importancia, tanto económico como social, ya que es difícil obtener esta tecnología así como la ayuda técnica que se requiere, se comprueba que la tecnología utilizada cambia con el tiempo y los lapsos de tiempo para la realización de los trabajos de topografía son más cortos, por lo que fue muy útil la estación total utilizada. Con esta información, se continúa con los trabajos de arquitectura del Centro Multidisciplinario.



### III.3 Mecánica de Suelos

#### Objetivo

Es revisar y conocer las propiedades mecánicas y físicas del suelo, para determinar la capacidad de carga admisible, establecer el tipo de diseño y cimentación para cualquier tipo de estructura (realizada en el estado de Hidalgo Alto Mezquital).

#### Exploración y Muestreo del suelo

Para la obtención de las muestras de suelo, se optó por el método de pozo a cielo abierto<sup>1</sup>. Considerando ventajas y desventajas, es la técnica más factible para las necesidades en estudio (ver anexo de geología).

#### Ubicación de pozos a cielo abierto en el terreno

Para poder ubicar los pozos en el terreno se consideró: el espacio arquitectónico, lo accidentado del terreno y topografía. Las exploraciones necesarias dentro del predio, basándose en la topografía, fueron dos pozos (pozo1 y pozo2), figura 1.

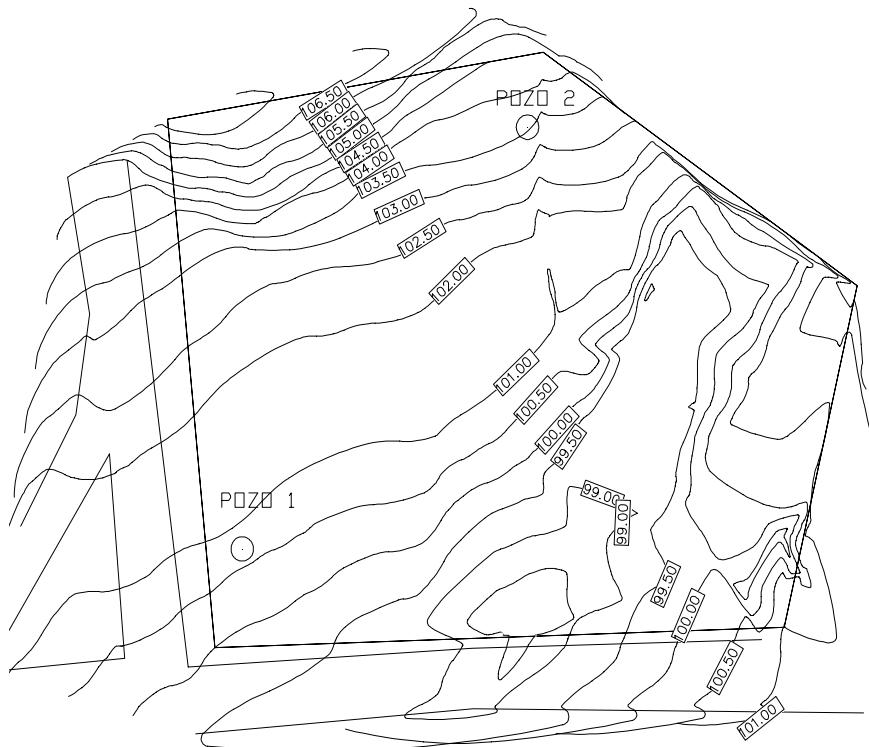


Figura 1 Ubicación de Pozos

## Excavación de los pozos para obtener la estratigrafía y las muestras del terreno

Para obtener las muestras, se abrieron los pozos a un metro de largo por un metro de ancho, con una profundidad de ochenta centímetros por cada uno, empleando barreta, pico y pala, fotografía 1.



**Fotografía 1 Excavación de los pozos**

A una profundidad de 80 centímetros; se observó en el pozo<sup>1</sup> una diferencia de tres estratos con espesores de 20 cm, 25 cm, y 35 cm; en el pozo 2, existen dos estratos con espesores de 20 cm y 60 cm aproximadamente de la superficie del terreno, la profundidad del NAF es de 250 metros.

En ambos pozos, el estrato superficial es un material depositado por el arrastre de agua, además presentan erosión. Los estratos subsecuentes son de un tipo laminar, con buena resistencia a la penetración, pero que fácilmente ceden ante esfuerzos horizontales, fotografía 2.

<sup>1</sup> Son excavaciones realizadas con equipo manual que se efectúan desde la superficie del terreno en sentido vertical, de profundidad variable, de sección cuadrada aproximadamente de 1.5 a 2 metros por lado. Para los pozos a cielo abierto es necesario realizar exploraciones cada 80 ó 120 metros de fracción del perímetro o envolvente de mínima extensión de la superficie cubierta. Este proceso se emplea en estudios correspondientes a cimentaciones profundas en materiales que permiten la excavación con pico y pala, y en algunas veces llegan a utilizarse explosivos. Se usan tanto en la etapa de investigación preliminar como en la detallada. Por medio de estos pozos es posible conocer la profundidad a la que se encuentra el estrato de formación natural finalmente resistente. Asimismo es conveniente llevar un registro de las condiciones que muestra el subsuelo durante la excavación.



**Fotografía 2 Estratigrafía del suelo**

### **Obtención de muestras del suelo**

Excavados los pozos, se empezó la obtención de las muestras inalteradas\* en cada uno de estos.

A la profundidad de 80 centímetros, utilizando cincel y mazo se labro el suelo para obtener en forma vertical una muestra cúbica de 30 centímetros de cada lado aproximadamente (ver anexo de geología ). Cabe señalar, que las primeras muestras, presentaron fracturas por tensión al desprenderlas del suelo, para evitar tal situación se amplió el pozo, fotografía 3.



**Fotografía 3 Obtención de la muestra**

Liberada la muestra, se realizaron los siguientes trabajos para mantener las condiciones ambientales<sup>2</sup> a las que se encontraba:

- Colocación de parafina y brea en un sartén hasta que se derritiera para formar una mezcla.
- La muestra se envuelve con plástico auto adherente.
- Vertido de la mezcla sobre la muestra cubriéndola toda.
- Señalamiento en la parte superior e inferior de la muestra.
- Etiquetamiento con los datos y número de sondeo.
- Colocación de la muestra dentro de una caja, donde no sufriera daños por la transportación,



**Fotografía 4 Muestra Inalterada**

Posteriormente la muestra fue transportada al laboratorio de mecánica de suelos de la Facultad de Ingeniería, en el que se realizaron las siguientes pruebas:

- De estados de consistencia
- Pruebas Triaxiales y de Compresión simple
- Densidad de sólidos

<sup>2</sup> La muestra debe protegerse contra pérdidas de humedad envolviéndola en una o más capas de manta debidamente impermeabilizada con brea y parafina.



## **Prueba para la determinación de los estados de consistencia: Límite de plasticidad y Límite líquido**

La clasificación del suelo forma parte del reconocimiento del terreno, y para ello, se basa en el criterio de laboratorio, que consiste en la obtención de los estados de consistencia (LL y LP)<sup>3</sup> (ver anexo de geología).

### **Equipo necesario**

1. Una copa de Casagrande con ranurador laminar.
2. Una balanza con sensibilidad de 0.01 gramos.
3. Un horno de temperatura constante, comprendida entre 105 y 110 grados centígrados.
4. Vidrios de reloj.
5. Cápsulas de vidrio.
6. Espátulas, cierras y lijás.
7. Un mortero.
8. Placa de vidrio.

### **Procedimiento de prueba para la determinación del límite líquido (LL)**

- Se quita el sellado de la muestra que mantenía las condiciones ambientales de origen.
- Utilizando una segueta, se extrae de la muestra una porción.
- Molienda de la porción en el mortero la porción para dejarlo con una consistencia fina, (fotografía 5).
- Colocación del material fino dentro de una cápsula (cada cápsula contenía 100 gramos de suelo fino); en total fueron diez cápsulas por cada pozo. Se vacía el contenido de la cápsula sobre una placa de vidrio, fotografía 6.
- Agregando agua al material y mezclando con una espátula, hasta tener una pasta suave y uniforme, sin presentar grumos, fotografía 6.
- Calibración de la copa de Casagrande.
- 
- Extensión del suelo con la espátula (pasta) a la mitad de la copa de Casagrande, con un espesor máximo de un centímetro (fotografía 7).

<sup>3</sup> La plasticidad existe en suelos finos que al ser remoldeados, rompiendo su estructura y cambiando su contenido de agua si es necesario, adoptan una consistencia característica que se ha denominado plástica. La plasticidad en este sentido, es una propiedad tan frecuente y común en ese tipo de suelos que ha servido para clasificarlos en un inicio en forma puramente descriptiva, actualmente se puede y debe cuantificar. La plasticidad de un suelo esta directamente relacionada con su contenido de partículas sólidas finas frecuentemente de forma laminar, ejerce una influencia importante en la comprensibilidad del suelo, cuando este tiene estructura, además del tamaño pequeño propio de sus partículas sólidas hace que la permeabilidad del conjunto sea muy baja, existe así, una relación entre la plasticidad y otras propiedades físicas de importancia del mencionado suelo. El comportamiento mecánico de un suelo fino remoldeado, dependiendo de su contenido de agua, es plástico cuando su formación ocurre por cambio de forma y el esfuerzo que actúa para producir la deformación se mantiene cambiante con esta.

- Ranuración de la pasta contenida en el interior de la copa; el ranurador se mantuvo en todo el recorrido normal a la superficie (fotografía 7).



**Fotografía 5 Molienda del suelo**



**Fotografía 6 Remoldeo del material**



**Fotografía 7 Ranuración del suelo.**

- Dando vuelta a la manivela con un tiempo de dos golpes por segundo, contando el numero de golpes necesarios, dentro del rango de 6 y 50 golpes, para que la ranura cerrara por flujo del suelo y no por deslizamiento del mismo respecto a la copa, la longitud de cierre es  $\frac{1}{2}$  " (12.7 mm) (fotografía 8).



**Fotografía 8 Giro de la manivela y conteo de golpes**

- Repitiendo la prueba hasta obtener los puntos necesarios para la gráfica de “Curva de Fluidez”<sup>4\*</sup>.
- Extracción de la pasta de la copa y colocación en un vidrio de reloj, y pesando.
- Colocación de la pasta dentro del horno de convección por 24 horas.
- Sacando del horno la muestra y pesando, fotografía 9.
- Obtención del peso del suelo seco ( $W_s$ ) y el peso del agua ( $\omega_w$ ) para calcular el contenido de agua ( $\omega$ ), fotografía 9.



Fotografía 9 Peso del material

- Obtenidos el contenido de agua y el número de golpes se trazo la gráfica “Curva de fluidez”.
- Trazada la gráfica, se localiza la correspondencia del contenido de agua a 25 golpes, dando el límite líquido del suelo.

### Procedimiento de prueba para la determinación del límite plástico (LP)

- Extracción de una porción de la muestra
- Moliendo en un mortero la porción para dejarlo en una consistencia fina.
- Colocación, sobre la placa de vidrio, el material fino (15 gramos).
- Agregando agua al material, mezclando con una espátula, hasta tener una pasta suave y uniforme, sin presentar grumos.

<sup>4</sup> La curva de fluidez se construye a partir del número golpes (abscisas) y el contenido de agua (ordenadas) en porcentaje. La ordenada de esa curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes es el contenido de agua correspondiente al límite líquido. Se encontró experimentalmente (A. Casagrande) que usando papel semilogarítmico (con los contenidos de agua en escala aritmética y el número de golpes en escala logarítmica), la curva es una recta del límite líquido.

- Formación de rollos del material con la mano sobre la placa de vidrio, con un diámetro de 3 mm aproximadamente, (fotografía10).



**Fotografía- 10 Rollos de suelo**

- El rolado del material se detuvo en el momento de presentar desmoronamiento y agrietamiento.
- Los rollos de material se colocaron en un vidrio de reloj y se pesaron.
- Los rollos se guardan en el horno de convección por 24 horas, fotografía 11.
- Sacando los rollos del horno y pesándolos.
- Obtención del peso del suelo seco  $W_s$  y el contenido de agua  $\omega$ .
- Al final se obtuvo el límite plástico del suelo, con el promedio de cinco valores del contenido de agua(w%).



**Fotografía 11 Rollos del material dentro del horno**



## Determinación del límite líquido (LL)

### Datos obtenidos de la prueba

#### Pozo 1

Cápsula No.	N° Golpes	Wcápsula (g)	Wcápsula+sh (g)	Wcápsula+ss (g)
A-4	34	37.98	43.22	41.36
A-9	25	38.24	43.18	41.39
X-9	16	37.85	42.16	40.58
C-5	10	38.08	42.67	40.95
W-2	5	59.61	66.63	63.90

Tabla 1 Pozo 1 LL

#### Pozo 2

Cápsula No.	N° Golpes	Wcápsula(g)	Wcápsula+sh (g)	Wcápsula+ss (g)
W-7	38	60.04	66.21	63.85
W-4	24	60.60	65.29	63.47
B-0	15	60.42	67.19	64.54
B-2	11	59.37	64.77	62.61
W-0	5	38.19	42.46	40.68

Tabla 2 Pozo2 LL

Wcápsula: Peso de la cápsula (g)

Wcápsula+sh: Peso de la cápsula + suelo húmedo (g)

Wcápsula+ss: Peso de la cápsula + suelo seco (g)

## Cálculo del contenido de agua (w%)

### Pozo1

Datos obtenidos de la prueba:

Cápsula No. A-4

$W_{\text{cápsula}} = 37.98 \text{ (g)}$

$W_{\text{cápsula+sh}} = 43.22 \text{ (g)}$

$W_{\text{cápsula+ss}} = 41.36 \text{ (g)}$

Obtención del peso del suelo seco ( $W_{\text{ss}}$ )

$$W_{\text{ss}} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{\text{ss}} = 41.36 - 37.98 = 3.38 \text{ (g)}$$

Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots II$$



## Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 43.22 - 41.36 = 1.86 \text{ (g)}$$

Obtención del *Contenido de agua (w%)*

$$w(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{\text{ss}}) * 100 \dots \text{III}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

$$w(\%) = (1.86 / 3.38) * 100 = 55.03 \%$$

## Pozo 2

Datos obtenidos de la prueba:

Cápsula No. W-7

$$W_{\text{cápsula}} = 60.04 \text{ (g)}$$

$$W_{\text{cápsula+sh}} = 66.21 \text{ (g)}$$

$$W_{\text{cápsula+ss}} = 63.85 \text{ (g)}$$

Obtención del peso del suelo seco ( $W_{\text{ss}}$ )

$$W_{\text{ss}} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots \text{I}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{\text{ss}} = 63.85 - 60.04 = 3.81 \text{ (g)}$$

Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots \text{II}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 66.21 - 63.85 = 2.36 \text{ (g)}$$

Obtención del *Contenido de agua (w%)*

$$W(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{\text{ss}}) * 100 \dots \text{III}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

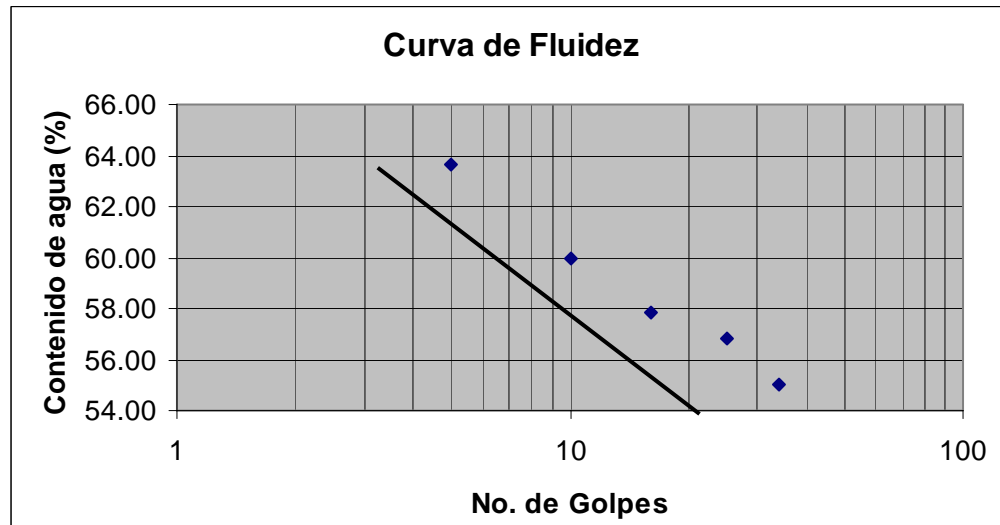
$$w(\%) = (2.36 / 3.81) * 100 = 61.94 \%$$
<sup>5</sup>

Con los valores de contenido de agua (ordenadas) y número de golpes (abscisas en escala logarítmica), se trazo la gráfica semilogarítmica de la curva de fluidez, para obtener el límite líquido.

<sup>5</sup> El cálculo del contenido de agua de las demás pruebas (pozo 1 y pozo 2), se hicieron dentro de una hoja de cálculo (Excel), se integraron en una tabla (Anexos Tablas 1).



## Pozo 1



Gráfica 1 Curva de Fluidez del Pozo 1

Se trazo la curva que contuviera el mayor número de puntos, no considerando los puntos dispersos.

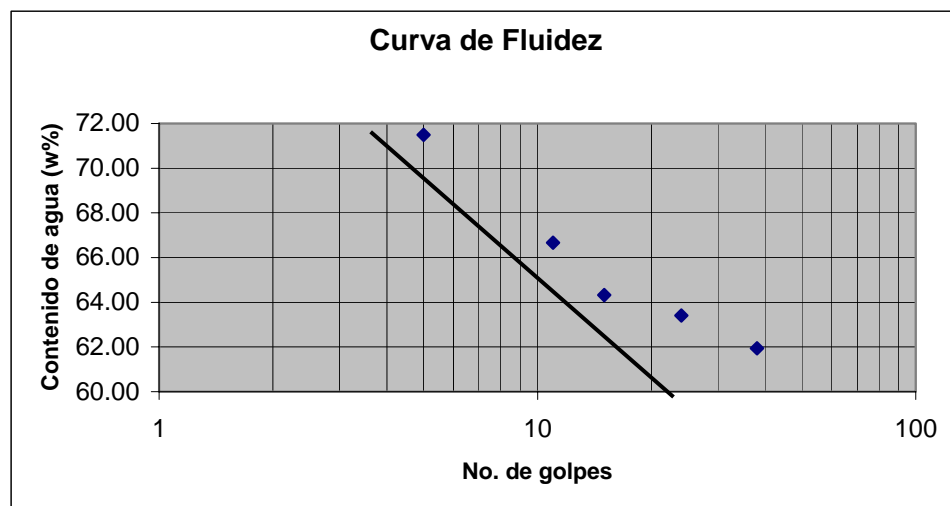
El límite líquido se determinó con la ordenada de la curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes.<sup>6</sup>

Con  $n = 25$  golpes

De la gráfica 1, se obtiene:

LL = 56.26 %

## Pozo 2



Gráfica 2 Curva de Fluidez del pozo 2

<sup>6</sup> El límite líquido se determina conociendo 3 o 4 contenidos de agua diferentes en su vecindad, con los correspondientes números de golpes y trazando la curva Contenido de agua vs. Número de golpes. La ordenada de esa curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes es el contenido de agua correspondiente al límite líquido.



Se trazo la curva que contuviera el mayor número de puntos, no considerando los puntos dispersos.

El límite líquido se determino con la ordenada de la curva correspondiente a la abscisa de 25 golpes.

Con  $n = 25$  golpes

De la gráfica 2, se obtiene:

LL= 63.7 %

### Determinación del límite plástico (LP)

#### Datos obtenidos de la prueba

##### Pozo 1

Cápsula No.	W <sub>cápsula</sub> (g)	W <sub>cápsula+sh</sub> (g)	W <sub>cápsula+ss</sub> (g)	W <sub>agua</sub> (g)
Y-9	38.20	40.16	39.60	0.56
A-8	60.69	62.55	62.00	0.55
L-2	48.05	49.71	49.22	0.49
A-3	60.58	62.78	62.14	0.64

**Tabla 3 Pozo 1 LP**

##### Pozo 2

Cápsula	W <sub>cápsula</sub> (g)	W <sub>cápsula+sh</sub> (g)	W <sub>cápsula+ss</sub> (g)	W <sub>agua</sub> (g)
V-3	60.60	61.95	61.50	0.45
B-3	38.17	40.13	39.49	0.64
1-W	23.11	24.12	23.80	0.32
V-6	22.60	23.51	23.25	0.26

**Tabla 4 Pozo 2 LP**

Cálculo de Contenido de agua promedio (w%).

Pozo 1

Cápsula Y-9

W<sub>cápsula</sub>= 38.20 (g)

W<sub>cápsula+sh</sub>= 40.16(g)

W<sub>cápsula+ss</sub>= 39.60 (g)

Obtención del peso del suelo seco (W<sub>ss</sub>)



$$W_{ss} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{ss} = 39.60 - 38.20 = 1.40 \text{ (g)}$$

Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots II$$

Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 40.16 - 39.60 = 0.56 \text{ (g)}$$

Obtención del *Contenido de agua* ( $w\%$ )

$$w(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{ss}) * 100 \dots III$$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

$$w(\%) = (0.56 / 1.40) * 100 = 40.00\%$$

$$LP = w' = \sum_{i=1}^n w_i / n \dots IV$$

Obtención del límite plástico a partir del contenido de agua promedio ( $w'\%$ )

Donde n: es el número de pruebas

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$LP = (40.0 + 41.98 + 41.88 + 41.03) / 4 = 41.22 \%$$

Pozo 2

Cápsula V-3

$$W_{\text{cápsula}} = 60.60 \text{ (g)}$$

$$W_{\text{cápsula+sh}} = 61.95 \text{ (g)}$$

$$W_{\text{cápsula+ss}} = 61.50 \text{ (g)}$$

Obtención del peso del suelo seco ( $W_{ss}$ )

$$W_{ss} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{ss} = 61.50 - 60.60 = 0.9 \text{ (g)}$$



## Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots \text{II}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 61.95 - 61.50 = 0.45(\text{g})$$

## Obtención del *Contenido de agua (w%)*

$$w(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{\text{ss}}) * 100 \dots \text{III}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

$$w(\%) = (0.45 / 0.9) * 100\% = 50\%$$

$$LP = w' = \sum_{i=1}^n w_i / n \dots \text{IV}$$

## Obtención del límite plástico a partir del contenido de agua promedio ( $w'$ )

Donde n: es el número de pruebas

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$LP = (50.00 + 48.48 + 46.38 + 40.00) / 4 = 46.22\% *$$

## Cálculo de Contenido de agua natural ( $w'$ %)

### Datos obtenidos de la prueba

#### Pozo 1

Cápsula	Wcápsula (g)	Wcápsula+sh (g)	Wcápsula+ss (g)	Wagua (g)	Wss (g)	w (%)	w' (%)
Z-1	110.27	125.58	121.65	3.93	11.38	34.53	
A-1	116.99	139.50	133.78	5.72	16.79	34.07	<b>34.30</b>

**Tabla 5 Pozo 1  $w'$ %**

#### Pozo 2

Cápsula	Wcápsula (g)	Wcápsula+sh (g)	Wcápsula+ss (g)	Wagua (g)	Wss (g)	w (%)	w' (%)
D-0	113.91	125.38	123.13	2.25	9.22	24.40	
D-7	113.38	124.85	122.61	2.24	9.23	24.27	<b>24.34</b>

**Tabla 6 Pozo 2  $w'$ %**



## Obtención del peso del agua

### Pozo 1

#### Cápsula Z-1

$$W_{\text{cápsula}} = 110.27(\text{g})$$

$$W_{\text{cápsula+sh}} = 125.58(\text{g})$$

$$W_{\text{cápsula+ss}} = 121.65(\text{g})$$

#### Obtención del peso del suelo seco ( $W_{\text{ss}}$ )

$$W_{\text{ss}} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{\text{ss}} = 121.65 - 110.27 = 11.38 (\text{g})$$

#### Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots II$$

Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 125.58 - 121.65 = 3.93(\text{g})$$

#### Obtención del *Contenido de agua natural* ( $w\%$ )

$$w(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{\text{ss}}) * 100 \dots III$$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

$$w(\%) = (3.93/11.38) * 100\% = 34.53\%$$

$$w' = \sum_{i=1}^n w_i / n \dots IV$$

#### Obtención del contenido de agua natural promedio ( $w'\%$ )

Donde n: es el número de pruebas

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$W' = (34.53 + 34.07) / 2 = 34.30 \%*$$



## Pozo 2

Cápsula D-O

$$W_{\text{cápsula}} = 113.91(\text{g})$$

$$W_{\text{cápsula+sh}} = 125.38(\text{g})$$

$$W_{\text{cápsula+ss}} = 123.13(\text{g})$$

Obtención del peso del suelo seco ( $W_{\text{ss}}$ )

$$W_{\text{ss}} = W_{\text{cápsula+ss}} - W_{\text{cápsula}} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$W_{\text{ss}} = 123.13 - 113.91 = 9.22(\text{g})$$

Obtención del peso del agua contenido en el suelo ( $W_{\text{agua}}$ )

$$W_{\text{agua}} = W_{\text{cápsula+sh}} - W_{\text{cápsula+ss}} \dots II$$

Sustituyendo los valores en la ecuación II

$$W_{\text{agua}} = 125.38 - 123.13 = 2.25(\text{g})$$

Obtención del *Contenido de agua natural* ( $w(\%)$ )  $w(\%) = (W_{\text{agua}} / W_{\text{ss}}) * 100 \dots III$

Sustituyendo los valores en la ecuación III

$$w(\%) = (2.25/9.22) * 100\% = 24.40\%$$

$$w' = \sum_{i=1}^n w_i / n \dots IV$$

Obtención del contenido de agua natural promedio ( $w'(\%)$ )

Donde n: es el número de pruebas

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$W' = (24.40 + 24.27) / 2 = 24.34\% *$$



---

## Cálculo del Índice Plástico ( $I_p$ )

### Pozo 1

Datos obtenidos de la prueba

$$LL=56.26\%$$

$$LP=41.22\%$$

$$I_p = LL - LP \dots I$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$I_p = 56.26 - 41.22 = 15.04$$

### Pozo 2

Datos obtenidos de la prueba

$$LL=63.70\%$$

$$LP=46.22\%$$

$$I_p = LL - LP \dots I$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$I_p = 63.70 - 46.22 = 17.48$$

## Cálculo de la Consistencia relativa ( $C_r$ )

### Pozo 1

Datos obtenidos de la prueba

$$LL=56.26\%$$

$$W' = 34.30\%$$

$$I_p = 15.04$$

$$C_r = (LL - w') / I_p$$

$$C_r = (56.26 - 34.30) / 15.04 = 1.46$$

### Pozo 2

Datos obtenidos de la prueba

$$LL=63.70$$

$$W' = 24.27\%$$

$$I_p = 17.48$$

$$C_r = (LL - w') / I_p$$

$$C_r = (63.70 - 24.27) / 17.48 = 2.25$$



## Clasificación del suelo

Con la Carta de Plasticidad<sup>7</sup>

Se ubica el punto, índice plástico (ordenada) y límite líquido (abscisas), valores obtenidos de la prueba de estados de consistencia.

### Pozo 1

LL= 56.26%

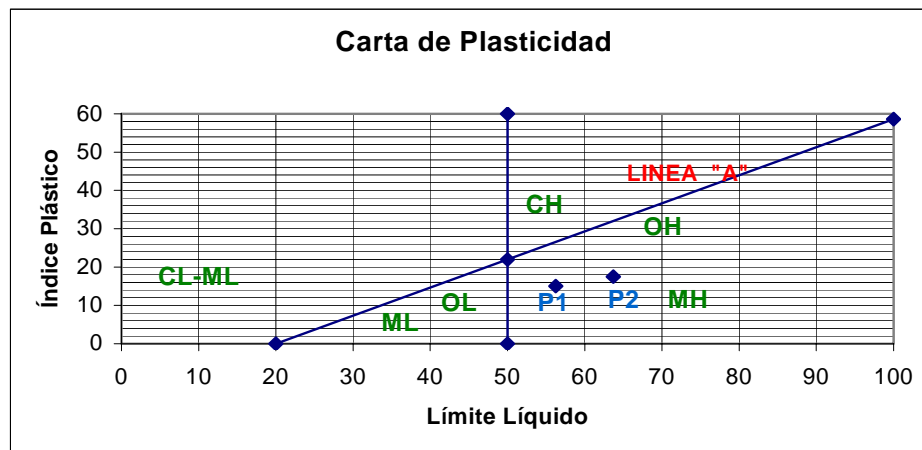
$I_p=15.04$

Pozo 2

LL= 63.70%

$I_p= 17.48$

La región donde se ubico el punto del pozo 1, determina que el tipo de suelo es un MH, limo de alta plasticidad, gráfica 2.



Gráfica 3 Plasticidad

La región donde se ubico el punto del pozo 2, determina que el tipo de suelo es un MH, limo de alta plasticidad, gráfica 2.

<sup>7</sup> Investigaciones realizadas por Casagrande con base a los trabajos de Atterberg, revelaron que al presentar a los suelos revelaron que al representar a los suelos plásticos de diversas localidades en una gráfica de coordenadas LL y  $I_p$ , estos se sitúan en zonas con características de plasticidad y propiedades mecánicas e hidráulicas cualitativamente definidas.



## Prueba para determinar la densidad de sólidos

A partir de obtener la densidad de sólidos en el laboratorio, pudimos obtener algunas magnitudes de las propiedades índice del suelo, con el fin de conocer el estado físico en el que se encuentra (Anexo V).

### Equipo

1. Un Matraz aforado de cuello largo, de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.
2. Un Termómetro con aproximación de .1 °C, graduado hasta 50 °C.
3. Un calentador eléctrico.
4. Una batidora eléctrica.
5. Una pipeta.
6. Una balanza.
7. Una bomba para succionar el grado de vacío.
8. Una charola.
9. Agua oxigenada.
10. Mortero.
11. Placa de vidrio.
12. Espátula.
13. Horno de secado.
14. Un embudo de vidrio de conducto largo.

### Procedimiento de prueba para la determinación de la densidad de sólidos (S<sub>s</sub>)

- Tomando una porción de material de la muestra.
- Molindo en el mortero la porción, hasta dejarlo con una consistencia fina, fotografía 5.
- Añadiendo agua al material y mezclando con una espátula, hasta tener una pasta suave y uniforme, sin presentar grumos, fotografía 6.
- Colocando la pasta en una flanera.
- Vaciando la pasta en el vaso de la batidora, y batiendo durante 30 minutos agregándole agua, fotografía 12.
- Limpiando con alcohol y agua los matraces antes de vaciar el contenido del vaso de la batidora.
- Vaciando el contenido del vaso de la batidora en el matraz, este se colocó dentro de un calentador eléctrico y se conectó a la bomba por medio de una manguera con la finalidad de eliminar el oxígeno dentro del matraz, fotografía 13.
- Agitando el matraz a intervalos de 15 minutos, para eliminar las burbujas de aire.
- Sacando del calentador el matraz, cuando dejó de presentar burbujas al agitarlo, fotografía 14.
- Quitando la conexión de la bomba de aire, y se agregó agua desairada hasta una marca establecida en el matraz.
- Agitando el matraz, para tener una temperatura homogénea, que esta no variara de  $\pm 1$  °C, fotografía 14.
- Anotando tres lecturas de la temperatura dentro del matraz: inferior, en medio y superior.



**Fotografía 12 Batiendo el material**

- Obtención del promedio de las tres temperaturas, con este valor se entro a la gráfica “Curva de Calibración”<sup>8</sup> y encontramos su correspondiente, que es el peso del matraz + agua a temperatura °C ( $W_{bw}$ ), gráfica 4 y gráfica 5 (pozo1 y pozo2).



**Fotografía 13 Medición de temperatura**

<sup>8</sup> Cada matraz tiene una gráfica llamada “Curva de Calibración”, con la finalidad de precisar el peso del matraz más el del agua (en forma teórica) a una temperatura promedio obtenido de la prueba.

- Pesando del matraz lleno(suelo + agua).
- Vaciando el contenido del matraz en una charola, fotografía 15.
- Dejando la charola a la intemperie para que se evaporara el agua.



**Fotografía 14 Eliminación de aire del suelo**

- Pesando la charola con el suelo seco.



**Fotografía 15 Vaciado del suelo**



## Determinación de la densidad de sólidos

### Datos obtenidos de la prueba

#### Pozo 1

Matraz No.	3		
Método de Extracción de aire	Compresor de aire		
Wbws (gr)	713.75		
Temperatura T C	44.1	44	43.9
Charola No.	4		
W muestra seca + Tara (gr)	428.56		
Tara (gr)	332.45		

**Tabla 7 Pozo 1 Densidad de sólidos**

Wbws = Peso del matraz + agua + muestra a T °C

Wbw= Peso del matraz + agua a T °C (De la Curva de Calibración)

Ws = Peso del suelo secado al horno

Ss = Densidad de solidos

#### Pozo 2

Matraz No.	4		
Método de Extracción de aire	Compresor de aire		
Wbws (gr)	708.78		
Temperatura T C	44.4	44.	44.3
		4	
Charola No.	2		
Wmuestra seca + Tara (gr)	613.64		
Tara (gr)	520.16		

**Tabla 8 Pozo 2 Densidad de sólidos**

### Calculo del peso del suelo seco (Ws)

#### Pozo 1

$$W_{\text{muestra seca + Tara}} = 428.56 \text{ (gr)}$$

$$\text{Tara} = 332.45 \text{ (gr)}$$

$$W_s = W_{\text{muestra seca + Tara}} - \text{Tara} \dots I$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$W_s = 428.56 - 332.45 = 96.11 \text{ (gr)}$$



## Pozo 2

$$W_{\text{muestra seca} + \text{Tara}} = 613.64 \text{ (gr)}$$

$$\text{Tara} = 520.16 \text{ (gr)}$$

$$W_s = W_{\text{muestra seca} + \text{Tara}} - \text{Tara} \dots I$$

Sustituyendo valores de la ecuación I

$$W_s = 613.64 - 520.16 = 93.48 \text{ (gr)}$$

## Cálculo de la temperatura promedio

### Pozo 1

$$T_i = 44.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_m = 44.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_s = 43.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T = \sum_{i=1}^n T_i / n \dots II$$

Sustituyendo valores en ecuación II

$$T = (44.1 + 44 + 43.9) / 3 = 44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### Pozo 2

$$T_i = 44.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_m = 44.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_s = 44.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sustituyendo valores en ecuación II

$$T = (44.4 + 44.4 + 44.3) / 3 = 44.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## Cálculo del Peso matraz + agua a T °C ( $W_{bw}$ )

### Pozo 1

Para obtener  $W_{bw}$ , se consulto la gráfica "Curva de Calibración". Con el valor de la temperatura promedio, se busca el correspondiente  $W_{bw}$ , gráfica 4.

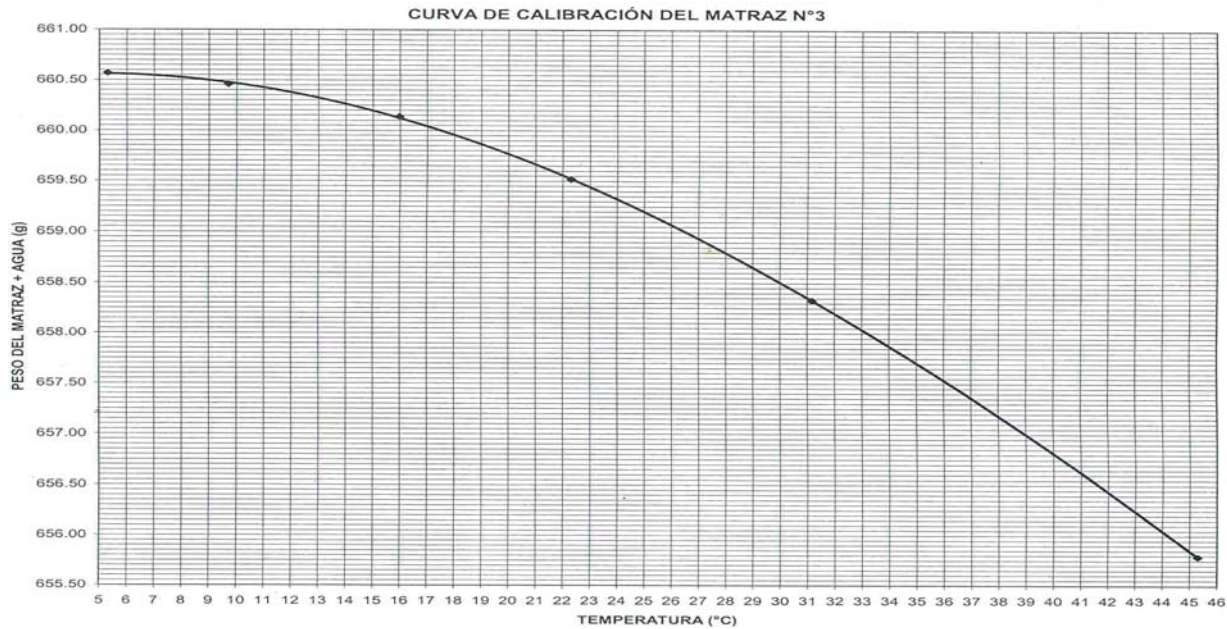
$$W_{bw} = 656.05 \text{ (gr)}$$



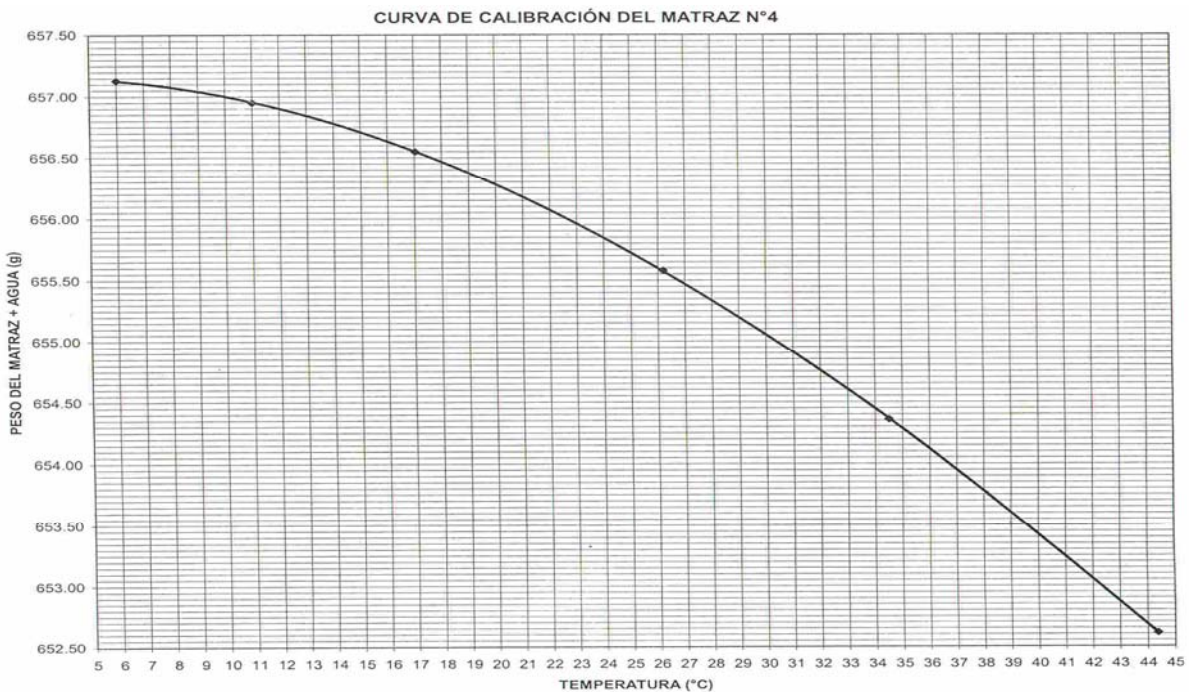
## Pozo 2

Se consulto la gráfica “Curva de Calibración”. Con el valor de la temperatura promedio, se busca el correspondiente  $W_{bw}$ , gráfica 5.

$W_{bw} = 652.53$  (gr)



Gráfica 4 Curva de calibración del matraz 3 (Pozo1)



Gráfica 5 Curva de calibración del matraz 4 (Pozo2)



## Cálculo de la densidad de sólidos<sup>9</sup> (S<sub>s</sub>)

### Pozo 1

$$W_s = 96.11 \text{ (gr)}$$

$$W_{bw} = 656.05 \text{ (gr)}$$

$$W_{bws} = 713.75 \text{ (gr)}$$

Ecuación para obtener la densidad de sólidos

$$S_s = W_s / (W_{bw} + W_s - W_{bws}) \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$S_s = 96.11 / (656.05 + 96.11 - 713.75) = 2.5$$

### Pozo 2

$$W_s = 93.48 \text{ (gr)}$$

$$W_{bw} = 652.53 \text{ (gr)}$$

$$W_{bws} = 708.78 \text{ (gr)}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$S_s = 93.48 / (652.53 + 93.48 - 708.78) = 2.5$$

## Determinación de relaciones volumétricas y gravimétricas del suelo

A partir de la obtención de la densidad de sólidos, se obtuvieron algunas magnitudes de las relaciones volumétricas y gravimétricas, que son importantes para el manejo comprensible de las propiedades mecánicas del suelo; es imprescindible para poder expresar en forma asequible los datos y conclusiones de la mecánica de suelos.

### Determinación de la relación de vacíos (e)

Considerando un suelo parcialmente saturado, se tiene el siguiente figura:

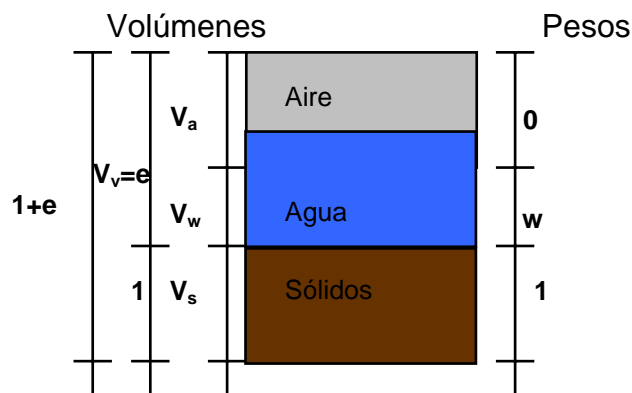


Figura 2 Esquema de una muestra de suelo

<sup>9</sup> Nota: Los cálculos correspondientes a la prueba de densidad de sólidos se realizaron en una hoja de cálculo (Excel), ver anexos tablas 2



Por definición

Donde

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots I$$

Donde

$V_v$ : volumen de vacíos

$V_s$ : volumen de sólidos

Sí  $V_s=1$

Por lo tanto

$$V_v=e$$

Por definición

$$S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_o} = \frac{W_s}{V_s \gamma_o}$$

despejando  $W_s$

$$W_s = S_s V_s \gamma_o$$

Se despeja  $V_s$

$$V_s = \frac{W_s}{S_s \gamma_o}$$

El volumen total se define como:

$$V_m = V_v + V_s$$

Se despeja  $V_v$

$$V_v = V_m - V_s$$

Entonces, sustituyendo en la ecuación I

$$e = \frac{V_m - \frac{W_s}{S_s \gamma_o}}{V_s} = \frac{V_m S_s \gamma_o - W_s}{\frac{V_s}{1}}$$

$$e = \frac{V_m S_s \gamma_o - W_s}{V_s S_s \gamma_o}$$

Donde

$$W_s = V_s S_s \gamma_o$$

Por lo tanto

$$e = \frac{V_m S_s \gamma_o}{W_s} - 1 \dots I$$

### Determinación del peso volumétrico de la muestra ( $\gamma_m$ )

La determinación del peso volumétrico se hizo de manera directa, obteniendo las dos magnitudes involucradas: el peso ( $W_m$ ) y volumen ( $V$ ) de la muestra. El  $W_m$  se obtuvo pesando a la muestra en la balanza, y el volumen midiendo el espécimen cilíndrico de suelo, fotografía 16.



Fotografía 16 Medición geométrica del cilindro

Por lo tanto la expresión para determinar el peso volumétrico:

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m} \dots II$$

### Cálculo del peso volumétrico

#### Pozo 1

Datos

$$W_m = 111.42 \text{ (gr)}$$

$$V = 98.367 \text{ (cm}^3\text{)}$$



Sustituyendo valores en la ecuación II

$$\gamma_m = \frac{111.42}{98.367} = 1.133(\text{gr} / \text{cm}^3)$$

### Pozo 2

Datos

$$W_m = 94.34 \text{ (gr)}$$

$$V = 83.503 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\gamma_m = \frac{94.34}{83.503} = 1.130(\text{gr} / \text{cm}^3)$$

### Cálculo de la relación de vacíos (e)

#### Pozo 1

Datos

$$\gamma_o = 1 \text{ (gr/cm}^3\text{)}^{10}$$

$$S_s = 2.56$$

$$V = 98.367 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$W_s = 95.7 \text{ (gr)}$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$e = \frac{(98.367 * 2.56 * 1)}{95.7} - 1 = 1.631$$

#### Pozo 2

Datos

$$\gamma_o = 1 \text{ (gr/cm}^3\text{)}^*$$

$$S_s = 2.56$$

$$V = 83.503 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$W_s = 82.37 \text{ (gr)}$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$e = \frac{(83.503 * 2.56 * 1)}{82.37} - 1 = 1.60$$

<sup>10</sup>  $\gamma_o$ : peso volumétrico del agua



## Determinación de la porosidad ( $\eta$ )

Empleando el esquema de la muestra de suelo (figura 1). Se tiene una relación entre la porosidad ( $\eta$ ) y la relación de vacíos ( $e$ ).

Se tiene:

$$\text{Si } V_s = 1$$

El  $W_s$  se calcula con la expresión:

$$W_s = V_s S_s \gamma_o \therefore W_s = S_s \gamma_o \dots I$$

Tomando en cuenta

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Despejando  $W_s$

$$W_s = \frac{W_w}{\omega} * 100$$

Sustituyendo  $W_s$  en la ecuación I

$$\frac{W_w}{\omega} = S_s \gamma_o$$

Se tiene

$$W_w = \omega S_s \gamma_o$$

Aplicando la definición de Porosidad

$$\eta = \frac{V_v}{V_m} = \frac{e}{1+e} * 100 \dots II$$

### Cálculo de la porosidad

#### Pozo 1

Datos

$$e = 1.631$$

Sustituyendo en la ecuación II

$$\eta = \frac{1.631}{1+1.631} * 100 = 61.99\%$$

#### Pozo 2



Datos

$$e = 1.6$$

Sustituyendo en la ecuación II

$$\eta = \frac{1.6}{1 + 1.6} * 100 = 61.54\%$$

### Determinación de grado de saturación del suelo

Por definición:

$$G_w(\%) = \frac{V_w}{V_v} * 100 \dots A$$

Se tiene que:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots I$$

Se despeja  $V_v$  de la ecuación I

$$V_v = V_s e \dots II$$

Se define que el peso volumétrico del agua:

$$\gamma_o = \frac{W_w}{V_w} \dots III$$

Se despeja  $V_w$  de la ecuación III

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_o}$$

Se tiene que:

$$\gamma_o = 1 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$V_v = \frac{W_w}{1} = W_w \dots IV$$

Se define el contenido de agua ( $\omega$ ):

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} * 100 \dots V$$

Se despeja  $W_w$  de la ecuación V

$$W_w = W_s \omega \dots VI$$

Se define la densidad de sólidos ( $S_s$ ):



$$S_s = \frac{W_s}{V_s \gamma_o} \dots VII$$

Se despeja  $W_s$  de la ecuación VII

$$W_s = S_s V_s \gamma_o \dots VIII$$

Pero  $\gamma_o = 1 (\text{gr/cm}^3)$

Por lo tanto se tiene:

$$W_s = S_s V_s \dots VIII$$

Sustituyendo la ecuación VIII en la ecuación VI

$$W_w = S_s V_s \omega \dots IX$$

Sustituyendo la ecuación IX en la ecuación IV

$$V_w = S_s V_s \omega \dots X$$

Sustituyendo las ecuaciones II y IX en la ecuación A

$$G_w = \frac{\omega S_s V_s}{e V_s}$$

Queda finalmente

$$G_w = \frac{\omega S_s}{e} \dots B$$

### **Cálculo del grado de saturación del suelo**

#### **Pozo 1**

Datos

$$e = 1.631$$

$$\omega = 15.110\%$$

$$S_s = 2.56$$

Sustituyendo valores en la ecuación B

$$G_w = \frac{15.110 * 2.56}{1.631} = 23.716\%$$

#### **Pozo 2**

Datos

$$e = 1.6$$

$$\omega = 13.719\%$$



---

$$S_s = 2.56$$

Sustituyendo valores en la ecuación B

$$G_w = \frac{13.719 * 2.56}{1.6} = 21.950\%$$

### **Cálculo del peso específico seco ( $\gamma_d$ )**

Por definición:

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m} \dots l$$

Sustituyendo en la ecuación i

#### **Pozo 1**

Datos

$$W_s = 95.7(\text{gr})$$

$$V_m = 98.367(\text{cm}^3)$$

$$\gamma_d = \frac{95.7}{98.367} = 0.973 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

Sustituyendo en la ecuación i

#### **Pozo 2**

Datos

$$W_s = 82.37(\text{gr})$$

$$V_m = 83.503(\text{cm}^3)$$

$$\gamma_d = \frac{82.37 \text{ gr}}{83.503 \text{ cm}^3} = 0.986 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

### **Cálculo del peso específico saturado**

Esta magnitud se obtuvo solo de las pruebas saturadas.

Por definición:

$$\gamma_{sat} = \frac{W_s + W_w}{V_m} \dots l$$

Sustituyendo en la ecuación I

#### **Pozo 1**



## Datos

$$\begin{aligned}W_s &= 90.45(\text{gr}) \\W_w &= 33.68(\text{gr}) \\V_m &= 91.294(\text{cm}^3)\end{aligned}$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$\gamma_{sat} = \frac{90.45 + 33.68}{91.294} = 1.4(\text{gr} / \text{cm}^3)$$

## Pozo 2

### Datos

$$\begin{aligned}W_s &= 84.404(\text{gr}) \\W_w &= 34.786(\text{gr}) \\V_m &= 84.399(\text{cm}^3)\end{aligned}$$

Sustituyendo valores en la ecuación I

$$\gamma_{sat} = \frac{84.404 + 34.786}{84.399} = 1.41(\text{gr} / \text{cm}^3)$$

## Determinación de la capacidad de carga

Se realizaron pruebas de compresión simple (seca y saturada) y pruebas triaxiales (CU Y CD, Anexo VI), para determinar la capacidad de carga, y comparar con las fuerzas a las que estará sometido el suelo, y poder diseñar la cimentación adecuada.

Para realizar estas pruebas, se obtuvieron especímenes cilíndricos con medidas estándar. A continuación se describe la preparación de estos:

### Preparación de la muestra

Requerimos de especímenes de suelo en forma cilíndrica con las siguientes medidas: 3.5 cm de diámetro y 8.5 cm de alto, Anexo VII.

### Equipo

1. Una segueta de alambre.
2. Una lija.
3. Un calibrador.
4. Un torno.
5. Una prensa.

### Procedimiento de labrado y desbastado de la muestra

- Quitando el sellado de la muestra que mantenía las condiciones ambientales de origen, fotografía 17.
- División en secciones a la muestra (pozo 1 y pozo 2).



**Fotografía 17 Retiro del sello**

- Labrado de las muestras con segueta, con medidas aproximadas de 4 cm de ancho por 4 cm de largo y 9 cm de altura, dándoles una forma cúbica, fotografía 18.



**Fotografía 18 División y labrado de la muestra**

- Colocación de los especímenes cúbicos en el torno para darle la forma de cilindros, con medidas de 3.5 cm de diámetro y 8.5 cm de altura, fotografía 19.



**Fotografía 19 Colocación del espécimen en el torno**

- Obtención de diez cilindros por cada muestra (pozo1 y pozo2). Para mantener la humedad de origen del suelo, se envolvieron en plástico autoadherente, además de indicar el lado superior e inferior, fotografía 20.



**Fotografía 20 Calibración de especímenes**

Preparados los especímenes, se iniciaron las pruebas para determinar los esfuerzos en el suelo midiendo su deformación.

## Realización de la prueba de compresión simple (suelo seco)

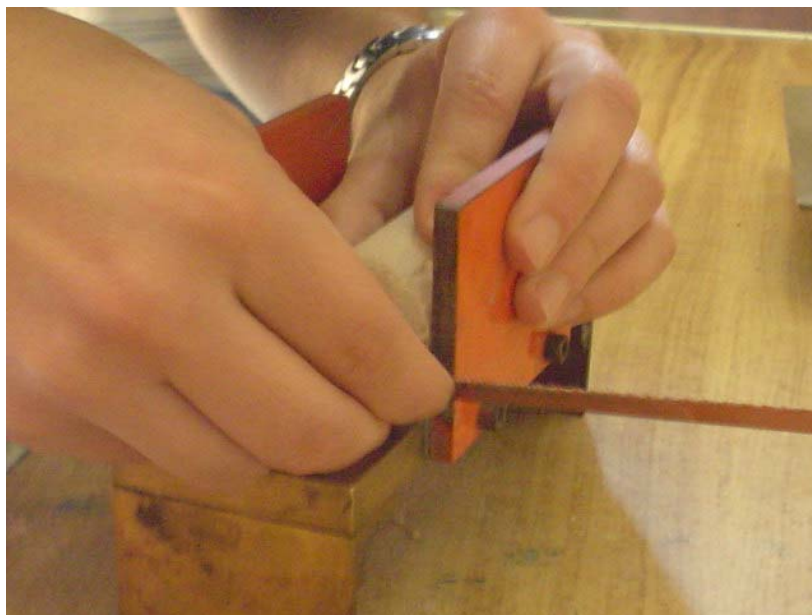
Esta prueba se realizó aplicando un esfuerzo axial a un espécimen, sin la etapa previa de presión hidrostática. Prácticamente sólo existe la etapa de carga que conduce el suelo a la falla; sin embargo, en aras de simplificación, se consideró como primera etapa el estado inicial de la muestra, sin esfuerzos exteriores, Anexo VIII.

### Equipo

1. Una báscula de carga.
2. Cámara triaxial.
3. Recipientes para determinación del contenido de agua (flaneras).
4. Cilindro metálico con manguera (para eliminar el aire).
5. Extensómetro (para medir las deformaciones verticales).
6. Cronómetro.
7. Pesas (1kg, 2kg, 4kg, 5kg, 8kg y 10kg).
8. Calibrador (vernier).
9. Báscula de precisión.
10. Membrana (preservativo).
11. Prensa y segueta para cabeceo de los especímenes.

### Procedimiento de prueba

- Labrado de los especímenes en su parte superior e inferior (cabeceo), tratando de darle aproximadamente las medidas estándar (3.6 cm de diámetro y 8.5 cm de altura), para sujetarlos en los cabezales dentro de la cámara triaxial, debido a las irregularidades que presentaban en las superficies. Cabe señalar, que las medidas variaron en cada espécimen, fotografía 21.



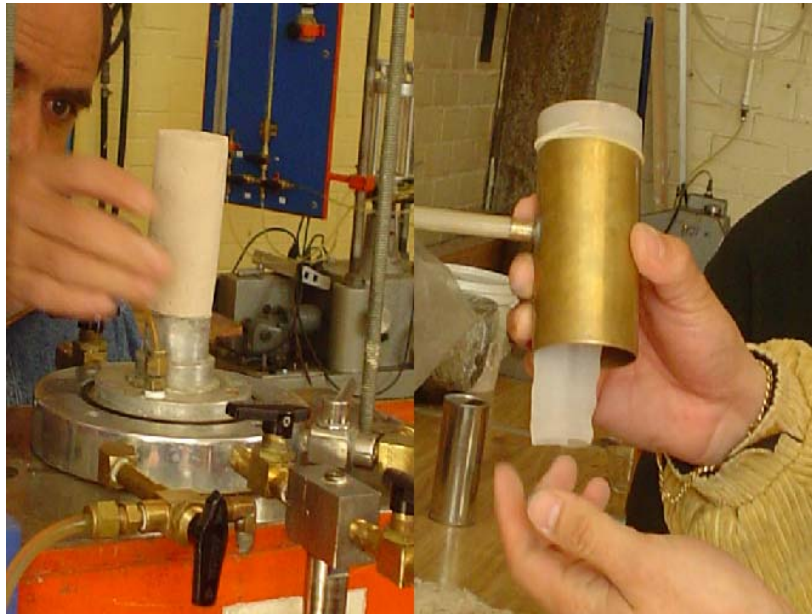
Fotografía 21 Cabeceo de los especímenes

- Medición de los especímenes: su diámetro de en medio, superior e inferior, y las alturas laterales izquierdo, derecho y al centro. Sé pesaron en la bascula de precisión, fotografía II-C-22.



**Fotografía 22 Calibración del espécimen**

- Colocación del espécimen sobre el cabezal de la cámara triaxial; colocando dentro del cilindro metálico la membrana (preservativo), fotografía 23.



**Fotografía 23 Colocación del espécimen y membrana**

- Para colocar dentro de la membrana al espécimen, se hace por medio de vacío. Por medio de la manguera que tiene el cilindro se succiona el aire, con esto, la membrana se adhiere al espécimen, fotografía 24.
- Asegurando al espécimen con el cabezal superior, fotografía 25.



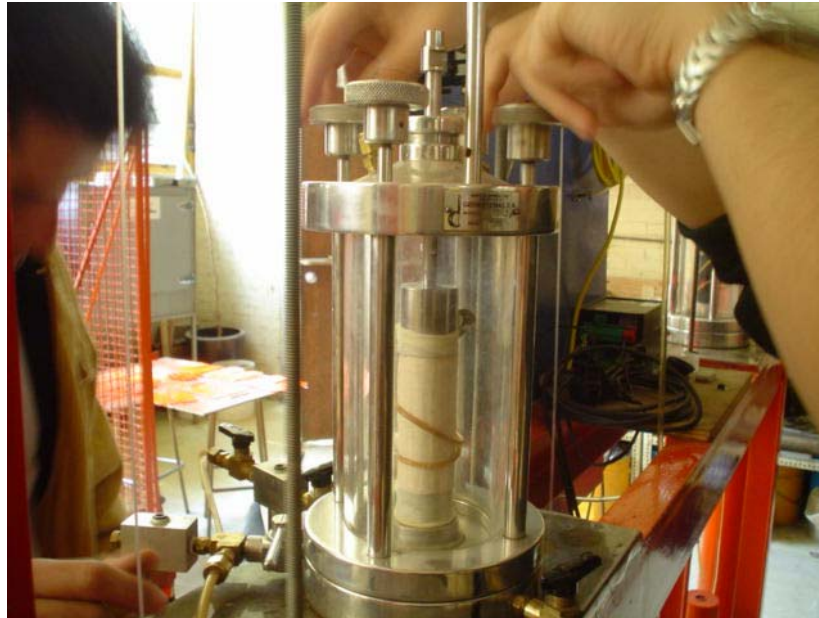
**Fotografía 24** Succión de aire para adherir la membrana al espécimen

- Montado de la cámara triaxial a la base, se aseguro girando los anillos de seño. Se puso la barra que soporta al extensómetro sobre el vástago que conecta con el espécimen. El desplazamiento vertical del vástago determina la deformación del suelo, fotografía 26.



**Fotografía 25** Colocación del cabezal sobre el espécimen

- Calibración el extensómetro y cronómetro. Sé seleccionaron las pesas que se iban a requerir para cargar al espécimen.



**Fotografía 26 Aseguramiento de la cámara triaxial**

- Cargando el espécimen a intervalos de tiempo, iniciando con una carga de 10 Kg a intervalos de 5 minutos. A cada incremento, se tomo la lectura del extensometro, fotografía 27.



**Fotografía 27 Incremento de carga al espécimen y toma de lecturas**

- Se termino de cargar al espécimen hasta que presento fisuras en su estructura (falla); el procedimiento fue para ambos pozos (pozo 1 y pozo2), fotografía 28.



Fotografía 28 Falla del espécimen<sup>11</sup>

- Sacando el espécimen de la cámara. Despojándolo de la membrana, se puso en una flanera y se peso en la báscula de precisión, para después introducirlo al horno de convección por 24 horas. Al final se colocó dentro del horno de convección por 24 horas.



Fotografía 29 Peso del espécimen

<sup>11</sup> El esquema del sistema de transmisión de carga se ve en el anexo VIII.

- Sacando del horno de convección y pesando, para obtener por medio de cálculos su contenido de agua ( $\omega\%$ ), fotografía 30.



Fotografía 30 Extracción del espécimen del horno de convección

### Memoria de Cálculo

La determinación de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos constituye uno de los puntos fundamentales para el análisis de la estabilidad de la obra. Con los resultados de la prueba se determinó las características esfuerzo-deformación y la resistencia del suelo así como su comportamiento.

### Cálculo esfuerzo-deformación

Para esta característica, se requiere previamente de los siguientes cálculos:

- a) Determinación del promedio de los diámetros y alturas.

*Diámetro promedio*

#### Pozo 1

Datos

$$D_s = 3.79 \text{ cm}$$

$$D_m = 3.88 \text{ cm}$$

$$D_i = 3.74 \text{ cm}$$

$D_s$ : Diámetro superior.

$D_m$ : Diámetro de en medio.

$D_i$ : Diámetro inferior.

$D_o$ : Diámetro promedio.



Se tiene:

$$D_o = \frac{D_s + 2D_m + D_i}{4} \dots I$$

Sustituyendo los valores en la ecuación I

$$D_o = \frac{3.79 + (2 * 3.88) + 3.74}{4} = 3.823cm$$

### Pozo 2

Datos

$$D_s = 3.55 \text{ cm}$$

$$D_m = 3.55 \text{ cm}$$

$$D_i = 3.59 \text{ cm}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación

*Altura promedio*

$$D_o = \frac{3.55 + (2 * 3.55) + 3.59}{4} = 3.561cm$$

### Pozo 1

Datos

$$H_1 = 8.52 \text{ cm}$$

$$H_2 = 8.62 \text{ cm}$$

$$H_3 = 8.575 \text{ cm}$$

H<sub>1</sub>: Altura lateral izquierdo; H<sub>2</sub>: Altura lateral derecha; H<sub>3</sub>: Altura al centro.; H<sub>o</sub>: Altura promedio.

Se tiene:

$$H_o = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3} \dots II$$

Sustituyendo valores en la ecuación II

$$H_o = \frac{8.52 + 8.62 + 8.575}{3} = 8.572cm$$

### Pozo 2

Datos

$$H_1 = 8.37 \text{ cm}$$

$$H_2 = 8.42 \text{ cm}$$

$$H_3 = 8.36 \text{ cm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación II

$$H_o = \frac{8.37 + 8.42 + 8.36}{3} = 8.383cm$$



b) Cálculo de la deformación total ( $\delta_{total}$ ) y unitaria ( $\epsilon\%$ ).

Es la diferencia de los decrementos longitudinales que va sufriendo el espécimen al ser sometido a incrementos de carga.

**Pozo 1**

**Cálculo de la deformación total ( $\delta_t$ )**

Datos

- Calibración del extensómetro marcando como inicio la lectura de 17.248 mm, sin cargar al espécimen.
- Colocación de la primera carga de 10 kg, que actuó por 5 minutos. Pasado ese tiempo, se tomo la lectura, con un valor de 17.053 mm.
- Colocación de la segunda carga de 10 kg, que actuó por 5 minutos, con esto, se tiene una carga total de 20 kg. Tomando la lectura con un valor de 16.945 mm.

Este proceso se siguió hasta que el espécimen fallara debido al incremento de carga. Obteniendo la siguiente tabla de datos:

Tiempo (min)	$\Delta P(Kg)$	Ptotal(Kg)	Exten (mm)
0	0	0	17.248
5	10	10	17.053
10	10	20	16.945
15	10	30	16.87
20	10	40	16.789
25	10	50	16.739
30	10	60	16.66
34	8	68	16.625
38	8	76	16.561
42	8	84	16.525
46	8	92	16.472
50	8	100	16.421
54	8	108	16.341

**Tabla 9 Deformación total**

Se tiene:

$$\delta_t = L_{e0} - L_{ej} \dots III$$

Donde:

$L_{e0}$ : Lectura del extensómetro inicial.

$L_{ej}$ : Lectura j del extensómetro, donde j= 0,1,2, 3... n; donde n = # lecturas

Primera deformación ( $\delta_{t1}$ )

Donde:

$L_{e0}$ = 17.248 mm



$$L_{e1} = 17.053 \text{ mm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$\delta_1 = 17.248 - 17.053 = 0.195 \text{ mm}$$

Segunda deformación ( $\delta_{t2}$ )

$$L_{e1} = 17.053 \text{ mm}$$

$$L_{e2} = 16.945 \text{ mm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$\delta_2 = 17.503 - 16.945 = .108 \text{ mm}$$

Por lo tanto la deformación total de estos dos puntos:

De forma general

$$\delta_t = \sum_{i=1}^n \delta_i \dots IV$$

Para este caso  $j=2$

$$\delta_t = \delta_1 + \delta_2$$

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$\delta_t = 0.195 + 0.108 = 0.303 \text{ mm}$$

### Cálculo de la deformación unitaria ( $\epsilon\%$ )

La deformación unitaria es la relación de la deformación con la altura promedio del espécimen. Para el cálculo de la deformación se tiene la siguiente ecuación:

$$\epsilon = ((\delta / 10) / H_o) * 100 \dots V$$

Sustituyendo valores en la ecuación V

$$\epsilon = ((0.303 / 10) / 8.572) * 100 = 0.354 \%$$

$\delta_t$ : Deformación total.

$H_o$ : Altura promedio.

### Pozo 2

Cálculo de la deformación total ( $\delta_{total}$ )

Datos

- Calibración del extensómetro marcando como inicio la lectura de 17.82 mm, sin cargar al espécimen.



- Colocación de la primera carga de 10 kg, que actuó por 5 minutos. Pasado ese tiempo, se tomo la lectura, con un valor de 17.695 mm.
- Colocación de la segunda carga de 10 kg, que actuó por 5 minutos, con esto, se tiene una carga total de 20 kg. Se tomo la lectura con un valor de 17.595 mm.

Se obtuvo la siguiente tabla de datos:

Tiempo (min)	$\Delta P(Kg)$	Ptotal(Kg)	Exten (mm)
0	0	0	17.82
5	10	10	17.695
10	10	20	17.595
15	10	30	17.525
20	10	40	17.46
25	10	50	17.415
30	10	60	17.361
34	8	68	17.329
38	8	76	17.295
42	8	84	17.27
46	8	92	17.231
50	8	100	17.2
53	6	106	17.179
56	6	112	17.152
59	6	118	17.129
62	6	124	17.102
65	6	130	17.09
68	6	136	17.054
71	6	142	17.03
74	6	148	17.001
77	6	154	16.971
80	6	160	16.944
83	6	166	16.91
86	6	172	16.879

**Tabla 10 Deformación unitaria**

Primera deformación ( $\delta_{t1}$ )

Donde:

$$L_{e0} = 17.82 \text{ mm}$$

$$L_{e1} = 17.695 \text{ mm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$\delta_1 = 17.82 - 17.695 = 0.125 \text{ mm}$$

Segunda deformación ( $\delta_{t2}$ )



$$L_{e1} = 17.695 \text{ mm}$$
$$L_{e2} = 17.595 \text{ mm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación III

$$\delta_2 = 17.695 - 17.595 = 0.1 \text{ mm}$$

Por lo tanto la deformación total de estos dos puntos:

Sustituyendo valores en la ecuación IV

$$\delta_t = 0.125 + 0.1 = 0.225 \text{ mm}$$

### Cálculo de la deformación unitaria ( $\epsilon\%$ )<sup>12</sup>

Sustituyendo valores en la ecuación V

$$\epsilon = ((0.225/10)/8.383) * 100 = 0.268 \%$$

### c) Área Corregida

Es el aumento del área transversal del espécimen debido al incremento de carga. Para este cálculo se requiere el área transversal original que se obtiene de la siguiente forma:

Cálculo del área transversal del espécimen ( $A_o$ )

Se tiene la siguiente ecuación:

$$A_o = \frac{\pi D_o^2}{4} \dots VI$$

#### Pozo 1

Datos

$$D_o = 3.823 \text{ cm}$$

Sustituyendo valores en la ecuación VI

$$A_o = \frac{\pi(3.823)^2}{4} = 11.476 \text{ cm}^2$$

#### Pozo 2

Datos

$$D_o = 3.561 \text{ cm}$$

<sup>12</sup> El cálculo de las demás deformaciones (pozo 1 y pozo 2) se realizaron dentro de una hoja de cálculo (Excel), se puede ver en el anexo de gráficas.



Sustituyendo valores en la ecuación VI

$$A_o = \frac{\pi(3.561)^2}{4} = 9.961 \text{cm}^2$$

### Calculo del Área Corregida ( $A_{cor}$ )

Se tiene la siguiente ecuación

$$A_{cor} = \frac{A_o}{1 - \varepsilon} \dots VII$$

#### Pozo 1

Datos

$$A_o = 11.476 \text{cm}^2$$

$$\varepsilon = 0.00354$$

Sustituyendo valores en la ecuación VII

$$A_{cor} = \frac{11.476}{1 - 0.00354} = 11.517 \text{cm}^2$$

#### Pozo 2

Datos

$$A_o = 9.961 \text{cm}^2$$

$$\varepsilon = 0.00268$$

Sustituyendo valores en la ecuación VII

$$A_{cor} = \frac{9.961}{1 - 0.00268} = 9.987 \text{cm}^2$$

### Determinación del esfuerzo normal ( $\sigma_{des}$ )

La carga transmitida al espécimen de suelo por medio del vástago genera un estado de esfuerzos. El someter al suelo a una presión controlada es con el objetivo de determinar la resistencia del suelo a partir de un estado de esfuerzo que experimentaría el suelo bajo una acción externa (sismo, peso de la estructura, etc.).

La prueba permite determinar la carga con la cual el suelo falla y el área de contacto ( $A_{cor}$ ), con estas dos magnitudes se obtuvo el esfuerzo normal (propiedad mecánica).

Por definición:

$$\sigma_{des} = \frac{P_{total}}{A_{cor}} \dots VIII$$

$P_{total}$ : Carga total que actúa sobre el espécimen en kilogramos

$A_{cor}$ : Área corregida en centímetros cuadrados.



$$P_{total} = \sum_{i=0}^n \Delta P_i$$

$i=0,1,2,3\dots n$ , donde  $n$  es el número de incrementos de carga.

### Pozo 1

Datos

Referidos de la tabla 5a, se tiene:

$\Delta P_0 = 0\text{kg}$ , incremento de carga al inicio de la prueba (tiempo = 0min).

$\Delta P_1 = 10\text{Kg}$ , primer incremento de carga (tiempo = 5min).

$\Delta P_2 = 10\text{Kg}$ , segundo incremento de carga (tiempo = 10min).

$A_{cor} = 11.517\text{cm}^2$ , en el tiempo = 10min.

### Calculo del esfuerzo normal ( $\sigma_{des}$ )

$$P_{total} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$P_{total} = 0+10+10=20\text{Kg}$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{des} = \frac{20}{11.517} = 1.737\text{Kg} / \text{cm}^2$$

Este esfuerzo es producido en el segundo incremento de carga, pero el que se requiere es el esfuerzo último, que es al que llega el espécimen de suelo cuando presenta falla, debido a que no pudo soportar más incremento de carga. Los cálculos de los demás esfuerzos se realizaron dentro de una hoja de cálculo<sup>13</sup> (Excel), tabla 11

Recurriendo a valores de tablas, se tiene que el valor del esfuerzo último es:

$$\sigma_{ultimo} = 9.311\text{Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 11), se gráfica la curva esfuerzo-deformación, gráfica 6.

<sup>13</sup> El cálculo de las de más pruebas realizadas de comprensión simple (pozo 1 y pozo 2) se pueden ver en el anexo de tablas. Las tablas a las que hace referencia el texto se pueden consultar en los anexos del capítulo.



Ptotal (Kg)	$\sigma_{des}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000
10	0.869
20	1.737
30	2.603
40	3.467
50	4.331
60	5.192
68	5.882
76	6.570
84	7.258
92	7.944
100	8.630
108	9.311

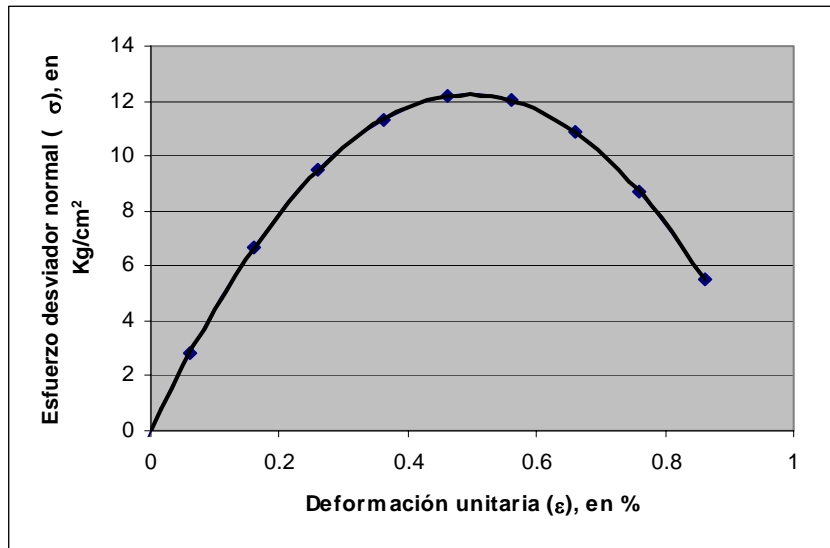


Tabla11Carga total y esfuerzo normal

Gráfica 6 Curva "Esfuerzo-deformación"

## Pozo 2

### Datos

Referidos de la tabla 11, se tiene:

$\Delta P_0 = 0\text{kg}$ , incremento de carga al inicio de la prueba (tiempo = 0min).

$\Delta P_1 = 10\text{Kg}$ , primer incremento de carga (tiempo = 5min).

$\Delta P_2 = 10\text{Kg}$ , segundo incremento de carga (tiempo = 10min).

$A_{cor} = 9.987\text{cm}^2$ , en el tiempo = 10min.

### Calculo del esfuerzo normal ( $\sigma_{des}$ )

$$P_{total} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$P_{total} = 0 + 10 + 10 = 20\text{Kg}$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{des} = \frac{20}{9.987} = 2.003\text{Kg} / \text{cm}^2$$

Este esfuerzo es producido en el segundo incremento de carga, y al igual que en el pozo 1, lo se requiere es el esfuerzo ultimo.



Por lo tanto, refiriéndose a la tabla 6b del anexo, se tiene que el valor del esfuerzo ultimo es:

$$\sigma_{\text{ultimo}} = 17.078 \text{Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 11), se obtiene la gráfica la curva esfuerzo-deformación, gráfica 7.

Ptotal(Kg)	$\sigma_{\text{des}}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.000
10	1.002
20	2.003
30	3.001
40	3.999
50	4.996
60	5.991
68	6.788
76	7.583
84	8.379
92	9.173
100	9.967
106	10.562
112	11.156
118	11.751
124	12.344
130	12.940
136	13.531
142	14.124
148	14.716
154	15.307
160	15.899
166	16.488
172	17.078

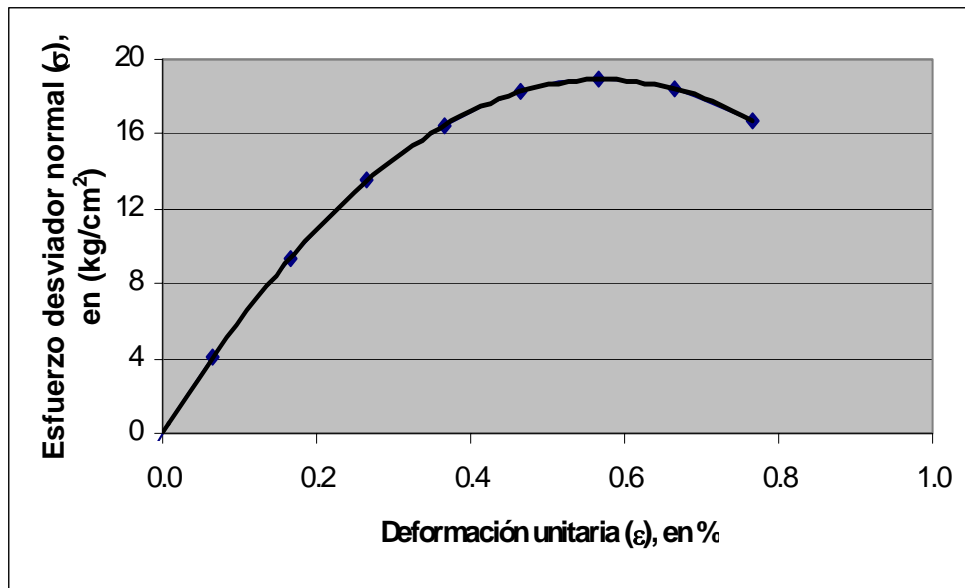


Tabla 12 Carga y esfuerzo

Gráfica 7 Curva esfuerzo-deformación

Antes de obtener la resistencia del suelo, se obtienen los esfuerzos últimos de las pruebas de compresión simple con suelo saturado y triaxial (CU).

## Realización de la prueba de compresión simple (suelo saturado)

Esta prueba se realizó aplicando un esfuerzo axial aún espécimen saturado. Prácticamente solo existe la etapa de carga que conduce el suelo a la falla, ya que no se aplicó confinante; sin embargo, en vías de simplificación, se consideró como primera etapa el estado inicial de la muestra, sin esfuerzos exteriores, Anexo VIII.

El equipo empleado y el procedimiento de prueba es similar al de la prueba de compresión simple hecha a un suelo seco (estado natural), por lo que se explicará solo la actividad en la que difieren.

### Procedimiento de saturación del suelo

La prueba se realizó para pozo 1 y pozo 2.

- Poniendo papel filtro en los cabezales y alrededor del espécimen con el objetivo de evitar pérdida del material y que no se fugara por las líneas de conducción, como adherente se usó agua, que se aplicó con un atomizador, fotografía 31.



Fotografía 31 Colocación del papel filtro

- Haciendo pasar agua desairada a través del espécimen, inyectándola con el cabezal superior que está en contacto con la parte superior del espécimen el agua fluía de arriba hacia abajo. El agua desalojada por el cabezal inferior, se iba a la intemperie por medio de una válvula, fotografía 32.



**Fotografía 32 Saturación del espécimen de suelo**

- Revisión de las líneas de conducción que no deben presentar burbujas de aire, así como entre la membrana y el suelo.
- Deja saturando por 24 horas.
- Al termino de este tiempo se procedió a realizar la prueba(mismo procedimiento que el del suelo seco, ya descrito).

Al igual que la prueba anterior se determinara la resistencia del suelo sometido a incrementos de carga controlados, pero en esta ocasión el suelo se encuentra saturado, con esto el suelo disminuye su resistencia, llega más rápido a su estado de falla, debido a que el agua entra a los huecos que tiene el suelo, es decir, donde había aire ahora hay agua, con esto modifica su estructura.

Para determinar la relación esfuerzo-deformación se requiere de obtener el cálculo del diámetro y altura promedio, deformación total y unitaria, y el área corregida; el procedimiento para obtener estos valores, se describió en la prueba anterior, por lo que en esta sección no se considerará. De esta manera se realizara el cálculo del esfuerzo normal de algunos incrementos de carga que experimento el suelo, y el cálculo del esfuerzo último.



## Determinación del esfuerzo normal ( $\sigma_{des}$ )

### Pozo 1

#### Datos

Se tiene la siguiente tabla:

Tiempo (min)	$\Delta P$ (Kg)	Ptotal(Kg)	Micro (mm)	$\delta_{total}$ (mm)	$\epsilon$ (%)	Acorr (cm <sup>2</sup> )
0	0	0	13.411	0	0.000	10.449
5	5	5	13.34	0.071	0.083	10.458
10	5	10	13.278	0.133	0.155	10.465
15	5	15	13.134	0.277	0.323	10.483
18	3	18	13.119	0.292	0.341	10.485
21	3	21	13.095	0.316	0.369	10.488
24	3	24	13.061	0.35	0.408	10.492
27	3	27	13.025	0.386	0.450	10.496
30	3	30	12.981	0.43	0.502	10.502
33	3	33	12.945	0.466	0.544	10.506
36	3	36	12.909	0.502	0.586	10.511
39	3	39	12.879	0.532	0.621	10.514
42	3	42	12.849	0.562	0.656	10.518
45	3	45	12.814	0.597	0.697	10.522
48	3	48	12.78	0.631	0.736	10.527
51	3	51	12.742	0.669	0.781	10.531
54	3	54	12.27	1.141	1.332	10.590
57	3	57	12.191	1.22	1.424	10.600
60	3	60	12.121	1.29	1.505	10.609
63	3	63	12.062	1.349	1.574	10.616
66	3	66	12.004	1.407	1.642	10.624
69	3	69	11.941	1.47	1.715	10.632
72	3	72	11.879	1.532	1.788	10.639
75	3	75	4	9.411	10.983	11.738

Tabla 13 Carga total y deformación unitaria

#### Cálculos

Se obtuvieron algunos valores de esfuerzo normal, con el objetivo de describir el procedimiento. El cálculo de los demás esfuerzos, como ya se viene haciendo, se realizó en una hoja de cálculo, donde se obtuvo el esfuerzo último, anexo-tabla.

Por lo tanto, se obtendrá el esfuerzo normal cuando el espécimen experimenta su tercer incremento.

$P_{total} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ , donde los  $\Delta P_i$  son datos referidos de la tabla 13.



### Sustituyendo valores

$$P_{total} = 0+5+5+5 = 15 \text{ Kg}$$

El valor del área corregida cuando el suelo experimenta su tercer incremento:

$$A_{cor} = 10.483 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{des} = \frac{15}{10.483} = 1.431 \text{ Kg/cm}^2$$

El valor del esfuerzo ultimo, obtenido de la hoja de cálculo, anexos-tablas:

$$\sigma_{ultimo} = 6.767 \text{ Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 13), sé gráfico *la curva esfuerzo-deformación*, gráfica 8.

$\epsilon$ (%)	$\sigma_{des}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.083	0.478
0.155	0.956
0.323	1.431
0.341	1.717
0.369	2.002
0.408	2.287
0.450	2.572
0.502	2.857
0.544	3.141
0.586	3.425
0.621	3.709
0.656	3.993
0.697	4.277
0.736	4.560
0.781	4.843
1.332	5.099
1.424	5.377
1.505	5.656
1.574	5.934
1.642	6.213
1.715	6.490
1.788	6.767
10.983	6.389

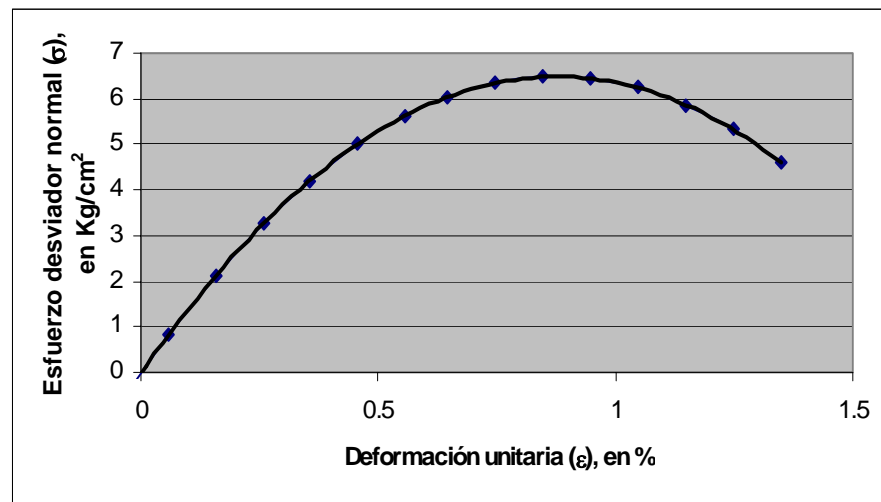


Tabla 14 Esfuerzo-deformación.

Gráfica 8 Curva esfuerzo-deformación



Si comparamos el esfuerzo último que experimenta un suelo seco con un suelo saturado, es mayor.

Por lo tanto, comparando los esfuerzos últimos (suelo seco y saturado) del pozo 1:

$$\sigma_{\text{suelo seco}} = 9.311 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{\text{suelo húmedo}} = 6.767 \text{ kg/cm}^2$$

Lo que quiere decir, que se presenta una condición desfavorable, la resistencia del suelo disminuye al saturarlo y modifica su estructura interna, y con esto sus propiedades índice y mecánicas. Cambia el comportamiento del suelo ante una acción externa.

## Pozo 2

### Datos

Se tiene la siguiente tabla:

Tiempo (min)	$\Delta P$ (Kg)	Ptotal(Kg)	Micro (mm)	$\delta$ total (mm)	$\epsilon$ (%)	Acorr (cm2)
0	0	0	13.651	0	0.000	9.759
5	5	5	13.525	0.126	0.147	9.773
10	5	10	13.418	0.233	0.272	9.786
13	3	13	13.359	0.292	0.341	9.792
16	3	16	13.281	0.37	0.432	9.801
19	3	19	13.221	0.43	0.502	9.808
22	3	22	13.168	0.483	0.564	9.814
25	3	25	13.11	0.541	0.631	9.821
28	3	28	13.05	0.601	0.701	9.828
31	3	31	13.011	0.64	0.747	9.832
34	3	34	12.963	0.688	0.803	9.838
37	3	37	12.911	0.74	0.864	9.844
40	3	40	12.855	0.796	0.929	9.851
43	3	43	12.789	0.862	1.006	9.858
46	3	46	1.401	12.25	14.296	11.387

Tabla 15 Carga total y esfuerzo unitario

### Cálculos

Se obtuvieron algunos valores de esfuerzo normal, con el objetivo de describir el procedimiento. El cálculo de los demás esfuerzos, como ya se viene haciendo se realizaron en una hoja de cálculo, donde se obtuvo el esfuerzo último, anexo-tabla.

Por lo tanto, se obtendrá el esfuerzo normal cuando el espécimen experimenta su tercer incremento.

$$P_{\text{total}} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3, \text{ donde los } \Delta P_i \text{ son datos referidos de la tabla 8a.}$$



### Sustituyendo valores

$$P_{total} = 0+5+5+3 = 13 \text{ Kg}$$

El valor del área corregida cuando el suelo experimenta su tercer incremento:

$$A_{cor} = 9.792 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{des} = \frac{13}{9.792} = 1.328 \text{ Kg/cm}^2$$

El valor del esfuerzo ultimo, obtenido de la hoja de cálculo, anexos-tablas:

$$\sigma_{ultimo} = 4.362 \text{ Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 15), sé gráfico *la curva esfuerzo-deformación*, gráfica 9.

$\epsilon$ (%)	$\sigma_{des}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.147	0.512
0.272	1.022
0.341	1.328
0.432	1.632
0.502	1.937
0.564	2.242
0.631	2.546
0.701	2.849
0.747	3.153
0.803	3.456
0.864	3.759
0.929	4.061
1.006	4.362

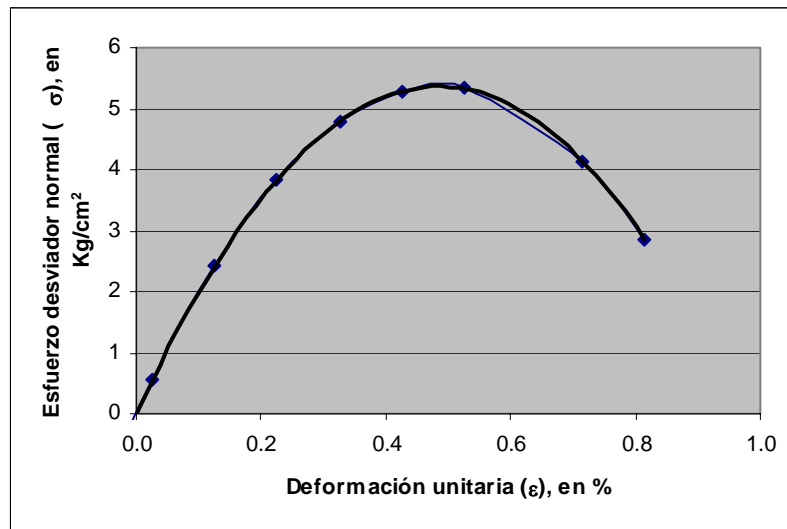


Tabla 16 Esfuerzo-deformación

Gráfica 9 Curva esfuerzo-deformación

Si comparamos el esfuerzo último que experimenta un suelo seco con un suelo saturado, es mayor.

Por lo tanto, comparando los esfuerzos últimos (suelo seco y saturado) del pozo 2:



$$\sigma_{\text{suelo seco}} = 17.078 \text{ kg} / \text{cm}^2 > \sigma_{\text{suelosaturado}} = 4.362 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Lo que quiere decir, que se presenta una condición desfavorable, la resistencia del suelo disminuye al saturarlo y modifica su estructura interna, y con esto sus propiedades índice y mecánicas. Cambia el comportamiento del suelo ante una acción externa.

### **Realización de la prueba de compresión Triaxial (CU)**

Esta prueba se realizó con el propósito de determinar las características de esfuerzo-deformación y resistencia de los suelos sujetos a esfuerzos cortantes, producidos cuando se varían los esfuerzos principales que actúan sobre el espécimen de suelo, dos de estos esfuerzos principales se produjeron con la presión de agua que rodeaba al espécimen, y por lo tanto, son iguales y no variaron durante la prueba. El que aumentó fue el esfuerzo axial debido a los incrementos de carga.

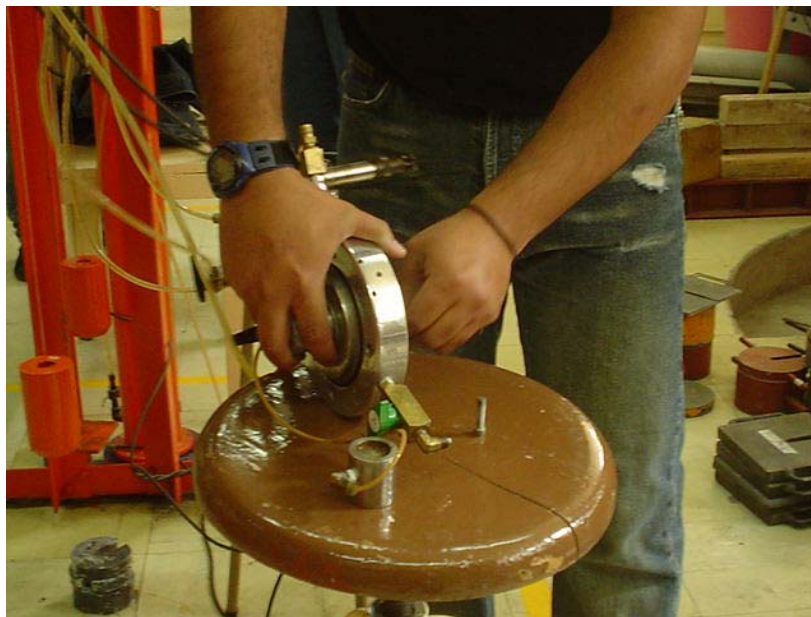
### **Equipo**

Cabe señalar que para esta prueba, se utilizó el mismo equipo al de la prueba de compresión simple, solo que se utilizó material diferente para preparar al espécimen de suelo.

1. Una báscula de carga.
2. Cámara Triaxial
3. Recipientes para determinación del contenido de agua (flaneras).
4. Cilindro metálico con manguera (para eliminar el aire).
5. Extensómetro (para medir las deformaciones verticales).
6. Cronómetro.
7. Pesas (1kg, 2kg, 4kg, 5kg, 8kg y 10kg).
8. Calibrador (Vernier).
9. Báscula de precisión.
10. Membrana (preservativo).
11. Prensa y segueta para cabeceo de los especímenes.
12. Papel filtro.

## Procedimiento de la prueba

- Se limpio y preparo el equipo que comprende: cámara triaxial, sistema de transmisión de carga y sistema de confinamiento y saturación, fotografía 33.



Fotografía 33 Limpieza y preparación del equipo

- Se limpiaron las piedras porosas que están contenidas en los cabezales de la cámara triaxial que sirven de filtros, impiden que se drene el suelo. Se utilizo ácido como limpiador, fotografía 34.
- Se labro los especímenes en su parte superior e inferior, fotografía 21.
- Se midió de los especímenes: su diámetro de en medio, superior e inferior, y las alturas laterales izquierdo, derecho y al centro. Sé pesaron en la bascula de precisión, fotografía 22.
- Se coloco al espécimen sobre el cabezal de la cámara Triaxial; se coloco dentro del cilindro metálico la membrana(preservativo), fotografía 23.

- Para colocar dentro de la membrana al espécimen, se hace por medio de vacío. Por medio de la manguera que tiene el cilindro se succiono el aire, con esto, la membrana se adherió al espécimen, fotografía 24.



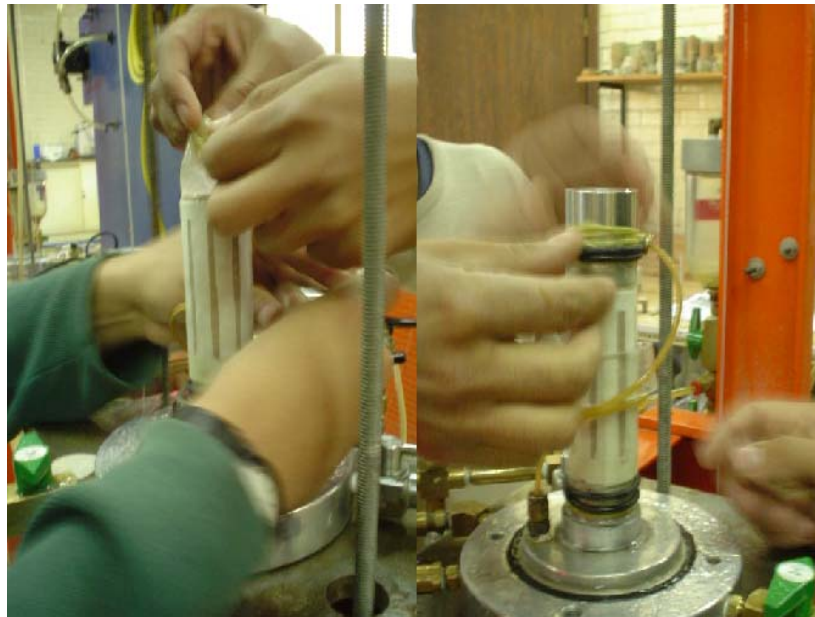
**Fotografía 34 Limpieza de los filtros de los cabezales de la cámara**

- Se colocó los filtros de papel alrededor del espécimen (con un atomizador se aplicó agua como adherente) y en los cabezales de la cámara triaxial, fotografía 35.



**Fotografía 35 Colocación del filtro en el espécimen**

- Se sujeta el espécimen a los cabezales por medio de ligas, fotografía 36.



**Fotografía- 36 Sujeción del espécimen en la cámara triaxial**

- Se reviso la línea de conducción que llena la cámara, que no tuviera una fuga y no presentaran burbujas de aire.
- Se monto el cilindro de lucita en la base de la cámara, y se aseguro girando los anillos de seño. Se puso la barra que soporta al extensómetro sobre el vástago que transmite la carga al espécimen, fotografía 37.
- Se lleno la cámara de agua. Se saturo el espécimen, revisando que las paredes del



**Fotografía 37 Colocación del cilindro de lucita**

espécimen y la membrana no tuvieran burbujas de aire, para evitarlo se purgo abriendo la válvula que conecta a la atmósfera, fotografía 38.



**Fotografía 38 Saturación del espécimen.**

- Se dejó saturando por 24 horas, y se añadió una presión hidrostática extra (confinante).
- Se calibró el extensómetro y cronómetro. Se seleccionaron las pesas que se iban a requerir para cargar al espécimen.
- Se cargó el espécimen a intervalos de tiempo, iniciando con una carga de 10 Kg a intervalos de 5 minutos. A cada incremento, se tomó la lectura del extensómetro, fotografía 39.



**Fotografía 39 Colocación de las cargas.**

- Se terminó de cargar al espécimen hasta que presentó fisuras en su estructura (falla). La resistencia del suelo disminuyó debido a su saturación; el procedimiento fue para ambos pozos (pozo 1 y pozo 2), fotografía 40.

- Se dreno la cámara para poder sacar al espécimen, fotografía 41.
- Se saco el espécimen de la cámara. Despojándolo de la membrana, se vertió en una flanera y se peso en la báscula de precisión, para después introducirlo al horno de convección por 24 horas. Se coloca dentro del horno de convección por 24 horas, fotografía 41.



**Fotografía 40** Falla del espécimen

- Se saco del horno de convección y se peso, para obtener por medio de cálculos su contenido de agua ( $\omega\%$ ), fotografía 30.



**Fotografía 41** Drenado de la cámara.



## Memoria de Cálculo

En esta prueba se determinó la resistencia al esfuerzo cortante del suelo sometido a incrementos de carga controlados, hasta llevarlo a la falla. A diferencia de las otras pruebas, se aplicó una presión hidrostática alrededor del espécimen. La presión hidrostática es de igual magnitud en cualquier punto de contacto.

Para determinar la relación esfuerzo-deformación, se requiere de obtener el cálculo del diámetro y altura promedio, deformación total y unitaria, y el área corregida; el procedimiento para obtener estos valores, se describió en pruebas anteriores. De esta manera se realizó el cálculo del esfuerzo normal de algunos incrementos de carga que experimentó el suelo, y el cálculo del esfuerzo último.

### Determinación del esfuerzo normal ( $\sigma_{des}$ )

#### Pozo1

#### Datos

Se tiene la siguiente tabla, que incluyen los valores del área corregida y la deformación unitaria.

Tiempo (min)	$\Delta P$ (Kg)	$P_{total}$ (Kg)	Micro (mm)	$\delta_{total}$ (mm)	$\epsilon$ (%)	Acorr (cm <sup>2</sup> )
0	0	0	21.447	0	0.000	9.919
5	5	5	21.391	0.056	0.065	9.925
10	5	10	21.349	0.098	0.114	9.930
15	5	15	21.308	0.139	0.162	9.935
20	5	20	21.258	0.189	0.221	9.941
25	5	25	21.223	0.224	0.261	9.945
30	5	30	21.213	0.234	0.273	9.946
35	5	35	21.2	0.247	0.288	9.948
40	5	40	21.18	0.267	0.312	9.950
45	5	45	21.16	0.287	0.335	9.952
50	5	50	21.15	0.297	0.347	9.953
53	3	53	21.13	0.317	0.370	9.956
56	3	56	21.115	0.332	0.387	9.957
60	4	60	21.01	0.437	0.510	9.970
64	4	64	10.218	11.22 9	13.104	11.415

Tabla 17 Deformación unitaria y área corregida.



## Cálculo

Se obtuvieron algunos valores de esfuerzo normal, con el objetivo de describir el procedimiento. El cálculo de los demás esfuerzos, como ya se viene haciendo, se realizó en una hoja de cálculo, donde se obtuvo el esfuerzo último, anexo-tabla.

Por lo tanto, se obtendrá el esfuerzo normal cuando el espécimen experimenta su tercer incremento.

$P_{total} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$ , donde los  $\Delta P_i$  son datos referidos de la tabla 9a.

Sustituyendo valores

$$P_{total} = 0 + 5 + 5 + 5 = 15 \text{ Kg}$$

El valor del área corregida cuando el suelo experimenta su tercer incremento:

$$A_{cor} = 9.935 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{des} = \frac{15}{9.935} = 1.510 \text{ Kg/cm}^2$$

El valor del esfuerzo ultimo, obtenido de la hoja de cálculo, anexos-tablas:

$$\sigma_{ultimo} = 6.018 \text{ Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 17), se gráfico *la curva esfuerzo-deformación*, gráfica 9.

e (%)	$\sigma_{des}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.065	0.504
0.114	1.007
0.162	1.510
0.221	2.012
0.261	2.514
0.273	3.016
0.288	3.518
0.312	4.020
0.335	4.522
0.347	5.023
0.370	5.324
0.387	5.624
0.510	6.018
13.104	5.607

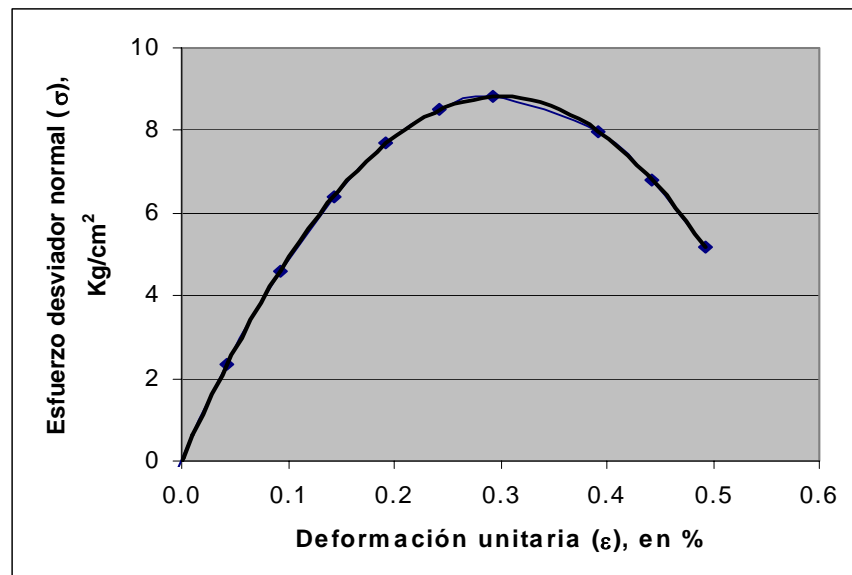


Tabla 18 Esfuerzo y deformación

Gráfica 10 Curva esfuerzo-deformación



Si comparamos el esfuerzo último que experimenta un suelo seco, un suelo saturado y un suelo sometido a una presión hidrostática alrededor de este, es mayor en el suelo seco.

Por lo tanto, comparando los esfuerzos últimos (suelo seco, saturado y sometido a una presión hidrostática) del pozo 1:

$$\sigma_{\text{suelo seco}} = 9.311 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{\text{suelo húmedo}} = 6.767 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{ph} = 6.018 \text{ kg/cm}^2$$

Se tiene una disminución de la resistencia del suelo, debido a que ahora el suelo tiene dos esfuerzos laterales que genera la presión hidrostática. Se suma además, el esfuerzo axial y la saturación del espécimen.

La resistencia del suelo en la prueba CU disminuye en 35.37% en comparación con la prueba de compresión simple con suelo seco y en un 11.07% con suelo saturado.

## Pozo2

Datos

Se tiene la siguiente tabla, que incluyen los valores del área corregida y la deformación unitaria.

Tiempo (min)	$\Delta P$ (Kg)	Ptotal(Kg)	Micro (mm)	$\delta$ total (mm)	$\epsilon$ (%)	Acorr (cm2)
0	0	0	17.511	0	0.000	10.066
5	5	5	17.342	0.169	0.197	10.086
10	5	10	17.29	0.221	0.258	10.092
15	5	15	17.191	0.32	0.373	10.104
20	5	20	17.109	0.402	0.469	10.113
25	5	25	17.09	0.421	0.491	10.116
30	5	30	16.913	0.598	0.698	10.137
35	5	35	16.815	0.696	0.812	10.148
40	5	40	16.719	0.792	0.924	10.160
45	5	45	16.691	0.82	0.957	10.163
49	4	49	12.671	4.84	5.648	10.669

**Tabla 19 Deformación unitaria y área corregida**

## Cálculo

Se obtendrá el esfuerzo normal cuando el espécimen experimenta su tercer incremento, a manera de describir el procedimiento utilizado.

$$P_{\text{total}} = \Delta P_0 + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3, \text{ donde los } \Delta P_i \text{ son datos referidos de la tabla 19.}$$

Sustituyendo valores



$$P_{\text{total}} = 0+5+5+5 = 15 \text{ Kg}$$

El valor del área corregida cuando el suelo experimenta su tercer incremento:

$$A_{\text{cor}} = 10.104 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

Sustituyendo valores en la ecuación VIII

$$\sigma_{\text{des}} = \frac{15}{10.104} = 1.485 \text{ Kg/cm}^2$$

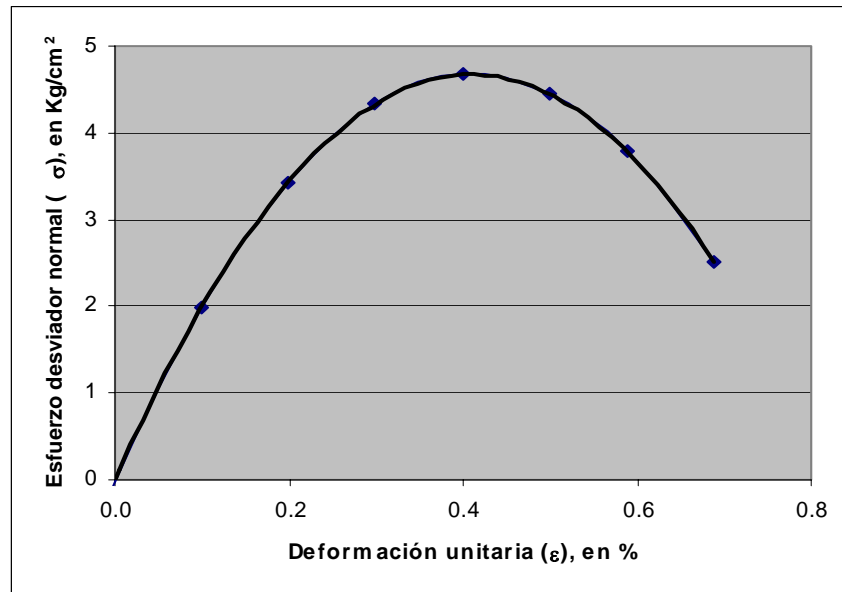
El valor del esfuerzo ultimo, obtenido de la hoja de cálculo, anexos-tablas:

$$\sigma_{\text{ultimo}} = 3.937 \text{ Kg/cm}^2$$

Con los valores de los esfuerzos y deformaciones unitarias (Tabla 20), se gráfico la curva esfuerzo-deformación, gráfica 11.

e (%)	$\sigma_{\text{des}}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.197	0.496
0.258	0.991
0.373	1.485
0.469	1.978
0.491	2.471
0.698	2.960
0.812	3.449
0.924	3.937

**Tabla 20 Esfuerzo  
Deformación**



**Gráfica 11 Curva esfuerzo-deformación**

$$\sigma_{\text{suelo seco}} = 17.078 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{\text{suelo húmedo}} = 4.362 \text{ kg/cm}^2 > \sigma_{\text{ph}} = 3.937 \text{ kg/cm}^2$$

Se tiene una disminución de la resistencia del suelo, debido a que ahora el suelo tiene dos esfuerzos laterales que genera la presión hidrostática. Se suma además, el esfuerzo axial y la saturación del espécimen.

La resistencia del suelo en la prueba CU disminuye en 76% en comparación con la prueba de compresión simple con suelo seco y en un 10% con suelo saturado.



## Cálculo del esfuerzo cortante ( $\tau$ )

Los suelos que soportan cimentaciones de varias formas están sujetos a incrementos de esfuerzos netos. El incremento de los esfuerzos en el suelo depende de la carga por unidad de área que produce la cimentación, la profundidad a la cual se desea estimar el incremento de esfuerzo.

El esfuerzo normal y cortante actuantes en cualquier plano pueden también ser determinados por medio del uso del Círculo de Mohr (Anexo).

Para conocer las condiciones de esfuerzo límite que causan la falla de los suelos, consiste en considerar que la resistencia de un material puede medirse por el esfuerzo cortante máximo que puede soportar ese material que, a su vez, es función del esfuerzo normal actuante en el plano en que ocurre la falla.

La determinación de la capacidad esta en función de determinar el esfuerzo cortante de cada prueba en la que el suelo fue sometido a incrementos de cargas controlada, tomando la menor capacidad de carga calculada, la cual se comparará con el esfuerzo actuante.

## Cálculo del esfuerzo cortante de la prueba de compresión simple (suelo seco)

### Pozo 1

Se obtuvo el esfuerzo en el cual la muestra de suelo fallo, este es:  
 $q_u = \sigma_1 = 9.311 \text{ Kg/cm}^2$ , donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla

Para realizar la gráfica del círculo de Mohr, se emplea la ecuación de la circunferencia:  
 $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2 \dots I$

cuyo centro es  $(h,k)$  y  $r$  es el radio

Sustituyendo valores:

Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_1 = 9.311 \text{ kg/cm}^2$

$h = \sigma_1/2$  donde  $\sigma$  es el esfuerzo normal en  $\text{kg/cm}^2$

$k = \tau$  donde  $\tau$  es el esfuerzo cortante en  $\text{kg/cm}^2$

$h = 4.655 \text{ kg/cm}^2$

$k = 0 \text{ kg/cm}^2$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

$$(x-4.655)^2 + (y-0)^2 = (\sigma_1/2)^2$$

Despejando  $y$

$$y^2 = (4.655)^2 - (x-4.655)^2$$

$$y = \sqrt{(4.655)^2 - (x-4.655)^2}$$

$$\tau = \sqrt{(4.655)^2 - (\sigma - 4.655)^2} \dots II$$



Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla:

$\tau$	$\sigma$
0.000	0
2.099	0.5
2.883	1
3.423	1.5
3.824	2
4.126	2.5
4.351	3
4.509	3.5
4.609	4
4.655	4.655
4.642	5
4.578	5.5
4.456	6
4.274	6.5
4.021	7
3.684	7.5
3.237	8
2.624	8.5
1.670	9
0.000	9.311

**Tabla 21 Esfuerzo Cortante**

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:  
Sustituyendo valores en la ecuación III:

$$\tau = \frac{\sigma_1}{2} (\text{Kg} / \text{cm}^2) \dots III$$

$\tau = 4.655 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$  , que es el valor del esfuerzo cortante.

## Pozo 2

El esfuerzo de falla es:

$q_u = \sigma_1 = 17.078 \text{ Kg/cm}^2$ , donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla.

Para obtener el esfuerzo cortante se gráfica el círculo de Mohr empleando la ecuación de la circunferencia (ecuación I):

Sustituyendo valores:

Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_u = 17.078 \text{ kg/cm}^2$

$$h = \sigma_1 / 2 \quad \text{donde } \sigma \text{ es el esfuerzo normal en kg/cm}^2$$

$$k = \tau \quad \text{donde } \tau \text{ es el esfuerzo cortante en kg/cm}^2$$

$$h = 8.539 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 0 \text{ kg/cm}^2$$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

$$(x - 8.539)^2 + (y - 0)^2 = (\sigma_1 / 2)^2$$



## Despejando y

$$y^2 = (8.539)^2 - (x - 8.539)^2$$

$$y = \sqrt{(8.539)^2 - (x - 8.539)^2}$$

$$\tau = \sqrt{(8.539)^2 - (\sigma - 8.539)^2} \dots II$$

Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla:

$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0
4.010	1
5.491	2
6.499	3
7.233	4
7.771	5
8.153	6
8.399	7
8.539	8.539
8.527	9
8.413	10
8.177	11
7.806	12
7.281	13
6.564	14
5.583	15
4.153	16
0.000	17.078

**Tabla 22 Esfuerzo cortante**

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:

$$\tau = \frac{\sigma_1}{2} (\text{Kg} / \text{cm}^2) \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III:

$\tau = 8.539$  (kg/cm<sup>2</sup>), que es el valor del esfuerzo cortante.

## Cálculo del esfuerzo cortante de la prueba de compresión simple (suelo saturada)

### Pozo 1

El esfuerzo de falla es:

$q_u = \sigma_1 = 6.767$  Kg/cm<sup>2</sup>, donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla.

Para obtener el esfuerzo cortante se gráfica el círculo de Mohr empleando la ecuación de la circunferencia (ecuación I):

Sustituyendo valores:



Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_u=6.767 \text{ kg/cm}^2$

$h=\sigma_1/2$  donde  $\sigma$  es el esfuerzo normal en  $\text{kg/cm}^2$

$k=\tau$  donde  $\tau$  es el esfuerzo cortante en  $\text{kg/cm}^2$

$h= 3.384 \text{ kg/cm}^2$

$k= 0 \text{ kg/cm}^2$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

$$(x-3.384)^2+(y-0)^2=(\sigma_1/2)^2$$

Despejando y

$$y^2=(3.384)^2-(x-3.384)^2$$

$$y = \sqrt{(3.384)^2 - (x - 3.384)^2}$$

$$\tau = \sqrt{(3.384)^2 - (\sigma - 3.384)^2} \dots II$$

Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla:

$\tau$	$\sigma$
0.000	0
1.770	0.5
2.402	1
2.811	1.5
3.088	2
3.266	2.5
3.362	3
3.382	3.5
3.384	3.384
3.327	4
3.136	4.655
2.973	5
2.641	5.5
2.147	6
1.320	6.5
0.082	6.767

**Tabla 23 Esfuerzo Cortante**

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:

$$\tau = \frac{\sigma_1}{2} (\text{Kg} / \text{cm}^2) \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III:

$\tau= 3.384 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ , que es el valor del esfuerzo cortante.

## Pozo 2

El esfuerzo de falla es:

$q_u=\sigma_1= 4.362 \text{ Kg/cm}^2$ , donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla.



Para obtener el esfuerzo cortante se gráfica el círculo de Mohr empleando la ecuación de la circunferencia (ecuación I):

Sustituyendo valores:

Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_u=4.362 \text{ kg/cm}^2$

$h=\sigma_1/2$  donde  $\sigma$  es el esfuerzo normal en  $\text{kg/cm}^2$

$k=\tau$  donde  $\tau$  es el esfuerzo cortante en  $\text{kg/cm}^2$

$h= 2.181 \text{ kg/cm}^2$

$k= 0 \text{ kg/cm}^2$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

$$(x-2.181)^2+(y-0)^2=(\sigma_1/2)^2$$

Despejando y

$$y^2=(2.181)^2-(x-2.181)^2$$

$$y = \sqrt{(2.181)^2 - (x - 2.181)^2}$$

$$\tau = \sqrt{(2.181)^2 - (\sigma - 2.181)^2} \dots II$$

Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla y gráfica:

$\tau$	$\sigma$
0.000	0
1.390	0.5
1.834	1
2.072	1.5
2.173	2
2.158	2.5
2.181	2.181
2.021	3
1.737	3.5
1.819	3.384
1.203	4
0.000	4.362

**Tabla 24 Esfuerzo Cortante**

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:

$$\tau = \frac{\sigma_1}{2} (\text{Kg} / \text{cm}^2) \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III:

$\tau= 2.181 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ , que es el valor del esfuerzo cortante.



## Cálculo del esfuerzo cortante de la prueba de compresión triaxial (CU)

### Pozo1

El esfuerzo de falla es:

$q_u = \sigma_1 = 6.018 \text{ Kg/cm}^2$ , donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla.

Para obtener el esfuerzo cortante se gráfica el círculo de Mohr empleando la ecuación de la circunferencia (ecuación I):

En esta prueba, se aplicó al espécimen un confinante de  $0.4 \text{ kg/cm}^2$  que es el esfuerzo que le produce al suelo el empuje hidrostático alrededor del suelo. Por lo que la gráfica presentará el esfuerzo extra al que fue sometido el suelo.

Sustituyendo valores:

Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_u = 6.018 \text{ kg/cm}^2$

$h = (\sigma_1 + \sigma_c) / 2$  donde  $\sigma_1$  es el esfuerzo normal en  $\text{kg/cm}^2$  debido a los incrementos de carga y  $\sigma_c$  es el esfuerzo que produce el empuje hidrostático (confinante).

$k = \tau$  donde  $\tau$  es el esfuerzo cortante en  $\text{kg/cm}^2$

$$h = (6.018 + 0.4) / 2 = 3.209 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 0 \text{ kg/cm}^2$$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

El valor del radio es

$$r = (\sigma_1 - \sigma_c) / 2$$

$$(x - 3.209)^2 + (y - 0)^2 = (\sigma_1 - \sigma_c / 2)^2 = (6.018 - 0.4)^2 = (2.809)^2$$

Despejando y

$$y^2 = (2.809)^2 - (x - 3.209)^2$$

$$y = \sqrt{(2.809)^2 - (x - 3.209)^2}$$

Esto es igual a:

$$\tau = \sqrt{(2.809)^2 - (\sigma - 3.209)^2} \dots II$$



Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla y gráfica:

$\tau$	$\sigma$
0.000	0.4
1.735	1
2.229	1.5
2.536	2
2.718	2.5
2.801	3
2.794	3.5
2.804	3.384
2.695	4
2.408	4.655
2.164	5
1.625	5.5
0.000	6.018

**Tabla 25 Esfuerzo Cortante**

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_c}{2} (\text{Kg} / \text{cm}^2) \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III:

$\tau = 2.809 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ , que es el valor del esfuerzo cortante.

## Pozo 2

El esfuerzo de falla es:

$q_u = \sigma_1 = 4.593 \text{ Kg/cm}^2$ , donde  $q_u$  es el esfuerzo de falla.

Para obtener el esfuerzo cortante se gráfica el círculo de Mohr empleando la ecuación de la circunferencia (ecuación I):

Se aplico al espécimen un confinante de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  que es el esfuerzo que le produce al suelo el empuje hidrostático alrededor del suelo.

Se tiene el esfuerzo axial  $\sigma_u = 4.593 \text{ kg/cm}^2$

$h = (\sigma_1 + \sigma_c) / 2$  donde  $\sigma_1$  es el esfuerzo normal en  $\text{kg/cm}^2$  debido a los incrementos de carga y  $\sigma_2$  es el esfuerzo que produce el empuje hidrostático (confinante).

$k = \tau$  donde  $\tau$  es el esfuerzo cortante en  $\text{kg/cm}^2$

$$h = (4.593 + 0.2) / 2 = 2.397 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = 0 \text{ kg/cm}^2$$



Sustituyendo los valores en la ecuación de la circunferencia (I)

El valor del radio es

$$r = (\sigma_1 - \sigma_c / 2)^2$$

$$(x - 2.397)^2 + (y - 0)^2 = (\sigma_1 - \sigma_c / 2)^2 = (4.593 - .2)^2 = (2.197)^2$$

Despejando y

$$y^2 = (2.197)^2 - (x - 2.397)^2$$

$$y = \sqrt{(2.197)^2 - (x - 2.397)^2}$$

Esto es igual a:

$$\tau = \sqrt{(2.197)^2 - (\sigma - 2.397)^2} \dots II$$

Con la ecuación II se le da valores a  $\sigma$ , y se tiene la siguiente tabla y gráfica:

$\tau$	$\sigma$
0.000	0.2
1.696	1
2.006	1.5
2.161	2
2.195	2.5
2.113	3
1.900	3.5
1.963	3.384
1.502	4
0.069	4.593

Tabla 26 Esfuerzo Cortante

El valor del esfuerzo cortante es la ordenada a la tangente de la curva:

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_c}{2} \text{ (Kg / cm}^2\text{)} \dots III$$

Sustituyendo valores en la ecuación III:

$$\tau = 2.197 \text{ (kg/cm}^2\text{)}, \text{ que es el valor del esfuerzo cortante.}$$

Como se puede observar el menor valor del esfuerzo cortante es el de la prueba de compresión simple con suelo saturado del pozo 2, que es de 2.181 (Kg/cm<sup>2</sup>). El mayor valor corresponde a la prueba de compresión simple con suelo seco del pozo 1, que es de 8.539 (kg/cm<sup>2</sup>), entre estos dos valores se tiene una diferencia de 6.358 (Kg/cm<sup>2</sup>). El saturar al



suelo hace que disminuya su capacidad al esfuerzo cortante y con esto su capacidad de carga.

A simple vista el suelo no presenta huecos en su estructura, pero al saturarlo, se rompió esta. Cuando se sometió al suelo a incrementos de carga controlados, el agua fue la que soportó esa carga en un principio, luego el momento en que el agua transfirió la carga al suelo que presentaba una estructura modificada, lo que provocó que disminuyera su capacidad al esfuerzo cortante.

A continuación se realiza el cálculo de la capacidad de carga con cada una de los valores de la cohesión.

### **Cálculo de la capacidad de carga**

El problema del diseño de la cimentación adecuada está en encontrar la carga  $q$ , máxima, que puede ponerse en el cimiento, sin que se pierda la estabilidad.

Tras visualizar objetivamente el problema que plantea una cimentación, se han usado principalmente hasta hoy para resolver teóricamente el problema, dos teorías de la Elasticidad y de la Plasticidad.

Para este caso se empleó la Teoría de la Elasticidad para determinar la capacidad de carga del suelo, con esto, podemos construir la cimentación adecuada para el Centro Multidisciplinario. La aplicación de la teoría consistió en encontrar los esfuerzos que el sistema de cargas exteriores produce en los puntos de la masa del suelo; en segundo lugar se encuentra la resistencia del suelo a ese tipo de esfuerzos.

Una comparación entre ambos conceptos indicará si la masa de suelo puede resistir sin que se produzca la *falla* u ocurran deformaciones excesivas que pongan en peligro la función estructural.

El suelo puede sufrir deformaciones de dos tipos; deformaciones volumétricas y distorsiones. La resistencia a la tensión de los suelos es muy pequeña, por lo que no se consideró en el análisis este esfuerzo. Se calcularon los esfuerzos cortantes actuantes en la masa de suelo y la resistencia de éstos al esfuerzo cortante.

Al comparar la resistencia del suelo con los esfuerzos cortantes inducidos, se está en condición de determinar si el suelo soportará o no las cargas impuestas; si el esfuerzo actuante supera a la resistencia al esfuerzo cortante en un punto o una zona conducirá a una falla general.

Entonces, para determinar la resistencia del suelo se consideran las hipótesis de la Teoría de Lineal de la Elasticidad (Anexo XI).

Para reducir el problema de determinar la capacidad de carga se tienen dos casos: la Capacidad de Carga de los suelos puramente "cohesivos" ( $c \neq 0; \phi = 0$ ) y la de los suelos puramente "friccionantes" ( $c = 0; \phi \neq 0$ )



En la determinación de la clasificación del suelo se concluyo que se trata de un suelo cohesivo del que se dispone para la construcción de la cimentación.

Se aplico la Teoría de Skempton para el análisis de la determinación de la capacidad de carga, que propone una expresión de forma totalmente análogo a la de Terzaghi, según la cual

$$q_c = cN_c + \gamma D_f$$

c: es el valor de la cohesión en  $\text{kg/cm}^2$

$N_c$ : factor de capacidad de carga adimensional que se obtiene de la figura 1, que varia con la relación  $D/B$ , en que D es la profundidad de entrada del cimientto en el suelo resistente y B es el ancho del mismo elemento.

$\gamma$ : peso volumétrico del suelo en  $\text{kg/cm}^2$

$D_f$ : Profundidad de desplante en cm

Definida la teoría a emplear, se calculo la capacidad de carga con cada valor del esfuerzo cortante (c) obtenido de las pruebas de compresión simple (suelo saturado y seco) y triaxiales (CU). Cabe señalar que para determinar la capacidad se elige el menor valor, que representa las condiciones más desfavorables del suelo ante los esfuerzos actuantes. La base y la profundidad de desplante de la cimentación son factores determinantes de la capacidad de carga, dentro del calculo se determino una profundidad de desplante ( $D_f$ ) de 80 cm para las bases de 100, 50 y 30 cm.

Se determino que la cimentación tenga una profundidad de desplante de 80 cm y una base de 50 cm, el calculo de las capacidades de carga con las demás bases se presenta en una tabla de los anexos -tabla .

A continuación se presenta el cálculo de la resistencia última del suelo,  $q_c$ , con base de 50 cm y profundidad de desplante de 80 cm.

Obtención de la capacidad de carga de la prueba de compresión simple (suelos secos).

### **Pozo 1**

Datos

$$c = 8.539 \text{ Kg/cm}^2$$

Base de la cimentación:  $B = 50 \text{ cm}$



Profundidad de desplante:  $D_f = 80$  cm, se considero esta profundidad por que fue a la que se realizaron los sondeos, además de que las cimentaciones de las construcciones del lugar se desplantan a una profundidad de 50 cm a 70 cm, cabe señalar que las construcciones no rebasan dos niveles.

$$\gamma = 1.131 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.131 \cdot 10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

El factor de capacidad de carga ( $N_c$ ) se obtiene de la figura 1 con la relación  $D/B$ , considerando un cimiento cuadrado.

El nivel freático se encuentra a 250 cm de profundidad, por lo tanto:

$$D = D_f$$

$$D_f = B$$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 1 que el valor de  $N_c$  es 8.1

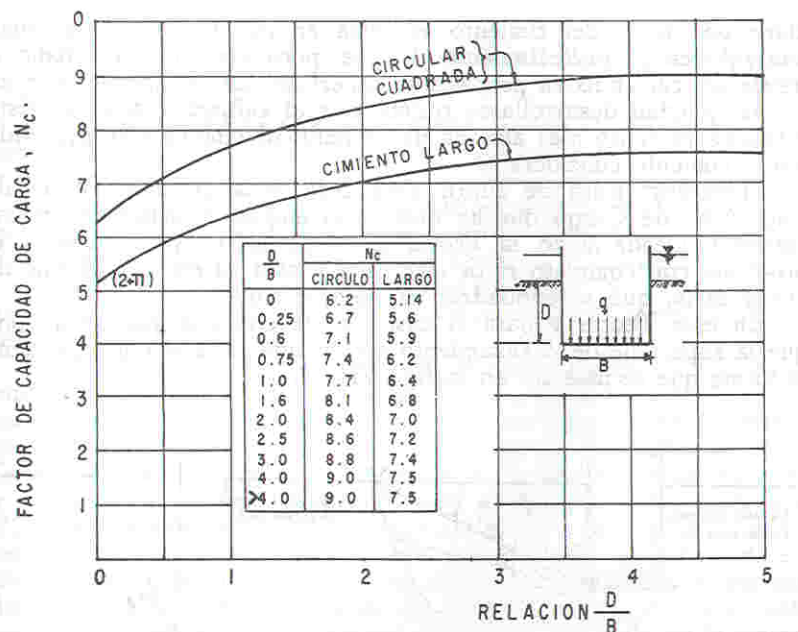


Figura 3 Valor de  $N_c$  para suelos cohesivos



---

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = cN_c + \gamma D_f$$

Sustituyendo valores

$$q_c = (8.539 \cdot 8.1) + ((1.131 \cdot 10^{-3}) \cdot 80) = 69.256 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 692.564 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Este valor representa la capacidad de carga última que puede tener el suelo, pero para fines de seguridad de la cimentación se requiere la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ).

La capacidad de carga de admisible se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$q_a = \frac{q_c}{F_s}$$

Donde  $F_s$  es el factor de seguridad, este valor debe ser mayor que 1, va a variar debido a la importancia de la estructura. Se considera un factor de seguridad de 2, debido a que se trata de una estructura tipo A, es un centro de reunión que requieren de mayor seguridad.

Por lo tanto

$$q_a = \frac{692.564}{2} = 346.282 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Es un valor alto, por lo que se trata de un suelo con una gran capacidad de resistencia, confirma que es un suelo muy compacto, requiere de grandes esfuerzos actuantes para deformarlo.

## Pozo 2

Datos

$$c = 4.655 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D_f = 80 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1.133 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.133 \cdot 10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

Obtención de  $N_c$

$$D = D_f$$



$$D_f=B$$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 3 que el valor de  $N_c$  es 8.1

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = (4.655*8.1) + ((1.133*10^{-3})*80) = 37.796 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 377.961 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Obtención de la capacidad de carga admisible

$$q_a = \frac{377.961}{2} = 188.981 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

*Obtención de la capacidad de carga de la prueba de compresión simple (suelo saturado).*

### **Pozo 1**

Datos

$$c = 2.181 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D_f = 80 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1.142 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.142*10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

Obtención de  $N_c$

$$D = D_f$$

$$D_f=B$$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 3 que el valor de  $N_c$  es 8.1

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = (2.181*8.1) + ((1.142*10^{-3})*80) = 17.757 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 177.575 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Obtención de la capacidad de carga admisible

$$q_a = \frac{177.575}{2} = 88.787 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$



## Pozo 2

Datos

$$c = 3.384 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D_f = 80 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1.133 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.133 \cdot 10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

Obtención de  $N_c$

$$D = D_f$$

$$D_f = B$$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 3 que el valor de  $N_c$  es 8.1

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = (3.384 \cdot 8.1) + ((1.133 \cdot 10^{-3}) \cdot 80) = 27.497 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 274.970 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Obtención de la capacidad de carga admisible

$$q_a = \frac{274.970}{2} = 137.485 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

*Obtención de la capacidad de carga de la prueba triaxial (CU)*

## Pozo 1

Datos

$$c = 2.397 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D_f = 80 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1.083 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.083 \cdot 10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

Obtención de  $N_c$

$$D = D_f$$



$D_f=B$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 3 que el valor de  $N_c$  es 8.1

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = (2.397*8.1) + ((1.083*10^{-3})*80) = 19.498 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 194.983 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Obtención de la capacidad de carga admisible

$$q_a = \frac{194.983}{2} = 97.491 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

## Pozo 2

Datos

$$c = 2.809 \text{ Kg/cm}^2$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D_f = 80 \text{ cm}$$

$$\gamma = 1.194 \text{ (g/cm}^2\text{)} = 1.194*10^{-3} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Cálculo de la capacidad de carga última  $q_c$

Obtención de  $N_c$

$$D = D_f$$

$$D_f=B$$

Sustituyendo valores

$$80/50 = 1.6$$

Se observa de la figura 3 que el valor de  $N_c$  es 8.1

Con la expresión de Skempton se obtiene la resistencia última

$$q_c = (2.809*8.1) + ((1.194*10^{-3})*80) = 22.848 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 228.484 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

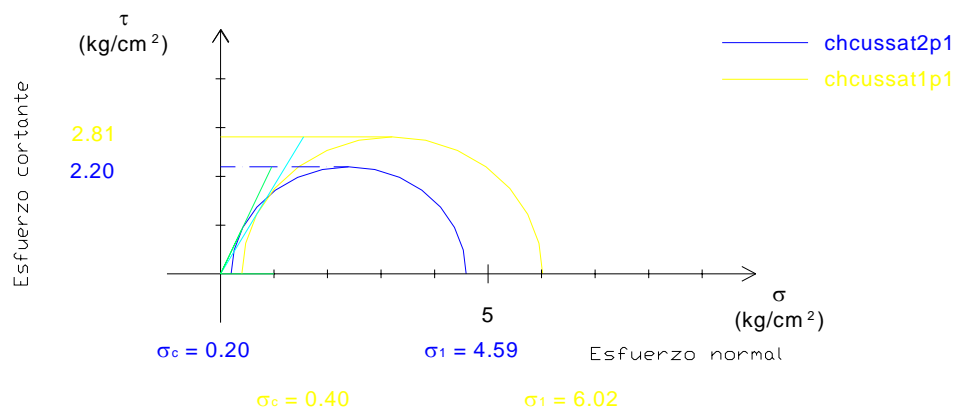
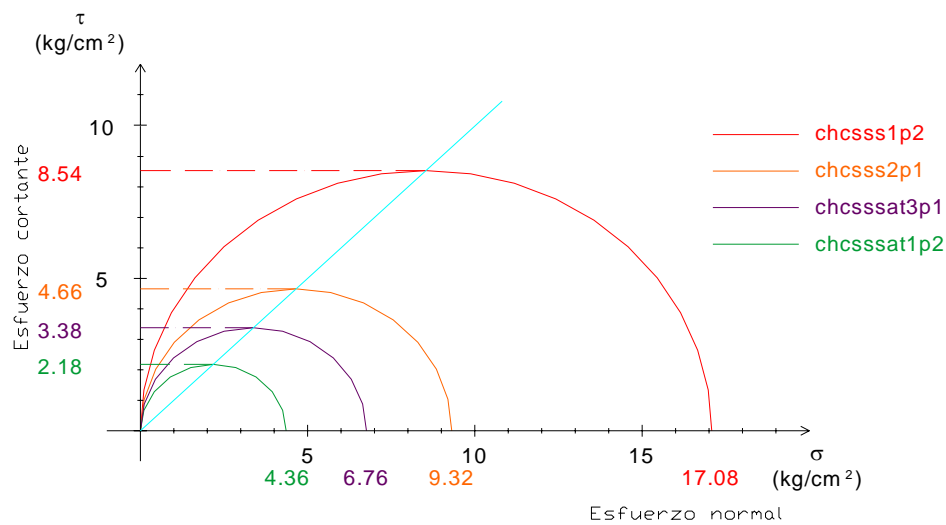
Obtención de la capacidad de carga admisible



$$q_a = \frac{228.484}{2} = 114.242 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

La capacidad de carga admisible con la que se diseñara la cimentación corresponde a la prueba de compresión simple de suelo saturado del pozo 2 con un valor de 88.787 (Ton/m<sup>2</sup>) que representa la condición más desfavorable que puede presentar el suelo ante esfuerzos actuantes, aun así se considera un valor alto, pero comparado con él

mayor valor obtenido de la prueba de compresión simple de suelo seco se tiene una diferencia de 257.495 (Ton/m<sup>2</sup>). La capacidad de carga del suelo varía entre 346.282 (Ton/m<sup>2</sup>) y 88.787 (Ton/m<sup>2</sup>).



Gráfica 12 Grafica Esfuerzo- Deformación



## Conclusiones

Ya obtenido un estudio previo del material por la geología se decide utilizar el método de pozo a cielo abierto.

Se obtuvieron muestras de dichas excavaciones para realizar el estudio de mecánica de suelos para obtener los datos correspondientes de dicho material, como son sus propiedades físicas y mecánicas las cuales se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos.

En primera instancia se obtuvo la plasticidad del suelo, que es una propiedad física la, cual nos ayuda a identificar el tipo de suelo, si es fino o grueso, estas propiedades nos sirven para saber la comprensibilidad del suelo, esto se representa en la curva de fluidez a partir del número de golpes y el contenido de agua que puede tener un material, para conocer el limite liquido que puede tener el suelo.

El limite plástico se obtiene a través de la formación de rollos de material con un diámetro aproximadamente de 3mm para obtener el peso del suelo seco y a su vez el contenido de agua, que puede retener el material, ya obtenidas estas propiedades el Limite Liquido y Limite Plástico, se calcula el Índice de Plasticidad que es la diferencia del limite líquido menos el limite plástico, se grafica en la Carta de Plasticidad estos valores, en las ordenadas el limite liquido y en las abscisas el índice plástico, estos se situaron dependiendo las características de la zona de plasticidad y propiedades mecánicas e hidráulicas cualitativamente definidas.

La región donde se ubican nuestros puntos (pozo 1 y pozo 2) se determina por la carta de plasticidad que el tipo de suelo es un MH (limo de alta plasticidad). Teniendo esta información se paso a determinar la densidad de sólidos para conocer el estado físico en que se encuentra el suelo a partir de este se obtuvieron algunas magnitudes de las relaciones volumétricas y gravimétricas, que son importante para el manejo comprensible de las propiedades mecánicas del suelo y también se realizaron pruebas de compresión simple, (seca y saturada) pruebas triaxiales (CU y CD) para determinar la capacidad de carga y comparar las fuerzas a las que estará sometida el suelo y poder así diseñar la cimentación adecuada.

Al aplicar las pruebas de compresión simple y triaxiales se encontró que el suelo para la construcción tiene un comportamiento cohesivo, la cimentación tendrá una profundidad de desplante de 80 cm. con una base de 50 cm.

La capacidad de carga admisible la cual se diseñara la cimentación correspondiente a la prueba de compresión simple de suelo saturado del pozo N°2 con un valor de 88.787 (ton/m<sup>2</sup>) que representara las condiciones más desfavorables que puede presentar el suelo ante esfuerzos actuantes ya antes revisados por los cálculos proporcionados.

**CAPÍTULO III**  
**PROYECTO**  
**ARQUITECTÓNICO**



## IV. Arquitectura

### LA PALMA IXMIQUILPAN, HIDALGO





---

## Objetivo

La realización de la Arquitectura del proyecto a través de las necesidades a considerar para el Centro Multidisciplinario de Investigación y del Desarrollo Rural Sustentable, así como cumplir el orden, disposición, proporción y distribución de los espacios requeridos.

## Descripción

El proyecto consiste en la elaboración del “Centro Multidisciplinario de Investigación y Desarrollo Rural Sustentable”, ubicado en la comunidad de La Palma Ixmiquilpan, en el Alto Mezquital Hidalgo; donde se ubica el terreno donado por la comunidad. La posición estratégica de la comunidad fue el factor determinante para decidir su ubicación.

## Comunidades a atender

Las comunidades a atender son las del Barrio de San Juanico, es decir: El Durazno, Heredad, San Juanico, La Palma, Martínez, Dexthi, Nistehe, Cantamayé, Ustheje, Naxthey, con una población aproximada de 5000 personas, independientemente de que puedan llegar de otras comunidades (Figura 1).

## Justificación

El Centro surge de la necesidad de diversas comunidades, de contar con atención básica y de primera instancia en los rubros de salud, ciencia y actividades del campo que es fundamental para el desarrollo de esta comunidad.

La zona no cuenta con todos los servicios, por ejemplo existe escasez de agua debido a que llueve muy poco, y esta no es suficiente para abastecer a la comunidad.

Al atender las necesidades básicas se mitigara los problemas ocasionados por la falta de infraestructura de este tipo, impactando en su desarrollo.

## Terreno

El terreno tiene forma irregular, con una superficie 3, 750.42 m<sup>2</sup>, con perímetro 238.36 m y presenta una pendiente importante de 6 m. en su parte más alta, la cual se aprovecha generando terrazas para desplantar el proyecto (figura 2).

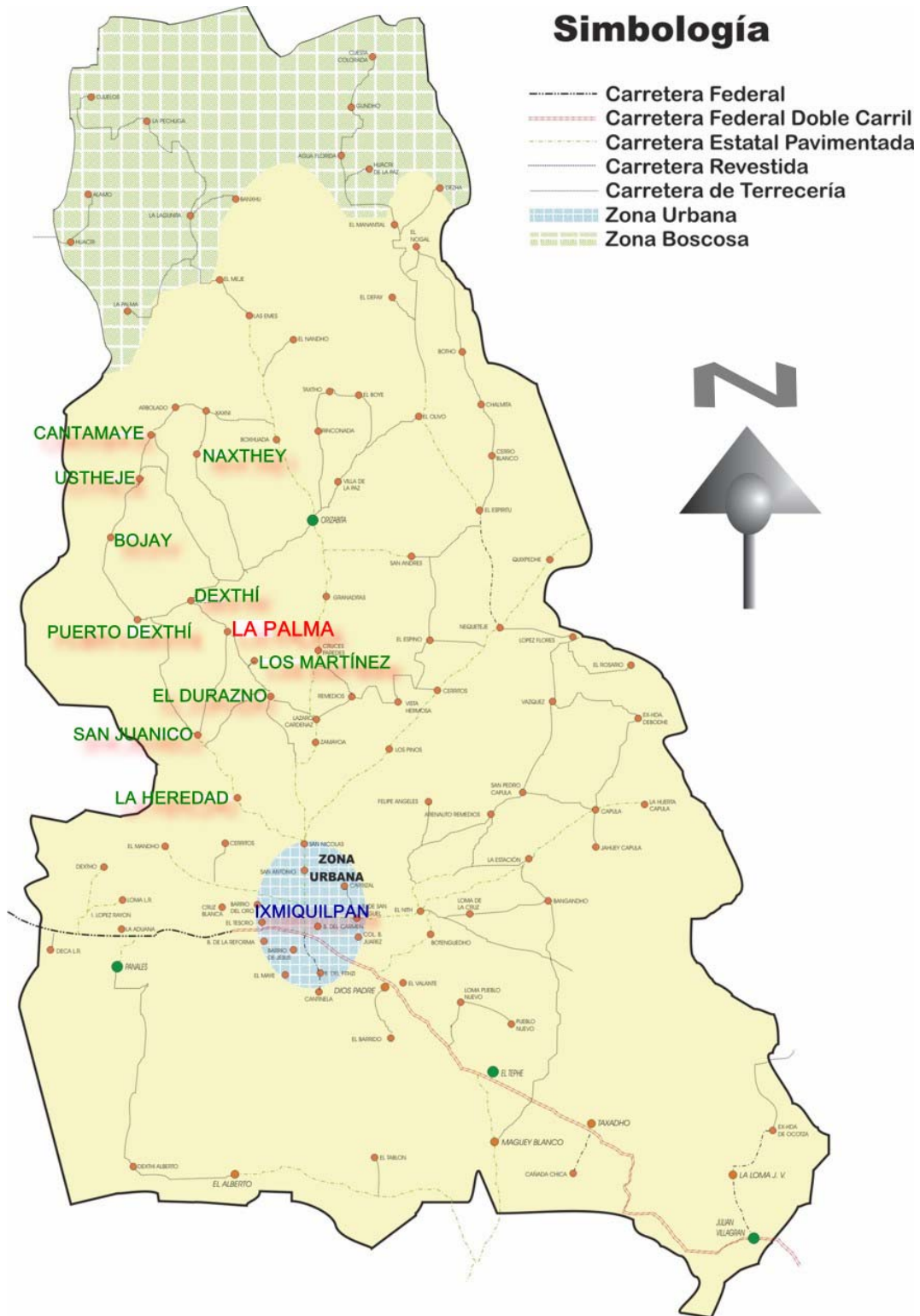
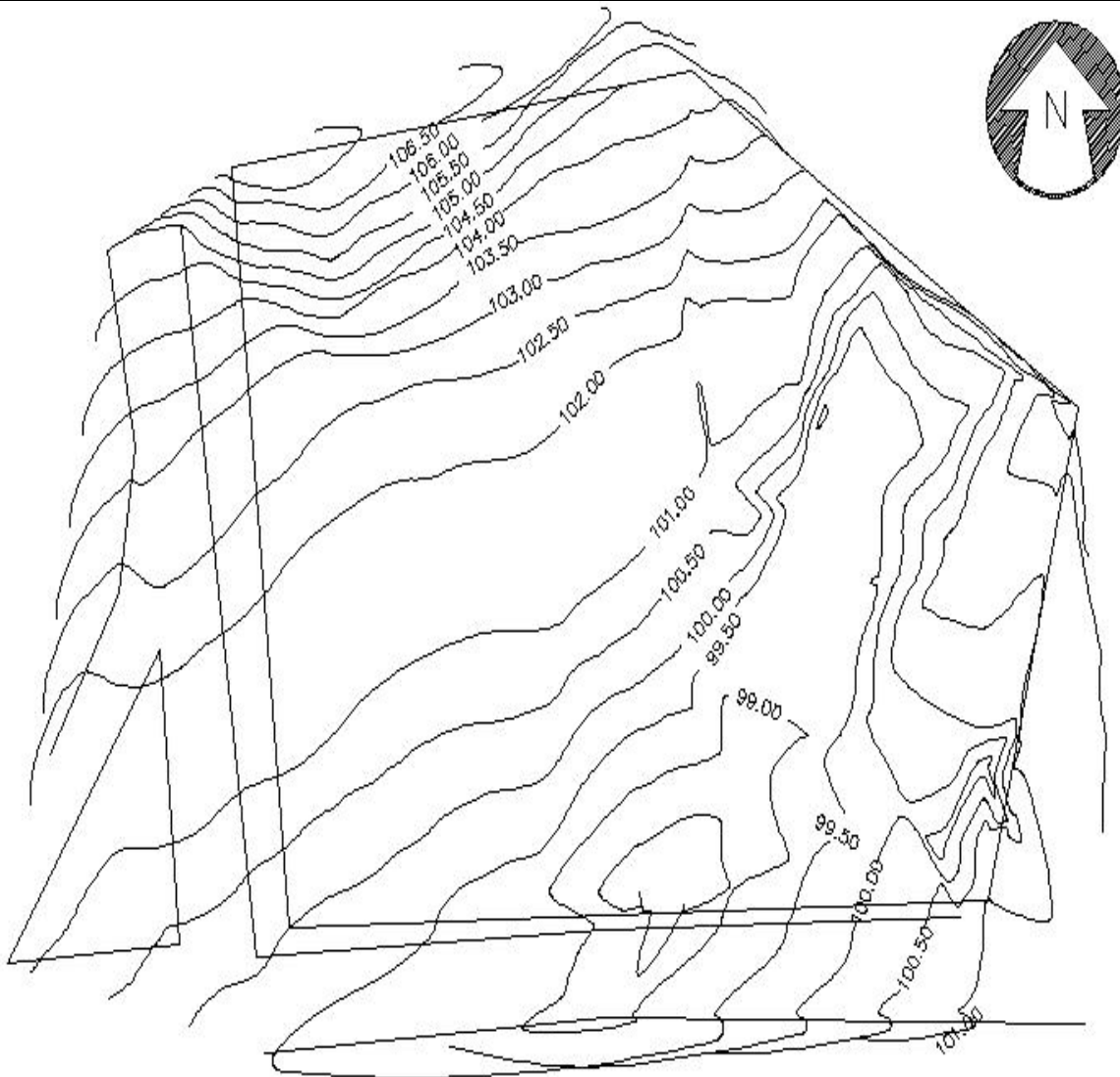


Figura 1 Barrio de San Juanico



**Figura 2 Curvas de nivel**

Se proporcionaron las necesidades por medio de la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) y la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (ENEP-Iztacala), los cuales se presentan a continuación:



### **NECESIDADES Y ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA EL CENTRO REGIONAL DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA (CREIM)-BIONIGMA**

Los elementos que constituyen al CREIM son los siguientes:

- Sala de Espera (con capacidad para unas 30 personas). Se ha sugerido que fuese como un patio central ambientado con cactáceas.
- Recepción.
- Consultorio médico (fundamentalmente para 4 enfermeras).
- Sala para atención optométrica (para atención simultánea de 4 personas)
- Sala para atención odontológica (con capacidad para dos unidades odontológicas).
- Laboratorio de biología (para trabajo de 8 personas).
- Sala de Veterinaria (4 médicos veterinarios).
- Sala de Psicología (4 sicólogas).
- Sala para Trabajo Social (5 trabajadores sociales).
- Sala de Cómputo (5 Equipos completos).
- Sala de Juntas (capacidad para 50 personas).
- Ludoteca (para préstamo de materiales).
- Biblioteca (capacidad para 30 personas).
- Vivero-Invernadero.
- Pequeño corral para cuarentenas (para hasta 5 vacas).
- Zona de cultivo de hortalizas y experimentación de biología.
- Dormitorios para 20 personas y baños con regaderas.
- Baños para público.
- Cocineta para dormitorios.
- Almacén.
- Instalación de gas estacionario.

La actividad de campo será la fundamental, sin embargo este centro tendrá amplias acciones de extensión en salud, ciencia, y cultura.

Los dormitorios son para los residentes, no se contempla que se queden en ellos los brigadistas, pues para eso está el centro piloto.

Las comunidades a atender son las del Barrio de San Juanico, es decir: Durazno, Heredad, San Juanico, La Palma, Martínez, Dexthi, Nistehe, Cantamayé, Ustehe, Naxthey, con una población aproximada de 5000 personas, independientemente de que puedan llegar de otras comunidades.

En cuanto a cuestiones de salud se atenderá de primera instancia, es decir, a nivel preventivo y por dolencias leves, así como salud comunitaria.

La investigación será de primer nivel y participarán estudiantes de posgrado con trabajos de investigación en la región.

Los corrales no tendrán mucha capacidad, pues solo serán para observación.

Hay que poner especial énfasis en que sean espacios abiertos y con la mayor cantidad de iluminación natural, así como con materiales de la zona. La cuestión de paisaje es muy importante.



---

## Memoria descriptiva

El proyecto se divide en dos partes: la primera parte es el “Diseño del Proyecto Arquitectónico” y la segunda “Proyecto Arquitectónico Definitivo”. Esto se debe a que este último se modificó, por razones que más adelante se comentarán en las conclusiones.

### Diseño del Proyecto Arquitectónico

En general, el proyecto se realiza con un concepto pragmático, “la forma sigue a la función”, tratando de que en su conjunto el proyecto se dividiera y poder identificar perfectamente cada una de las áreas.

Primeramente al acceder al “Centro Multidisciplinario de Investigación y Desarrollo Rural Sustentable”, tenemos un estacionamiento con capacidad de 14 cajones, de los cuales 2 son para minusválidos, ubicados lo más cerca posible del edificio, se controla el acceso al lugar por medio de una caseta de vigilancia; dicha caseta cuenta con un  $\frac{1}{2}$  baño para atender las necesidades fisiológicas, sin desatender sus obligaciones.

En el acceso principal del edificio se cuenta con una rampa para personas con capacidades diferentes; una vez dentro del edificio llegamos a la recepción y la sala de espera, este es el lugar más importante del edificio, ya que aquí se va a concentrar toda persona que requiera de cualquier servicio, ya sea de salud, de ciencia, de educación, etc.

Posteriormente del lado derecho tenemos el área de salud, ahí contamos con el consultorio médico, psicología, odontología, optometría y trabajo social; cabe hacer mención que únicamente se brindará atención de primera instancia. En el pasillo que se ubica en forma perpendicular al área de salud, tenemos otra área que la conforman la biblioteca, sala de cómputo, sala de juntas (con bodega), sala de proyección (con bodega), ludoteca, almacén (con acceso independiente por la parte de afuera del edificio) y, sanitarios para hombres y mujeres.

Y finalmente en el área de recepción a mano izquierda se ubica el laboratorio con su área de experimentación, los sanitarios públicos para hombre y mujeres, y la veterinaria que tiene otro acceso el cual nos lleva directamente al corral, para tener vigilado al ganado que se encuentre en cuarentena.

EL corral está independiente al edificio y será de estabulación trabada, esto quiere decir que el animal permanecerá atado en su plaza durante el tiempo que permanezca ahí.

El edificio de los dormitorios también se encuentra independiente al edificio principal, pero están perfectamente comunicados a través de los accesos de cada uno, los dormitorios son para alojar a 20 personas, y cuentan con estancia, comedor, cocina, 4 baños, bodega, patio de servicio y estacionamiento.



Así pues, proyecto CREIM, cumple satisfactoriamente con todos y cada uno de los requisitos de iluminación, ventilación, circulación, etc.

### Proyecto Arquitectónico Definitivo<sup>1</sup>

Se presentan cada uno de las secciones que integran el proyecto con sus descripciones particulares.



PLANTA ARQUITECTONICA ESC 1:175

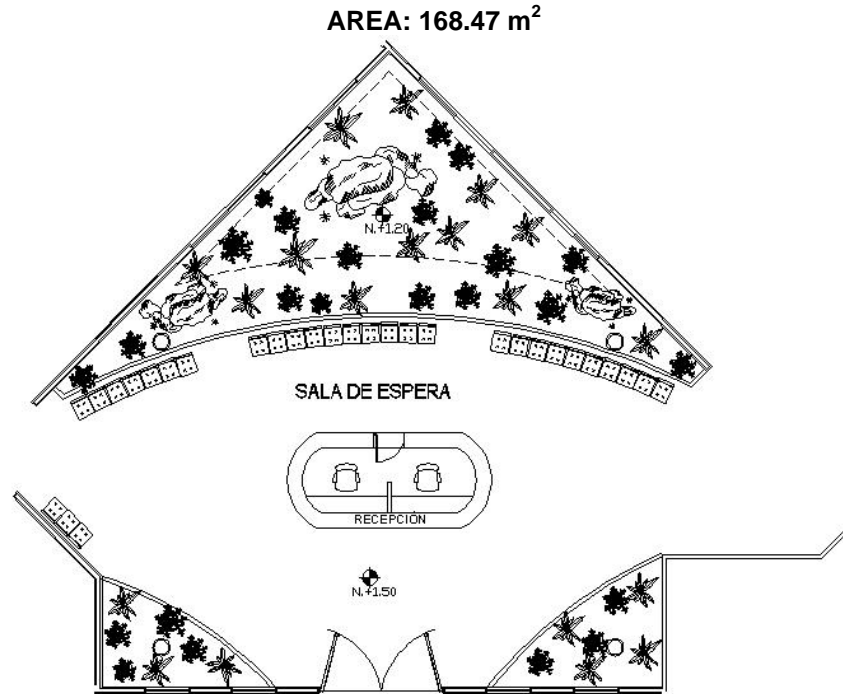
Figura 3 Planta Arquitectonica

<sup>1</sup> Ver plano con perfiles en el anexo de Arquitectura

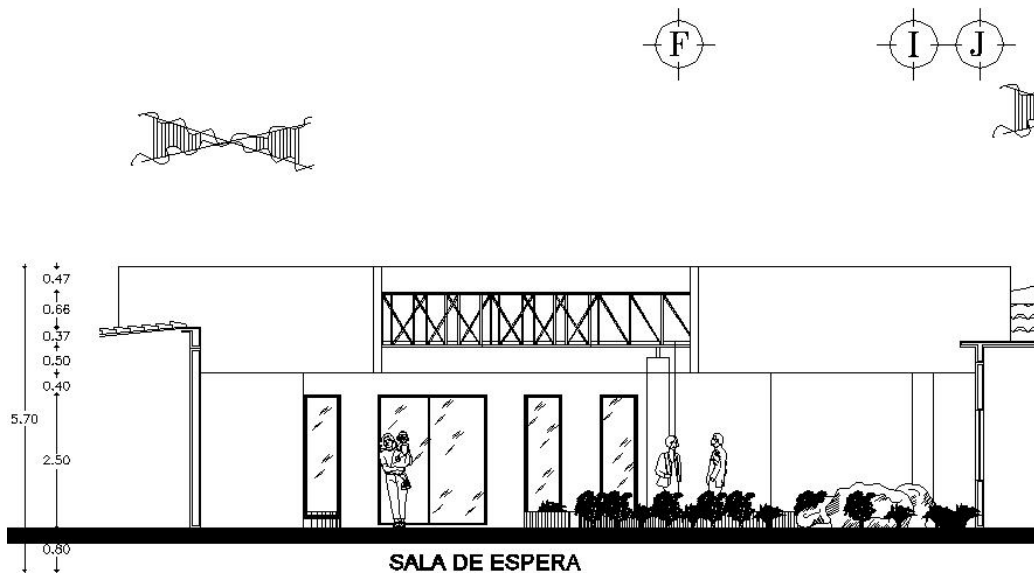


**El Centro Multidisciplinario cuenta con:**

**Sala de espera:** (con capacidad para 30 personas); es un lugar agradable, amplio y se integra con la naturaleza ya que se generaron jardineras en las cuales se pretende tener plantas del tipo cactáceo para no tener gasto innecesario de agua y si un ambiente agradable.

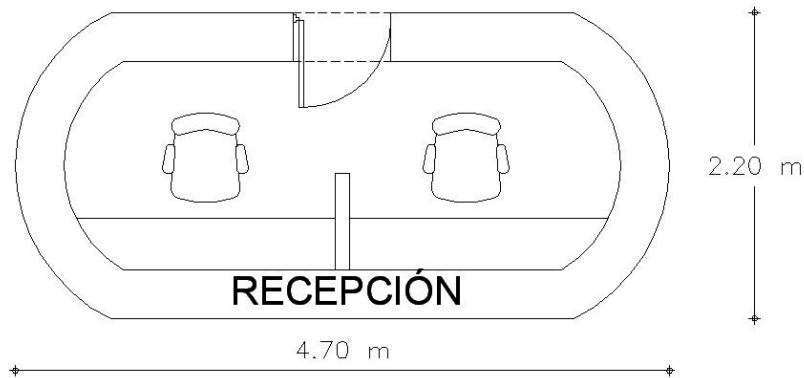


**Figura 4 Sala de espera (planta)**



**Figura 5 Sala de espera (perfil)**

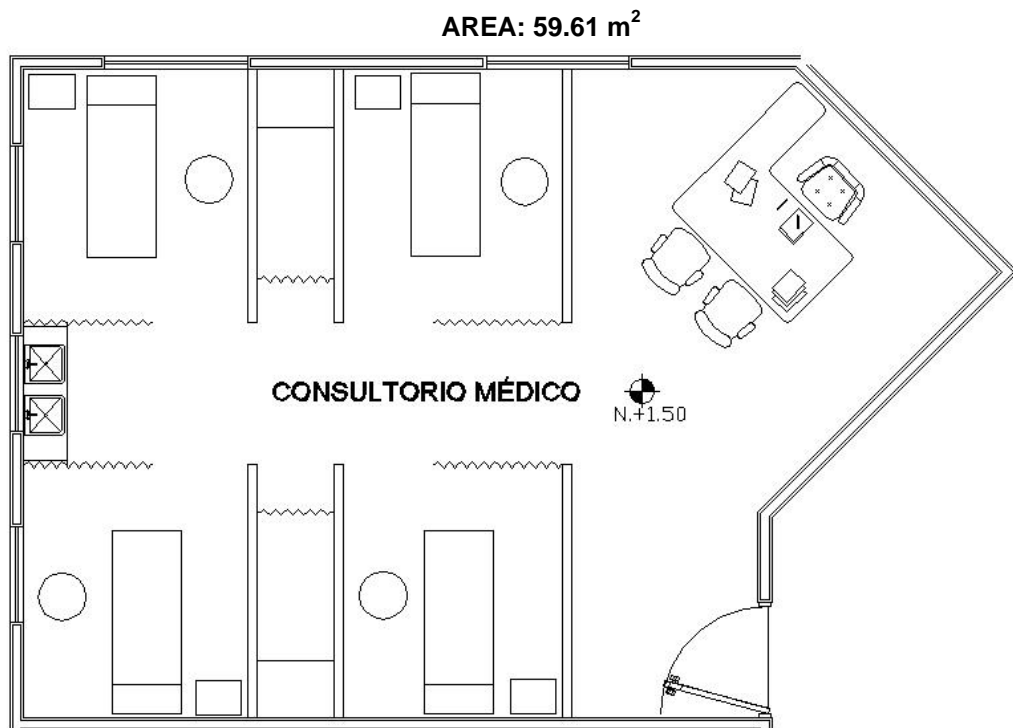
**Recepción:** para controlar y agilizar la atención de la comunidad en general.  
**AREA: 7.33 m<sup>2</sup>.**



**Figura 6 Recepción**

**Consultorio Médico:** (fundamentalmente para 4 enfermeras), dicho consultorio brindará atención de primera instancia, se atenderá a nivel preventivo y por dolencias leves, así como salud comunitaria.

La servidora social (Enfermera), es una profesionista que interactúa con otras carreras de atención a la salud, participa en las áreas asistencial, comunitaria, de prevención, tratamiento y rehabilitación del individuo, las familias y la comunidad, tomando como marco de referencia el proceso de salud- enfermedad y con base en conocimientos epidemiológicos.



**Figura 7 Consultorio médico (planta).**

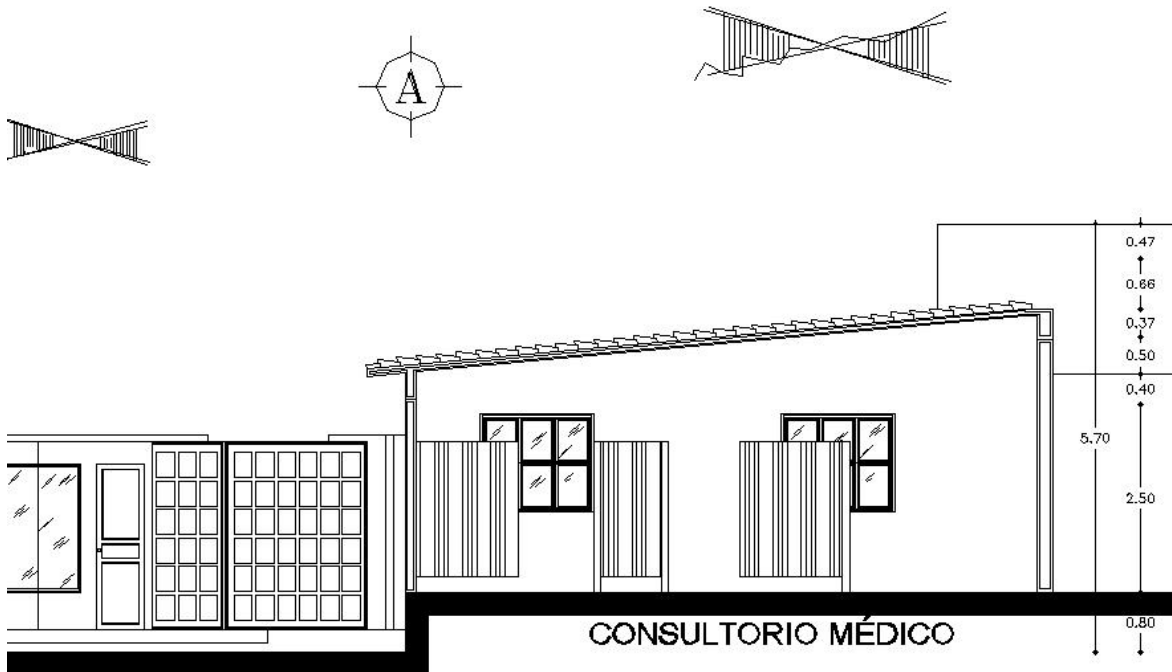


Figura 8 Consultorio médico (perfil).

**Sala para atención optométrica:** (para atención simultánea de 4 personas).  
**AREA: 67.47 m<sup>2</sup>**

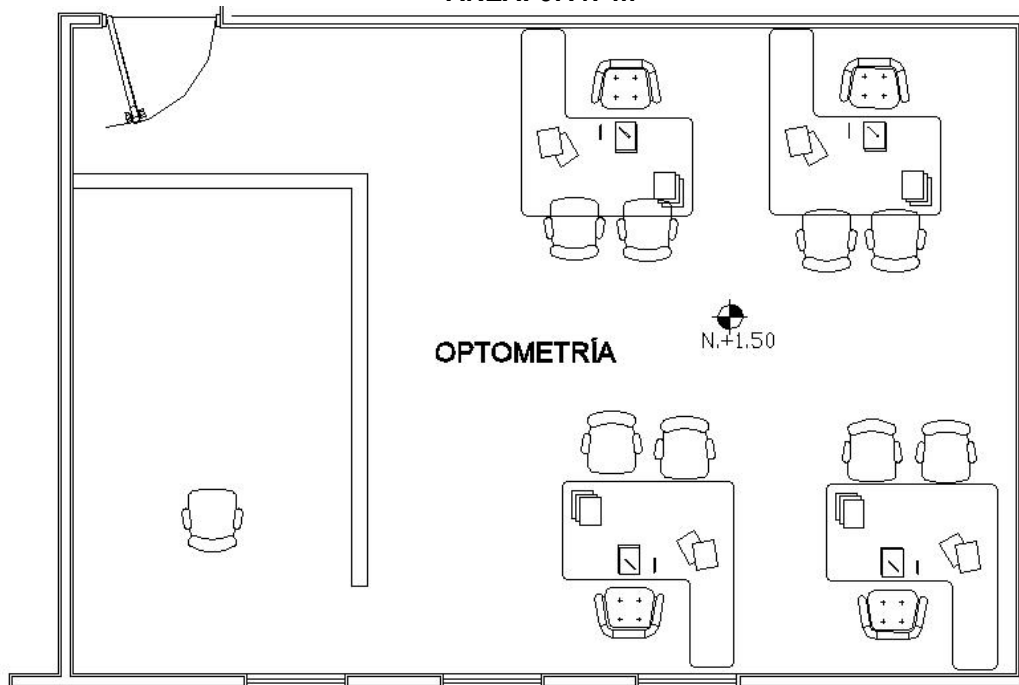
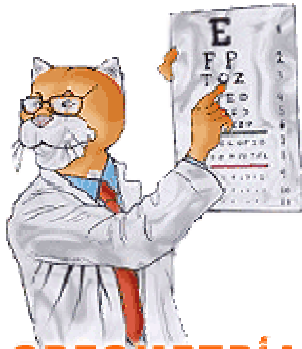


Figura 9 Optometría (planta)

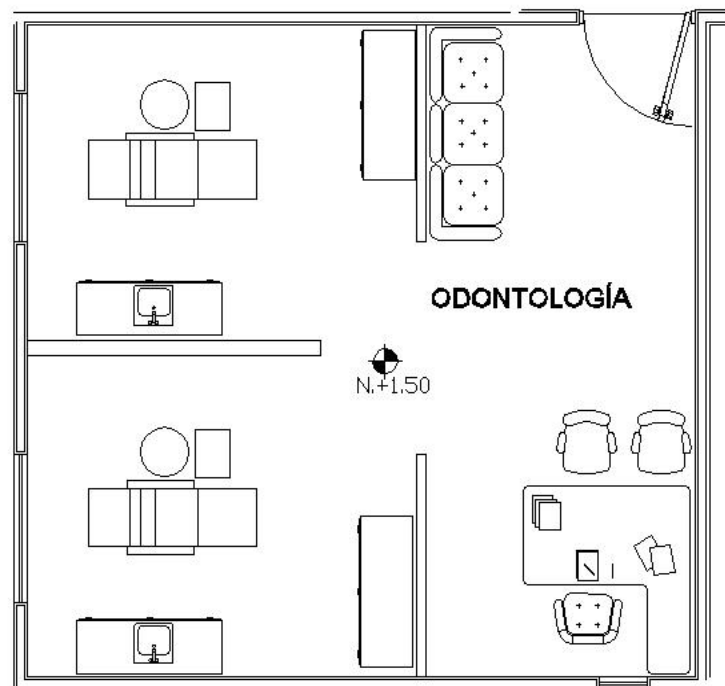


Profesionista capacitado para evaluar y corregir anomalías en el funcionamiento del sistema visual y sus defectos en sus diferentes etapas. Aplica métodos científicos para el análisis y exploración del sistema visual. Responde a las demandas de los problemas de la salud visual de la población en el nivel preventivo, terapéutico y rehabilitatorio.

## OPTOMETRÍA

En el desarrollo de su trabajo aplica métodos matemáticos para el análisis y desarrollo de sistemas óptico; emplea el método estadístico en el análisis de datos biomédicos; hace uso de métodos de exploración para el sistema visual; aplica el método clínico y técnicas de diagnóstico para la detección y resolución de los problemas que atiende y utiliza técnicas específicas para el estudio de la luz, lentes, sistemas ópticos y manejo del instrumental. Puede realizar investigación básica y aplicada.

**Sala para atención odontológica:** (con capacidad para 2 unidades odontológicas).  
**AREA: 49.18 m<sup>2</sup>**



**Figura 10 Odontología (planta)**



## CIRUJANO DENTISTA

El Profesionalista con una preparación basada en conceptos científicos que le permiten enfrentará los problemas de la salud buco dental con un criterio clínico integral que involucra prevención, conservación, rehabilitación, investigación y docencia. Comprenderá el proceso salud-enfermedad como un fenómeno multifactorial en el cual intervienen variables biológicas, psicológicas, económico-sociales y culturales.

Aplica en forma individual y/o comunitaria medidas de prevención primaria, prevención de enfermedades y protección específica para las enfermedades buco dentales más frecuentes.

**Sala para psicología:** (4 psicólogas).

AREA: 64.23 m<sup>2</sup>

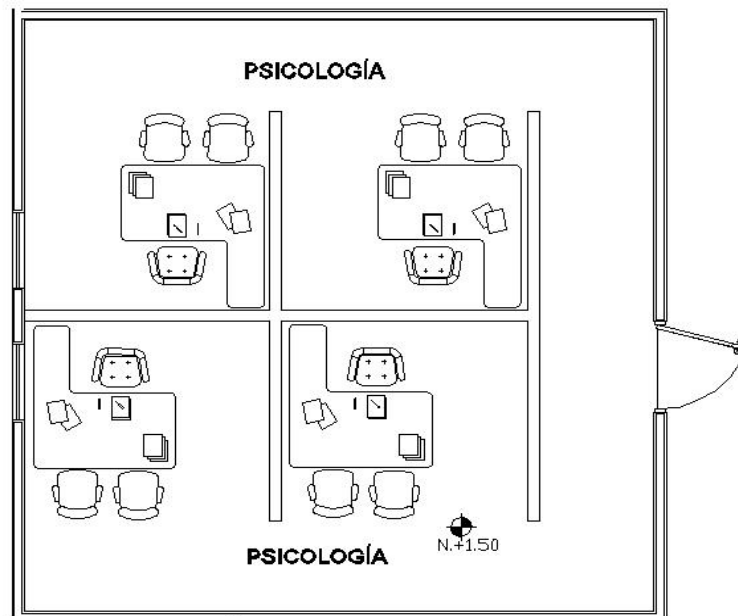


Figura 11 Psicología (planta)



## PSICOLOGÍA

Profesionista capacitado para resolver problemas del comportamiento humano a nivel individual y grupal. Emplea diferentes técnicas e instrumentos para su desempeño, tales como: entrevista, encuesta, pruebas psicométricas, observación y análisis formales. Dependiendo del problema interviene en los niveles de diagnóstico, prevención y tratamiento.

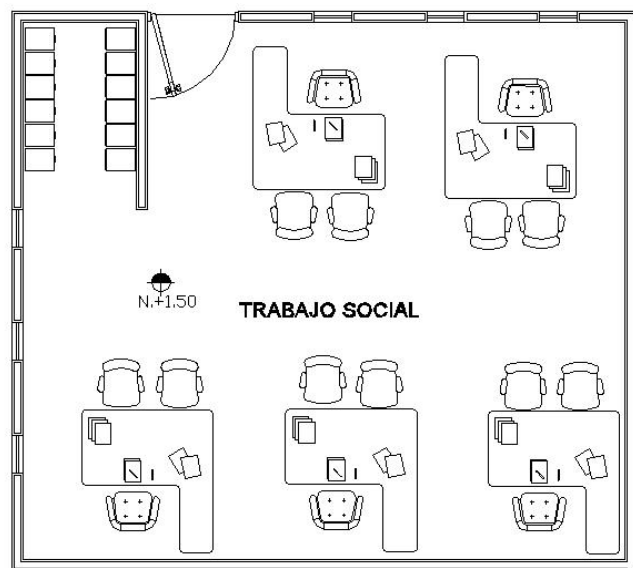


En el área clínica, el psicólogo aplica diferentes enfoques, técnicas psicoterapéuticas, terapias, dinámicas grupales, sensibilización e intervenciones en crisis. No está capacitado para dar tratamiento farmacológico por lo que utiliza técnicas no invasivas en tratamiento de tipo conductual, cognoscitivo y emocional. Realiza investigación básica y aplicada.

En el área educativa, el psicólogo identifica variables y técnicas para analizar y facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje. Asesora política de planeación educativa. Realiza estudios de orientación vocacional, escolar y ocupacional. Realiza investigación básica y aplicada.

**Sala para trabajo social: (5 trabajadores sociales).**

**AREA: 64.71 m<sup>2</sup>**



**Figura 12 Trabajo social (planta)**



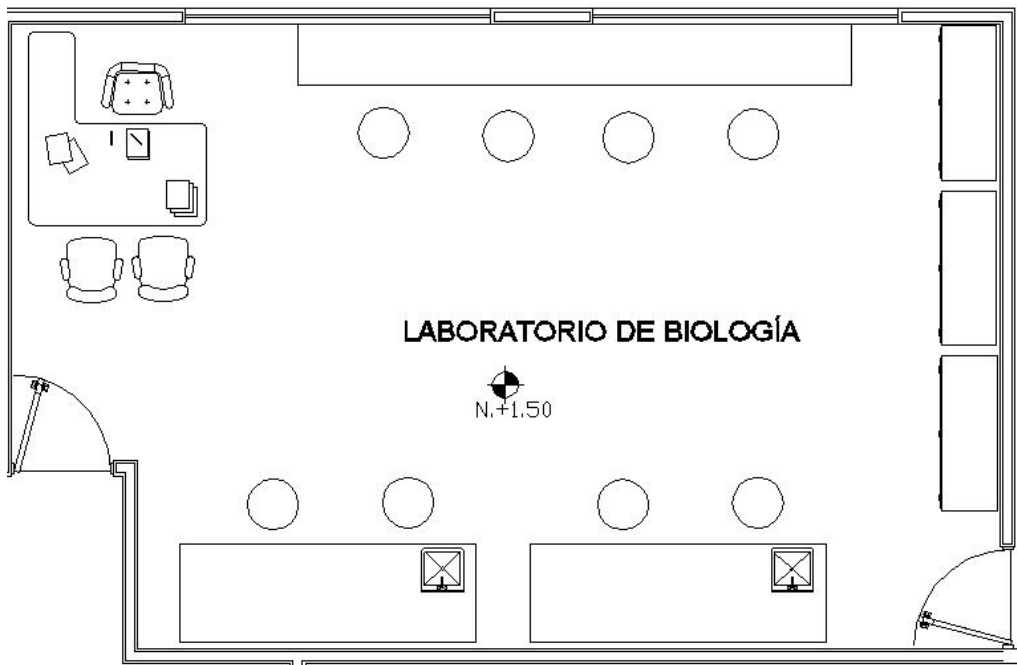
Profesionista que sintetiza los conocimientos de las ciencias sociales para interpretar, analizar e incidir en la realidad social a fin de desarrollar acciones para la posible solución de problemas de diferentes niveles: sociedad, comunidad, grupos e individuos.

## TRABAJO SOCIAL

Puede trabajar directamente con este grupo empleando diversos métodos como investigación documental y de campo, dinámicas de grupo, planeación, administración, programación, sistematización y evaluación de acciones de salud. Contribuye a conocer e interpretar las necesidades y carencias de los grupos sociales a fin de proponer diferentes acciones y programas que promuevan la organización, capacitación y participación de los individuos en la búsqueda de soluciones a problemas detectados y a la superación de su nivel de vida.

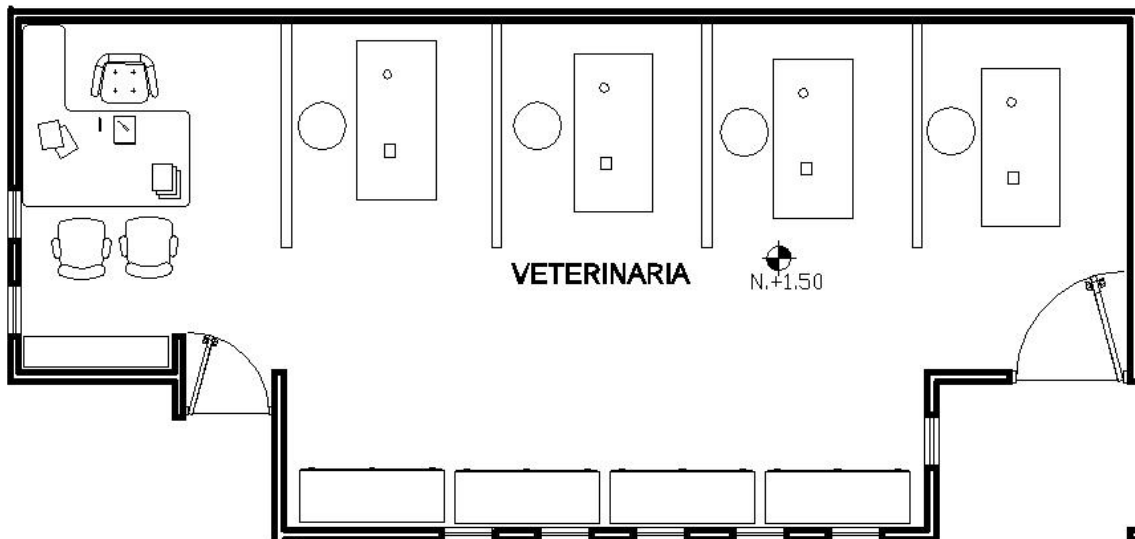


**Laboratorio de biología:** (para trabajo de 8 personas).  
**AREA: 61.13 m<sup>2</sup>**



**Figura 13 Laboratorio de biología (planta)**

**Sala de Veterinaria:** (4 médicos veterinarios).  
**AREA: 57.13 m<sup>2</sup>**



**Figura 14 Veterinaria (planta)**



**Sala de cómputo: (5 equipos completos).**

**AREA: 35.63 m<sup>2</sup>**



**Figura 15 Sala de computo (planta)**

**Sala de juntas: (capacidad para 20 personas).**

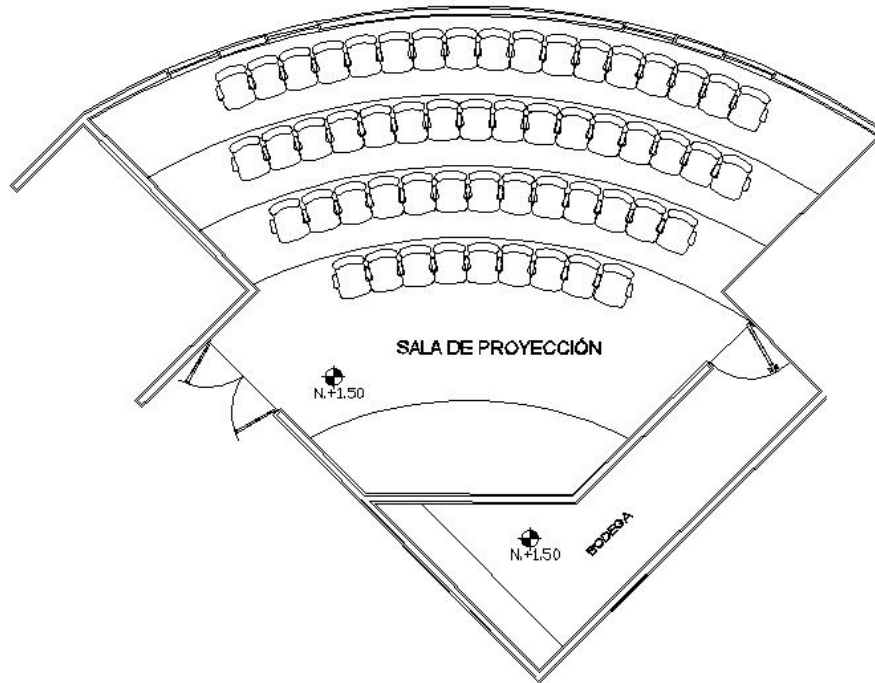
**AREA: 54.13 m<sup>2</sup>**



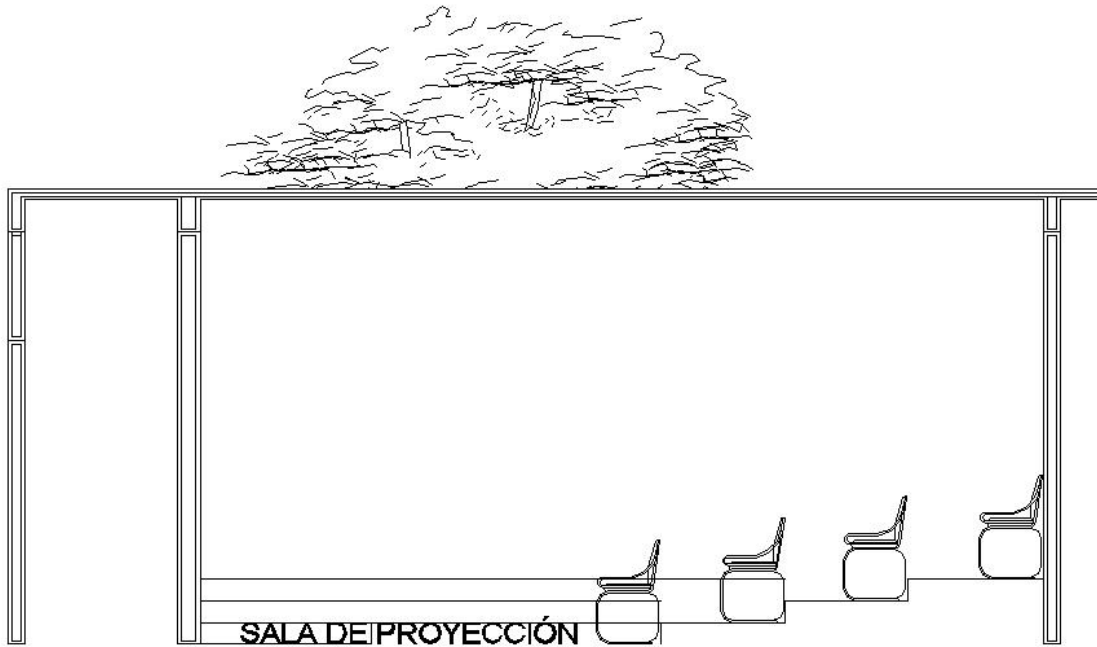
**Figura 16 Sala de juntas (planta)**



**Sala para proyección: (capacidad para 50 personas).**  
**AREA: 69.08 m<sup>2</sup>**



**Figura 17 Sala de proyección (planta)**

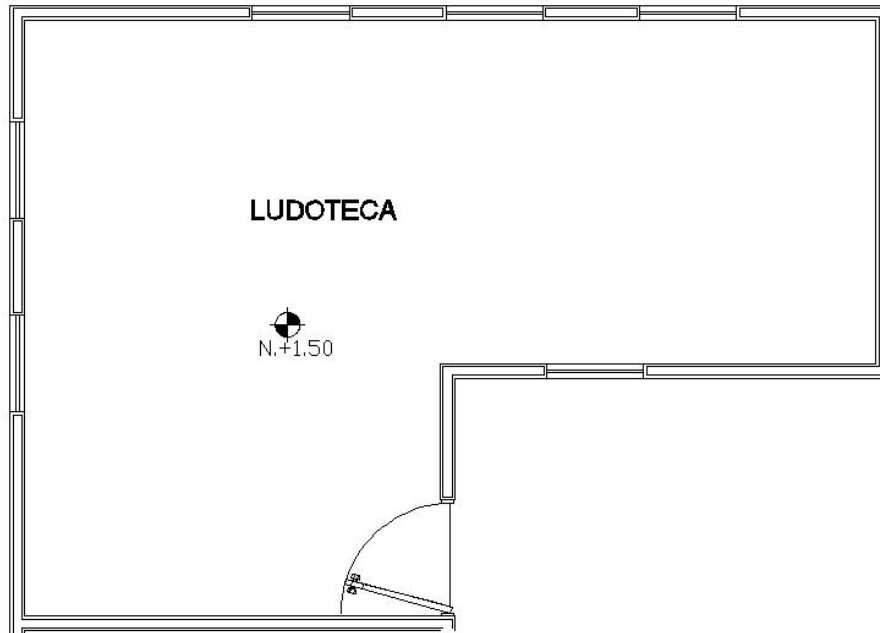


**Figura 18 Sala de proyección (perfil)**



**Ludoteca:** (para préstamo de materiales).

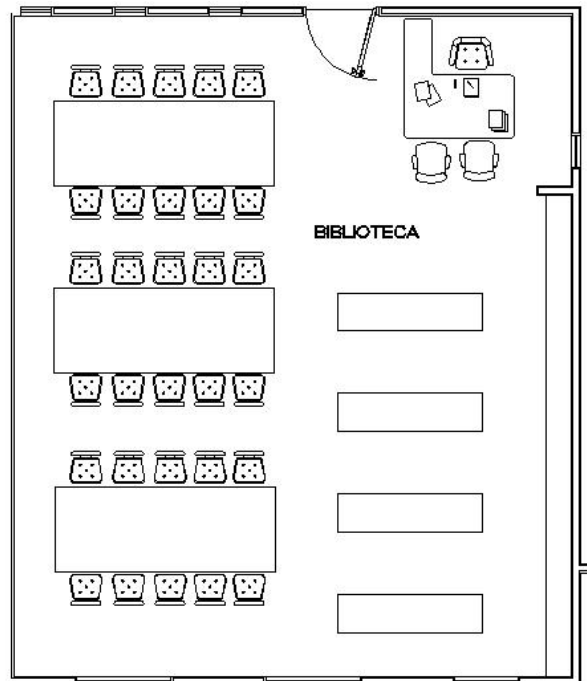
**AREA: 43.29 m<sup>2</sup>**



**Figura 19 Ludoteca (planta)**

**Biblioteca:** (capacidad para 30 personas).

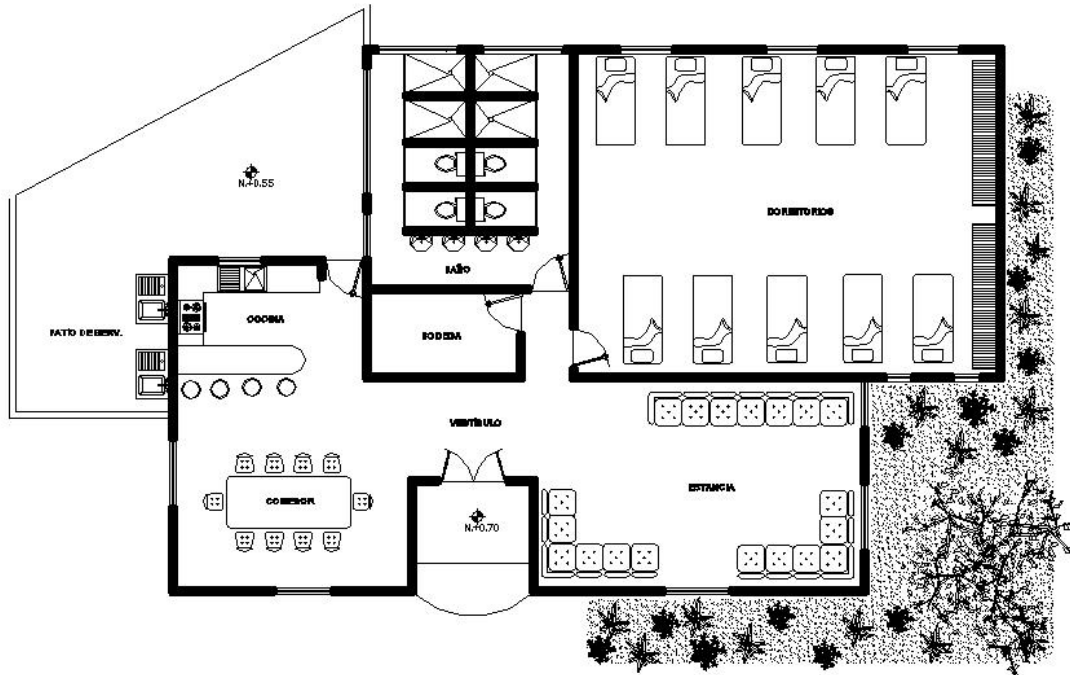
**AREA: 94.09 m<sup>2</sup>**



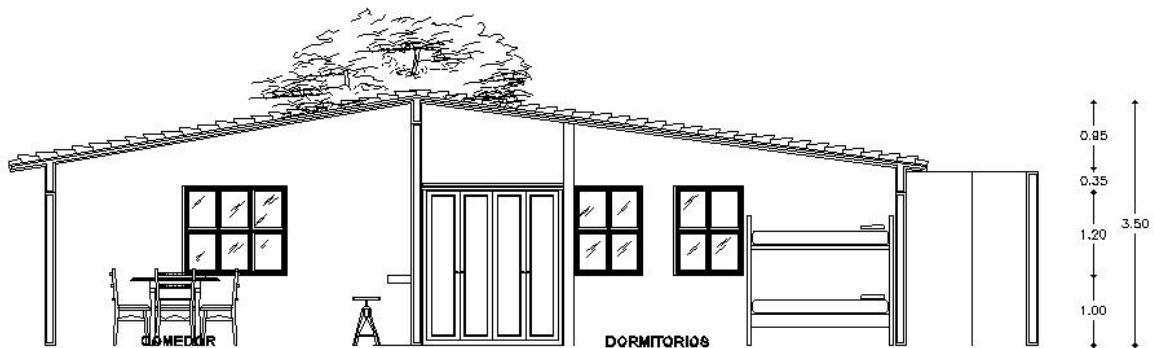
**Figura 20 Biblioteca (planta)**

**Dormitorios:** (para 20 personas).

**AREA:** 198.48 m<sup>2</sup>



**Figura 21 Dormitorios (planta)**



**Figura 22 Dormitorios (perfil)**



---

## Conclusiones

Se concluye que la Arquitectura del Centro Multidisciplinario de Investigación y del Desarrollo Rural Sustentable cumple con la distribución de los espacios requeridos, con base en las necesidades entregadas por DGOS. El “Diseño del Proyecto Arquitectónico” que es la arquitectura original, fue modificada debido al cambio de topografía, del cual se originaron cambios en los espacios quedando como el “Proyecto Arquitectónico Definitivo”. Logrado esto, se continúa con el diseño estructural.

# **CAPITULO IV**

# **INGENIERÍA DE**

# **PROYECTO**



## IV.1 Proyecto Estructural

### Objetivos

Realizar el estudio del proyecto arquitectónico, las propiedades de los materiales y el suelo, las condiciones ambientales, topográficas y geológicas, para finalmente, obtener los planos y especificaciones de las estructuras donde se enliste características, forma, ubicación, dimensiones, materiales y especificaciones, atendiendo los aspectos de seguridad, funcionalidad y economía.

Determinar a partir del proyecto arquitectónico la estructuración más adecuada según la distribución de espacios, las dimensiones propuestas, las necesidades especiales de cada espacio arquitectónico, el uso que se dará a la estructura y los requerimientos básicos de seguridad y funcionalidad.

Realizar el análisis estructural de la superestructura y la subestructura o cimentación, a partir del estudio de las distintas solicitaciones a que estarán expuestas.

Determinar la forma, ubicación y dimensiones de cada elemento estructural para soportar las solicitaciones debidas a las cargas propias y las impuestas por servicio y condiciones extraordinarias, de modo que cumplan con los estados límite de falla y de servicio.

Realizar el diseño estructural de la superestructura y la subestructura o cimentación considerando en ello las propiedades geométricas de las secciones de los distintos elementos y las propiedades mecánicas de los materiales empleados para la construcción y el desplante de las edificaciones.

Atender los aspectos de seguridad, funcionalidad y economía en el diseño final de la superestructura y la subestructura o cimentación.



## Introducción

El proyecto estructural es el resultado de un proceso en que se suman los conocimientos y experiencia de profesiones tan variadas y a la vez tan relacionadas como la arquitectura, la sociología, la economía, la biología, las ingenierías estructural, geotécnica, hidráulica e hidrológica, de sistemas, ambiental, topográfica, geológica, mecánica, de instalaciones eléctricas, gas, aire acondicionado, el diseño de interiores, etc., volviéndose no sólo un trabajo iterativo, sino también creativo, proactivo y enriquecedor.

En el documento final veremos la configuración de los elementos que componen el esqueleto, las formas, las dimensiones y las propiedades de los materiales, especificaciones, recomendaciones y proceso constructivo. Los objetivos principales de la estructura durante toda su vida útil son; (1) soportar las solicitaciones propias e impuestas por factores externos y las condiciones de servicio u operación y, (2) garantizar la seguridad y funcionalidad de sus componentes, evitando la presencia de fallas y/o deformaciones temporales y permanentes que pongan en riesgo la integridad física de personas, objetos, equipos, información, instalaciones, estructuras adyacentes y la habitabilidad.

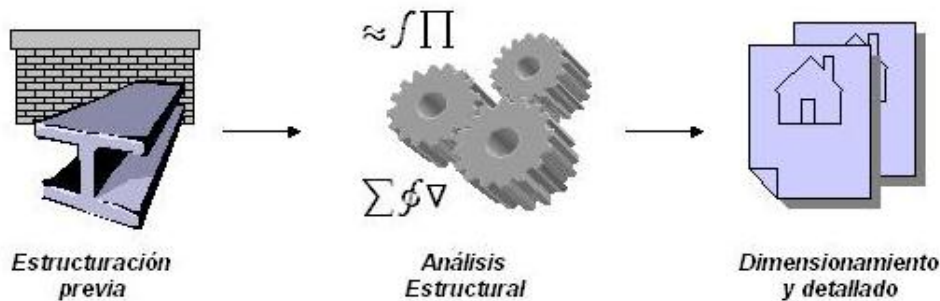
Para poder cumplir con lo anterior, procuramos hacer un estudio exhaustivo de las actividades y servicios que dará nuestra estructura, en ello está inmerso el trabajo, entre otros, del arquitecto, quien vela por la funcionalidad, la estética y la armonía de los espacios, color, texturas, iluminación, y todos los aspectos relacionados con la habitabilidad. La seguridad y las condiciones de servicio dependerán de los criterios de diseño y forma de proceder del estructurista, en este caso nosotros. Otro punto importante, el costo y el tiempo de ejecución de las obras, factores que en ocasiones son agentes condicionantes y rectores del proyecto global.

Sin importar si el proyecto completo se asigna a una sola empresa o si se subcontrata distintos agentes para cada etapa del mismo, el diálogo y retroalimentación de todas las partes, marcará la diferencia entre un proyecto equilibrado y otro en que se superponen las diversas etapas sin relación estrecha de sus componentes. Este vicio se presenta en la práctica con mayor frecuencia de lo que pudiera imaginarse. En este punto es que una buena gerencia de proyecto cumple con su trabajo, mediante la coordinación y seguimiento de cada actividad, la asignación y administración de recursos materiales y humanos y, el control y reingeniería de procesos.



## Proceso del Diseño Estructural

Para entender la esencia del proceso de diseño lo dividimos en tres fases para fines prácticos; estructuración previa, análisis, dimensionamiento y detallado, las cuales cabe aclarar no son las únicas que se pueden considerar.



## Estructuración previa

Esta es la etapa creativa en que concebimos la forma y disposición de los elementos estructurales, las dimensiones, las propiedades y características de los materiales a emplear. El criterio del estructurista desempeña un papel decisivo, basado en la experiencia y asimilación de conocimientos, de este modo imaginamos el sistema estructural en su conjunto para soportar las acciones y evitar el colapso y mal funcionamiento. La trayectoria profesional nos permite adquirir sensibilidad y ojo crítico para evaluar las condiciones actuales y diferenciar de proyectos anteriores e intuir un sistema eficiente y, por qué no decirlo, económico. Si bien pareciera que esta etapa del diseño es subjetiva, la habilidad para proyectar es el resultado en parte de las cualidades y del proceso de aprendizaje, observación y aplicación de los principios fundamentales del diseño estructural; la mecánica y la resistencia de materiales.



Una visión general de las soluciones por las que podemos optar para el esqueleto de la edificación considera las condiciones y distribución de los distintos tipos de carga, los materiales de construcción utilizados comúnmente, la disponibilidad de mano de obra capacitada o no, el tamaño y condiciones del predio, las vías de acceso, los equipos e instalaciones necesarios para la fabricación, manejo y colocación de los materiales, etc. La importancia del proyecto, la naturaleza del mismo, el valor agregado del producto final, los beneficios económicos, de seguridad, de salud, sociales, políticos y ambientales; e incluso si el cliente es particular, empresa u órgano de gobierno, puede conducirnos a cumplir con un programa de obra en un tiempo dado, circunstancias para las cuales el costo pasa a segundo plano y demandarían el uso de un método constructivo específico, la asignación extraordinaria de recursos materiales y humanos, la implementación de tecnología innovadora y el desarrollo de nuevo conocimiento.

Para el Centro Multidisciplinario consideramos inicialmente las siguientes soluciones, que si bien no son exhaustivas presentan ejemplos factibles. Un análisis más profundo del proyecto nos dará la solución más adecuada a las condiciones particulares de este. En la práctica se combinan estos métodos aprovechando las ventajas mecánicas, de seguridad, funcionalidad, tiempo de construcción y economía.

- a) Muros de carga a base de mampostería y castillos armados
- b) Muros de concreto armado
- c) Marcos rígidos de concreto reforzado no venteados con ductilidad adecuada
- d) Marcos de acero con buena ductilidad
- e) Estructura a base de elementos prefabricados y/o colados en sitio.
- f) Estructura a base de elementos presforzados (ej. vigas doble T)
- g) Losas de concreto con refuerzo de lámina corrugada (losa-acero)
- h) Losas planas reticulares (encasetonadas o nervadas)
- i) Losas planas ligeras conectadas a armaduras de acero
- j) Losas a base de vigueta y bovedilla
- k) Losas postensadas en una o dos direcciones
- l) Techos de grandes claros con armadura espacial (tridilosa)
- m) Cubiertas de forma geodésica
- n) Cubiertas atirantadas



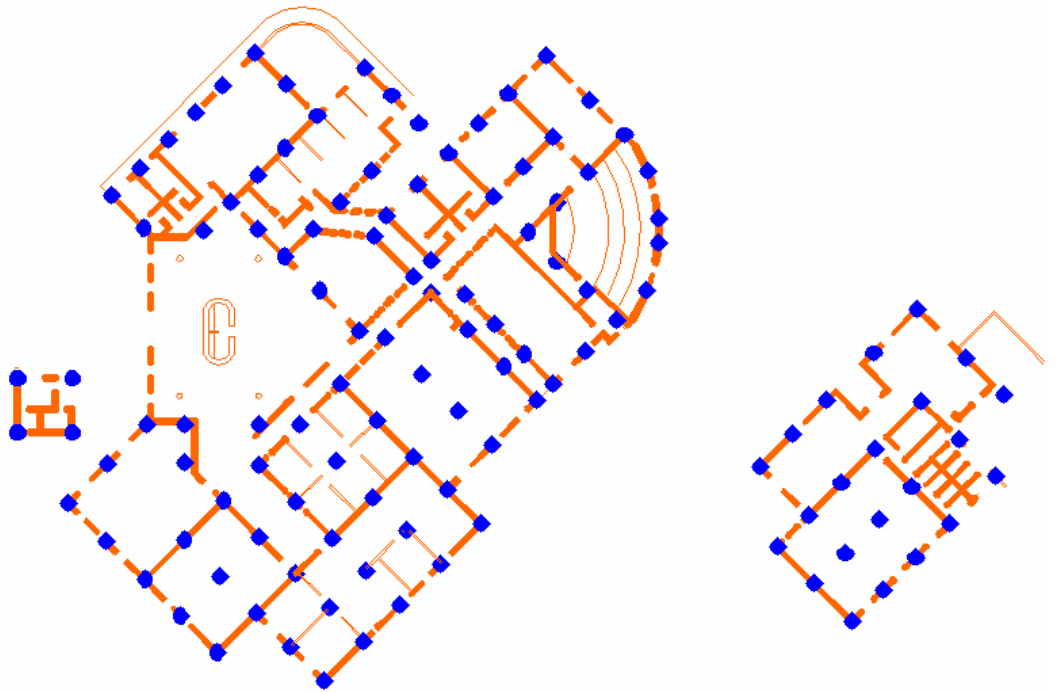
## Análisis Estructural

Involucró todas las actividades por medio de las cuales determinamos las cargas que obrarán sobre nuestra estructura, las cuales clasificamos en; permanentes, la carga muerta debida al peso propio de los elementos y cargas concentradas de magnitud considerable; variables, la carga viva debida al uso y tránsito de personas, mobiliario, instalaciones, equipos y vehículos; y por último accidentales, como el sismo y el viento, cuya duración y frecuencia son menores, pero de magnitud tal, que pueden comprometer la seguridad y estabilidad de la estructura.

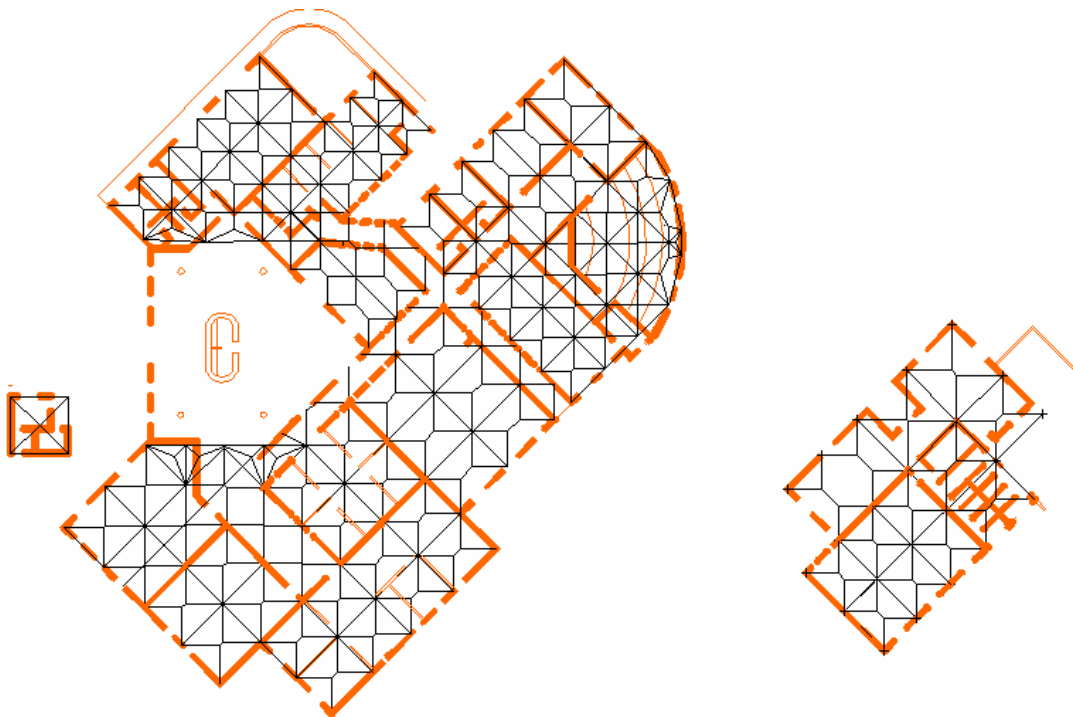
Una vez conocidas las acciones externas, el análisis nos proveyó la respuesta de la estructura en forma de elementos mecánicos así como los desplazamientos y deformaciones sufridas por el sistema estructural. Las acciones, que dividimos en fuerzas axiales y cortantes así como en momentos flexionantes y torsionantes, las comparamos con la resistencia de los elementos estructurales individualmente y en conjunto, llamados Estados límite de falla. Por su parte, los desplazamientos y deformaciones no debieron exceder los permisibles, denominados Estados límite de servicio, que dependen del tipo de estructura, su uso, ubicación, materiales que la componen, etc., de modo que garantizamos las condiciones mínimas de habitabilidad y servicio. La metodología que seguimos fue la siguiente:

- I. Idealizamos la estructura por medio de un modelo teórico simplificado (figura 1), susceptible de ser analizado con los procedimientos de cálculo tradicionales, el uso de métodos numéricos que sistematizan los cálculos y con la ayuda de algún programa de computo (SAP, Staad, Marplain, etc.) que proporcione un cuadro de resultados. La simplificación nos sirve para imaginar el comportamiento de la estructura, mas como dijo Einstein, "... hay que procurar explicar los fenómenos físicos lo más simple posible, pero no demasiado de modo que se vuelvan incomprensibles e irracionales".

En la modelación también definimos las características y propiedades de los materiales, así como las propiedades geométricas y mecánicas de los elementos estructurales, las condiciones de apoyo y las propiedades del terreno sobre el que se cimentará. Una vez hecho esto, investigamos todos los tipos factibles de carga que obrarán sobre la estructura y distribuimos por unidad de área, o concentradas en puntos específicos. Esas cargas se transfieren de las losas a las traveses y estas a su vez, a las columnas que finalmente descargan en la cimentación (figura 1).



a) Estructura idealizada en planta del Centro Multidisciplinario



b) Áreas tributarias de traveses primarias y secundarias

Figura 1 Modelo simplificado previo de la estructura del Centro Multidisciplinario

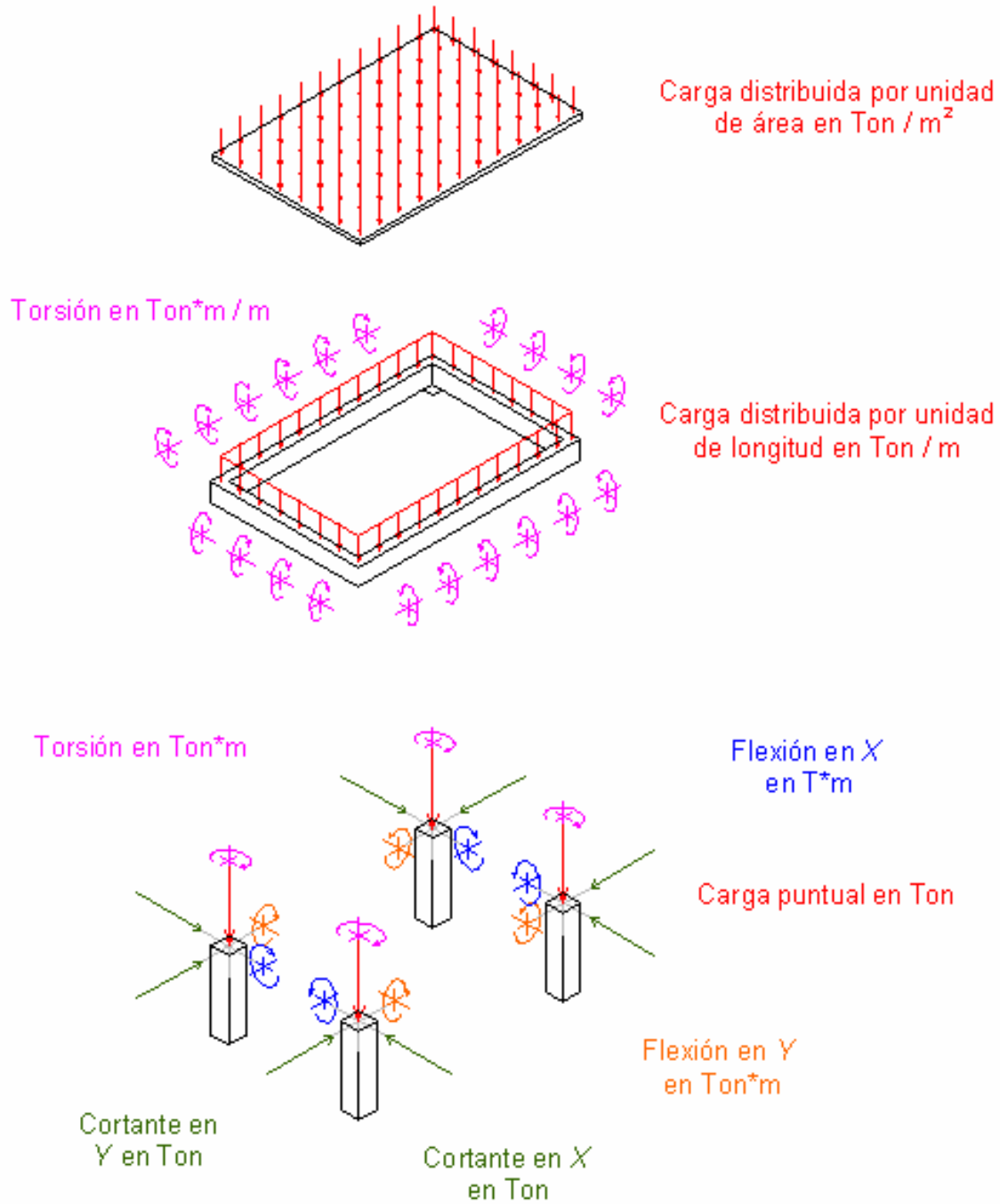


Figura 2 Bajada de cargas o transmisibilidad de efectos

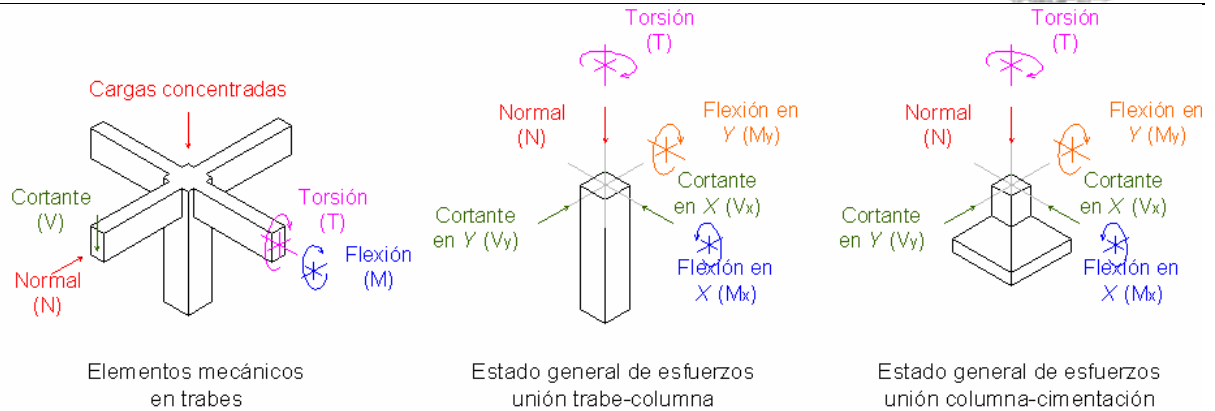


Al nivel de la cimentación, la interacción suelo-estructura resulta en un equilibrio de fuerzas y momentos actuantes y resistentes, donde ya están inmersos factores de carga y reducción de resistencia, cuya relación determina el coeficiente de seguridad usado en los cálculos.

- II. Determinamos las acciones de diseño y previmos las circunstancias que pueden inducir estados de esfuerzo en la estructura. En esta fase temprana inician los problemas y errores subsecuentes, como resultado de omisiones y la falta de criterio y precisión en la medición y cálculo de las cargas. Para contrarrestar lo anterior, es recomendable llevar al cabo un análisis probabilístico que arroje los valores esperados y reduzca la incertidumbre en el cálculo de las intensidades de cargas debidas a viento, sismo, nieve, granizo, movimientos del terreno, variación de la temperatura, huracanes, erosión, arrastre y depósitos por corrientes y mareas, etc., según sea el caso. Todas ellas manifestaciones de la naturaleza o inducidas de alguna manera por el hombre. Incluso en épocas recientes empieza a tomarse en cuenta acciones deliberadas producto de atentados terroristas.

Los casos que consideramos en el análisis involucran en términos generales; carga muerta mas carga viva máxima y carga muerta mas carga viva instantánea mas carga accidental por sismo o por viento. Una vez hecho esto, compararemos los resultados y obtendremos una envolvente para determinar cual combinación es la más desfavorable y en función de esa, diseñar los elementos estructurales.

- III. En cualquiera de los casos anteriores, podemos optar por el estudio de las acciones o hacer uso de manuales, reglamentos, códigos, ayudas de diseño y extractos de investigaciones recientes. En nuestro país se hace uso de documentos como las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el Manual de diseño de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad, el Manual de la Práctica del Concreto del Instituto Americano del Concreto (ACI - MCP por sus siglas en inglés), el Manual del Instituto Americano de Construcción con Acero (AISC por sus siglas en inglés), los Comentarios y Ejemplos de las NTC-RCDF publicados por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, entre otros. Vale la pena hacer unos paréntesis en la importancia del Pensamiento Crítico del proyectista para identificar cuando son aplicables o no las recomendaciones y criterios de diseño propuestos en los documentos antes mencionados.
- IV. Determinamos la respuesta a las acciones de diseño en el modelo de estructura elegido dadas las características y propiedades asignadas en la etapa de idealización del modelo. Los resultados del análisis estructural propiamente dicho, son las acciones internas; fuerzas axiales y cortantes y, momentos flexionantes y torsionantes (Ver figura 3), así como los desplazamientos y deformaciones de la estructura.



**Figura 3 Fuerzas y acciones en los elementos estructurales**

Entre los métodos a utilizar se encuentran: el Método energético o del trabajo virtual, el Método de Flexibilidades, el Método de Rigideces, el Método del elemento finito y el Método de Cross. El uso de uno o más de estos depende del grado de precisión requerido, la complejidad, el número de incógnitas y la facilidad de cálculo. La introducción de la computadora y el desarrollo de software especializado, han simplificado y sistematizado la obtención de resultados para el estructurista moderno, por lo que dedicamos menos tiempo a “arrastrar el lápiz” y nos concentramos más en interpretar la información generada y adecuarla a los casos particulares.

La magnitud, dirección y sentido de los elementos mecánicos nos indican el estado de esfuerzos en un punto determinado de la estructura y al aplicar los principios de la mecánica de materiales, posteriormente podremos determinar la geometría y dimensiones de los elementos estructurales, así como las características y cantidades de material a emplear.



## Dimensionamiento y detallado

Esta etapa fue la definición a detalle de la estructura y revisión para determinar si cumple con los requisitos de seguridad adoptados. Al llegar a este punto, se nos presentó lo que en la dinámica de la investigación científica se conoce como la espiral dialéctica<sup>1</sup>, ya que en varias ocasiones nos vimos obligados a replantear el modelo y revisar nuestros procedimientos de cálculo, no sólo para garantizar la estabilidad de la estructura y sus condiciones de operación, sino por su relación con aspectos como la estética de la construcción, el proceso constructivo, la economía y el funcionamiento de las instalaciones.

Esta labor la dividimos en dos fases; la superestructura y la subestructura o cimentación. La razón, la primera se refiere al estudio de la resistencia y el comportamiento de materiales como el concreto y el acero, de los cuales se tiene cierto grado de calidad y conocimiento de sus propiedades mecánicas; mientras que la cimentación en sí misma es un caso especial de estudio, pues tiene como principal material de apoyo al suelo, un medio cuya resistencia y comportamiento varían en función de una serie de factores y circunstancias, para lo cual hicimos estudios preliminares de mecánica de suelos.

Los resultados de esta etapa se adjuntan como anexos, los que comprenden planos y especificaciones, las memorias de cálculo y recomendaciones para el proceso constructivo, con el fin de reproducir en la realidad las consideraciones durante el proceso de cálculo y garantizar un control de calidad durante la construcción de la edificación.

En la ingeniería de sistemas hablamos de optimización cuando planteamos la maximización de beneficios y/o la minimización de costos de un proyecto, los cuales no siempre se cumplen simultáneamente. En este caso, la meta del Centro Multidisciplinario, es cubrir los requisitos de seguridad y operación; además de ser económicamente viable y susceptible de ser reproducido un sin número de ocasiones como un proyecto tipo, con modificaciones mínimas en las dimensiones o forma, dado que es una construcción modular y se adapta al sitio en cuestión.

---

<sup>1</sup> A partir de la estructura idealizada, hicimos un estudio para verificar o refutar lo planteado, por medio de la observación, el estudio detallado y la experimentación. Es un proceso de prueba y error y, está sujeto a mejora, hasta el momento en que cumpla con todos o algunos de los requerimientos. (Referencia 1, Sosa-Martínez, José – Método Científico)



## Superestructura

A partir del estudio de la planta arquitectónica y el alzado o fachadas, identificamos las características significativas de la edificación y atendiendo la función de cada área, propusimos la estructuración que consideramos más adecuada. La edificación es de una sola planta, con una superficie a construir de 200 m<sup>2</sup> para el área habitacional y de 1120 m<sup>2</sup> para el área de servicios a la comunidad. Esta última representa un reto debido a que requiere grandes claros sin apoyos intermedios. En general, dispusimos una retícula para ubicar las columnas y trabes, y salvo algunos casos especiales, seguimos esa trama (figura 1).

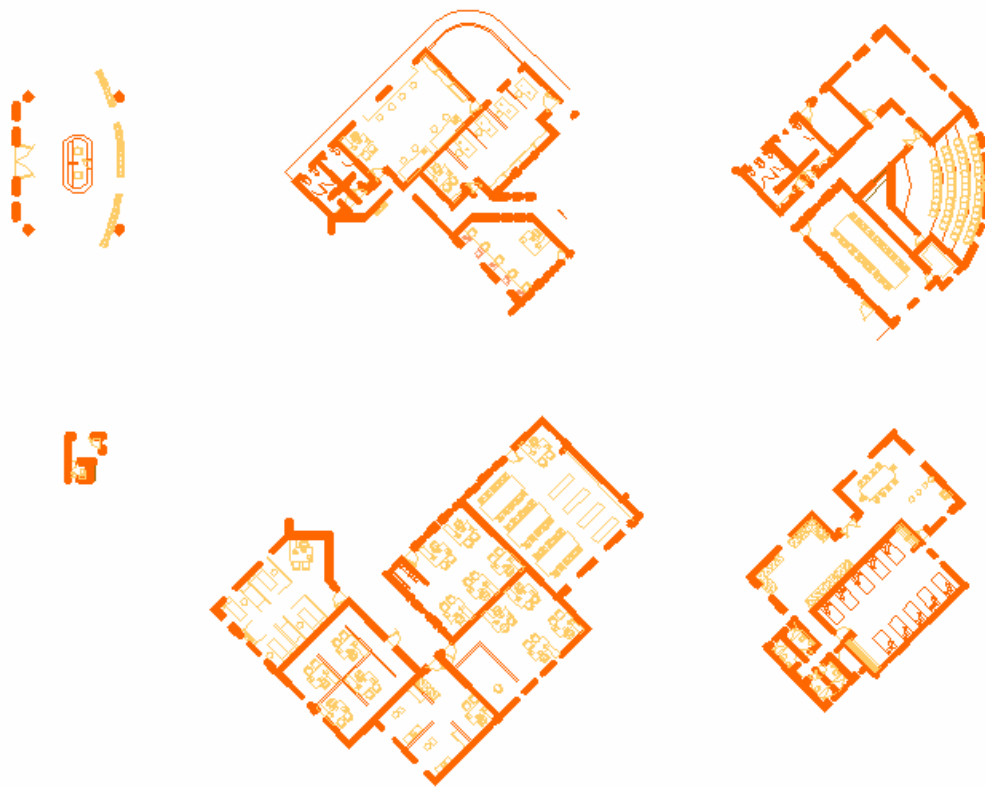
Asimismo, las alturas de entrepiso son variables para dar una pendiente suave a las losas de azotea que servirán como área de captación de agua pluvial y en un futuro, para la instalación de paneles solares. Estos dos puntos son de gran importancia; debido a que la zona se ubica entre los paralelos 20°22' y 20°34' de latitud norte y 98°04' y 98°21' longitud oeste, a una altitud de 2,271 metros sobre el nivel del mar, y se caracteriza por un clima cálido-seco, gran porcentaje del año está soleado y los mantos acuíferos se ubican a grandes profundidades.

Por lo anterior, dentro del diseño bioclimático del centro, contemplamos coleccionar y reutilizar el agua de lluvia, que a pesar de ser esporádica, es abundante durante los temporales. Igualmente, al orientar gran parte de la superficie de azotea hacia el polo sur geográfico, logramos captar la mayor cantidad de luz solar. De este modo, buscamos garantizar un aprovisionamiento autosuficiente tanto del recurso hidráulico como de energía eléctrica. Los puntos antes expuestos determinaron el diseño de los marcos estructurales, las pendientes y las grandes áreas de azotea, para las que consideramos el peso de los materiales de relleno, recubrimiento y para la captación del agua pluvial, las canaletas para la conducción y tubería adosada para las bajadas de agua hacia los tanques de almacenamiento.

Las áreas con grandes claros nos indican la necesidad de elementos estructurales muy robustos y de peraltes considerables, que por experiencia sabemos que arrojan elementos mecánicos considerables y demandan mayores cantidades de material en su fabricación. Este aspecto rigió en la elección del sistema estructural, inicialmente consideramos muros de carga con castillos, por tratarse de una edificación de una sola planta y sin cargas de azotea importantes, pero un análisis aproximado de los momentos flexionantes y torsionantes en las cadenas sobre muros nos hizo dudar de la conveniencia de este sistema, por lo que preferimos emplear marcos a base de columnas y trabes de concreto reforzado.

Además, la estructura a base de muros de carga debe ser inalterable, lo que impide que a futuro se pueda modificar o reubicar los muros divisorios con relativa facilidad y a un costo aceptable, aspectos que el proyecto arquitectónico contempla para una edificación flexible. La idea estructural que manejamos fue un esqueleto principal, al que fácilmente se ajustara cualquier diseño de fachada y que los muros divisorios internos pudieran disponerse a elección de los usuarios y adaptarse a sus necesidades de espacio; esto es, que no fueran restrictivos.

La propuesta arquitectónica original manejó una distribución de las áreas en torno a corredores muy largos y espacios internos muy grandes sin apoyos intermedios en la zona de atención al público y una configuración un tanto irregular para el área habitacional, que fue la que más modificaciones sufrió por considerarla poco práctica y desorganizada, constructivamente hablando. Los corredores nos dieron la pauta para dividir el Centro en tres bloques y el lobby o recepción como un patio interno, no contando con separación alguna entre ellos más que por la junta constructiva, la caseta de vigilancia como un quinto cuerpo y por último el área habitacional, los cuales pueden en un momento dado moverse como piezas de rompecabezas y ajustarse a otro terreno (figura 4).



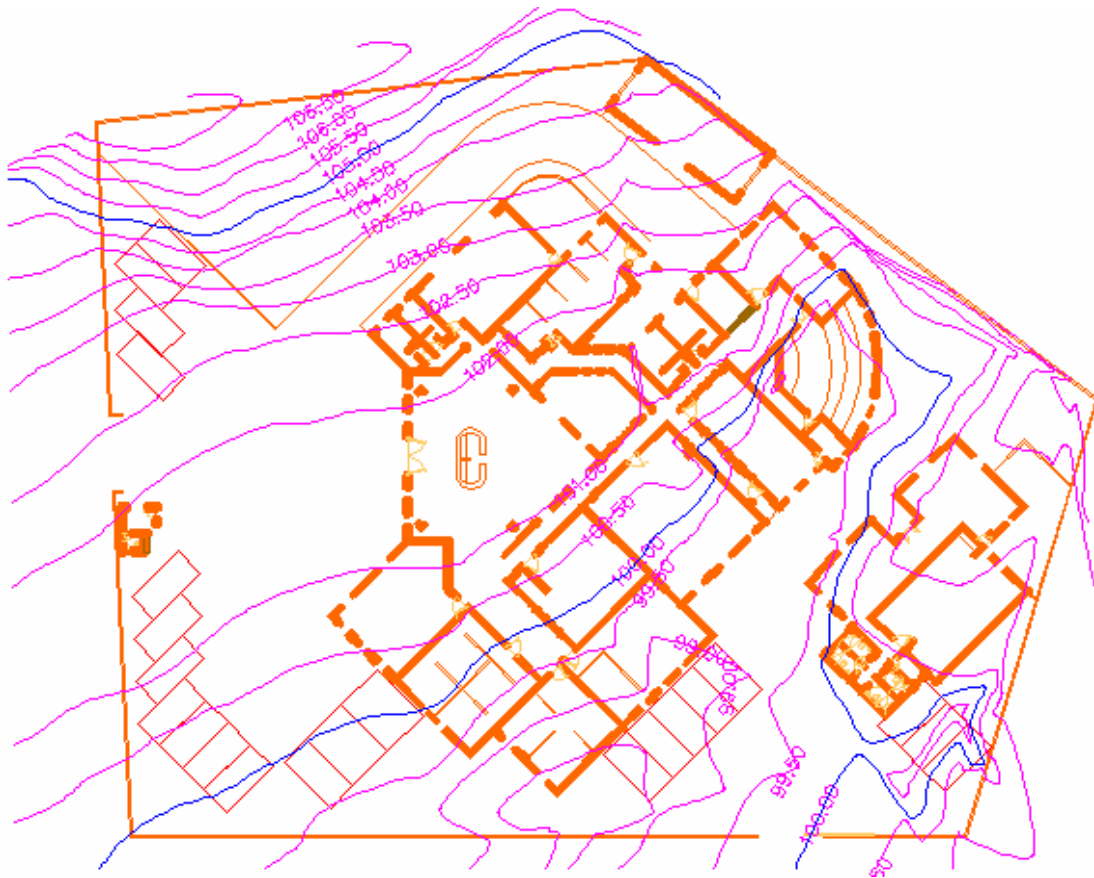
**Figura 4 Centro Multidisciplinario dividido en 6 cuerpos**

En lo que respecta a su ubicación dentro del predio, la arquitectura no respondía a la topografía del lugar e invadía una depresión importante, que además es bajada natural de una corriente de agua, desperdiciando la pendiente más suave e implicando mayores costos posteriores por concepto de movimientos de tierra y rellenos para nivelación, por lo que desplazamos el Centro hacia el poniente de modo que coincidiera con la parte plana del terreno. Otra razón para el desplazamiento fue que una parte importante de la estructura quedaba volando sobre la depresión, para lo cual tenía que modificarse la cimentación y hacer labores de relleno y protección marginal por el riesgo de erosión o arrastre de material en caso de una avenida. También modificamos la caseta de vigilancia por no cumplir con las dimensiones mínimas en el baño y las condiciones de habitabilidad; además hicimos una

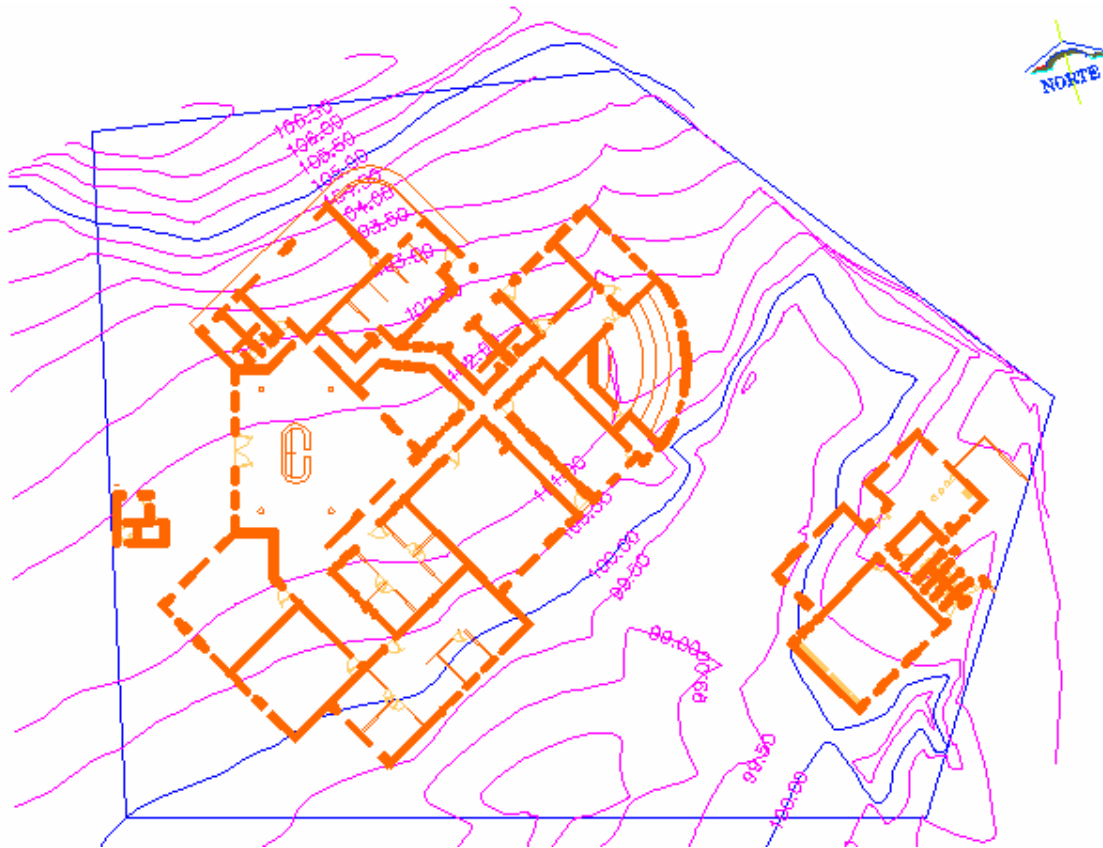


ampliación para ubicar ahí la subestación eléctrica y el tablero de control del Centro (figuras 5 y 6).

El área habitacional por su parte, tenía el área de regaderas y sanitarios dividida en 4 baños completos sin que los muros de los muebles y las llaves fueran comunes, implicando mayores longitudes de tubería y pérdidas de carga de presión, además de que se ubicaban en el lado contrario de la edificación con respecto a la cocina, y dado que ambas áreas ocupan tubería de agua caliente, es preferible tenerlas lo más cercanas posible (figuras 5 y 6).



**Figura 5 Proyecto arquitectónico del Centro Multidisciplinario original**



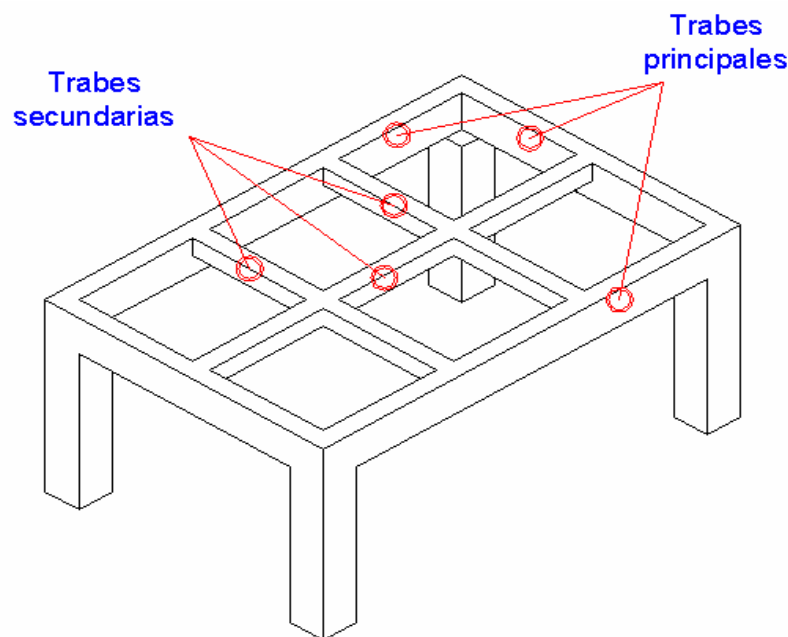
**Figura 6 Proyecto arquitectónico del Centro Multidisciplinario modificado**

Al analizar los requerimientos de las áreas de Psicología y Trabajo Social, concluimos que debían intercambiarse, ya que los espacios eran muy reducidos para la consulta de psicología, la cual debe darse en un ambiente de privacidad y confort. Igualmente, ambas áreas necesitan un espacio para almacenar expedientes, por lo que ampliamos los espacios destinados a dicho fin e incluimos columnas al centro de los claros para brindar mayor seguridad y protección a las personas e información que ahí se almacene.

Asimismo, agregamos columnas en puntos donde el proyecto arquitectónico no las contemplaba por buscar espacios abiertos sin interrupción de circulaciones, para redistribuir la carga, uniformizar los estados de esfuerzo y proporcionar una redundancia estructural en caso de que algún elemento estructural se viera afectado. Con esta medida logramos columnas y travesaños con menores dimensiones de concreto y armados de acero menos saturados en conexiones, menores excentricidades en las descargas de las columnas y por ende, momentos de volteo menores, con la consiguiente reducción de las demandas a la cimentación, aunado a la disminución de costos, menos horas-hombre para detallado y tiempos de ejecución más cortos.

## Metodología a seguir

Una vez que definimos la estructuración final, ligamos todas las columnas por medio de travesas primarias y medimos las áreas y lados de las losas comprendidas entre travesas. Sabemos que las losas, ya sea que trabajen en una o dos direcciones, requieren un armado especial en función del claro, el espesor y las condiciones de frontera. A mayor claro libre, los momentos flexionantes positivos en el centro y momentos flexionantes negativos en los extremos se verán incrementados, así como los momentos torsionantes transmitidos a las travesas de orilla. Dado lo anterior, para claros largos decidimos interrumpir el crecimiento de dichos efectos y redistribuirlos de modo que los esfuerzos generados no lleguen a ser críticos en una sección dada. Esto lo logramos al incluir travesas secundarias que rigidizan la losa y disminuyen las flechas en los centros de los claros y el agrietamiento en las conexiones con las travesas (figura 7). De este modo, tanto el concreto se protege de las tensiones como el acero del deterioro por el ataque de la humedad y la temperatura, y logramos que trabajen conjuntamente.



**Figura 7 Travesas primarias y secundarias para grandes claros**

Los tableros resultantes son pequeñas porciones de la losa completa, los cuales transfieren su carga a las travesas secundarias y primarias al hacer dos consideraciones básicas: el peso está uniformemente distribuido por unidad de área y el peso total de esa superficie que se divide en áreas más pequeñas conocidas como *tributarias*, se convierten en una carga repartida por unidad de longitud en las travesas.

El procedimiento para pasar del peso total de la losa a la carga repartida por unidad de longitud es bisectar el ángulo formado por dos travesas adyacentes y así sucesivamente hasta completar los ángulos internos de la losa, el punto en que se intersecan dichas líneas sirve

para los trazos posteriores (figura 8). La carga distribuida por unidad de área  $\omega$ , se obtiene mediante una sencilla tabla, en que incluimos el peso propio, los rellenos, recubrimientos, acabados y el peso de accesorios y equipos que se apoyen en esta (figura 9). Cabe aclarar que este valor  $\omega$  se calcula para cada combinación de cargas.

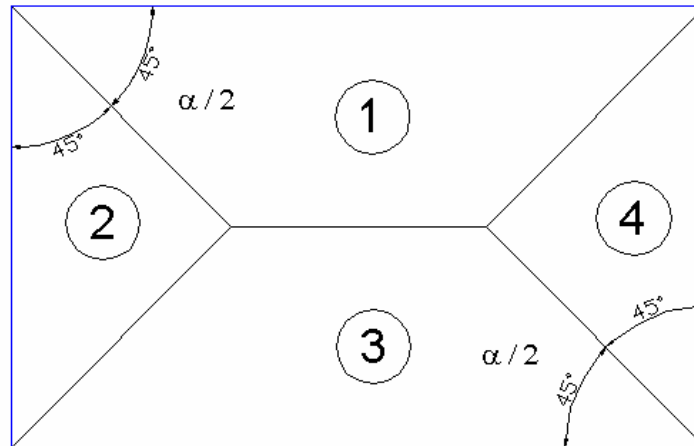


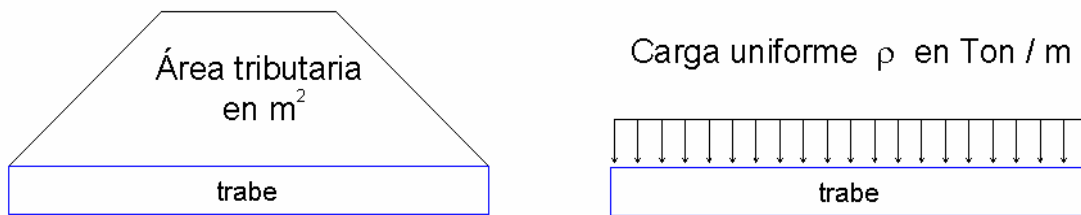
Figura 8 Procedimiento para dibujar áreas tributarias sobre traveses

<b>Ejemplo para una losa de azotea</b>			
Carga muerta sobre la losa losa en $\text{kg} / \text{m}^2$			
<b>Losa de concreto de 10 cm de espesor ( 0.1m x 2400 kg / <math>\text{m}^3</math>)</b>		<b>240</b>	
<b>Carga muerta adicional según RCDF</b>		<b>20</b>	
<b>Relleno impermeabilización</b>		<b>150</b>	
<b>Terrazo de 40x40</b>		<b>65</b>	
<b>Instalaciones y plafones</b>		<b>40</b>	
	$\Sigma =$	515	$\text{kg} / \text{m}^2$
Carga viva sobre la losa losa en $\text{kg} / \text{m}^2$			
<b>Carga viva máxima según RCDF</b>		<b>170</b>	
<b>Carga viva debida al peso de paneles solares</b>		<b>40</b>	
	$\Sigma =$	210	$\text{kg} / \text{m}^2$
	$\Sigma_{\text{total}} =$	725	$\text{kg} / \text{m}^2$

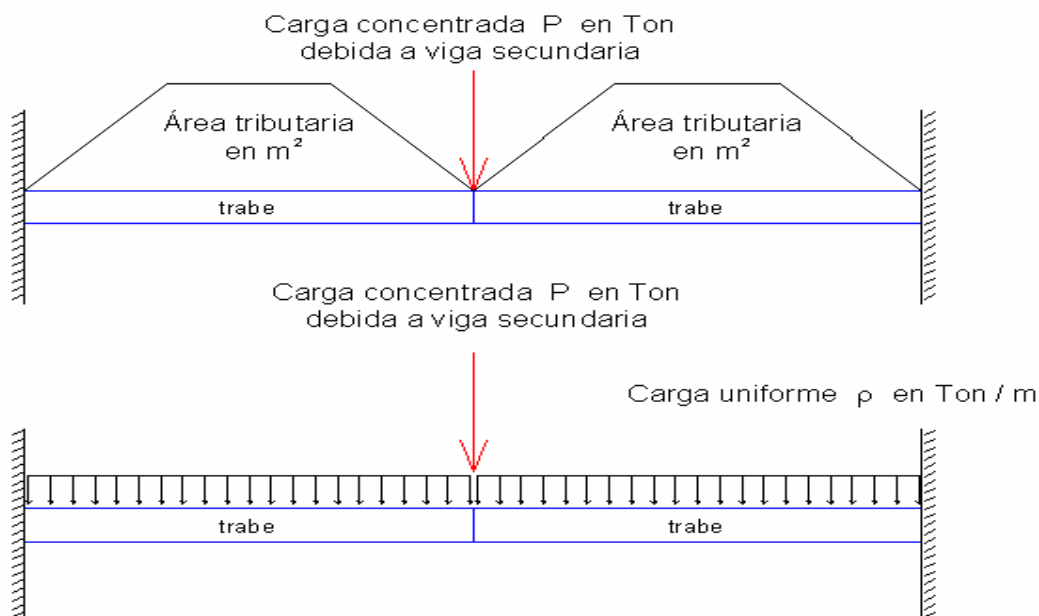
Tabla 1 Procedimiento para calcular la carga distribuida  $\omega$  por unidad de área

Finalmente, obtenemos las magnitudes del(as) área(s) actuante(s) en cada trabe y por medio de una sencilla operación algebraica, calculamos el valor  $\rho$  de la carga repartida (figuras 10 y 11).

$$\rho = \frac{\sum A * \omega}{L_{\text{de trabe entre ejes}}}$$

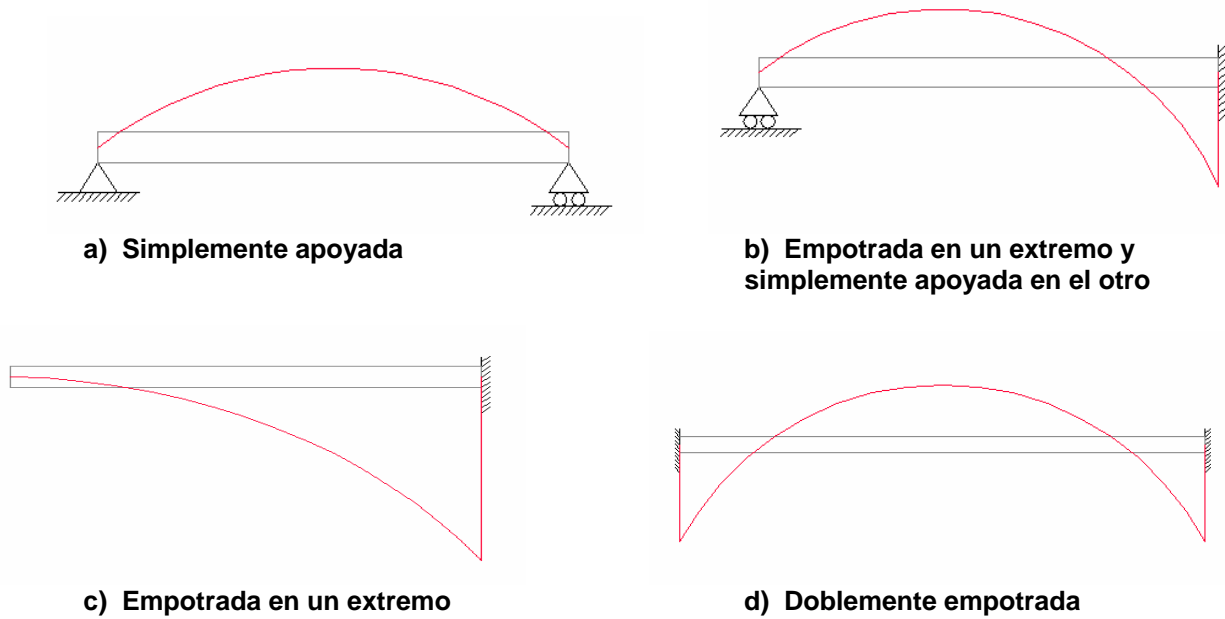


**Figura 9 Cálculo de la carga uniforme  $\rho$  que obrará sobre la viga**



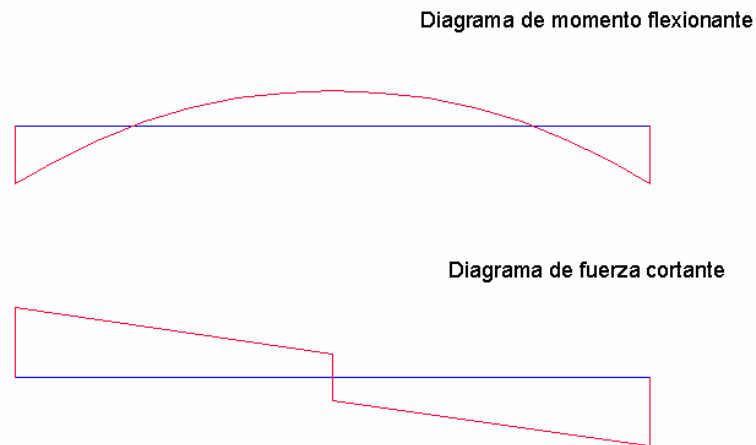
**Figura 10 Esquema de una trabe de orilla con una viga secundaria**

Una vez hecho esto, la descarga de la viga en una trabe o una columna dependerá de las condiciones de apoyo, pudiendo tener varios casos particulares para los cuales las fuerzas y momentos asociados varían sustancialmente (figuras 12 y 13).



**Figura 11 Comparativo de diagramas de momento flexionante**

**Para carga uniformemente distribuida en una viga según apoyos**



**Figura 12 Elementos mecánicos de una trabe de orilla con una viga secundaria**



Ya hablamos de la transición del plano arquitectónico a la estructura y algunas hipótesis para traducir las cargas en fuerzas, ahora trataremos de los materiales empleados en la construcción; sus características y propiedades, criterios de diseño, algunos aspectos relacionados con la geometría de las secciones, nociones de seguridad y de funcionalidad.

### **Diseño de elementos estructurales**

Para los cálculos se emplearon las teorías e hipótesis descritas anteriormente y se procesaron en el programa en hojas de cálculo del programa Excel; los cálculos se presentan en la memoria de cálculo y los planos correspondientes a todos los elementos se encuentran en el anexo de planos.

### **Criterios de diseño**

Como se mencionó con anterioridad, la zona donde se proyecta construir el Centro Multidisciplinario se encuentra entre los paralelos 20°22' y 20°34' de latitud norte y 98°04' y 98°21' longitud oeste, a una altitud de 2,271 metros sobre el nivel del mar. Este aspecto es condicionante para el diseño sismo-resistente y por viento de la estructura. Por su ubicación geográfica, la región se considera peninsular o de baja actividad sísmica, baja magnitud y poca frecuencia de estos eventos, por lo que el criterio de diseño adquiere un carácter más flexible que en zonas como la Cd. de México, a 270 km vía Ixmiquilpan-Pachuca-Cd. de México. Debido a que la altura del centro multidisciplinario es muy pequeña no se considera la afectación del viento en la estructura, sin embargo dada la importancia de la construcción (Tipo A), se le realizó un análisis sismo-estático simplificado.

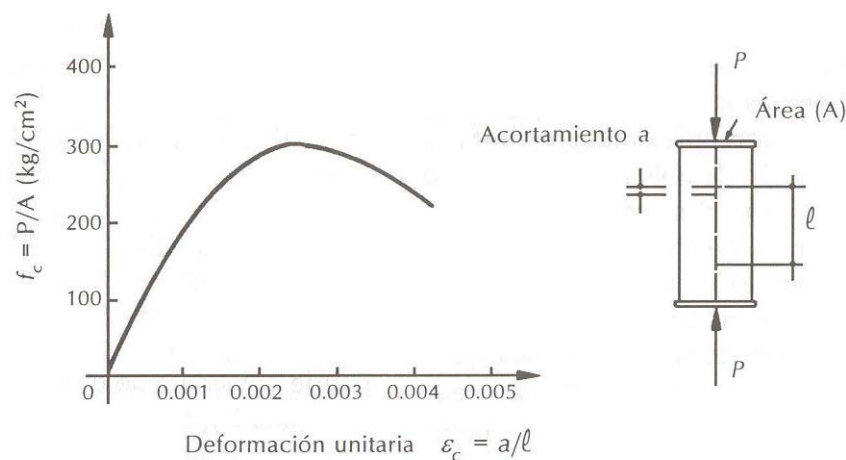
### **Materiales de construcción**

Hoy por hoy, los dos materiales más usados en el ramo de la construcción son el concreto y el acero, además de la madera, el vidrio y ciertos plásticos. El concreto, por su capacidad para tomar la forma del molde o cimbra, resistencia a la compresión, relativa facilidad de producción y trabajabilidad en casi cualquier ambiente; el acero por su parte, es un material maleable y dúctil, con gran resistencia a esfuerzos de tensión y compresión, un control de calidad estricto en su fabricación, ductilidad adecuada que permite saber cuando está por llegar a su resistencia última y por semejarse al concreto en su coeficiente de dilatación volumétrica, lo que les permite trabajar conjuntamente, aprovechando las ventajas de cada uno y compensando sus desventajas.

El **concreto** es un material pétreo artificial, producto de la mezcla en determinadas proporciones de cemento, agregados finos (arena) y gruesos (grava); además de agua y, en algunos casos, aditivos especiales para darle ciertas propiedades o modificar su comportamiento en las etapas de fabricación, transporte, colocación y acabado. El producto final es una pasta de gran plasticidad, la cual se adapta al molde que lo contiene, pudiendo obtenerse una infinidad de formas al endurecer o fraguar y adquirir su resistencia final en estado sólido.

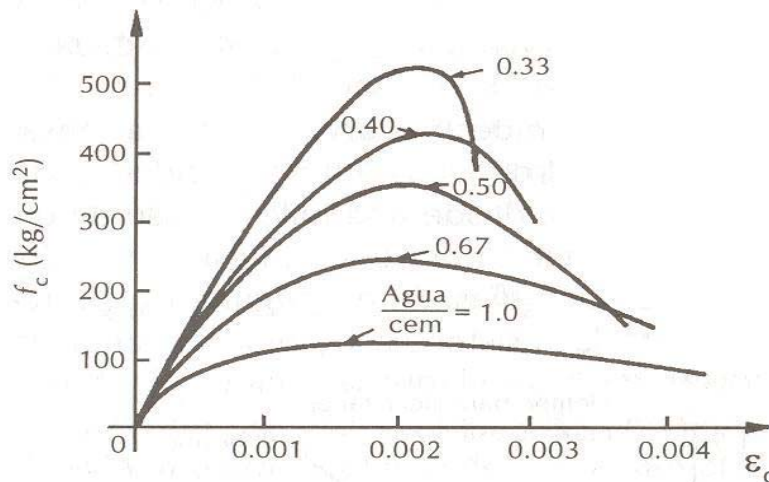
El concreto endurecido simple es resistente a los esfuerzos de compresión pero débil a la tensión, por lo que para las zonas de la estructura donde se prevea dichos esfuerzos, debemos agregar el material que por excelencia resiste dichas solicitaciones; el acero de refuerzo, el cual se presenta en barras o varillas y en placas o perfiles. Por otra parte, el concreto es un material aislante hasta cierto punto de la humedad y el calor, factores adversos para el buen comportamiento e integridad del acero, y proporciona además un soporte lateral que impide el pandeo del refuerzo longitudinal.

La resistencia mecánica del concreto se mide mediante pruebas de su capacidad a carga axial o flexión, en que se estudia su comportamiento ante esfuerzos aplicados y se mide las deformaciones sufridas (figuras 13). Esta resistencia puede verse afectada por los factores que mencionamos a continuación.



**Figura 13** Curva esfuerzo-deformación de un cilindro de concreto

La resistencia del concreto está en función de la *relación agua-cemento* ( $a/c$ ), que es el agua agregada a la pasta y la cantidad de cemento empleada, ya que a mayor contenido de agua la resistencia se ve disminuida (figuras 14). Sin embargo, no hay que perder de vista que el contenido de agua en la mezcla de concreto le proporciona otras propiedades necesarias; la trabajabilidad y la fluidez (revenimiento), indispensables al momento del remoldeo de la masa y durante la colocación. El contenido de agua debe ser tal que los ingredientes puedan mezclarse con relativa facilidad, pero sin que la masa se vuelva inestable y presente problemas de segregación, en que algunos componentes se separan por falta de cohesión entre ellos.



**Figura 14 Efecto de la relación agua-cemento en su resistencia a compresión  $f'_c$**

Otro factor que afecta la resistencia del concreto se presenta al momento de fraguar o tratar de endurecerse, en que se genera una cantidad de calor por la reacción química entre agua y cemento, durante la cual puede presentarse una evaporación rápida y la modificación brusca de la relación a/c, provocando la salida de burbujas de aire, que a su paso por la masa de concreto forman fisuras que debilitan su estructura interna, lo hacen susceptible a fallas por tensión, y reducen su impermeabilidad y durabilidad. Este efecto desfavorable puede reducirse una vez terminado el colado, mediante la *hidratación continua del cemento o curado*, que es un proceso bajo condiciones controladas mediante el cual se mantiene un contenido de humedad satisfactorio y una temperatura favorable. Los métodos más utilizados como la aspersion de agua, la aplicación de capas de arena húmeda, membranas o recubrimientos y, la aplicación de vapor ayudan a mejorar notablemente características como la durabilidad y la obtención temprana de la resistencia, reduciendo el tiempo que la cimbra permanece adosada al elemento.

El proceso de curado evita la pérdida excesiva de agua, la presencia prematura de fisuras y la contracción por secado; especialmente en climas cálidos, secos y con vientos considerables, como es el caso de la comunidad de La Palma, permitiéndole al cemento reaccionar eficientemente con el agua de mezclado y los agregados y desarrollar la resistencia potencial del concreto (figura 15). El uso de aditivos como retardantes de fraguado y fibras en la masa de concreto fresco ayudan también a reducir el calor de hidratación, y contrarrestar la aparición de fisuras y agrietamientos por contracción y las deformaciones por cambios de temperatura, sin dejar a un lado el proceso de curado posterior a la colocación.

La disminución gradual de la relación agua-cemento en el concreto endurecido se traduce en un aumento de su resistencia, por lo que podemos afirmar que la edad del concreto también influye en esta. Si aunado al proceso de curado, agregamos un tipo de cemento especial o aditivos que modifiquen las propiedades de la mezcla, podemos obtener resistencias

tempranas y concretos con características específicas según las condiciones y necesidades del proyecto (figura 16).

Otro punto que no se debe descuidar es la calidad de los agregados; esto es, su dureza, porosidad, forma, tamaño, graduación, contenido de materia orgánica, textura y densidad, que pueden afectar la cantidad de pasta a emplear, el contenido de agua y cemento, la adherencia, las propiedades de la mezcla en estado fresco y la resistencia final del concreto. El agua por su parte, debe estar libre de sustancias que impidan la reacción agua-cemento, como algunas sales que impiden un correcto fraguado, con calidad potable es suficiente para obtener resultados aceptables.

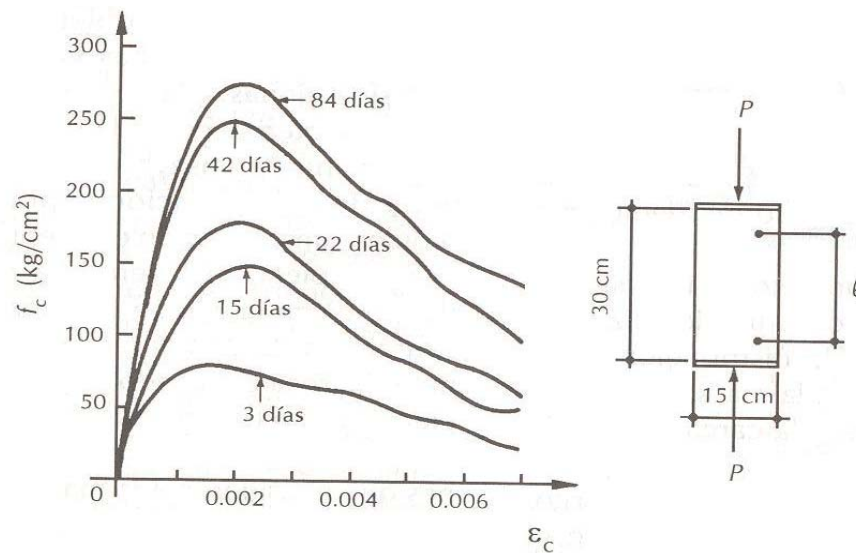


Figura 15 Influencia del curado en la resistencia de cilindros de control

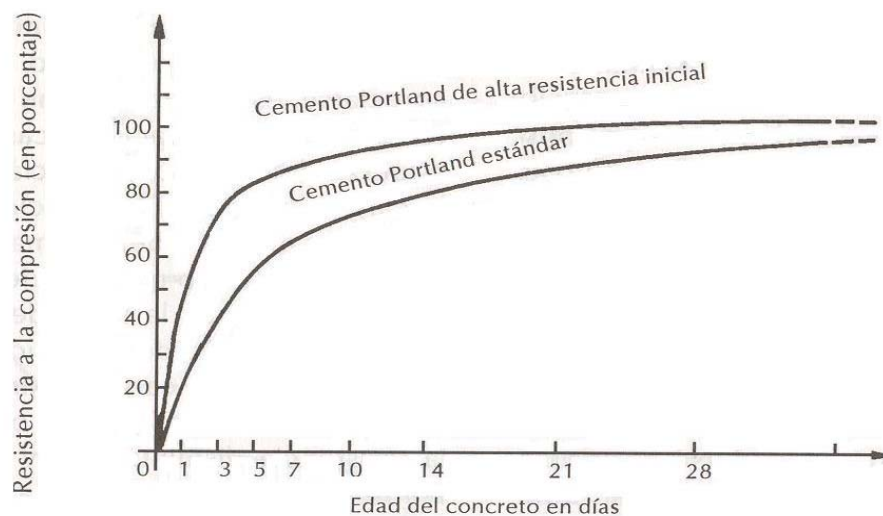


Figura 16 Variación de la resistencia con la edad y tipo de cemento



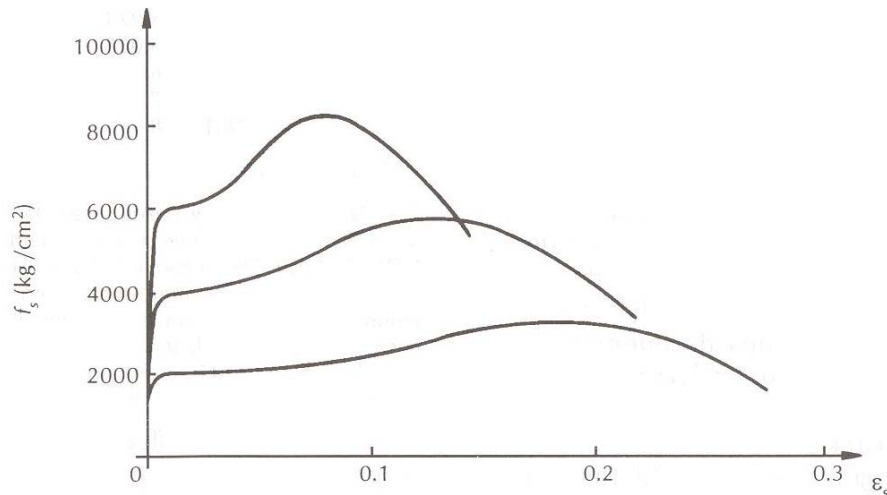
Deberán tomarse además otras medidas para garantizar un control de calidad del concreto en los elementos estructurales, como un correcto vibrado para evitar segregación y sangrado de la lechada, de modo que las características del concreto en obra se semejen lo más posible a las consideradas en la etapa de diseño. Dado lo anterior, podemos deducir que no sólo es importante poner cuidado durante la fabricación del concreto, sino también al momento del transporte, la colocación y el acabado y protección final.

Por su parte, el **acero de refuerzo** es el material destinado a resistir los esfuerzos de tensión en las zonas del elemento estructural donde el concreto es incapaz de soportar dichos esfuerzos y/o para aportar una resistencia extra a los esfuerzos de compresión, como elemento confinante de núcleos de concreto y para contrarrestar los agrietamientos debidos a tensiones diagonales en los casos de fuerza cortante, momentos flexionantes y momentos torsionantes. Las presentaciones del acero de refuerzo pueden ser en varillas o barras y en perfiles laminados, fabricados en frío o en caliente, dependiendo los requerimientos del proyecto estructural. Las varillas o barras son las más usadas en la construcción de estructuras de concreto reforzado, por su facilidad de corte, doblado, armado y detallado, y se manejan por espesores en octavos de pulgada (tabla 2) y longitudes de 6 y 12 metros, mientras que los perfiles laminados se emplean mayormente en estructuras metálicas o estructuras compuestas y se manejan en placas sencillas, ángulos, canales, cajones, tubulares y secciones I y T.

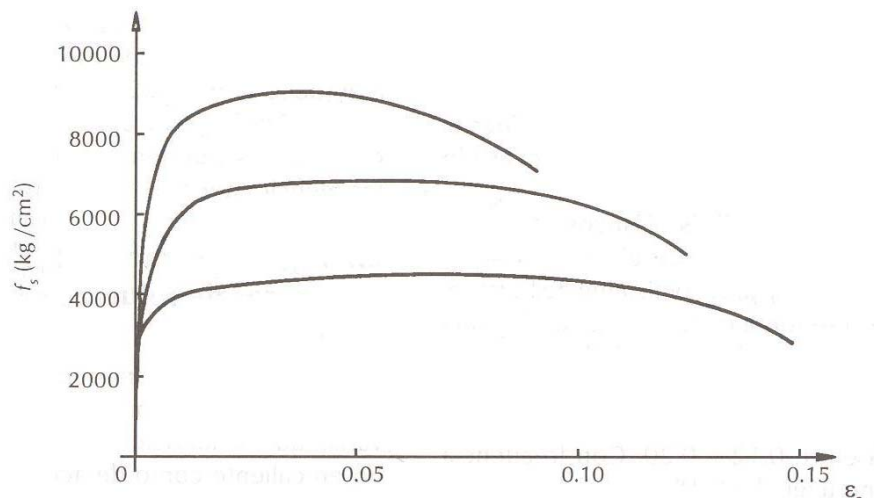
Barra Núm.	Diámetro pulg	mm	Peso kg/m	Área cm <sup>2</sup>	Perímetro cm
2	1/4	6.4	0.248	0.32	1.99
2.5	5/16	7.9	0.388	0.49	2.48
3	3/8	9.5	0.559	0.71	2.98
4	1/2	12.7	0.993	1.27	3.99
5	5/8	15.9	1.552	1.98	5.00
6	3/4	19.0	2.235	2.85	6.00
7	7/8	22.2	3.042	3.88	6.97
8	1	25.4	3.973	5.07	7.98
9	1-1/8	28.6	5.028	6.41	8.99
10	1-1/4	31.8	6.207	7.92	9.99
11	1-3/8	34.9	7.511	9.58	10.96
12	1-1/2	38.1	8.938	11.40	11.97

**Tabla 2 Diámetros, pesos, áreas y perímetros de varillas R42**

Los aceros fabricados en caliente tienen esfuerzos de fluencia menores, pero su ductilidad es más adecuada que la de los aceros trabajados en frío, los cuales alcanzan resistencias mayores pero el esfuerzo de fluencia no está bien definido y las deformaciones de la rama descendente son menores (figuras 17 y 18). La ductilidad es de especial interés en el diseño estructural, sobre todo en zonas de riesgo sísmico, ya que la energía del sismo se disipa como deformación y en caso de daños considerables a las edificaciones, da la oportunidad de desalojar y tomar medidas antes de un posible desplome.



**Figura 17** Curva esfuerzo-deformación de aceros laminados en caliente



**Figura 18** Curva esfuerzo-deformación de aceros laminados en frío

Otro aspecto que demanda especial cuidado es la soldadura, ya que los puntos de fusión varían dependiendo el tipo de acero, por lo que se deberá prestar atención cuando se soldan elementos de distintas características para evitar la cristalización y fractura de la soldadura. Por otro lado, la facilidad de doblado varía con la resistencia del acero y su proceso de fabricación, siendo necesario mayores radios de doblado e incluso la necesidad de calentar un poco las varillas o emplear mesas de habilitado para facilitar dicha labor, procurando evitar fallas por fatiga del material, esto es el doblado y enderezado en repetidas ocasiones o dobleces en frío con radios muy cerrados.

Para que el concreto trabaje junto con el acero, debe asegurarse una buena adherencia entre ambos, razón por la cual las varillas presentan estrías o irregularidades en su superficie para mejorar la “trabazón” dentro de la masa de concreto. El deslizamiento es una situación indeseable, por lo qué, además de la fricción entre ambos materiales, se busca que el acero quede ahogado en el concreto una longitud conocida como anclaje o longitud de desarrollo, necesaria para que se desarrollen los esfuerzos de fluencia del acero, la cual aumenta proporcionalmente con el esfuerzo de fluencia  $f_y$  y el diámetro de la varilla, como se verá más adelante durante la secuencia de cálculo.

Los cuidados del acero son principalmente contra la corrosión y las altas temperaturas que influyen negativamente en su resistencia, modificando su estructura molecular. Para minimizar dichos efectos algunos fabricantes añaden una cubierta galvanizada o plástica a la superficie expuesta del acero, confiriéndole mayor durabilidad, pero contrariamente se sacrifica adherencia. El recubrimiento de concreto, cuando se fabrica bajo un control de calidad estricto, se coloca correctamente y tiene un buen acabado, le proporciona aislamiento contra agentes agresivos y además lo confina o da el soporte lateral para evitar el pandeo ante esfuerzos de compresión debido a los efectos de esbeltez.

## Cimentación

De acuerdo con los datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos (ver Capítulo III.3), en donde se muestran las propiedades índice y mecánicas, se analiza y diseña la cimentación más adecuada. La cimentación consistirá en zapatas aisladas y corridas según se necesite, los cálculos fueron procesados en el programa Excell y se presentan en la memoria de cálculo. Los planos de la cimentación se presentan en el anexo correspondiente. A continuación se presentan las principales características de la cimentación elegida, así como las consideraciones que se tomaron en cuenta para su elección.

La cimentación es la o las partes de una estructura que le proporcionan apoyo a la misma y se encarga de transmitir las cargas al terreno, el cual es el único elemento que no podemos elegir, por lo que la cimentación la realizaremos en función del mismo.

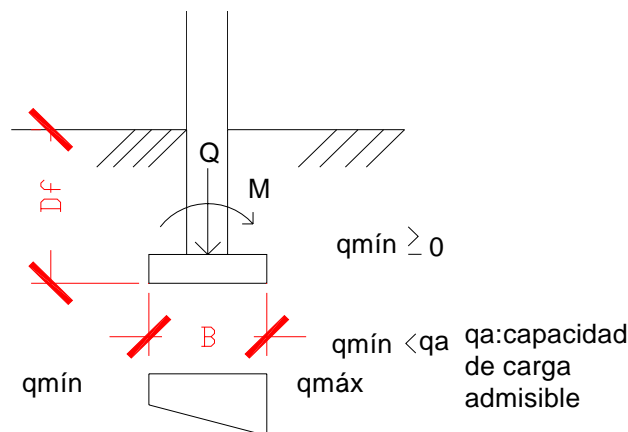


Figura 19 Zapata aislada



## Características de las zapatas

Las zapatas pueden ser de hormigón en masa o armado con planta cuadrada o rectangular como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación, sobre suelos homogéneos de estratigrafía sensiblemente horizontal. Las zapatas aisladas para la cimentación de cada soporte en general serán centradas con el mismo, salvo las situadas en linderos y medianeras, serán de hormigón armado para firmes superficiales o en masa para firmes algo más profundos. De planta cuadrada como opción general. De planta rectangular, cuando las cuadradas equivalentes queden muy próximas, o para regularizar los vuelos en los casos de soportes muy alargados o de pantallas.

### Usos

- Suelos de baja compresibilidad
- Estructuras en las cuales su propia flexibilidad es suficiente para observar hundimientos diferenciales.

### Zapatas aisladas

Es aquella zapata en la que descansa o recae un solo pilar. Encargada de transmitir a través de su superficie de cimentación las cargas al terreno. Una variante de zapata aislada aparece en edificios con junta de dilatación. La zapata no necesita junta pues al estar empotrada en el terreno no se ve afectada por los cambios térmicos, aunque en las estructuras es normal además de aconsejable poner una junta cada 30m aproximadamente, en estos casos la zapata se calcula como si sobre ella solo recayese un único pilar.

Zapatas aisladas descentradas: Las zapatas descentradas tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen de forma descentrada, por lo que se producen unos momentos de vuelco que habrá que contrarrestar. Pueden ser de medianería y de esquina.

Zapata corrida bajo dos pilares: Zapata combinada: Aquella sobre la que apoyan dos pilares separados una distancia que oscila de 3 a 5 m de distancia. Para calcularla hay que hacer pasar la resultante de los esfuerzos provenientes de los soportes por el centro de gravedad de la zapata.

Zapata asociada: Aquella sobre la que apoyan dos soportes muy próximos. Se une por el bulbo de presiones.

Zapata corrida bajo tres o más pilares: Viga reversa o viga de cimentación.



## Conclusiones

A partir del análisis de las solicitaciones a que estarán sujetas las estructuras que compondrán el Centro Multidisciplinario, se obtuvo una estructura a base de marcos rígidos de concreto reforzado, con elementos un poco robustos debido principalmente a que se considera como Tipo "A", ya que es una estructura que deberá dar servicio bajo cualquier circunstancia y garantizar su integridad física y funcionalidad; además de la necesidad de espacios abiertos sin obstáculos y con la flexibilidad de modificar la distribución de áreas para adaptarlas a diversos usos.

La superestructura se resolvió mediante columnas cuadradas de concreto reforzado, trabes primarias y secundarias de sección rectangular de concreto reforzado y losas planas de concreto reforzado en ambas direcciones coladas en forma monolítica a las trabes perimetrales. Los muros perimetrales exteriores se consideraron de block de cemento junteado con mortero, únicamente por cuestiones de durabilidad al estar más expuestos a las condiciones ambientales; sin embargo no tienen ningún fin estructural, mientras que los muros divisorios internos pueden erigirse con sistemas constructivos tipo tabla-cemento o tabla-yeso e incluso a base de alma de poliestireno con refuerzo de malla de alambre de cualquier marca comercial.

El terreno en que se ubicará la edificación presenta pendientes importantes y está conformado por un suelo compacto y capaz de soportar estructuras de peso considerable sin necesidad de profundizar mucho la cimentación, pero que con la presencia de agua disminuye considerablemente su resistencia al corte y es fácilmente intemperizable. Al calcular la estructura como marcos rígidos empotrados en el terreno, se transmite a este fuerzas de penetración y cortante, así como momentos flexionantes y torsionantes, contra los que no opone resistencia equiparable, por tal motivo el diseño de la cimentación consistió en contratraves que unen las columnas al nivel de piso terminado y zapatas aisladas o corridas para distribuir el peso de la superestructura en un área de contacto mayor, reduciendo de este modo esfuerzos por las descargas verticales de las columnas, momentos de volteo, fallas por penetración, el "pateo" por los coceos y hundimientos diferenciales que a su vez inducirían nuevos estados de esfuerzo a la superestructura. Las losas de piso se diseñaron de concreto con un porcentaje bajo de acero de refuerzo para soportar las cargas variables y permanentes y las debidas al reacomodo del terreno y por cambios de temperatura. Dichas losas se cuelan independientes a las contratraves y la junta constructiva se deberá tratar con un epóxico semirígido o un material que permita la contracción y dilatación del concreto para evitar agrietamientos.



## IV.2 Instalaciones

### Objetivo

Diseñar las instalaciones de agua potable, alcantarillado, eléctricas y las que se considere necesarias para el funcionamiento óptimo del centro.

### Introducción

En la construcción del centro multidisciplinario, sin duda uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de instalaciones sanitarias, dado que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano, tales como el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo servicio semi-público, aunque, se pueden considerar como domiciliarias dada que el centro será habitado y ocupado por residentes; se consideran los aparatos sanitarios de uso semi-público. Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionalidad, durabilidad y economía, estas se plasman en los cálculos y planos realizados.

El diseño de la red sanitaria, que comprende el cálculo de la pérdida de carga disponible, la pérdida de carga por tramos considerando los accesorios, el cálculo de las presiones de salida, tiene como requisitos: conocer la presión de la red pública, la presión mínima de salida, las velocidades máximas permisibles por cada tubería y las diferencias de altura, entre otros. Conociendo estos datos se logrará un correcto dimensionamiento de las tuberías y accesorios de la vivienda, para los diferentes sistemas sanitarios.

Algunos cálculos se obviaron por la simplicidad de las conexiones, aunque en todo momento se revisó que cumplieran con lo estipulado en el reglamento de construcción, además debemos tomar en cuenta que la localidad no cuenta con una red de agua potable y que el agua será proporcionada por otros medios, pipas, agua pluvial, etc, tampoco se cuenta con una red de drenaje sanitario municipal para disposición de los del agua residual.

A cada una de los componentes de las instalaciones se particularizó de acuerdo a las condiciones tan singulares que se presentan en el proyecto como las que se destacan en el párrafo anterior. Algunos datos de diseño sólo será posible conocer cuando el centro empiece funcionar y se tendrán que modificar algunos componentes de las instalaciones.



---

## Instalaciones hidráulicas

La red de agua caliente y fría son los servicios necesarios para el mantenimiento y aseo de las personas que se encontraran en el centro multidisciplinario, por lo que este debe contar con una red que les proporcione agua hasta su lugar de trabajo. Los elementos de la cual se constituye las instalaciones se calcularon según el RCDF

Los sistemas de abastecimiento de agua caliente están constituidos por un calentador con o sin tanque acumulador, una tubería que transporta el agua hasta la toma mas alejada y a continuación una canalización de retorno que devuelve al calentado el agua no utilizada (esta tubería no es requerida en pequeñas instalaciones).

De esta manera se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale enseguida por el artefacto, sin necesidad de dar primero salida al agua enfriada que habría permanecido en la conducción si no existiera el escape del conducto de retorno.

### Criterios seguidos para el cálculo de las redes de distribución

- Los diámetros de las tuberías de distribución se calcularán con los gastos probables obtenidos según el número de unidades de gasto de los aparatos sanitarios (ver anexo).
- La presión mínima en la salida de los aparatos sanitarios será de 3.5 m, salvo aquellos equipados con válvulas semi-automáticas o equipos especiales en los que la presión estará dada por las recomendaciones de los fabricantes, aproximadamente entre 7 y 10.5 m.
- Para el cálculo de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.6 m/s, y la velocidad máxima según tablas.
- La presión estática no será superior a 35 m para evitar los ruidos molestos y el deterioro de la red.



---

## Pasos seguidos para el cálculo

1. Efectuar un isométrico de la red de agua identificando cada punto de entrega a un aparato o grupo de aparatos sanitarios.
2. Ubicar el punto mas desfavorable que debe tener presión mínima; siendo este el mas alejado horizontalmente y el mas elevado con respecto a la cota de la red publica.
3. Ubicar el tramo mas desfavorable y calcular para el las unidades de gasto (unidades mueble) sumando progresivamente de arriba hacia abajo hasta el punto inicial del tramo.
4. Determinar el o los gastos probables para el tramo.
5. Calcular la pérdida de carga disponible para el punto más desfavorable.
6. Asumir diámetros y con los gastos respectivos obtener las perdidas de carga parciales.
7. Verificar que la suma de perdidas de carga parciales sea menor que la perdida de carga disponible para aceptar los diámetros asumidos.



## Plano general de instalaciones de agua fría y caliente

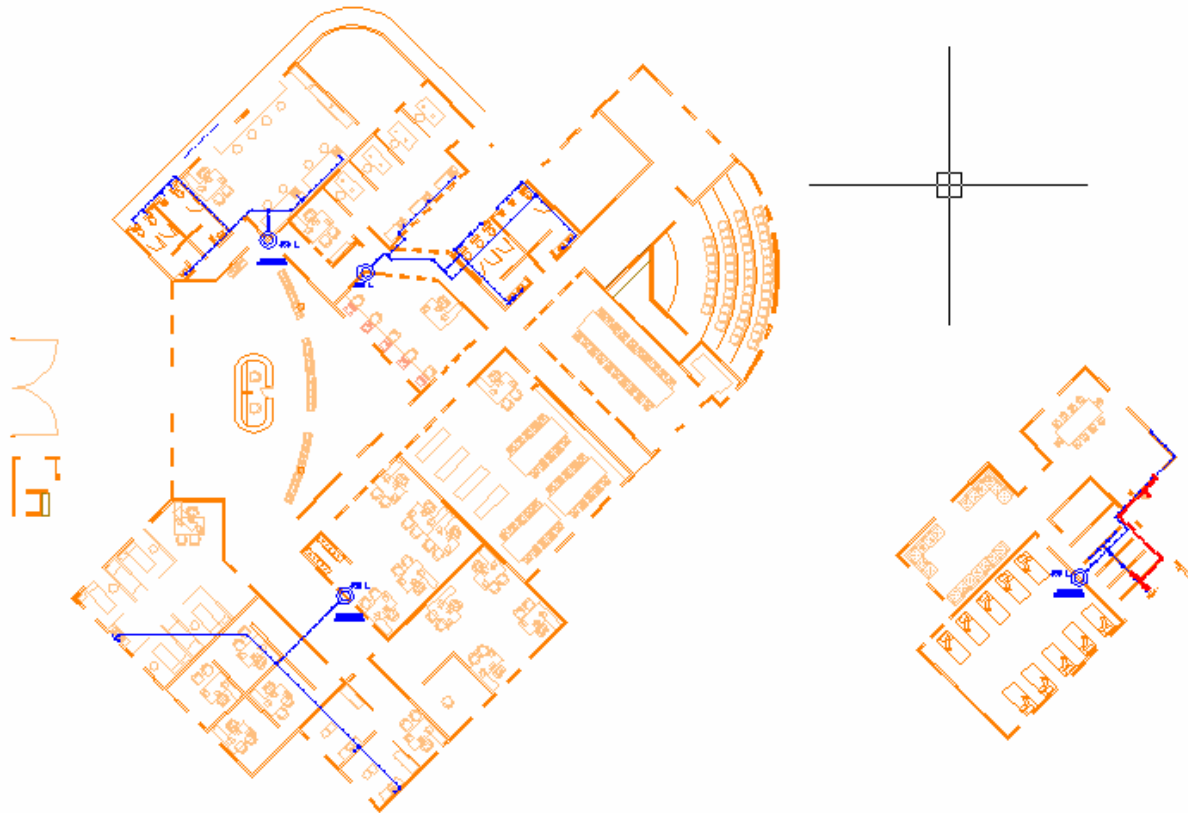


Figura 1 Plano general de instalaciones de agua fría y caliente

### Tinacos y cisternas

Las dimensiones de ambos dispositivos se consigna en los planos para su diseño se empleo el criterio de escasez de agua de la zona por lo que estas pueden almacenar una cantidad mayor de agua potable que la marcada en el RCDF, para los dispositivos.

El centro cuenta con dos diferentes clases de cisternas, una para el almacenamiento del agua pluvial, tratada y otra para el almacenamiento del agua potable. Cada área tiene agua con la calidad requerida para la realización de sus labores.



---

## Red de drenaje sanitario

El drenaje sanitario es un sistema de eliminación de aguas residuales (drenaje sanitario), consiste en una red de tuberías de desagüe que sacaran del predio las aguas colectadas de las descargas de los muebles sanitarios en la edificación, para conducir las al drenaje o al punto de desfogue.

Para el cálculo se consideran el siguiente criterio de diseño: cuando en las edificaciones se contemplan poblaciones de proyecto de hasta 1000 habitantes, el diseño de las redes de drenaje, así como el cálculo de gastos se podrá realizar mediante el método de unidades mueble (UM) del cual se derivan las Unidades Descarga (UD) por cada mueble o aparato sanitario.

Los elementos que componen la instalación sanitaria empieza en la descarga de los muebles sanitarios o coladeras, ambas requieren tuberías de desagüe que deben tener los diámetros mínimos según el Reglamento de Construcción del DF (RCDF), se utilizan tablas que maneja las unidades mueble de desagüe (UD), con las cuales se calculan los ramales horizontales.

La instalación termina en un colector general, que recoge las descargas de los ramales llamado albañal, que las desaloja conduciéndolas finalmente a una fosa séptica, el diámetro mínimo a utilizar es de 15cm, para su calculo se utilizan tablas que simplifican su determinación.

Para el diseño del drenaje sanitario se considero, analizo y tomo en cuenta tres aspectos.

1. El sistema de drenaje fluye por gravedad
2. Todo mueble sanitario debe contar siempre con un obturador hidráulico o un sifón.
3. Cada obturador o sifón debe tener una ventilación.



---

## **Pasos seguidos para el cálculo**

- a) Localización del drenaje municipal, (en el presente proyecto no existe drenaje municipal), por lo que se procede a localizar el lugar donde se instalará el sistema individual de disposición de desechos líquidos.
- b) Localización del albañal dentro del predio, así como el sitio en donde este descargará.
- c) Localización en el plano los muebles sanitarios.
- d) Localización e indicación en planos (planta, elevación e isométrico), los ramales y las bajadas indicando además las longitudes de cada uno y su conexión con el albañal.
- e) Localización e indicación de las ventilaciones.
- f) Determinación de las “unidades de drenaje (U.D.) por cada mueble y las acumuladas en los ramales o sus tramos, utilizando tablas (ver anexo).
- g) Utilizando las tablas (ver anexo), determinación de los diámetros de los ramales y sus pendientes señalando en los planos.
- h) Utilizando las tablas (ver anexo), determinación de los diámetros de las columnas de ventilación y de los cabezales.
- i) Determinación del diámetro de los albañales utilizando la tabla (ver anexo).



Los diámetros de los ramales y de las líneas principales se consignan en la tabla siguiente.

**RED DE ALBAÑALES PARA EL CENTRO COMUNITARIO**

Tramo	Mueble	Cantidad	UD	?UD	Drenaje		Ventilacion			Longitud m	Cota m
					Ramales Pend%	Φmm	Bajadas Φmm	Columnas Φmm	Anillo Φmm		
<b>BAÑOS MUJERES Y HOMBRES (AUDITORIO)</b>											
AB3M-BB3	W.C.	1	4	4	2	100				64	1.5329 INICIO101.8
CB3O-BB3	migitorio pared	1	4	4	1	50				50	0.6735
BB3C-BB3	coladera de piso	1	1	1	2	50					0.8073
GB3O-HB3	migitorio pared	1	4	4	1	50				50	0.6887
IB3M-JB3	W.C.	1	4	4	2	100				50	0.2825
KB3M-LB3	W.C.	1	4	4	2	100				50	0.2825
BB3C-BB3	coladera de piso	1	1	1	2	50					0.7996
MB3M-NB3	W.C.	1	4	4	2	100				50	0.2825
BB3-NB3				26	2	100					3.8172
<b>NB3-RG</b>				<b>26</b>	<b>2</b>	<b>100</b>					<b>3.4098 FINAL101.6</b>
DB3L-EB3C	lavabo	1	1	1	2	32				32	0.4254
FB3L-EB3C	lavabo	1	1	1	2	32				32	0.4335
EB3C	coladera de piso	1	1	1	2	50					0 INICIO101.8
OB3L-QB3C	lavabo	1	1	1	2	32					0.4241
PB3L-QB3C	lavabo	1	1	1	2	32				32	0.4236
QB3C	coladera de piso	1	1	3	2	50					0
EB3C-QB3C				5	2	50					4.0925
QB3C-RG2				6	2	50					1.7478
<b>RG</b>				<b>32</b>	<b>1</b>	<b>100</b>					<b>FINAL101.6</b>
<b>BAÑO MUJERES (LABORATORIOS)</b>											
AB2M-CB2M	W.C.	1	4	4	2	100				64	0.6124
BB2M-CB2M	W.C.	1	4	4	2	100				50	0.6124,
CB2M-DB2	coladera de piso	1	1	2	2	50					0.5171 INICIO101.8
DB2-GB2				9	2	100					2.6419
EB2L-FB2C	lavabo	1	1	1	1	32				32	0.3612
GB2	coladera de piso	1	1	2	2	50					0
FB2C-GB2				2	2	100					0.5762
<b>GB2-HB</b>				<b>11</b>	<b>2</b>	<b>100</b>					<b>FINAL101.50</b>
<b>BAÑO HOMBRES (LABORATORIOS)</b>											
BB1L-DB1	migitorio pared	1	4	4	1	50				50	1.2906
AB1M-DB1	W.C.	1	4	4	1	100				64	1.1521
CB1-DB1	coladera de piso	1	1	2	2	50					0.4703 INICIO101.8
DB1-FB2				9	2	100					2.7598
EB1L-FB1	lavabo	1	1	1	2	32				32	0.365
FB1-FB2	coladera de piso	1	1	2	2	50					0.7478
				2	2	32					
<b>FB2-GB1</b>				<b>11</b>	<b>2</b>	<b>100</b>					<b>1.3191 FINAL101.50</b>

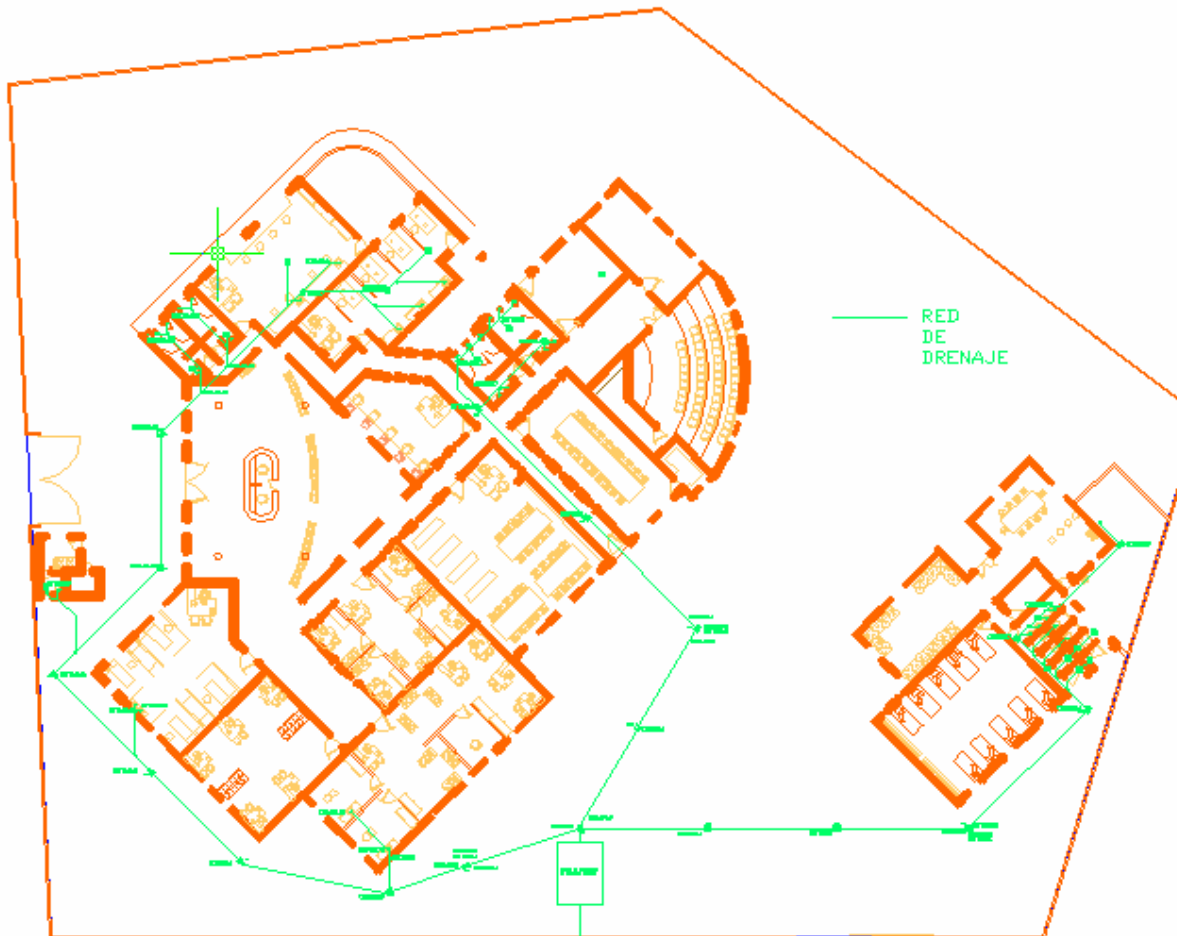


INGENIERÍA DE PROYECTO

Tramo	Mueble	Cantidad	UD	?UD	Drenaje		Bajadas Φmm	Ventilacion		LONGITUD m	Cota m
					Ramales Pend%	Φmm		Columnas Φmm	Anillo Φmm		
<b>VETERINARIA</b>											
AVF-CV	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50		3.1161	INICIO101.8
CVF-DV	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50	50	3.0009	
FVF-DV	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50	50	2.0819	
BVC-CV	coladera de piso	1	1	1	2	50				2.8805	
<b>CV-CL</b>				<b>10</b>	<b>2</b>	<b>75</b>					<b>FINAL101.7</b>
<b>LABORATORIO</b>											
DLC-GL	coladera de piso	1	1	1	2	50				6.2345	INICIO101.8
ALF-BL	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50		0.4606	
ELF-FL	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50	50	0.4592	
BL-GL				7	2	75				3.8506	
GL-GB1				17	2	75				5.578	FINAL101.55
<b>GB1-RGLV</b>				<b>39</b>	<b>1</b>	<b>100</b>				<b>5.8237</b>	
<b>DORMITORIOS</b>											
ABD-BBD	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		51		1.8035	
BBD-CBD				3	1	75				6.4019	INICIO101.8
DBDL-CBD	lavabo	1	1	1	2	32		32		0.5859	
EBDL-FBD	lavabo	1	1	1	2	32		32	32	0.5859	
GBDL-HBD	lavabo	1	1	1	2	32		32	32	0.5859	
IBDL-JBD	lavabo	1	1	1	2	32		32	32	0.5859	
				4	2	75					
<b>CBD-KBD</b>				<b>7</b>	<b>1</b>	<b>75</b>				<b>2.4491</b>	<b>101.7</b>
LBDM-MBDM	W.C.	1	4	4	1	100		64		0.723	
MBDM-NBD	W.C.	1	4	4	1	100		50	50	1.6941	
OBDM-PBDM	W.C.	1	4	4	1	100		50	50	0.723	
PBDM-QBD	W.C.	1	4	4	1	100		50	50	1.6941	
HBDC-IBDC	coladera de piso	1	1	1	2	50				1.4434	
IBDC-JBDC	coladera de piso	1	1	1	2	50				0.9262	
JBDC-KBD	coladera de piso	1	1	1	2	50				0.5306	
LBDC-MBDC	coladera de piso	1	1	1	2	50				0.9271	
MBDC-NBD	coladera de piso	1	1	1	2	50				1.5928	
				21	2	100					
<b>KBD-RGBD</b>				<b>28</b>	<b>1</b>	<b>100</b>				<b>6.0908</b>	<b>FINAL101.6</b>
<b>CONSULTORIO MEDICO</b>											
ACL-CC	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50		0.3775	INICIO101.8
BCL-CC	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50	50	0.3701	
<b>CC-DRG</b>				<b>6</b>	<b>2</b>	<b>75</b>				<b>2.8435</b>	<b>FINAL101.1</b>
<b>ODONTOLOGIA</b>											
ADF-BOL	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50		3.4216	INICIO101.8
BOL	vertedero de servicio	1	3	3	1	75		50	50	0	
<b>BOL-ORG</b>				<b>6</b>	<b>2</b>	<b>75</b>				<b>2.5185</b>	<b>FINAL100.9</b>
<b>CASETA</b>											
B BCC-CBCL	coladera de piso	1	1	1	2	50		32	32	0.3653	INICIO101.8
CBCL-DBCM	lavabo	1	1	1	2	32		32	32	0.9262	
ABCM-DBCM	W.C.	1	4	4	1	100		64		0.5294	
<b>DBCM-RG</b>				<b>6</b>	<b>2</b>	<b>100</b>				<b>3.9723</b>	<b>FINAL101.2</b>

Tabla 1 Red de albañales del centro comunitario

## Plano general de instalaciones sanitarias<sup>1</sup>



**Figura 2 Plano general de instalaciones sanitarias**

### Disposición del agua residual

El centro está diseñado para contar con un sistema de disposición de agua residual para ello la tubería de desagüe está concentrada en un mismo lugar para permitir su tratamiento, este debe diseñarse de acuerdo a las características de las aguas residuales que arroja el centro durante su operación. El agua tratada puede almacenarse y reutilizarse en la cisterna central, donde se almacena el agua pluvial, el cual se utilizará para la limpieza y otros usos que no requieran de agua potable.

<sup>1</sup> Para los detalles del plano ver anexo de instalaciones



## Red de drenaje pluvial

Uno de los objetivos del diseño de una red de drenaje pluvial es proporcionar a las azoteas de la edificación la pendiente adecuada para desalojar el agua de lluvia, con los diámetros adecuados de coladeras (drenes) y tuberías.

Una red de drenaje no sólo es necesaria para el desalojo del agua de lluvia, además esta puede ser conducida y almacenada para su posterior utilización en el riego de áreas verdes, limpieza de pasillos, en baños, etc.

Para poder desalojar el agua de una manera eficiente se deben tomar en cuenta criterios que norman el diseño de este tipo de redes.

Como primer dato se debe conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros expresados en mm/hora, para el diseño de la red de drenaje pluvial, el comportamiento de las precipitaciones se establece con base al estudio de las curvas intensidad/tiempo de la zona en estudio, para el proyecto se considerará una precipitación del orden de 90 mm/hora. La frecuencia de retorno será de 10 años.

Las coladeras y las bajadas pluviales se diseñan, de acuerdo con el área de escurrimiento que le corresponde, tomando en cuenta el siguiente criterio:

155 m para diámetros de 200 mm o menores  
30 m para diámetros de 2500 mm o mayores

Que evitará rellenos en las azoteas con las pendientes recomendadas en las tablas.



## **Pasos seguidos para el cálculo del drenaje pluvial**

1. Subdivisión del sitio en áreas tributarias.
2. Subdivisión de cada área tributaria en subáreas homogéneas de azoteas, pavimento, pasto, etc. Calculo de la superficie en  $m^2$ .
3. Determinación de la superficie total de cada área tributaria
4. Localización de las coladeras, tuberías, cambios de dirección, registros y el lugar de la descarga.
5. Determinar las pendientes de la superficie a la coladera y la colocación de las líneas de desalojo.
6. Encontrar el coeficiente de escurrimiento C para cada subárea.
7. Determinación del tiempo que tarda el flujo en trasladarse del punto más alejado del área tributaria hasta el ingreso del colector. El RCDF establece un tiempo de 5 minutos, este será el que rija el presente cálculo.
8. El tiempo en el cual toda el área contribuye al escurrimiento, es cuando ha transcurrido el tiempo de concentración, que será cuando se presente el escurrimiento máximo (gasto máximo)
9. Con base en los reglamentos de fija el periodo de retorno, en el proyecto será de 10 años.
10. Obtención de la intensidad de precipitación que se utilizará para el diseño de las tuberías, para el proyecto se consideran 90 mm/hora que es la precipitación máxima que se ha presentado en la localidad.
11. Utilizando la formula del método racional Americano, se obtiene el gasto máximo de escurrimiento, los resultados se presentan en la tabla calculo.
12. Con las tablas que se presentan se calcula el diámetro de las bajadas pluviales, teniendo conocimiento del área a drenar y de la intensidad de lluvia considerada.
13. Se acumula el gasto de las bajadas para determinar el diámetro de los albañales que conducirán el agua a la cisterna de almacenamiento.



## Plano de área para la captación del agua potable

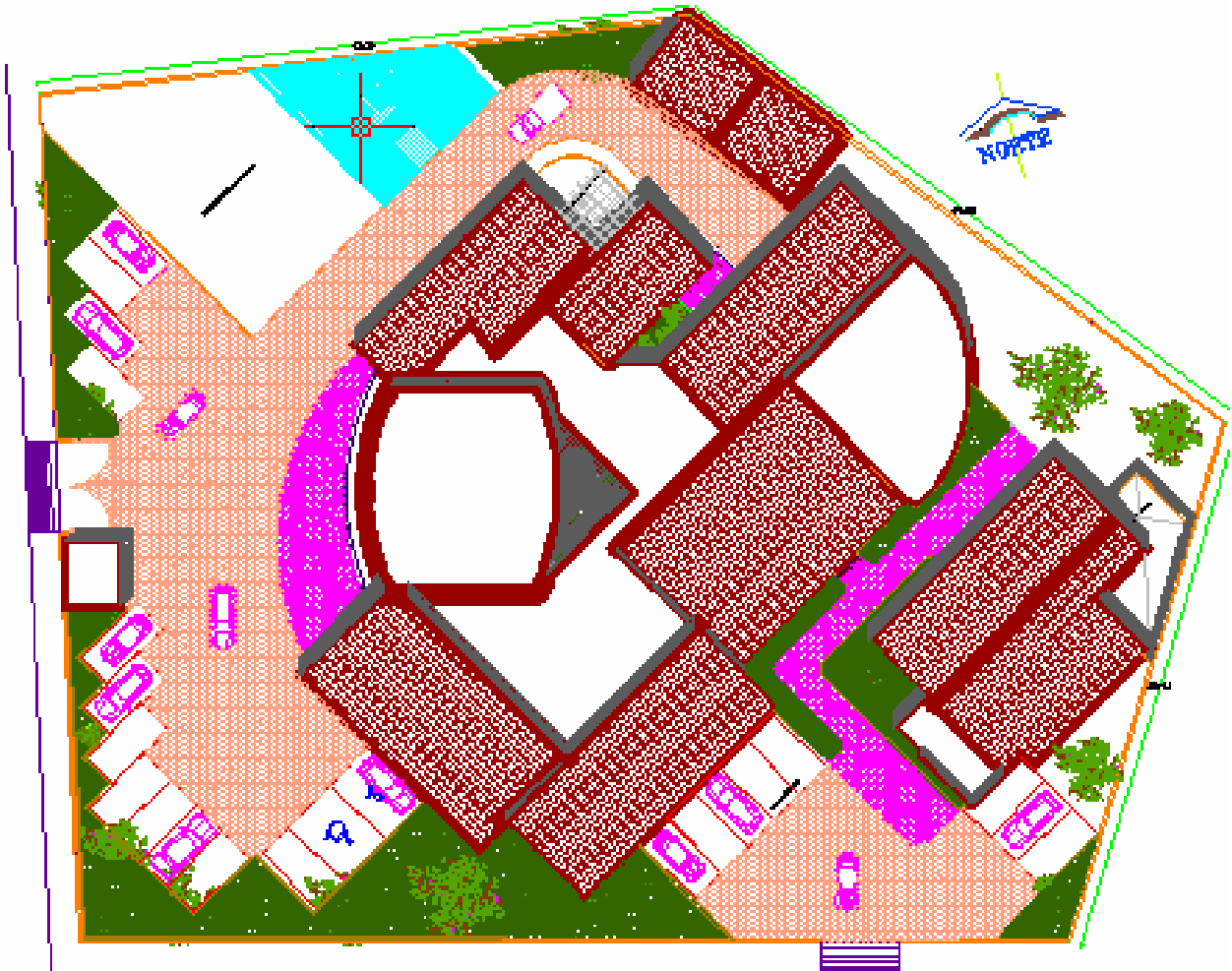
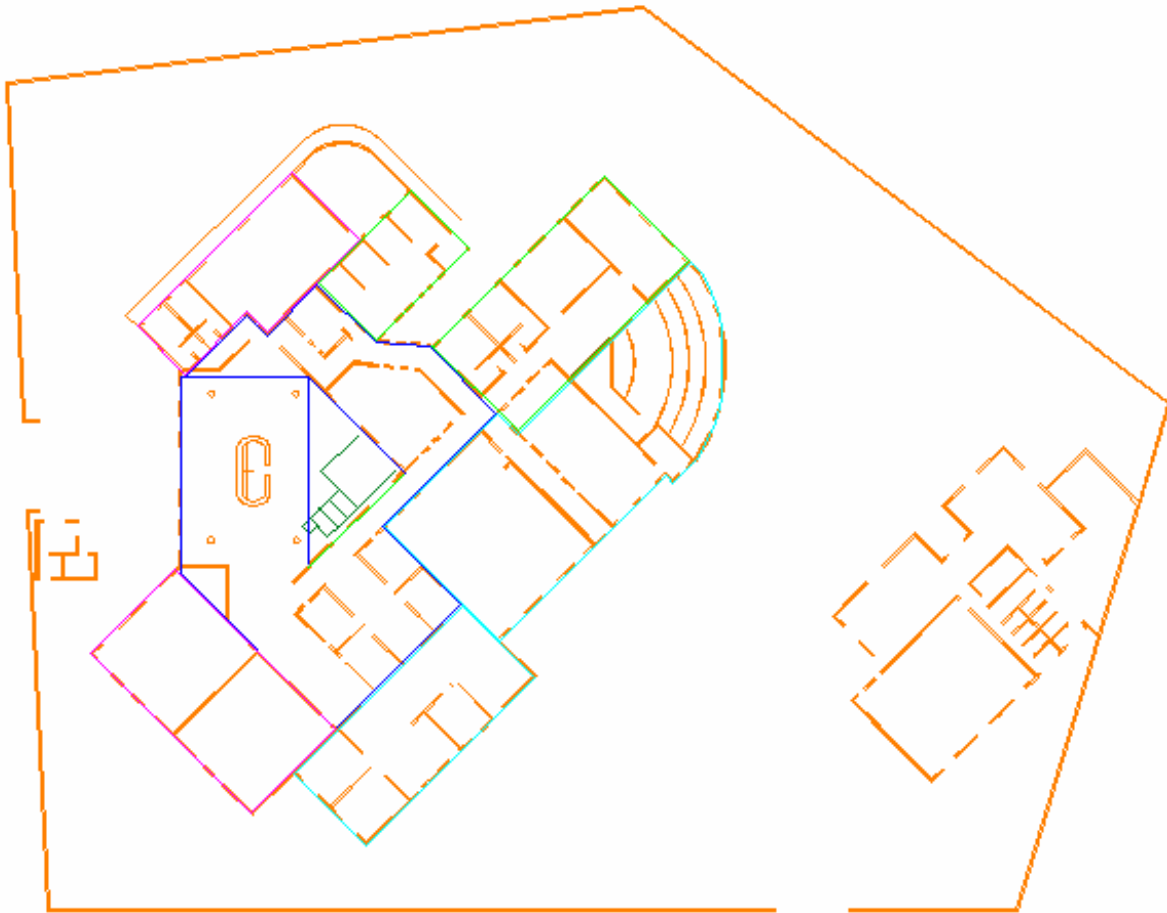


Figura 3 Plano de área para la captación del agua potable



## Plano de áreas pluviales



**Figura 4 Plano de áreas pluviales**

## Plano general de la red de drenaje pluvial

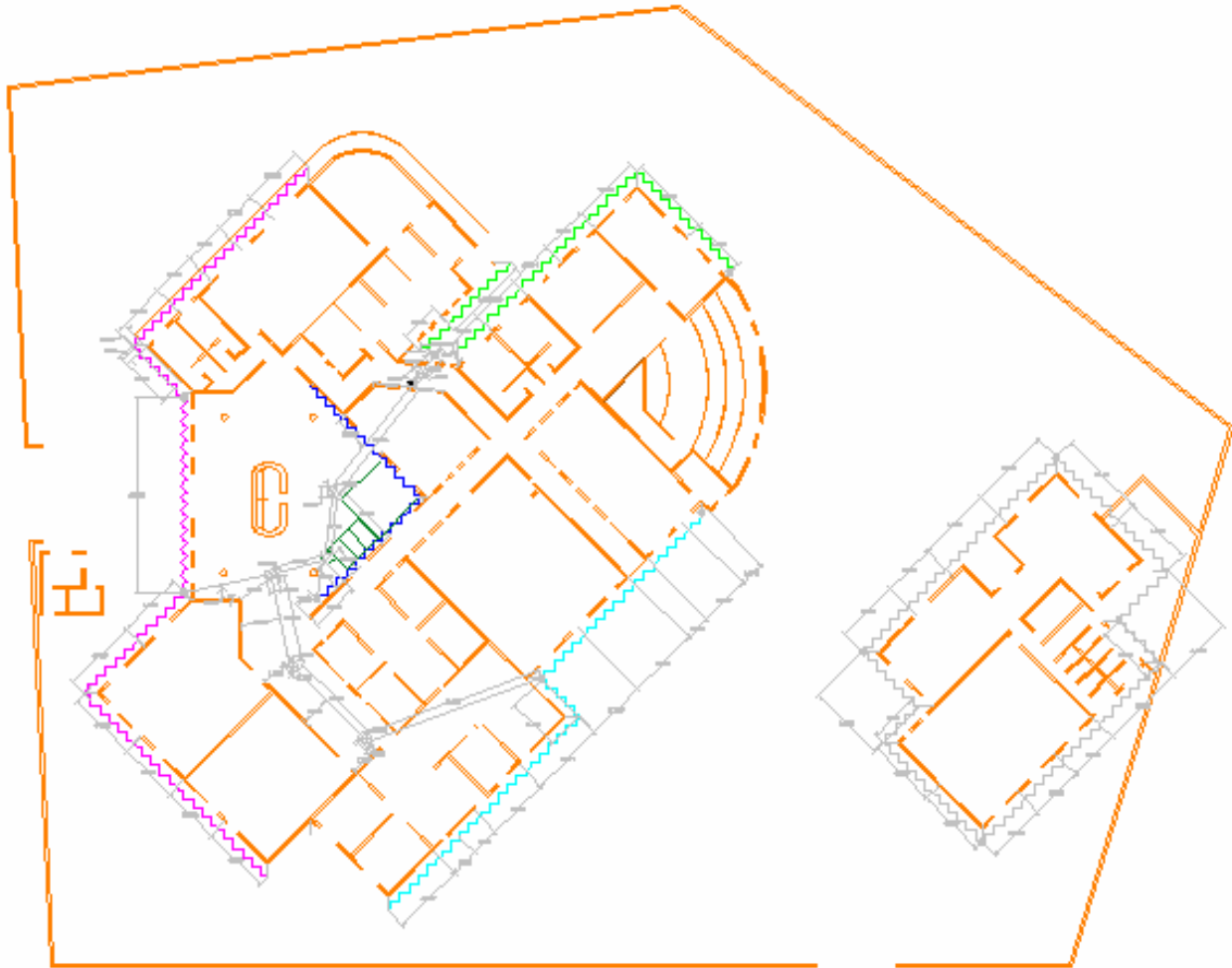


Figura 5 Plano general de la red de drenaje pluvial

### Cisternas de almacenamiento y filtros pluviales

El centro fue diseñado para la captación de agua pluvial y para almacenamiento se tiene contemplado la construcción de cisternas que cuenten con filtros pluviales los cuales se diseñarán posteriormente de acuerdo a las características del agua que se capte, teniendo en cuenta que se tiene contemplado su posible modificación, de cualquier manera las cisternas están sobre diseñadas para almacenar la mayor cantidad de agua posible.



## Instalaciones eléctricas

Entendemos por electrificación, a todas aquellas partes de la instalación que conduce la energía, desde la red de distribución general del CREIM “La Palma”, hasta los aparatos o elementos de consumo. La determinación de las características de cada uno de los materiales de las instalaciones eléctricas forma parte del proyecto de la misma.

En toda instalación eléctrica, cualquier persona que se detenga a observar podrá notar que existen varios elementos, algunos visibles o accesibles y otros no. El conjunto de elementos que intervienen desde el punto de alimentación de la empresa suministradora hasta el último punto de una casa habitación, en donde se requiere el servicio eléctrico, constituye lo que se conoce como los componentes de la instalación eléctrica.

Sin embargo, es recomendable que de acuerdo a la sencillez o complejidad del diseño arquitectónico y de los requerimientos especiales que se tengan, se respeten los aspectos recomendados por las normas y los reglamentos de instalaciones eléctricas, sobre funcionalidad y servicio (tabla 1).

Destino del local	WATT/M <sup>2</sup>
Departamentos y casa-habitación para familias	20
Auditorios	10
Bancos	20
Iglesias	10
Clubes	20
Hospitales	20
Edificios de oficinas	20
Restaurantes	20
Escuelas	35
Tiendas y almacenes	35
Salas de reunión	10
Pasadizos, corredores y locales sanitarios	5
Locales para almacenar	2

**Tabla 2 Cargas mínimas de alumbrado**

En el presente trabajo se abordarán las especificaciones de la cantidad de material necesario para realizar una instalación eléctrica del proyecto con el que se trabajó (CREIM “La Palma”), a continuación aparece una breve descripción de algunos de los diferentes materiales empleados en la instalación eléctrica, tales como los conductores eléctricos, que normalmente van dentro de tubos metálicos o de PVC conocidos generalmente como tubo conduit, cajas metálicas, apagadores, lámparas y contactos. Asociados a estos elementos se tienen otros componentes menores, así como toda una técnica de selección.



## Tubería

La tubería que se empleará dentro de este proyecto será: tubo conduit metálico pared delgada.

Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales, a su vez, los tubos de acero se fabrican en dos tipos pesados, semipesados y ligero; distinguiéndose uno de otro el espesor de la pared.

Se conoce como tubo metálico rígido ligero, se usa en instalaciones ocultas o visibles, ya sea en concretos o en muros, en lugares secos no expuestos a la humedad o ambiente corrosivo.

El diámetro máximo recomendado para estos tubos es de 51mm (2") debido a que son de pared delgada, los tramos se unen con accesorios de unión especial, ya que no se puede hacer rosca por ser su pared muy delgada.

A continuación aparecen los distintos diámetros de las tuberías (tabla V-2).

Diámetro mm	Nominal pulg.
10mm	3/8
13mm	1/2
19mm	3/4
25mm	1
32mm	1"1/4
38mm	1"1/2
50mm	2
63mm	2"1/2
75mm	3"
102mm	4"
152mm	6"

Tabla 3 Diámetro de tuberías

## Cajas y conexiones

En instalaciones eléctricas, todas las conexiones de conductores o uniones entre los conductores se deben realizar en cajas de conexión aprobadas para tal fin y se deben instalar en donde puedan ser accesibles para hacer cambios en el alumbrado.

Por otra parte, todos los apagadores y salidas para lámparas, se deben encontrar alojadas en cajas igual que los contactos. Las cajas metálicas se fabrican en acero galvanizado de cuatro formas principalmente: cuadradas, octogonales, rectangulares y circulares; se fabrican en varios anchos, profundidad y perforaciones para acceso a conexión de tuberías, que se utilizaran según lo que indica el plano de instalaciones eléctricas.

## Cable

En las instalaciones eléctricas todas las trayectorias de circulación de la corriente eléctrica son conductores o alambres forrados con un material aislante. El material que normalmente se emplea en interiores es de cobre, cuyo voltaje de operación no exceda de 1000 voltios entre conductores o hasta 600 voltios a tierra.

Todos los aparatos que consumen electricidad, como lámparas o motores, requieren por lo menos dos conductores (a veces más) para llevar hasta ellos la corriente y devolverla al generador que le hará circular nuevamente, para ellos se emplean hilos, cables y barras, cada conductor debe estar aislado de modo que no entre en contacto con otros conductores del mismo o de diferentes circuitos (figura IV-1).

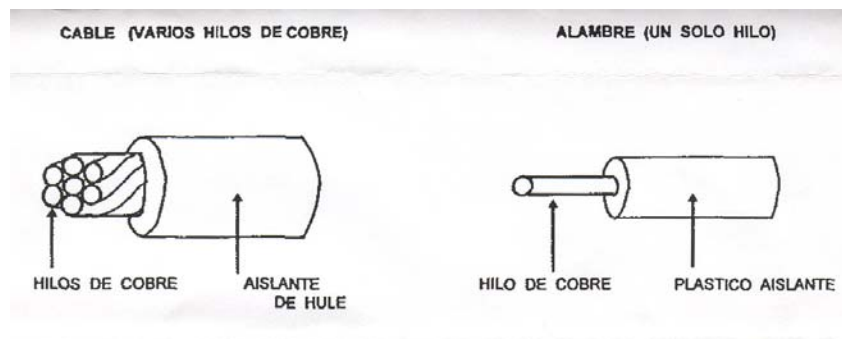


Figura 6 Cables

La sección de un conductor debe de elegirse como cable de alimentación principal o secundaria, como ramal; depende de la intensidad de la corriente que deba conducir.

Los cables de los conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designa el calibre o diámetro del conductor usando el Sistema Americano de Calibres “AWG” (American Wire Gage); por un numero al cual hace referencia, las otras características como son diámetro y área, resistencia, etc.

## Lámparas

Las lámparas es la fuente de luz, es decir, el dispositivo que transforma la corriente eléctrica en luz, cada foco o proyector está diseñado para albergar un cierto tipo de lámparas tales como: incandescente, descarga, halógeno y fluorescente.

En el proyecto CREIM “La Palma”, se emplearán lámparas fluorescentes de cátodo caliente, y se podrán emplear de las siguientes dimensiones:

Diámetro de lámparas T5, T8, T12, T17 y T26.

Estas lámparas son las más eficientes y tienen como características:

No contienen filamento, la descarga eléctrica en el gas se convierte en luz, debido a la capa fluorescente de las paredes del tubo. Son eficaces en cuanto a la cantidad de luz, dicha eficiencia depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente. Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara. La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. (Ver figura IV-3)

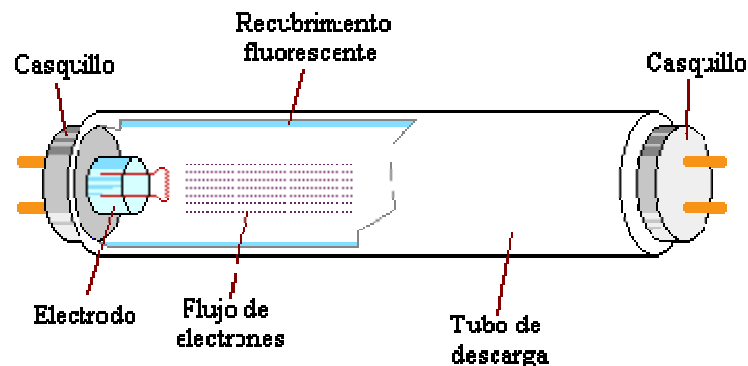


Figura 7 Lámpara fluorescente

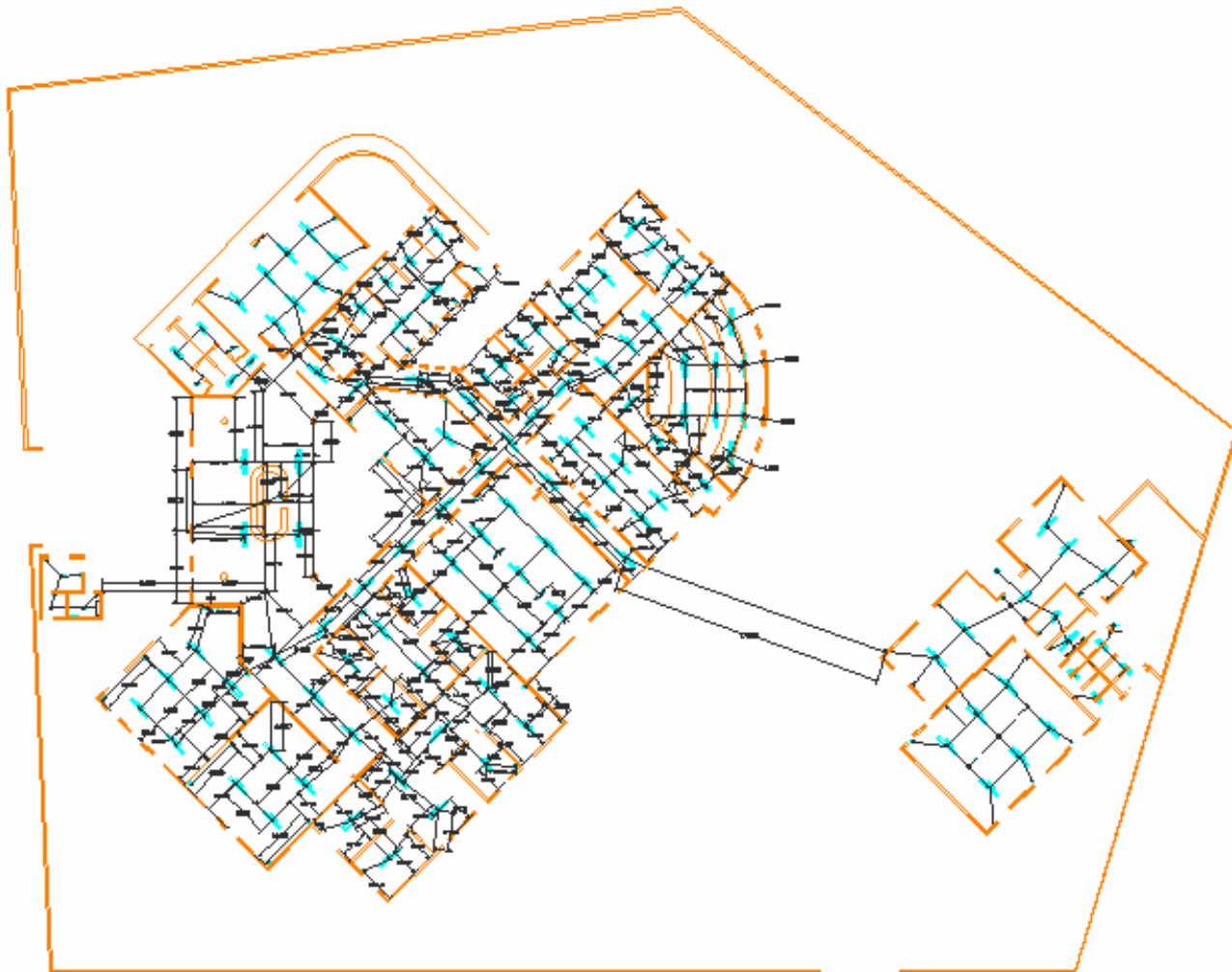
### Cálculo de la carga eléctrica de las partes que integran la instalación eléctrica

El cálculo de las instalaciones eléctricas se efectúa por métodos relativamente simples, respetando siempre las disposiciones reglamentarias de las normas técnicas para instalaciones eléctricas. Los métodos de cálculo de conductores para circuitos, derivados y alimentadores, son generales y en esencia aplicables a cualquier problema de instalaciones eléctricas, con las variantes de cálculo para cada caso en particular.

Para el inicio del cálculo eléctrico se requiere el plano arquitectónico de planta, en donde se muestran todas las áreas de las que consta la construcción y sus necesidades.



## Plano de instalaciones eléctricas



**Figura 8 Plano de instalaciones eléctricas**

Por tablas, la carga por alumbrado es de  $20 \text{ watts/m}^2$  (para una definición de Watts, Ver anexo) (el valor de  $20 \text{ watts/m}^2$  con un factor de protección de 100%). Tratándose de un centro multidisciplinario de un área de  $1108.094 \text{ m}^2$  y en dormitorios de  $200.363 \text{ m}^2$



$$A_T = A_C + A_D$$

$$A_T = 1108.094 + 200.363 = 1308.457 \text{ m}^2$$

$$w = (1308.457 \text{ m}^2)(20 \text{ watts/m}^2) = 26169.13 \text{ watts}$$

Por nomás de instalaciones eléctricas:

$$\text{En circuitos de 15 amp X 127 V} = 1905 \text{ watts}$$

$$\text{En circuitos de 20 amp X 127 V} = 2540 \text{ watts}$$

Carga conectada

$$\text{Área cubierta} = 1308.457 \text{ m}^2$$

$$\text{Área} = 1308.457 \text{ m}^2(20 \text{ W/m}^2) = 26169.13 \text{ watts}$$

$$\text{circuitos especiales} = 2(20 \text{ amp X 127 volts}) = 2(2540) = 5080 \text{ watts}$$

$$\text{carga total conectada} = 26169.13 + 5080 = 31249.13 \text{ watts}$$

$$\text{Número de circuitos} = \frac{\text{carga conectada}}{\text{circuito}} = \frac{31249.13}{20 \times 127} = 12.30 \approx 12$$

Aplicamos los factores de demanda: primeros 3000 watts se consideran el 100% y el exceso el 35%, esto por (norma) (tabla IV-2).

$$31249.13 - 3000 = 28249.13 \text{ watts}$$

$$\text{primeros 3000 al 100\%} = 3000 \text{ watts}$$

$$28249.13 \times 0.35 = 9887.20 \text{ watts}$$

$$\text{demanda de la carga} = 12887.2 \text{ watts}$$

La carga en amperes:

$$I = \frac{P}{E} = \frac{12887.2 \text{ watts}}{127 \text{ volts}} = 101.5 \text{ amp} \approx I = 102 \text{ amp}$$



**CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE  
BASADA EN UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30°C**

CALIBRE	TIPO VF, TW, T, TWH, 60°C				VINANEL 900 RH, RVH, V, 75°C			
	1-3 CONDUCTOR TUBO	4-6 CONDUCTOR TUBO	6-9 CONDUCTOR TUBO	1 CONDUCTOR AIRE	1-3 CONDUCTOR TUBO	4-6 CONDUCTOR TUBO	6-9 CONDUCTOR TUBO	1 CONDUCTOR AIRE
14	15	12	10	20	15	12	10	20
12	20	16	14	25	20	16	14	25
10	30	24	21	40	30	24	21	40
8	40	32	28	55	45	36	31	65
6	55	44	38	80	65	52	45	95
4	70	56	49	105	85	68	59	125
2	95	76	66	140	115	92	80	170
0	125	100	87	195	150	120	105	230
00	145	116	110	225	175	140	122	265
000	165	132	116	260	200	160	140	310
40	195	156	132	300	230	184	161	360
250	215	172	150	340	255	204	178	405
300	240	192	168	375	285	228	199	445
350	260	208	182	420	310	248	217	505
400	280	224	196	455	335	268	234	545
500	320	256	224	515	380	304	266	680
600	355	284	248	575				
750	400	320	280	655				
1000	455	364	318	780				
1250	495	396	346	890				
1500	520	416	364	980				
1750	545	436	382	1070				
2000	560	448	392	1155				

Tabla 4 Capacidad de corriente de conductores de cobre

Por lo tanto, de la tabla anterior tenemos que se requiere un conductor TWH calibre No. 0, como tenemos que la alimentación es a dos fases, tendremos que la alimentación es de 4 cables del No. 0 del transformador a la subestación (con interruptor de navajas 3 X 30 amp) (Ver figura 4).

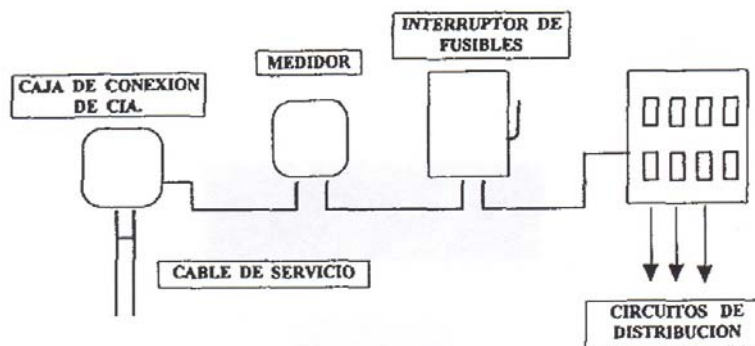


Figura 9 Instalación del transformador al circuito de distribución



---

## Subestación eléctrica

No es más que un conjunto de elementos y dispositivos que nos permiten cambios y características de la energía eléctrica como son voltaje, corriente, frecuencia, etc. Las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones de edificios, oficinas, hospitales son de tipo subestaciones compactas.

### Ubicación y construcción de la subestación

- Los muros de la subestación serán de tabique o concreto de 30cm de espesor como mínimo.
- El techo y muros deberán ser impermeables evitando cualquier filtración de agua.
- La subestación deberá conectar con ventilación natural, estas ventanas no desembocarán junto a ventanas de patios interiores, ni deberán formar parte de otro conducto de ventilación.
- El lugar donde se colocará el transformador de la subestación contará con ventilación natural las 24 horas del día.

### Procedimiento constructivo

Instalación aparente con tubo de protección al conductor

Este tipo de instalación es el más usual de las instalaciones aparentes y es por reglamento para construcciones de edificios, centros comerciales o industrias en donde el aspecto estético no es de mayor importancia.

El procedimiento constructivo consiste principalmente en fijar el tubo (rígido o flexible, galvanizado o PVC) a los muros y techos para llevar a cabo la distribución deseada en la estructura y posteriormente introducir por ahí los cables o alambres conductores de corriente eléctrica. Se recomienda que para este tipo de instalaciones se emplee cable o alambre del No. 12 para contactos y del No. 14 para apagadores, esto en la instalación para los interiores.

La instalación de cable o alambre conductor de corriente eléctrica, la elección del diámetro de los tubos depende de los números de sección de los conductores que deben tenderse dentro de ellos, sin raspar excesivamente o romper las cubiertas aislantes y sin fricción a la tracción de alambre.

Para la instalación de los cables se utilizará una tubería de 13mm de diámetro.

El número y radio de curvas, así como la longitud total tiene influencia sobre el desgaste de la cubierta aislante cuando se tira de los conductores. Por esto conviene que no haya más de dos curvas de 90° o más de tres curvas de 45° en cualquier tramo sin interrupción. En conductores continuos sin curvas se pueden tender tramos de hasta de 15 a 30 m



Es conveniente mencionar que todos los elementos usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos, no solo técnicos sino también de uso y presentación, para lo cual se deben acatar las disposiciones que establecen “Las normas técnicas para instalaciones eléctricas”. (Ver Anexo)

A continuación aparece una tabla en la que se muestra la carga que se empleará en los distintos circuitos:






Circuito	Foco 75w 	Lámpara de 60” T17 90w 	Lámpara de 33” T12 25w 	Contacto 125w 	Contacto de piso 125w 	Llamador de enfermos 125 w 	Carga total
1	3	12	6	8	11		3820
2		16			12		2940
3	7	4		3	2		1510
4		10		5			1525
5		9		2	10		2310
6		7	1	5	14		3030
7		8	3	7	2		1920
8	1	3	4	14	2		2445
9	2	8	4	10	2		2470
10		2	6				330
11		12			10		2330
12		13		4	12	8	4170
TOTAL	13	104	24	58	77	8	28800

Tabla 5 cuadro de carga de la instalación



## Cantidad de material que se empleara en el proyecto












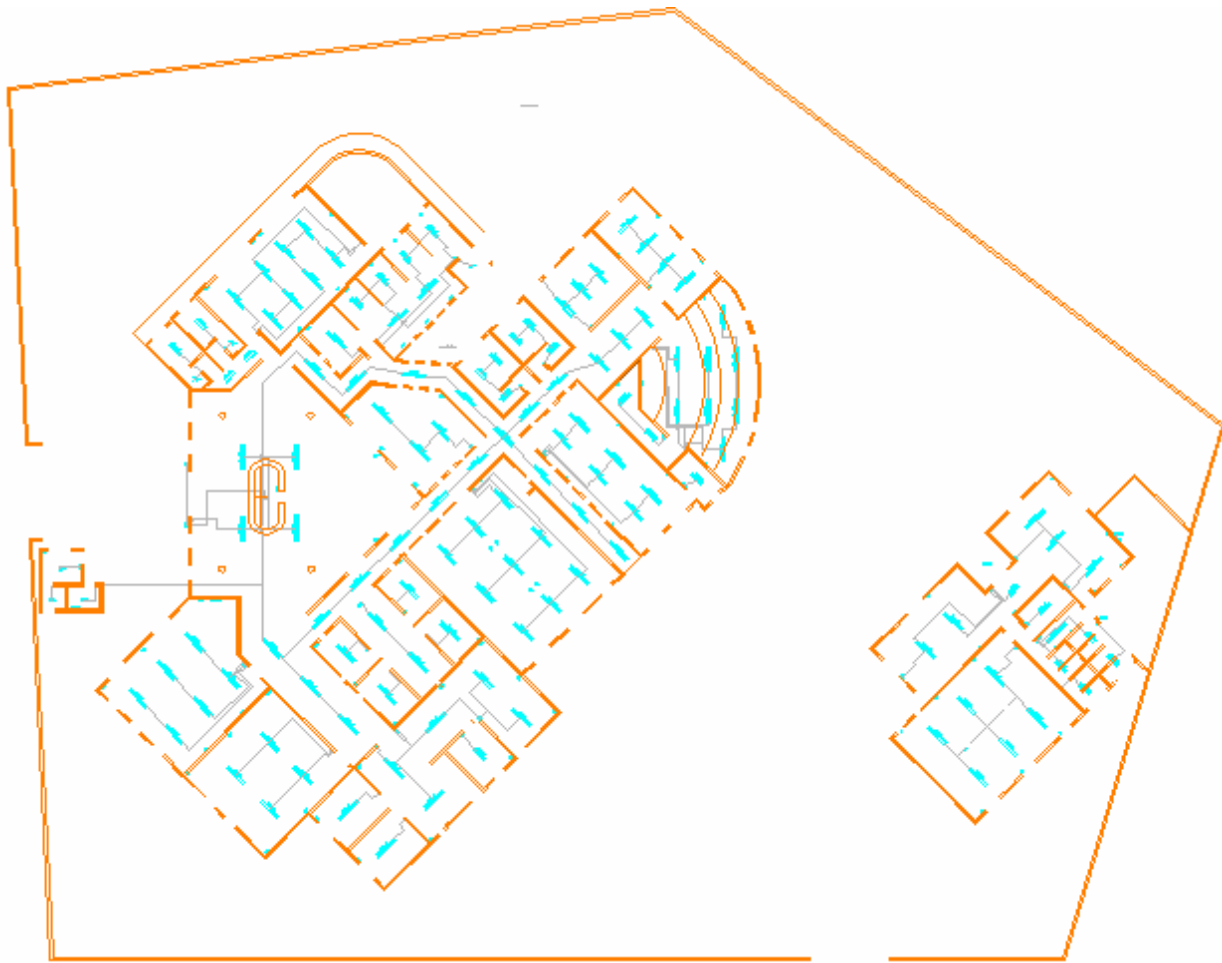
MATERIAL	CANTIDAD
Apagador sencillo 	52
Apagador de escalera 	26
Apagador de muro 	
Botón de timbre 	
Cajas 	148
Caja 	132
Caja 	
Foco 75w 	13
Lámpara de 60" T17 90w 	104
Lámpara de 33" T12 25w 	24
Contacto trifásico 	58
Contacto de piso 	77
Llamador de enfermos 	8
Tubería -----	804.46

Tabla 6 material de instalación eléctrica



## Plano de conexión de contactos y lámparas



**Figura 10** Plano de conexión de contactos y lámparas

## Instalaciones especiales

### Paneles solares

Las instalaciones del centro están preparadas y diseñadas para albergar instalaciones que llamaremos especiales, tales como, paneles solares que capten la energía solar y la transformen en energía eléctrica aprovechable para el consumo del centro, el área destinada para tal propósito es la losa sólida, así como las áreas libres y abiertas.

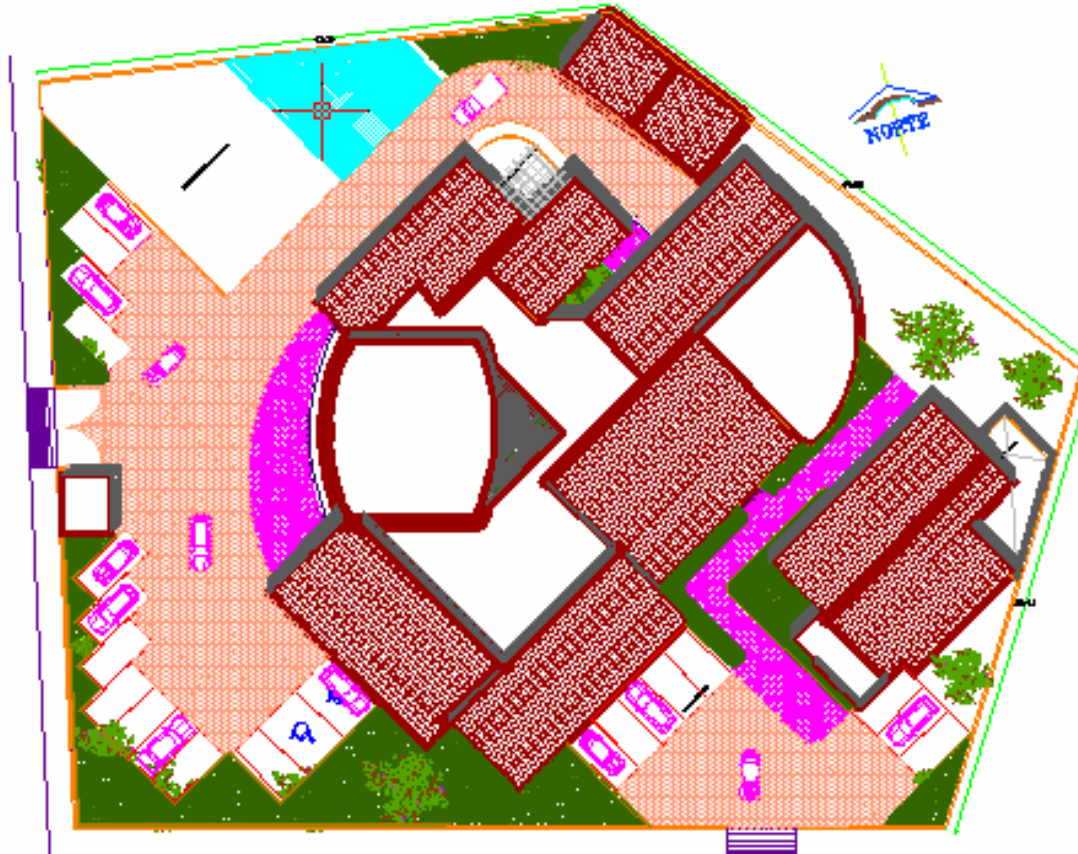


Figura 11 Paneles solares

Para el ahorro de energía destinada a calentar el agua de los dormitorios existen calentadores solares que se adaptan las instalaciones hidráulicas.

### Agua residual

El centro esta diseñado para la contar con un sistema disposición de agua residual para ello la tubería de desagüe esta concentrada en un mismo lugar para permitir su tratamiento, este debe diseñarse de acuerdo a las características de las aguas residuales que arroje el centro durante su operación.



---

## Conclusiones

El centro esta dotado de las instalaciones necesarias para un óptimo funcionamiento, algunas de estas serán implantadas una vez que el centro este en pleno funcionamiento. Además cuenta con la capacidad de adaptación a instalaciones de ahorro de energía y reciclado de agua.



### IV.3 Memoria de cálculo

#### Objetivo

Analizar y diseñar la estructura presentando los resultados obtenidos. Se presentan los resultados del análisis realizado a la estructura del Centro Multidisciplinario la Palma así como la descripción de sus elementos, el proceso llevado para el cálculo de los datos que se resumen en las tablas está descrito en el inciso de estructura y superestructura del presente capítulo.

#### Introducción

El software empleado para el análisis y diseño se denomina SAP(Programa de Análisis Estructura) 200 versión 6.11, el cual puede ser utilizado para el análisis de estructuras de acero concreto o de cualquier otro material del que se conozca sus características físicas, los resultados se presentan de manera gráfica y en tablas procesadas en el programa Excel.

Para el análisis de la estructura se emplearon los Reglamentos y Códigos, descritos en el inciso de estructura y superestructura del presente capítulo, en lo referente a los factores y combinaciones de cargas a las que hay que someter a la estructura.

Se modelaron los elementos estructurales para revisar los desplazamientos, rotaciones y relaciones de interacción (Esfuerzos actuantes/ Esfuerzos permisibles). El material utilizado es concreto con las características que se describen en el inciso de superestructura del presente capítulo.

A continuación se presenta la estructura modelada en el programa, sus datos de entrada y salida, estos corresponden a la parte de dormitorios. Los datos de entrada que se requieren para generar la estructura están calculados en Excel. Por cuestiones de espacio sólo se presentan los resultados de esta sección del centro, se anexan los archivos, para su consulta y revisión, de las demás secciones del centro. Las corridas se presentan sin ninguna modificación de formato.



## Estructura idealizada en planta

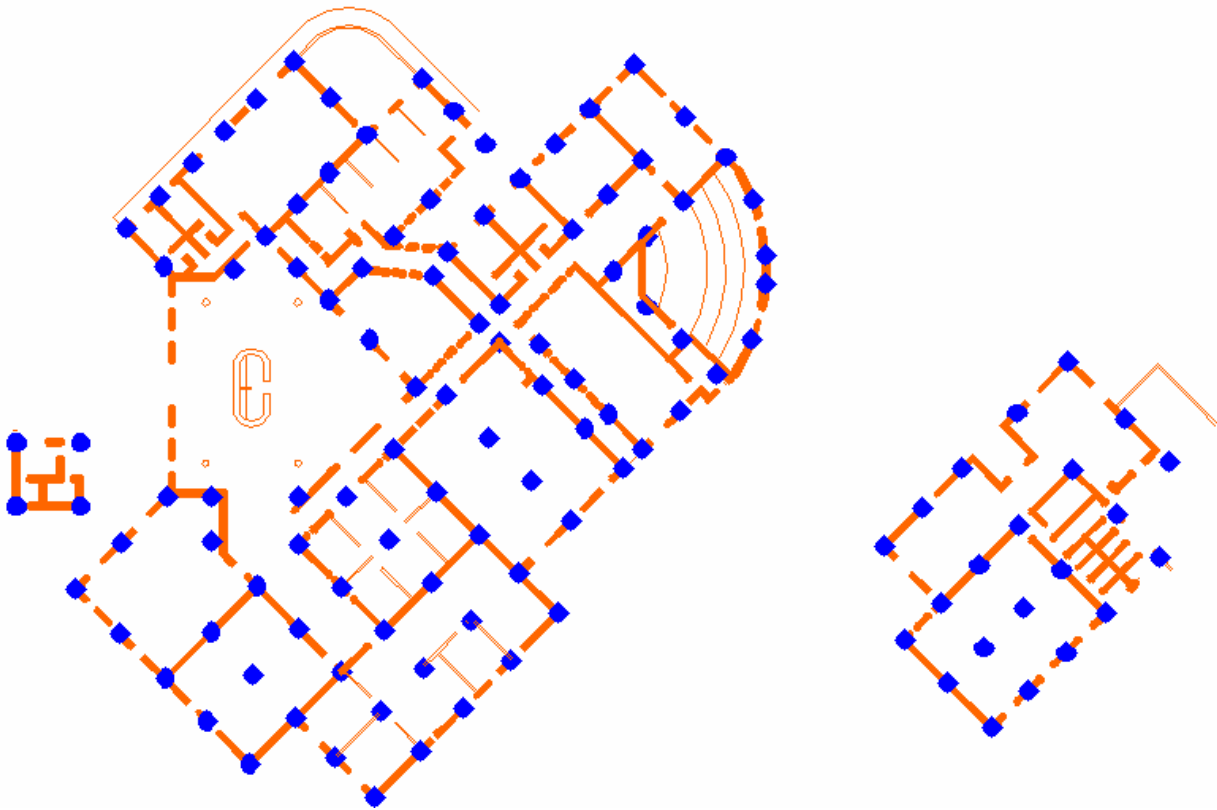


Figura 1 Estructura idealizada



## Datos de entrada para la selección de dormitorios

### DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

COLUMNAS	0.3 m (de lado)	
LOSAS	0.1 m (de espesor)	
TRABES 20X40	0.2 m (de ancho)	0.4 m (peralte)
TRABES 30X50	0.3 m (de ancho)	0.5 m (peralte)

**Tabla 1 Dimensión de elementos estructurales**

ELEMENTO	DISTANCIA
COLUMNA	m
A2	3.6
A3	3.4
A4	3.2
B1	3.2
B2	3.6
B3	3.4
B4	3.2
C1	3.2
C2	3.6
C3	3.4
C4	3.2
D1	3.2
D2	3.6
D3	3.4
D4	3.2
E1	3.2
E2	3.6
E3	3.4
E4	3.2
F1	3.2
F2	3.6
F3	3.4

**Tabla 2 Dimensión de columnas**



ELEMENTO	DISTANCIA	AREATRIBUTARIA	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	CARGAVIVAINST	PLINEALCM	PLINEALCV	PLINEALCVINST
VIGA	m	m <sup>2</sup>	ton	ton	ton	ton/m	ton/m	ton/m
B4-A4	3.10	2.4025	1.2373	0.0961	0.0481	0.399125	0.031	0.0155
C4-A4	3.32	2.7490	1.4157	0.1100	0.0550	0.426940591	0.033160434	0.016580217
D4-C4	3.32	2.7490	1.4157	0.1100	0.0550	0.426940591	0.033160434	0.016580217
E4-D4	4.70	5.2848	2.7217	0.2114	0.1057	0.579079149	0.044977021	0.022488511
B2-A2	3.10	2.4025	1.2373	0.0961	0.0481	0.399125	0.031	0.0155
C2-B2	3.32	5.4981	2.8315	0.2199	0.1100	0.853896713	0.066322075	0.033161037
D2-C2	3.32	5.4981	2.8315	0.2199	0.1100	0.853896713	0.066322075	0.033161037
E2-D2	4.70	10.8073	5.5658	0.4323	0.2161	1.184204149	0.091977021	0.045988511
F2-E2	4.43	9.6679	4.9790	0.3867	0.1934	1.125190621	0.087393446	0.043696723
C1-B1	3.32	2.7490	1.4157	0.1100	0.0550	0.426940591	0.033160434	0.016580217
D1-C1	3.32	2.7490	1.4157	0.1100	0.0550	0.426940591	0.033160434	0.016580217
E1-D1	4.70	5.5225	2.8441	0.2209	0.1105	0.605125	0.047	0.0235
F1-E1	4.43	4.8952	2.5210	0.1958	0.0979	0.569723842	0.044250395	0.022125198
E3-D3	4.70	10.5697	5.4434	0.4228	0.2114	1.158169255	0.089954894	0.044977447
F3-E3	4.43	4.7727	2.4579	0.1909	0.0955	0.55546678	0.043143051	0.021571525
A3-A4	3.73	3.3712	1.7362	0.1348	0.0674	0.466085369	0.036200805	0.018100403
A2-A3	3.73	3.3712	1.7362	0.1348	0.0674	0.466085369	0.036200805	0.018100403
B3-B4	3.73	6.7983	3.5011	0.2719	0.1360	0.939899195	0.073001879	0.03650094
B2-B3	3.73	6.7983	3.5011	0.2719	0.1360	0.939899195	0.073001879	0.03650094
B1-B2	4.85	5.2924	2.7256	0.2117	0.1058	0.561976495	0.04364866	0.02182433
C3-C4	3.73	6.8542	3.5299	0.2742	0.1371	0.947627651	0.073602148	0.036801074
C2-C3	3.73	6.8542	3.5299	0.2742	0.1371	0.947627651	0.073602148	0.036801074
C1-C2	4.85	10.5847	5.4511	0.4234	0.2117	1.123942371	0.087296495	0.043648247
D3-D4	3.73	6.9860	3.5978	0.2794	0.1397	0.965849664	0.07501745	0.037508725
D2-D3	3.73	6.9860	3.5978	0.2794	0.1397	0.965849664	0.07501745	0.037508725
D1-D2	4.85	11.1674	5.7512	0.4467	0.2233	1.185816701	0.092102268	0.046051134
E3-E4	3.73	3.4689	1.7865	0.1388	0.0694	0.479592886	0.037249933	0.018624966
E2-E3	3.73	6.9378	3.5730	0.2775	0.1388	0.959185772	0.074499866	0.037249933
E1-E2	4.85	11.7105	6.0309	0.4684	0.2342	1.243486082	0.096581443	0.048290722
F2-F3	3.73	3.4689	1.7865	0.1388	0.0694	0.479592886	0.037249933	0.018624966
F1-F2	4.85	5.8355	3.0053	0.2334	0.1167	0.619645876	0.048127835	0.024063918
B3-A3	3.10	4.8050	2.4746	0.1922	0.0961	0.79825	0.062	0.031
C3-B3	3.32	5.4981	2.8315	0.2199	0.1100	0.853896713	0.066322075	0.033161037
D3-C3	3.32	5.4981	2.8315	0.2199	0.1100	0.853896713	0.066322075	0.033161037

Tabla 1 Cargas en los elementos estructurales

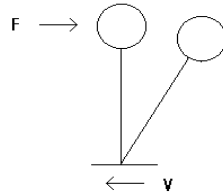


ELEMENTO	MASA	CORDENADAS			MASA POR DISTANCIA			PESO PARA SISMO Ton
	Ton	X m	Y m	Z m	MX Ton m	MY Ton m	MZ Ton m	
A2N	3.03	0	7.45	3.6	0	22.5735	10.908	4.56
A3N	6.09	0	3.725	3.4	0	22.68525	20.706	8.22
A4N	3.44	0	0	3.2	0	0	11.008	4.89
B1N	5.09	3.1	12.3	3.2	15.779	62.607	16.288	6.73
B2N	11.9	3.1	7.45	3.6	36.89	88.655	42.84	14.68
B3N	13.58	3.1	3.725	3.4	42.098	50.5855	46.172	16.2
B4N	6.9	3.1	0	3.2	21.39	0	22.08	8.89
C1N	9.52	6.42	12.3	3.2	61.1184	117.096	30.464	11.64
C2N	14.2	6.42	7.45	3.6	91.164	105.79	51.12	17.01
C3N	12.66	6.42	3.725	3.4	81.2772	47.1585	43.044	15.18
C4N	5.42	6.42	0	3.2	34.7964	0	17.344	7.3
D1N	10.5	9.73	12.3	3.2	102.165	129.15	33.6	12.79
D2N	16.75	9.73	7.45	3.6	162.9775	124.7875	60.3	19.83
D3N	16.43	9.73	3.725	3.4	159.8639	61.20175	55.862	19.23
D4N	7.32	9.73	0	3.2	71.2236	0	23.424	9.64
E1N	11.85	14.43	12.3	3.2	170.9955	145.755	37.92	14.38
E2N	20.17	14.43	7.45	3.6	291.0531	150.2665	72.612	23.52
E3N	13.54	14.43	3.725	3.4	195.3822	50.4365	46.036	16.47
E4N	5.25	14.43	0	3.2	75.7575	0	16.8	7
F1N	6.04	18.86	12.3	3.2	113.9144	74.292	19.328	7.78
F2N	10.99	18.86	7.45	3.6	207.2714	81.8755	39.564	13.48
F3N	5.33	18.86	3.725	3.4	100.5238	19.85425	18.122	6.94
<b>Σ</b>	<b>216</b>				<b>2035.6409</b>	<b>1354.76975</b>	<b>735.542</b>	<b>266.36</b>

Tabla 3 Calculo de masa



**MODELO DE UN ANÁLISIS SISMICO ESTÁTICO**



**CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION**

CONSTRUCCION GRUPO	ZONA	COEFICIENTE SISMICO "C"	CASO	Tipo de estructuración	COEFICIENTE DE DUCTILIDAD "Q"	a <sub>0</sub>
A	II (Terreno de transición)	0.32	2	1	3	0.08

LOS VALORES SON LOS QUE ESTABLECE EL R.C.D.F.

$$F = \frac{C}{Q} w_i h_i \frac{\sum w_i}{\sum w_i h_i}$$

COEFICIENTE SISMICO	C=	0.32
COEFICIENTE DE DUTILIDAD	Q=	3
SUMA DE PESO DE NIVELES	Σw <sub>i</sub> =	266.36 m
PESO DE UN NIVEL	w <sub>ih</sub> =	985.532 Ton m
SUMA DE PESO DE NIVELES POR SU ALTURA	Σw <sub>ih</sub> =	985.532 Ton m
FUERZA SISMICA	F=	28.41173333 Ton

Tabla 4 Modelo sismo-estático

Combinaciones que se corrieron en el programa

COMBINACIONES	CARGAMUERTA	CARGA VIVA	CARGA VIVA INSTANTANEA	SISMOX	SISMOY
COMBO1	1.5	-	-	-	-
COMBO2	1.5	1.1	-	-	-
COMBO3	1.5	-	1.1	1	0.3
COMBO4	1.5	-	1.1	1	-0.3
COMBO5	1.5	-	1.1	-1	0.3
COMBO6	1.5	-	1.1	-1	-0.3
COMBO7	1.5	-	1.1	0.3	1
COMBO8	1.5	-	1.1	0.3	-1
COMBO9	1.5	-	1.1	-0.3	1
COMBO10	1.5	-	1.1	-0.3	-1
COMBO11	1.5	-	1.1	-	-

Tabla 5 Combinación de Cargas

### Modelo estructural del dormitorio en 3d

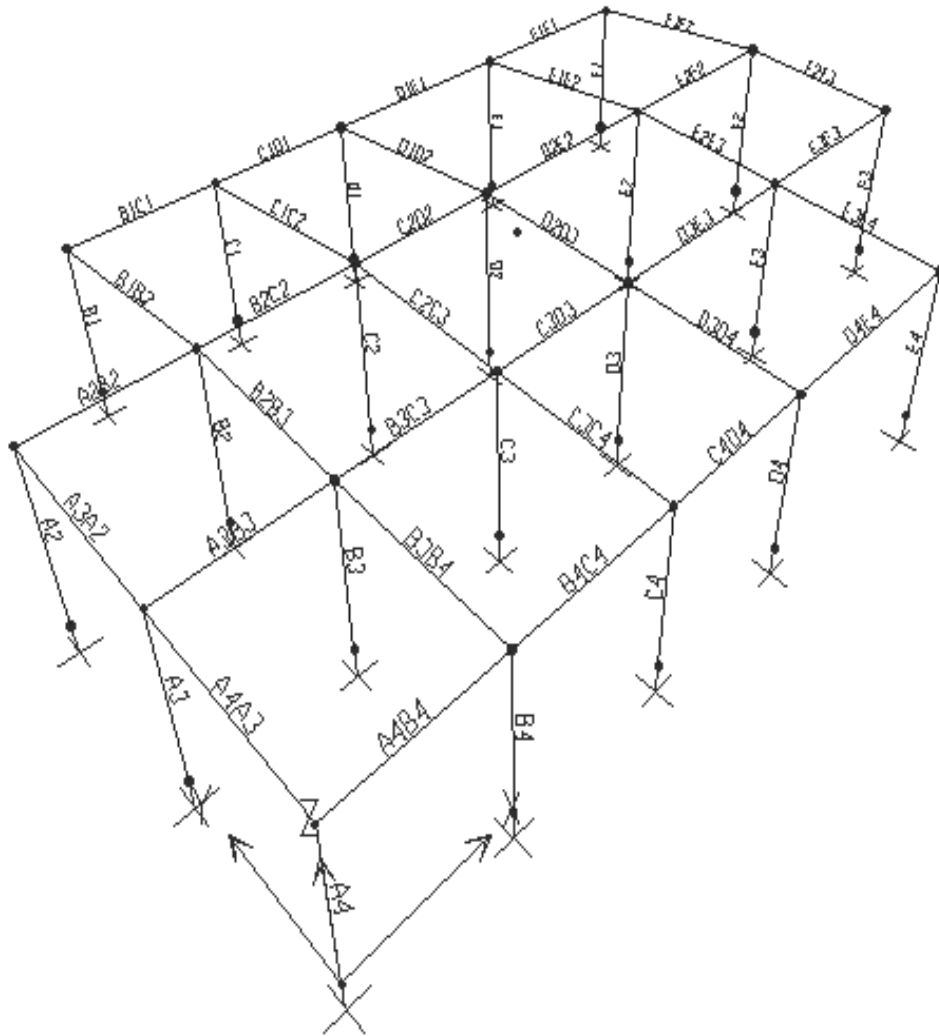


Figura 2 Modelo de dormitorio



## Visualización de cargas en la estructura

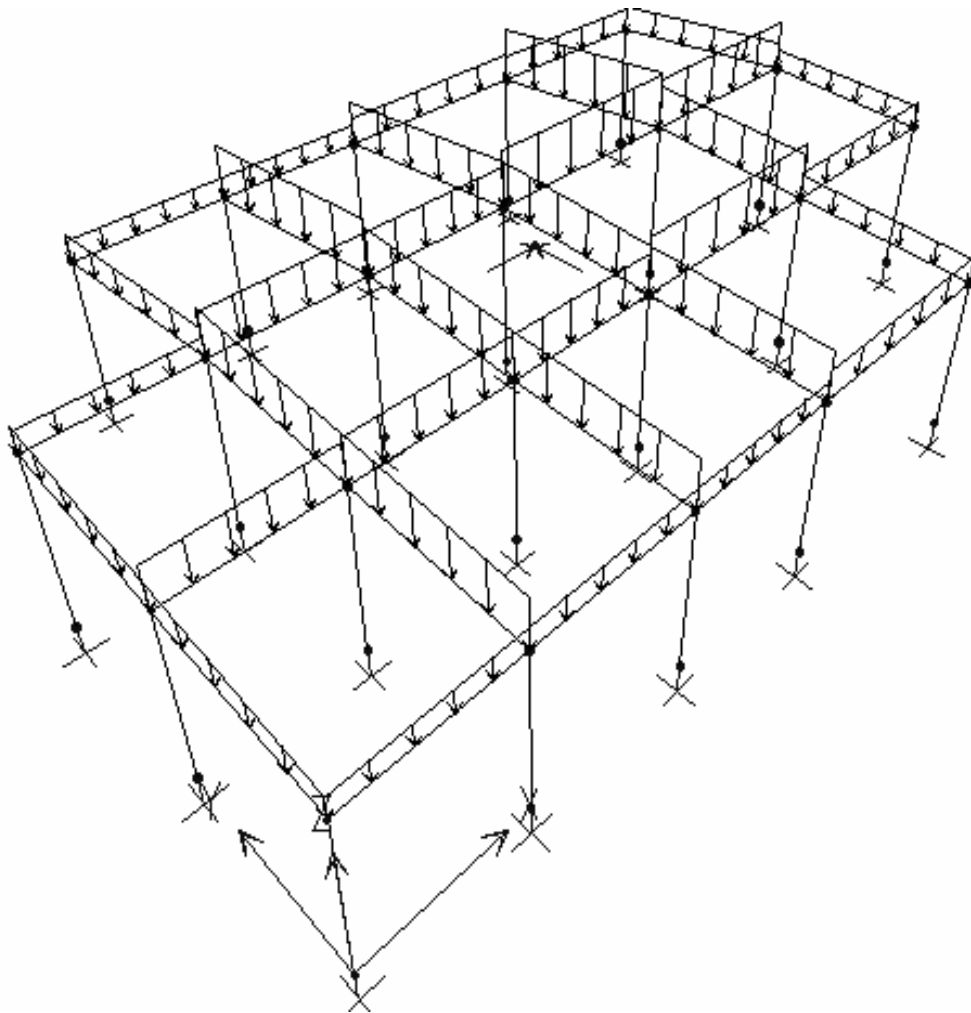


Figura 3 Cargas del dormitorio

## Visualización de elementos mecánicos

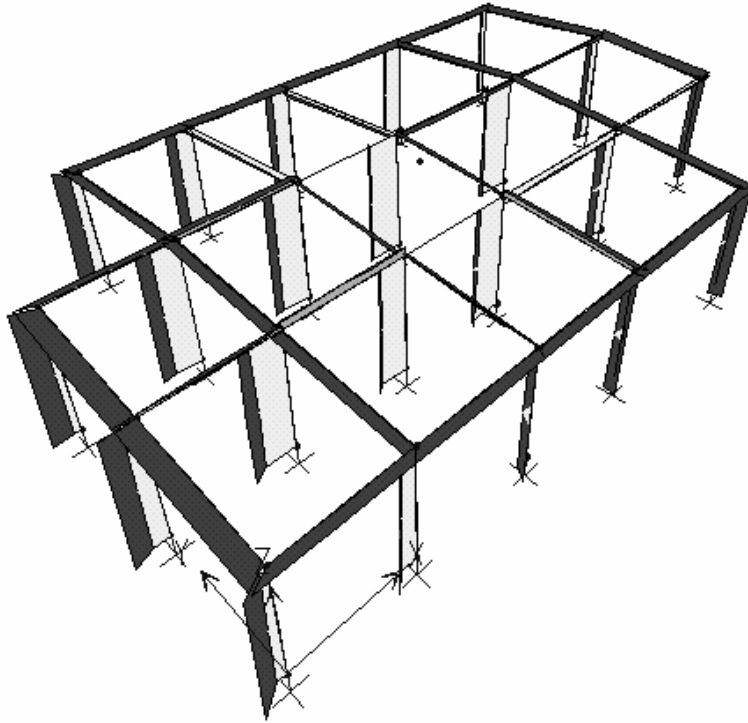


Figura 4 Diagrama de carga axial

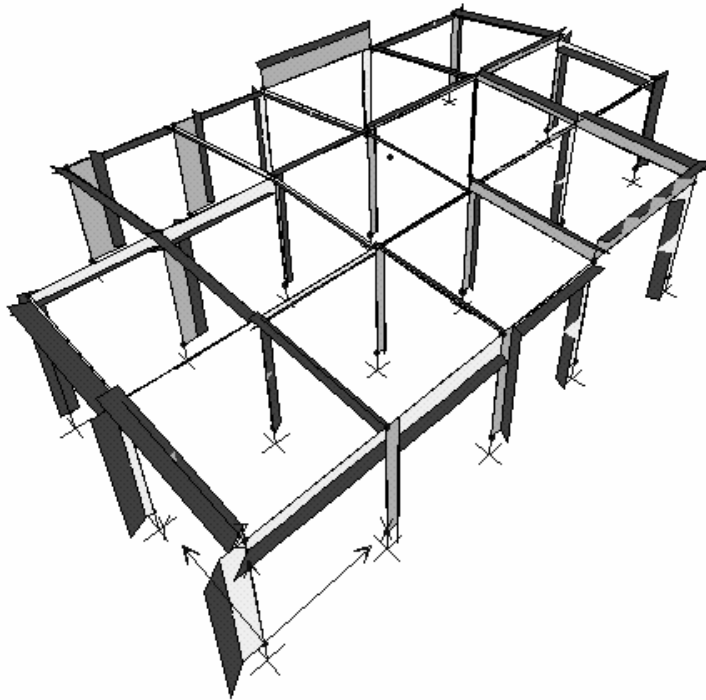
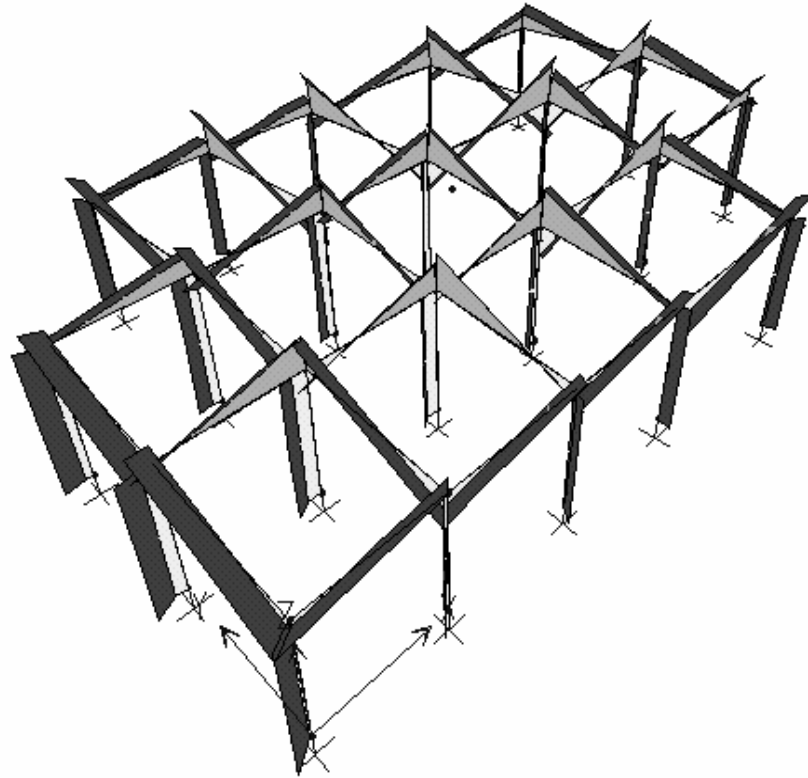
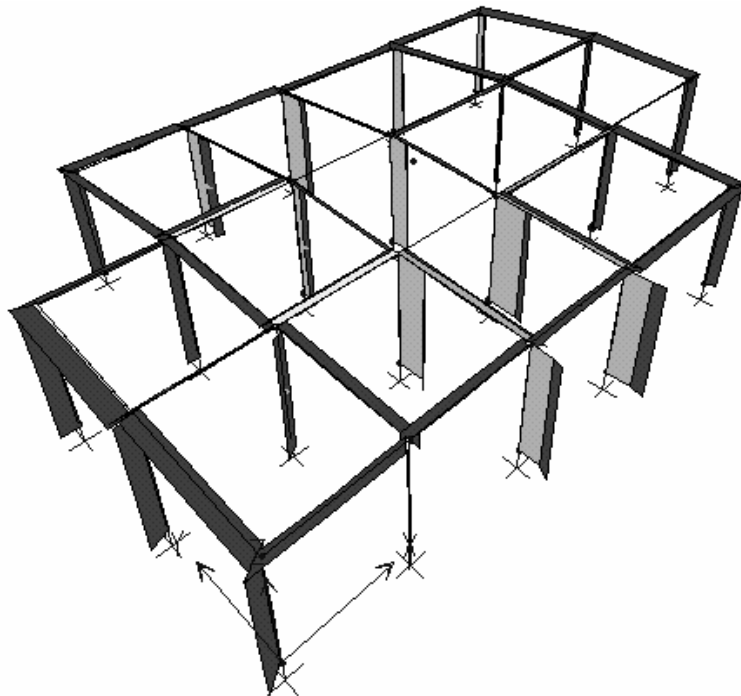


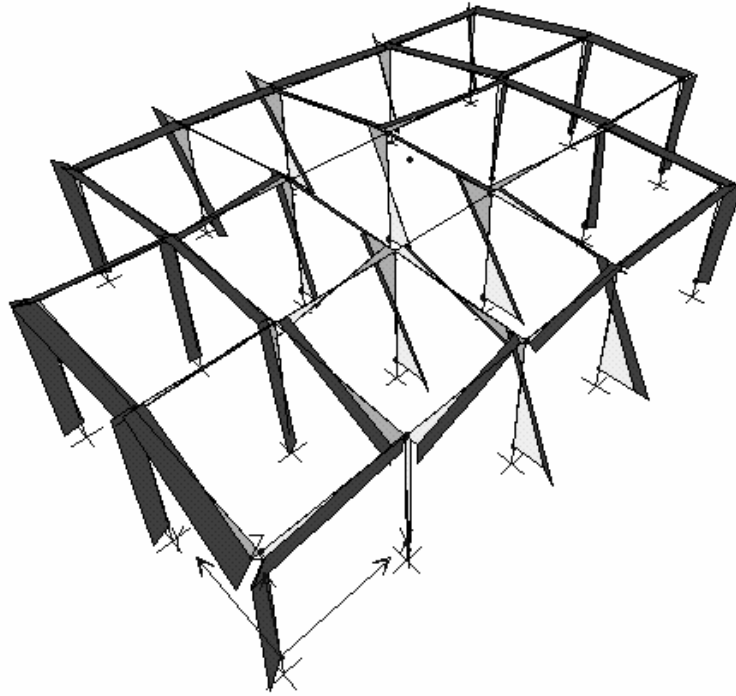
Figura 5 Diagrama de torsión



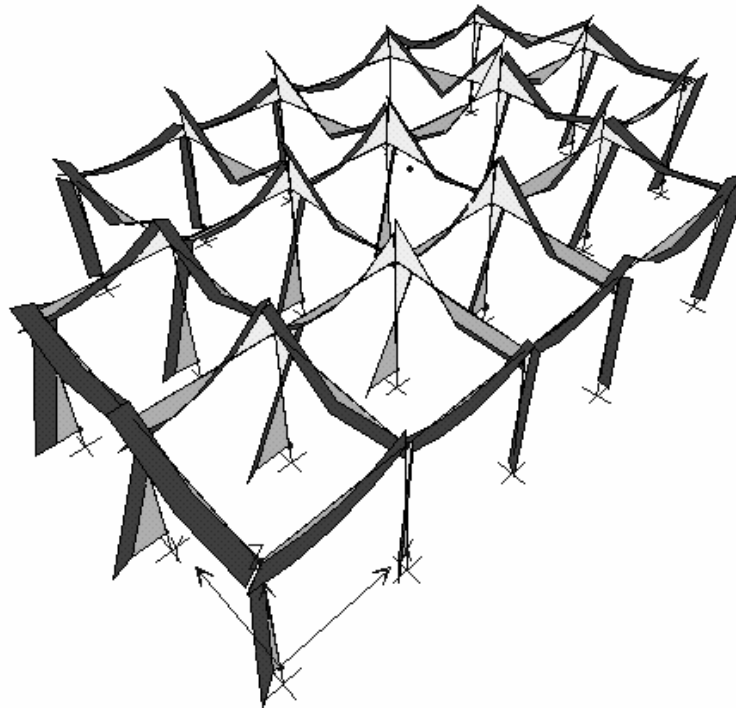
**Figura 6 Diagrama cortante eje 2-2**



**Figura 7 Diagramas de cortante eje 3-3**



**Figura 8 Diagrama de momentos eje 2-2**



**Figura 9 Diagrama de momentos eje 3-3**



### Corrida de combinación cm +cv

SAP2000 v Abril 21, 2005 12		DORMITORIOS :44		on-m Units	PAGE 1		
personal							
LOAD	COMB	INATION	MULTIP	LIERS			
COMBO	TYPE	CASE	FACTOF	TYPE	TITLE		
COMB2	ADD	CM	1.5000	STATIC(DEA	CM+CV		
		CV	1.1000	STATIC(LIV	D) E)		
SAP2000 v Abril 21, 2005 12		DORMITORIOS :44		on-m Units	PAGE 2		
personal							
JOINT DISPLACEMENTS							
JOINT	LOAD	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
A2C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A2C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A2N	Minima	2.98E-03	2.55E-04	-5.69E-05	2.52E-04	5.86E-04	1.71E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A2N	Maxima	2.98E-03	2.55E-04	-5.69E-05	2.52E-04	5.86E-04	1.71E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A3C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A3C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A3N	Minima	3.71E-03	2.67E-04	-1.10E-04	-6.93E-06	8.05E-04	-1.26E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A3N	Maxima	3.71E-03	2.67E-04	-1.10E-04	-6.93E-06	8.05E-04	-1.26E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A4C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A4C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A4N	Minima	7.33E-04	2.71E-04	-5.68E-05	-3.72E-04	3.21E-04	-3.13E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
A4N	Maxima	7.33E-04	2.71E-04	-5.68E-05	-3.72E-04	3.21E-04	-3.13E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B1C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B1C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B1N	Minima	1.96E-04	8.67E-04	-8.30E-05	5.11E-04	2.77E-04	7.10E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B1N	Maxima	1.96E-04	8.67E-04	-8.30E-05	5.11E-04	2.77E-04	7.10E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B2C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B2C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B2N	Minima	2.99E-03	8.75E-04	-2.20E-04	-2.36E-04	2.72E-04	5.31E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B2N	Maxima	2.99E-03	8.75E-04	-2.20E-04	-2.36E-04	2.72E-04	5.31E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B3C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B3C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B3N	Minima	3.74E-03	8.84E-04	-2.32E-04	4.52E-05	2.46E-04	1.54E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B3N	Maxima	3.74E-03	8.84E-04	-2.32E-04	4.52E-05	2.46E-04	1.54E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B4C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B4C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B4N	Minima	7.31E-04	8.85E-04	-1.14E-04	-6.94E-04	5.78E-05	2.06E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
B4N	Maxima	7.31E-04	8.85E-04	-1.14E-04	-6.94E-04	5.78E-05	2.06E-04
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
C1C	Minima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
C1C	Maxima	0	0	0	0	0	0
		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2



INGENIERÍA DE PROYECTO

C1N	Minima	1.94E-04 COMB2	4.11E-03 COMB2	-1.53E-04 COMB2	3.24E-04 COMB2	-5.79E-05 COMB2	6.41E-04 COMB2
C1N	Maxima	1.94E-04 COMB2	4.11E-03 COMB2	-1.53E-04 COMB2	3.24E-04 COMB2	-5.79E-05 COMB2	6.41E-04 COMB2
C2C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C2C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C2N	Minima	3.02E-03 COMB2	4.17E-03 COMB2	-2.58E-04 COMB2	-7.88E-04 COMB2	1.27E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
C2N	Maxima	3.02E-03 COMB2	4.17E-03 COMB2	-2.58E-04 COMB2	-7.88E-04 COMB2	1.27E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
C3C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C3C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C3N	Minima	3.80E-03 COMB2	4.17E-03 COMB2	-2.16E-04 COMB2	-1.25E-04 COMB2	2.19E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
C3N	Maxima	3.80E-03 COMB2	4.17E-03 COMB2	-2.16E-04 COMB2	-1.25E-04 COMB2	2.19E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
C4C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C4C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
C4N	Minima	7.25E-04 COMB2	4.13E-03 COMB2	-9.18E-05 COMB2	-1.26E-03 COMB2	1.59E-05 COMB2	2.27E-04 COMB2
C4N	Maxima	7.25E-04 COMB2	4.13E-03 COMB2	-9.18E-05 COMB2	-1.26E-03 COMB2	1.59E-05 COMB2	2.27E-04 COMB2
D1C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D1C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D1N	Minima	1.94E-04 COMB2	4.80E-03 COMB2	-1.70E-04 COMB2	1.12E-04 COMB2	2.67E-04 COMB2	-1.60E-04 COMB2
D1N	Maxima	1.94E-04 COMB2	4.80E-03 COMB2	-1.70E-04 COMB2	1.12E-04 COMB2	2.67E-04 COMB2	-1.60E-04 COMB2
D2C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D2C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D2N	Minima	3.02E-03 COMB2	4.87E-03 COMB2	-3.04E-04 COMB2	-7.61E-04 COMB2	6.46E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
D2N	Maxima	3.02E-03 COMB2	4.87E-03 COMB2	-3.04E-04 COMB2	-7.61E-04 COMB2	6.46E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
D3C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D3C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D3N	Minima	3.80E-03 COMB2	4.87E-03 COMB2	-2.78E-04 COMB2	-1.88E-04 COMB2	7.53E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
D3N	Maxima	3.80E-03 COMB2	4.87E-03 COMB2	-2.78E-04 COMB2	-1.88E-04 COMB2	7.53E-04 COMB2	2.10E-04 COMB2
D4C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D4C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
D4N	Minima	7.16E-04 COMB2	4.82E-03 COMB2	-1.24E-04 COMB2	-1.38E-03 COMB2	3.89E-04 COMB2	-5.47E-04 COMB2
D4N	Maxima	7.16E-04 COMB2	4.82E-03 COMB2	-1.24E-04 COMB2	-1.38E-03 COMB2	3.89E-04 COMB2	-5.47E-04 COMB2
E1C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
E1C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
E1N	Minima	1.87E-04 COMB2	3.06E-04 COMB2	-1.93E-04 COMB2	1.18E-03 COMB2	1.17E-05 COMB2	-2.27E-04 COMB2
E1N	Maxima	1.87E-04 COMB2	3.06E-04 COMB2	-1.93E-04 COMB2	1.18E-03 COMB2	1.17E-05 COMB2	-2.27E-04 COMB2
E2C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
E2C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
E2N	Minima	2.95E-03 COMB2	3.18E-04 COMB2	-3.63E-04 COMB2	-5.85E-04 COMB2	1.93E-04 COMB2	-5.51E-05 COMB2
E2N	Maxima	2.95E-03 COMB2	3.18E-04 COMB2	-3.63E-04 COMB2	-5.85E-04 COMB2	1.93E-04 COMB2	-5.51E-05 COMB2
E3C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2
E3C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2



INGENIERÍA DE PROYECTO

E3N	Minima	3.70E-03 COMB2	3.20E-04 COMB2	-2.36E-04 COMB2	-1.90E-05 COMB2	-1.27E-05 COMB2	-4.61E-04 COMB2	
E3N	Maxima	3.70E-03 COMB2	3.20E-04 COMB2	-2.36E-04 COMB2	-1.90E-05 COMB2	-1.27E-05 COMB2	-4.61E-04 COMB2	
E4C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
E4C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
E4N	Minima	6.97E-04 COMB2	3.18E-04 COMB2	-8.58E-05 COMB2	-4.21E-04 COMB2	-5.22E-04 COMB2	-8.30E-04 COMB2	
E4N	Maxima	6.97E-04 COMB2	3.18E-04 COMB2	-8.58E-05 COMB2	-4.21E-04 COMB2	-5.22E-04 COMB2	-8.30E-04 COMB2	
F1C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F1C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F1N	Minima	1.77E-04 COMB2	-1.94E-04 COMB2	-9.82E-05 COMB2	8.29E-04 COMB2	-4.84E-04 COMB2	2.59E-04 COMB2	
F1N	Maxima	1.77E-04 COMB2	-1.94E-04 COMB2	-9.82E-05 COMB2	8.29E-04 COMB2	-4.84E-04 COMB2	2.59E-04 COMB2	
F2C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F2C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F2N	Minima	2.92E-03 COMB2	-1.87E-04 COMB2	-2.00E-04 COMB2	-2.95E-04 COMB2	-4.00E-04 COMB2	2.32E-04 COMB2	
F2N	Maxima	2.92E-03 COMB2	-1.87E-04 COMB2	-2.00E-04 COMB2	-2.95E-04 COMB2	-4.00E-04 COMB2	2.32E-04 COMB2	
F3C	Minima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F3C	Maxima	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	
F3N	Minima	3.67E-03 COMB2	-1.89E-04 COMB2	-9.03E-05 COMB2	-2.04E-04 COMB2	1.61E-04 COMB2	9.56E-05 COMB2	
F3N	Maxima	3.67E-03 COMB2	-1.89E-04 COMB2	-9.03E-05 COMB2	-2.04E-04 COMB2	1.61E-04 COMB2	9.56E-05 COMB2	
CENMASA	Minima	3.26E-03 COMB2	4.80E-03 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	2.10E-04 COMB2	
CENMASA	Maxima	3.26E-03 COMB2	4.80E-03 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	0 COMB2	2.10E-04 COMB2	
SAP2000 v Abril 21, personal	6.11 Fil 2005 12	DORMITORIOS :44	on-m Units	PAGE 3				
FRAME	ELE	MENT	FOR	CES				
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
A2	Minima	-4.61 COMB2		-8.27E-01 COMB2	3.06E-01 COMB2	5.72E-02 COMB2	-4.31E-01 COMB2	-1.21 COMB2
A2	Maxima	-2.59 COMB2		-8.27E-01 COMB2	3.06E-01 COMB2	5.72E-02 COMB2	6.70E-01 COMB2	1.77 COMB2
A3	Minima	-8.34 COMB2		-1.19 COMB2	1.30E-01 COMB2	-4.45E-02 COMB2	-2.24E-01 COMB2	-1.63 COMB2
A3	Maxima	-6.43 COMB2		-1.19 COMB2	1.30E-01 COMB2	-4.45E-02 COMB2	2.17E-01 COMB2	2.43 COMB2
A4	Minima	-4.94 COMB2		-1.34E-01 COMB2	-1.98E-01 COMB2	-1.18E-01 COMB2	-5.15E-01 COMB2	-4.29E-02 COMB2
A4	Maxima	-3.14 COMB2		-1.34E-01 COMB2	-1.98E-01 COMB2	-1.18E-01 COMB2	1.18E-01 COMB2	3.86E-01 COMB2
B1	Minima	-6.81 COMB2		1.51E-01 COMB2	1.03 COMB2	2.67E-01 COMB2	-1.37 COMB2	-9.33E-02 COMB2
B1	Maxima	-5.01 COMB2		1.51E-01 COMB2	1.03 COMB2	2.67E-01 COMB2	1.92 COMB2	3.89E-01 COMB2
B2	Minima	-14.91 COMB2		-1.08 COMB2	1.94E-01 COMB2	1.77E-01 COMB2	-4.61E-01 COMB2	-1.81 COMB2
B2	Maxima	-12.89 COMB2		-1.08 COMB2	1.94E-01 COMB2	1.77E-01 COMB2	2.37E-01 COMB2	2.07 COMB2
B3	Minima	-16.48 COMB2		-1.69 COMB2	4.90E-01 COMB2	5.46E-02 COMB2	-8.10E-01 COMB2	-2.75 COMB2
B3	Maxima	-14.57 COMB2		-1.69 COMB2	4.90E-01 COMB2	5.46E-02 COMB2	8.56E-01 COMB2	3 COMB2
B4	Minima	-9.01 COMB2		-3.89E-01 COMB2	-1.37E-01 COMB2	7.73E-02 COMB2	-5.90E-01 COMB2	-5.92E-01 COMB2
B4	Maxima	-7.21 COMB2		-3.89E-01 COMB2	-1.37E-01 COMB2	7.73E-02 COMB2	-1.51E-01 COMB2	6.54E-01 COMB2
C1	Minima	-11.81 COMB2		-1.75E-01 COMB2	2.82 COMB2	2.41E-01 COMB2	-4.34 COMB2	-3.11E-01 COMB2
C1	Maxima	-10.01 COMB2		-1.75E-01 COMB2	2.82 COMB2	2.41E-01 COMB2	4.69 COMB2	2.49E-01 COMB2
C2	Minima	-17.33 COMB2		-1.2 COMB2	1.19 COMB2	7.01E-02 COMB2	-2.51 COMB2	-2.1 COMB2
C2	Maxima	-15.31 COMB2		-1.2 COMB2	1.19 COMB2	7.01E-02 COMB2	1.76 COMB2	2.22 COMB2
C3	Minima	-15.45 COMB2		-1.75 COMB2	2.02 COMB2	7.42E-02 COMB2	-3.5 COMB2	-2.86 COMB2
C3	Maxima	-13.54 COMB2		-1.75 COMB2	2.02 COMB2	7.42E-02 COMB2	3.37 COMB2	3.08 COMB2
C4	Minima	-7.44		-4.27E-01	1.29	8.55E-02	-2.74	-6.74E-01



INGENIERÍA DE PROYECTO

		COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2	COMB2
E4	Minima	-7.01 COMB2	-9.35E-01 COMB2	-2.17E-01 COMB2	-3.12E-01 COMB2	-5.71E-01 COMB2	-1.77 COMB2
E4	Maxima	-5.21 COMB2	-9.35E-01 COMB2	-2.17E-01 COMB2	-3.12E-01 COMB2	1.22E-01 COMB2	1.22 COMB2
F1	Minima	-7.89 COMB2	-5.80E-01 COMB2	6.91E-01 COMB2	9.74E-02 COMB2	-6.64E-01 COMB2	-1.19 COMB2
F1	Maxima	-6.09 COMB2	-5.80E-01 COMB2	6.91E-01 COMB2	9.74E-02 COMB2	1.55 COMB2	6.70E-01 COMB2
F2	Minima	-13.69 COMB2	-1.57 COMB2	-3.09E-01 COMB2	7.76E-02 COMB2	-6.97E-01 COMB2	-3.01 COMB2
F2	Maxima	-11.67 COMB2	-1.57 COMB2	-3.09E-01 COMB2	7.76E-02 COMB2	4.17E-01 COMB2	2.63 COMB2
F3	Minima	-7.01 COMB2	-1.73 COMB2	-2.74E-01 COMB2	3.38E-02 COMB2	-5.68E-01 COMB2	-2.86 COMB2
F3	Maxima	-5.1 COMB2	-1.73 COMB2	-2.74E-01 COMB2	3.38E-02 COMB2	3.63E-01 COMB2	3.02 COMB2
A2B2	Minima	7.05E-01 COMB2	-5.44E-01 COMB2	1.26E-01 COMB2	-1.22E-01 COMB2	-2.73E-01 COMB2	-2.51 COMB2
A2B2	Maxima	7.05E-01 COMB2	2.97 COMB2	1.26E-01 COMB2	-1.22E-01 COMB2	1.17E-01 COMB2	1.33 COMB2
A3A2	Minima	-5.69E-01 COMB2	-2.55 COMB2	-1.22E-01 COMB2	-4.20E-02 COMB2	-2.83E-01 COMB2	-1.7 COMB2
A3A2	Maxima	-3.21E-01 COMB2	2.06 COMB2	-1.22E-01 COMB2	-4.20E-02 COMB2	1.72E-01 COMB2	9.05E-01 COMB2
A3B3	Minima	1.63 COMB2	-1.17 COMB2	-1.54E-01 COMB2	1.30E-02 COMB2	-3.00E-01 COMB2	-3.35 COMB2
A3B3	Maxima	1.63 COMB2	4.3 COMB2	-1.54E-01 COMB2	1.30E-02 COMB2	1.78E-01 COMB2	1.88 COMB2
A4A3	Minima	-5.11E-01 COMB2	-1.91 COMB2	3.17E-01 COMB2	1.02E-01 COMB2	-6.20E-01 COMB2	-1.91 COMB2
A4A3	Maxima	-2.63E-01 COMB2	2.7 COMB2	3.17E-01 COMB2	1.02E-01 COMB2	5.62E-01 COMB2	9.81E-01 COMB2
A4B4	Minima	-1.83E-01 COMB2	-1.21 COMB2	-2.10E-01 COMB2	-8.03E-02 COMB2	-4.38E-01 COMB2	-1.53 COMB2
A4B4	Maxima	-1.83E-01 COMB2	2.31 COMB2	-2.10E-01 COMB2	-8.03E-02 COMB2	2.12E-01 COMB2	7.69E-01 COMB2
B1B2	Minima	-1.08 COMB2	-3.52 COMB2	2.30E-02 COMB2	-1.50E-03 COMB2	-8.09E-02 COMB2	-2.68 COMB2
B1B2	Maxima	-5.23E-01 COMB2	3.23 COMB2	2.30E-02 COMB2	-1.50E-03 COMB2	3.11E-02 COMB2	1.78 COMB2
B1C1	Minima	-1.28E-01 COMB2	-1.7 COMB2	-2.18E-01 COMB2	-4.35E-02 COMB2	-3.48E-01 COMB2	-1.22 COMB2
B1C1	Maxima	-1.28E-01 COMB2	2.2 COMB2	-2.18E-01 COMB2	-4.35E-02 COMB2	3.76E-01 COMB2	8.13E-01 COMB2
B2B3	Minima	-6.14E-01 COMB2	-3.48 COMB2	7.36E-02 COMB2	9.47E-03 COMB2	-2.05E-01 COMB2	-2.92 COMB2
B2B3	Maxima	-2.16E-01 COMB2	3.93 COMB2	7.36E-02 COMB2	9.47E-03 COMB2	6.95E-02 COMB2	9.49E-01 COMB2
B2C2	Minima	1.83 COMB2	-2.55 COMB2	-4.53E-01 COMB2	-1.29E-01 COMB2	-6.87E-01 COMB2	-2.46 COMB2
B2C2	Maxima	1.83 COMB2	3.61 COMB2	-4.53E-01 COMB2	-1.29E-01 COMB2	8.17E-01 COMB2	9.69E-01 COMB2
B3B4	Minima	-6.46E-01 COMB2	-3.05 COMB2	5.64E-01 COMB2	3.84E-02 COMB2	-1.04 COMB2	-3 COMB2
B3B4	Maxima	-2.48E-01 COMB2	4.37 COMB2	5.64E-01 COMB2	3.84E-02 COMB2	1.06 COMB2	1.69 COMB2
B3C3	Minima	3.82 COMB2	-2.41 COMB2	-5.88E-01 COMB2	-3.96E-02 COMB2	-9.87E-01 COMB2	-2.79 COMB2
B3C3	Maxima	3.82 COMB2	3.75 COMB2	-5.88E-01 COMB2	-3.96E-02 COMB2	9.65E-01 COMB2	8.73E-01 COMB2
B4C4	Minima	-3.57E-01 COMB2	-1.83 COMB2	-5.54E-01 COMB2	-1.33E-01 COMB2	-9.24E-01 COMB2	-1.25 COMB2
B4C4	Maxima	-3.57E-01 COMB2	2.08 COMB2	-5.54E-01 COMB2	-1.33E-01 COMB2	9.16E-01 COMB2	5.75E-01 COMB2
C1C2	Minima	-3.56 COMB2	-5.19 COMB2	-5.22E-02 COMB2	-3.49E-02 COMB2	-1.85E-01 COMB2	-4.69 COMB2
C1C2	Maxima	-2.65 COMB2	5.87 COMB2	-5.22E-02 COMB2	-3.49E-02 COMB2	6.96E-02 COMB2	2.86 COMB2
C1D1	Minima	-5.00E-03 COMB2	-1.66 COMB2	2.33E-02 COMB2	-4.95E-02 COMB2	1.25E-01 COMB2	-1.81 COMB2
C1D1	Maxima	-5.00E-03 COMB2	2.23 COMB2	2.33E-02 COMB2	-4.95E-02 COMB2	2.02E-01 COMB2	2.72E-01 COMB2
C2C3	Minima	-3.21E-01 COMB2	-2.72 COMB2	-5.36E-03 COMB2	-1.90E-02 COMB2	-1.09E-02 COMB2	-4.67 COMB2
C2C3	Maxima	7.91E-02 COMB2	4.73 COMB2	-5.36E-03 COMB2	-1.90E-02 COMB2	9.10E-03 COMB2	6.79E-01 COMB2
C2D2	Minima	0 COMB2	-2.01 COMB2	0 COMB2	6.47E-03 COMB2	0 COMB2	-3.87 COMB2
C2D2	Maxima	0 COMB2	4.13 COMB2	0 COMB2	6.47E-03 COMB2	0 COMB2	6.64E-01 COMB2



INGENIERÍA DE PROYECTO

C3C4	Minima	1.46 COMB2	-2.24 COMB2	5.98E-01 COMB2	4.18E-02 COMB2	-1.11 COMB2	-4.27 COMB2
C3C4	Maxima	1.86 COMB2	5.22 COMB2	5.98E-01 COMB2	4.18E-02 COMB2	1.12 COMB2	1.98 COMB2
C3D3	Minima	0 COMB2	-1.74 COMB2	0 COMB2	-1.47E-02 COMB2	0 COMB2	-4.32 COMB2
C3D3	Maxima	0 COMB2	4.39 COMB2	0 COMB2	-1.47E-02 COMB2	0 COMB2	8.74E-01 COMB2
C4D4	Minima	-5.29E-01 COMB2	-1.4 COMB2	-2.68E-01 COMB2	-2.70E-02 COMB2	-2.86E-01 COMB2	-2.28 COMB2
C4D4	Maxima	-5.29E-01 COMB2	2.49 COMB2	-2.68E-01 COMB2	-2.70E-02 COMB2	6.02E-01 COMB2	2.82E-01 COMB2
D1D2	Minima	-3.75 COMB2	-4.5 COMB2	-1.76E-01 COMB2	-5.51E-02 COMB2	-3.73E-01 COMB2	-4.69 COMB2
D1D2	Maxima	-2.93 COMB2	5.44 COMB2	-1.76E-01 COMB2	-5.51E-02 COMB2	4.84E-01 COMB2	2.5 COMB2
D1E1	Minima	-3.24E-01 COMB2	-3.24 COMB2	2.78E-01 COMB2	1.76E-01 COMB2	-6.44E-01 COMB2	-2.99 COMB2
D1E1	Maxima	-3.24E-01 COMB2	3.62 COMB2	2.78E-01 COMB2	1.76E-01 COMB2	6.63E-01 COMB2	1.49 COMB2
D2D3	Minima	-2.79E-01 COMB2	-2.73 COMB2	-2.17E-02 COMB2	-2.20E-02 COMB2	-4.14E-02 COMB2	-4.73 COMB2
D2D3	Maxima	1.27E-01 COMB2	4.84 COMB2	-2.17E-02 COMB2	-2.20E-02 COMB2	3.94E-02 COMB2	7.61E-01 COMB2
D2E2	Minima	-2.76 COMB2	-5 COMB2	3.81E-01 COMB2	2.89E-02 COMB2	-8.58E-01 COMB2	-5.49 COMB2
D2E2	Maxima	-2.76 COMB2	6.17 COMB2	3.81E-01 COMB2	2.89E-02 COMB2	9.34E-01 COMB2	2.45 COMB2
D3D4	Minima	1.85 COMB2	-2.11 COMB2	3.62E-01 COMB2	8.37E-02 COMB2	-8.08E-01 COMB2	-4.61 COMB2
D3D4	Maxima	2.26 COMB2	5.45 COMB2	3.62E-01 COMB2	8.37E-02 COMB2	5.42E-01 COMB2	2.04 COMB2
D3E3	Minima	-4.02 COMB2	-4.95 COMB2	3.07E-01 COMB2	2.78E-02 COMB2	-6.25E-01 COMB2	-5.14 COMB2
D3E3	Maxima	-4.02 COMB2	6.03 COMB2	3.07E-01 COMB2	2.78E-02 COMB2	8.18E-01 COMB2	2.59 COMB2
D4E4	Minima	-8.33E-01 COMB2	-3.42 COMB2	9.82E-02 COMB2	1.58E-01 COMB2	-1.90E-01 COMB2	-2.28 COMB2
D4E4	Maxima	-8.33E-01 COMB2	3.25 COMB2	9.82E-02 COMB2	1.58E-01 COMB2	2.71E-01 COMB2	1.83 COMB2
E1E2	Minima	-1.59 COMB2	-6.35 COMB2	-2.38E-01 COMB2	-2.64E-02 COMB2	-5.54E-01 COMB2	-4.74 COMB2
E1E2	Maxima	-5.97E-01 COMB2	5.64 COMB2	-2.38E-01 COMB2	-2.64E-02 COMB2	6.06E-01 COMB2	3.41 COMB2
E1F1	Minima	-4.60E-01 COMB2	-3.45 COMB2	5.29E-02 COMB2	-6.17E-02 COMB2	-1.91E-01 COMB2	-2.76 COMB2
E1F1	Maxima	-4.60E-01 COMB2	2.76 COMB2	5.29E-02 COMB2	-6.17E-02 COMB2	4.33E-02 COMB2	1.45 COMB2
E2E3	Minima	-6.73E-01 COMB2	-3.16 COMB2	-2.68E-01 COMB2	4.70E-02 COMB2	-5.71E-01 COMB2	-3.88 COMB2
E2E3	Maxima	-2.69E-01 COMB2	4.37 COMB2	-2.68E-01 COMB2	4.70E-02 COMB2	4.28E-01 COMB2	7.60E-01 COMB2
E2F2	Minima	-1.67 COMB2	-5.17 COMB2	8.32E-02 COMB2	5.06E-02 COMB2	-2.28E-01 COMB2	-3.61 COMB2
E2F2	Maxima	-1.67 COMB2	4.95 COMB2	8.32E-02 COMB2	5.06E-02 COMB2	1.41E-01 COMB2	2.23 COMB2
E3E4	Minima	-4.20E-01 COMB2	-1.94 COMB2	1.02E-01 COMB2	1.09E-01 COMB2	-2.51E-01 COMB2	-1.92 COMB2
E3E4	Maxima	-1.68E-01 COMB2	2.75 COMB2	1.02E-01 COMB2	1.09E-01 COMB2	1.28E-01 COMB2	1.02 COMB2
E3F3	Minima	-1.75 COMB2	-2.89 COMB2	-2.77E-02 COMB2	-3.23E-02 COMB2	-1.46E-01 COMB2	-2.74 COMB2
E3F3	Maxima	-1.75 COMB2	3.23 COMB2	-2.77E-02 COMB2	-3.23E-02 COMB2	-2.34E-02 COMB2	1.02 COMB2
F1F2	Minima	-9.10E-01 COMB2	-3.92 COMB2	-1.21E-01 COMB2	-1.36E-02 COMB2	-2.96E-01 COMB2	-3.1 COMB2
F1F2	Maxima	-3.17E-01 COMB2	3.26 COMB2	-1.21E-01 COMB2	-1.36E-02 COMB2	2.91E-01 COMB2	2.08 COMB2
F2F3	Minima	-3.46E-01 COMB2	-1.85 COMB2	-1.78E-02 COMB2	-1.14E-01 COMB2	-6.34E-02 COMB2	-2.45 COMB2
F2F3	Maxima	-9.36E-02 COMB2	2.84 COMB2	-1.78E-02 COMB2	-1.14E-01 COMB2	3.16E-03 COMB2	6.64E-01 COMB2



## Corrida de combinación CM +CV instantánea+sismo

SAP2000 v 6.11 Fil e: DORMITOfon-m Units PAGE 1  
Abril 21, 2005 13 :49

personal

LOAD	COMBINATION	MULTIPLIERS
COMBO	TYPE	CASE FACI TYPE TITLE
COMB3	ADD	CM+CVINS ***** CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX 1.10 STATIC(QUA KE) SISMOY 0.10 STATIC(QUA KE)
COMB4	ADD	COMB4 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX 1.10 STATIC(QUA KE) SISMOY -0.10 STATIC(QUA KE)
COMB5	ADD	COMB5 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX -1.10 STATIC(QUA KE) SISMOY 0.10 STATIC(QUA KE)
COMB6	ADD	COMB6 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX -1.10 STATIC(QUA KE) SISMOY -0.10 STATIC(QUA KE)
COMB7	ADD	COMB7 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX 0.10 STATIC(QUA KE) SISMOY 1.10 STATIC(QUA KE)
COMB8	ADD	COMB8 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX 0.10 STATIC(QUA KE) SISMOY -1.10 STATIC(QUA KE)
COMB9	ADD	COMB9 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX -0.10 STATIC(QUA KE) SISMOY 1.10 STATIC(QUA KE)
COMB10	ADD	COMB10 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E) SISMOX -0.10 STATIC(QUA KE) SISMOY -1.10 STATIC(QUA KE)
COMB11	ADD	COMB11 CM 1.5000 STATIC(DEA D) CVINS 1.10 STATIC(LIV E)

SAP2000 v 6.11 Fil e: DORMITOfon-m Units PAGE 2  
Abril 21, 2005 13 :49

personal

JOINT	LOAD	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
A2C	Minima	0	0	0	0	0	0
A2C	Maxima	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
A2N	Minima	-3.86E-03	-1.17E-04	-8.29E-05	2.07E-04	-3.38E-04	-4.47E-04
A2N	Maxima	9.82E-03	6.28E-04	-2.92E-05	2.88E-04	1.51E-03	7.89E-04
A3C	Minima	0	0	0	0	0	0
A3C	Maxima	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
A3N	Minima	-1.14E-03	-1.10E-04	-1.24E-04	-2.37E-05	6.58E-05	-6.73E-04
A3N	Maxima	8.57E-03	6.43E-04	-9.25E-05	1.14E-05	1.53E-03	4.22E-04
A4C	Minima	0	0	0	0	0	0
A4C	Maxima	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
A4N	Minima	-1.38E-04	-1.09E-04	-6.82E-05	-4.98E-04	1.14E-04	-7.70E-04
A4N	Maxima	1.60E-03	6.50E-04	-4.40E-05	-2.37E-04	5.23E-04	1.44E-04
B1C	Minima	0	0	0	0	0	0
B1C	Maxima	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
B1N	Minima	-6.29E-04	-4.55E-04	-1.06E-04	2.62E-04	9.39E-05	-2.73E-05
B1N	Maxima	1.02E-03	2.19E-03	-5.74E-05	7.35E-04	4.53E-04	1.45E-03
B2C	Minima	0	0	0	0	0	0
B2C	Maxima	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11



INGENIERÍA DE PROYECTO

B2N	Minima	-3.89E-03	-4.50E-04	-2.66E-04	-3.69E-04	-1.14E-04	-1.35E-04
B2N	Maxima	9.86E-03	2.20E-03	-1.67E-04	-9.92E-05	6.52E-04	1.20E-03
B3C	Minima	0	0	0	0	0	0
B3C	Maxima	0	0	0	0	0	0
B3N	Minima	-1.15E-03	-4.40E-04	-2.72E-04	-3.41E-05	-5.89E-05	-5.24E-04
B3N	Maxima	8.62E-03	2.21E-03	-1.83E-04	1.20E-04	5.50E-04	8.33E-04
B4C	Minima	0	0	0	0	0	0
B4C	Maxima	0	0	0	0	0	0
B4N	Minima	-1.41E-04	-4.36E-04	-1.36E-04	-1.02E-03	-4.91E-06	-3.80E-04
B4N	Maxima	1.60E-03	2.21E-03	-8.82E-05	-3.53E-04	1.21E-04	7.92E-04
C1C	Minima	0	0	0	0	0	0
C1C	Maxima	0	0	0	0	0	0
C1N	Minima	-6.31E-04	-1.94E-03	-1.95E-04	-8.27E-04	-1.19E-04	-2.42E-04
C1N	Maxima	1.02E-03	0.0102	-1.06E-04	1.42E-03	6.14E-06	1.52E-03
C2C	Minima	0	0	0	0	0	0
C2C	Maxima	0	0	0	0	0	0
C2N	Minima	-3.95E-03	-1.95E-03	-2.86E-04	-1.23E-03	-3.53E-04	-7.60E-04
C2N	Maxima	9.99E-03	0.0103	-2.20E-04	-3.23E-04	6.11E-04	1.18E-03
C3C	Minima	0	0	0	0	0	0
C3C	Maxima	0	0	0	0	0	0
C3N	Minima	-1.17E-03	-1.95E-03	-2.57E-04	-5.37E-04	-1.55E-04	-7.60E-04
C3N	Maxima	8.77E-03	0.0103	-1.68E-04	2.80E-04	5.97E-04	1.18E-03
C4C	Minima	0	0	0	0	0	0
C4C	Maxima	0	0	0	0	0	0
C4N	Minima	-1.44E-04	-1.93E-03	-1.07E-04	-2.39E-03	-6.30E-05	-6.57E-04
C4N	Maxima	1.59E-03	0.0102	-7.33E-05	-1.16E-04	9.30E-05	1.11E-03
D1C	Minima	0	0	0	0	0	0
D1C	Maxima	0	0	0	0	0	0
D1N	Minima	-6.29E-04	-3.99E-03	-2.20E-04	-1.62E-03	1.42E-04	-6.25E-04
D1N	Maxima	1.02E-03	0.0136	-1.14E-04	1.79E-03	3.83E-04	3.08E-04
D2C	Minima	0	0	0	0	0	0
D2C	Maxima	0	0	0	0	0	0
D2N	Minima	-3.95E-03	-4.03E-03	-3.47E-04	-1.36E-03	6.15E-05	-7.60E-04
D2N	Maxima	9.99E-03	0.0138	-2.48E-04	-1.38E-04	1.21E-03	1.18E-03
D3C	Minima	0	0	0	0	0	0
D3C	Maxima	0	0	0	0	0	0
D3N	Minima	-1.17E-03	-4.03E-03	-3.31E-04	-7.99E-04	2.72E-04	-7.60E-04
D3N	Maxima	8.77E-03	0.0138	-2.14E-04	4.16E-04	1.22E-03	1.18E-03
D4C	Minima	0	0	0	0	0	0
D4C	Maxima	0	0	0	0	0	0
D4N	Minima	-1.50E-04	-3.99E-03	-1.53E-04	-2.93E-03	2.61E-04	-1.12E-03
D4N	Maxima	1.58E-03	0.0136	-9.30E-05	1.89E-04	5.26E-04	2.27E-05
E1C	Minima	0	0	0	0	0	0
E1C	Maxima	0	0	0	0	0	0
E1N	Minima	-6.31E-04	-9.81E-04	-2.25E-04	9.07E-04	-7.46E-05	-1.07E-03
E1N	Maxima	1.01E-03	1.61E-03	-1.54E-04	1.40E-03	9.91E-05	6.16E-04
E2C	Minima	0	0	0	0	0	0



INGENIERÍA DE PROYECTO

E2C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
E2N	Minima	-3.88E-03	-9.71E-04	-4.00E-04	-7.00E-04	-3.31E-04	-4.73E-04	
		COMB5	COMB8	COMB7	COMB7	COMB5	COMB9	
E2N	Maxima	9.79E-03	1.62E-03	-3.11E-04	-4.46E-04	7.19E-04	3.63E-04	
		COMB4	COMB9	COMB10	COMB10	COMB4	COMB8	
E3C	Minima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
E3C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
E3N	Minima	-1.17E-03	-9.67E-04	-2.71E-04	-1.02E-04	-4.14E-04	-9.33E-04	
		COMB6	COMB8	COMB7	COMB9	COMB6	COMB3	
E3N	Maxima	8.58E-03	1.62E-03	-1.92E-04	6.51E-05	4.05E-04	1.14E-05	
		COMB3	COMB9	COMB10	COMB8	COMB3	COMB6	
E4C	Minima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
E4C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
E4N	Minima	-1.66E-04	-9.67E-04	-1.08E-04	-7.26E-04	-6.03E-04	-1.76E-03	
		COMB6	COMB8	COMB3	COMB9	COMB6	COMB7	
E4N	Maxima	1.56E-03	1.62E-03	-6.34E-05	-1.06E-04	-4.50E-04	1.01E-04	
		COMB3	COMB9	COMB6	COMB8	COMB3	COMB10	
F1C	Minima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F1C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F1N	Minima	-6.39E-04	-2.64E-04	-1.20E-04	6.93E-04	-6.57E-04	-3.27E-04	
		COMB5	COMB10	COMB3	COMB6	COMB9	COMB5	
F1N	Maxima	9.94E-04	-1.12E-04	-7.32E-05	9.34E-04	-2.92E-04	8.43E-04	
		COMB4	COMB7	COMB6	COMB3	COMB8	COMB4	
F2C	Minima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F2C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F2N	Minima	-3.85E-03	-2.61E-04	-2.49E-04	-3.32E-04	-1.39E-03	-3.46E-06	
		COMB5	COMB10	COMB3	COMB7	COMB5	COMB10	
F2N	Maxima	9.69E-03	-1.03E-04	-1.45E-04	-2.46E-04	6.30E-04	4.68E-04	
		COMB4	COMB7	COMB6	COMB10	COMB4	COMB7	
F3C	Minima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F3C	Maxima	0	0	0	0	0	0	0
		COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11	COMB11
F3N	Minima	-1.17E-03	-2.64E-04	-1.24E-04	-2.66E-04	-5.94E-04	-3.41E-04	
		COMB6	COMB10	COMB3	COMB7	COMB6	COMB8	
F3N	Maxima	8.51E-03	-1.04E-04	-5.44E-05	-1.37E-04	9.31E-04	5.33E-04	
		COMB3	COMB7	COMB6	COMB10	COMB3	COMB9	
CENMASA	Minima	-2.82E-03	-3.86E-03	0	0	0	-7.60E-04	
		COMB5	COMB6	COMB11	COMB11	COMB11	COMB8	
CENMASA	Maxima	9.35E-03	0.0134	0	0	0	1.18E-03	
		COMB4	COMB9	COMB11	COMB11	COMB11	COMB9	

SAP2000 v 6.11 Fil e: DORMITO on-m Units PAGE 3  
Abril 21, 2005 13 :49

personal

FRAME ELEMENTS

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
A2	Minima		-6.53	-3.06	1.39E-01	-1.49E-01	-7.17E-01	-4.8
		COMB9	COMB4	COMB6	COMB8	COMB3	COMB4	
A2	Maxima		-9.92E-01	1.4	4.65E-01	2.64E-01	9.55E-01	6.23
		COMB4	COMB5	COMB3	COMB9	COMB3	COMB4	
A3	Minima		-9.77	-3.04	-4.62E-02	-2.38E-01	-5.35E-01	-4.4
		COMB7	COMB3	COMB5	COMB4	COMB3	COMB3	
A3	Maxima		-5.5	6.41E-01	3.08E-01	1.49E-01	5.11E-01	5.94
		COMB8	COMB6	COMB4	COMB5	COMB4	COMB3	
A4	Minima		-6.21	-4.68E-01	-3.31E-01	-2.89E-01	-6.76E-01	-4.70E-01
		COMB7	COMB3	COMB5	COMB3	COMB5	COMB3	
A4	Maxima		-2.68	1.95E-01	-5.62E-02	5.42E-02	3.84E-01	1.03
		COMB10	COMB6	COMB4	COMB6	COMB5	COMB3	
B1	Minima		-8.91	-1.82E-01	4.05E-01	-1.03E-02	-2.45	-7.10E-01
		COMB7	COMB4	COMB10	COMB6	COMB7	COMB5	
B1	Maxima		-3.64	4.75E-01	1.63	5.45E-01	2.76	8.11E-01
		COMB10	COMB5	COMB7	COMB3	COMB7	COMB5	
B2	Minima		-18.32	-3.74	-2.71E-01	-4.52E-02	-1.37	-6.43
		COMB3	COMB4	COMB10	COMB10	COMB7	COMB4	
B2	Maxima		-10.03	1.59	6.64E-01	4.00E-01	1.02	7.05
		COMB6	COMB5	COMB7	COMB7	COMB7	COMB4	
B3	Minima		-19.65	-3.92	-1.20E-01	-1.85E-01	-1.88	-6.39
		COMB3	COMB3	COMB10	COMB8	COMB7	COMB3	
B3	Maxima		-11.79	5.37E-01	1.1	2.95E-01	1.85	6.94
		COMB6	COMB6	COMB7	COMB9	COMB7	COMB3	
B4	Minima		-11.04	-8.59E-01	-6.11E-01	-1.43E-01	-1.17	-1.31
		COMB3	COMB3	COMB10	COMB8	COMB8	COMB3	
B4	Maxima		-5.83	8.10E-02	3.58E-01	2.98E-01	7.89E-01	1.44
		COMB6	COMB6	COMB7	COMB9	COMB10	COMB3	
C1	Minima		-15.26	-6.17E-01	2.06E-01	-9.10E-02	-9.07	-9.84E-01
		COMB7	COMB4	COMB10	COMB10	COMB7	COMB4	
C1	Maxima		-7.13	2.69E-01	5.39	5.73E-01	8.19	9.90E-01
		COMB10	COMB5	COMB7	COMB7	COMB7	COMB4	
C2	Minima		-19.59	-3.83	-1.09	-2.54E-01	-6.85	-6.6
		COMB3	COMB4	COMB10	COMB8	COMB7	COMB4	
C2	Maxima		-13.42	1.43	3.48	3.94E-01	5.68	7.18
		COMB6	COMB5	COMB7	COMB9	COMB7	COMB4	



INGENIERÍA DE PROYECTO

C3	Minima	-18.65	-3.95	-7.50E-01	-2.69E-01	-8.41	-6.42
C3	Maxima	COMB7	COMB3	COMB10	COMB8	COMB7	COMB3
		-10.77	4.62E-01	4.79	4.17E-01	7.87	7.02
		COMB10	COMB6	COMB7	COMB9	COMB7	COMB3
C4	Minima	-8.72	-8.81E-01	-1.29	-2.47E-01	-7.5	-1.36
C4	Maxima	COMB4	COMB3	COMB10	COMB8	COMB7	COMB3
		-4.44	2.66E-02	3.89	4.18E-01	4.95	1.46
		COMB9	COMB6	COMB7	COMB9	COMB7	COMB3
D1	Minima	-17.04	-2.47E-01	-6.84E-01	-2.35E-01	-11.6	-7.60E-01
D1	Maxima	COMB7	COMB4	COMB8	COMB3	COMB9	COMB5
		-7.63	5.23E-01	6.71	1.15E-01	9.87	9.12E-01
		COMB10	COMB5	COMB9	COMB8	COMB9	COMB5
D2	Minima	-23.5	-3.36	-1.84	-2.54E-01	-9.43	-5.47
D2	Maxima	COMB3	COMB4	COMB8	COMB8	COMB9	COMB4
		-15.16	1.75	4.88	3.94E-01	8.14	6.63
		COMB6	COMB5	COMB9	COMB9	COMB9	COMB4
D3	Minima	-23.61	-3.42	-1.7	-2.69E-01	-11.17	-5.2
D3	Maxima	COMB7	COMB3	COMB8	COMB8	COMB9	COMB3
		-13.88	8.32E-01	6.33	4.17E-01	10.37	6.42
		COMB10	COMB6	COMB9	COMB9	COMB9	COMB3
D4	Minima	-12.01	-4.51E-01	-2.25	-4.20E-01	-10.3	-4.41E-01
D4	Maxima	COMB4	COMB3	COMB8	COMB3	COMB9	COMB3
		-5.96	3.47E-01	5.46	8.54E-03	7.18	1
		COMB5	COMB6	COMB9	COMB6	COMB9	COMB3
E1	Minima	-17.33	-5.17E-01	7.70E-01	-4.02E-01	-2.5	-7.74E-01
E1	Maxima	COMB7	COMB4	COMB8	COMB9	COMB9	COMB4
		-10.52	3.12E-01	1.87	2.32E-01	3.49	8.80E-01
		COMB10	COMB5	COMB9	COMB8	COMB7	COMB4
E2	Minima	-26.83	-3.66	-7.73E-01	-1.58E-01	-1.61	-6.24
E2	Maxima	COMB7	COMB4	COMB8	COMB9	COMB8	COMB4
		-19.18	1.41	1.64E-01	1.21E-01	1.17	6.93
		COMB10	COMB5	COMB9	COMB8	COMB8	COMB4
E3	Minima	-19.59	-4.03	-4.37E-01	-3.30E-01	-1.31	-6.64
E3	Maxima	COMB7	COMB3	COMB8	COMB3	COMB9	COMB3
		-12.4	2.37E-01	7.38E-01	4.03E-03	1.2	7.05
		COMB10	COMB6	COMB9	COMB6	COMB9	COMB3
E4	Minima	-9.03	-1.39	-6.93E-01	-6.62E-01	-1.17	-2.46
E4	Maxima	COMB3	COMB3	COMB8	COMB7	COMB8	COMB3
		-4.06	-4.87E-01	2.76E-01	3.79E-02	1.05	1.98
		COMB6	COMB6	COMB9	COMB10	COMB8	COMB3
F1	Minima	-9.9	-9.25E-01	5.35E-01	-1.23E-01	-8.30E-01	-1.65
F1	Maxima	COMB3	COMB4	COMB10	COMB5	COMB7	COMB4
		-4.76	-2.19E-01	8.24E-01	3.17E-01	1.81	1.31
		COMB6	COMB5	COMB7	COMB4	COMB3	COMB4
F2	Minima	-17.29	-3.69	-3.22E-01	-1.16E-03	-7.30E-01	-6.34
F2	Maxima	COMB3	COMB4	COMB4	COMB10	COMB3	COMB4
		-8.67	5.80E-01	-2.83E-01	1.56E-01	4.39E-01	6.93
		COMB6	COMB5	COMB5	COMB7	COMB8	COMB4
F3	Minima	-9.75	-3.53	-2.99E-01	-1.21E-01	-6.38E-01	-5.54
F3	Maxima	COMB3	COMB3	COMB3	COMB8	COMB3	COMB3
		-3.17	8.21E-02	-2.38E-01	1.89E-01	3.88E-01	6.47
		COMB6	COMB6	COMB6	COMB9	COMB4	COMB3
A2B2	Minima	-1.64	-2.36	-1.63E-02	-1.62E-01	-5.38E-01	-5.29
A2B2	Maxima	COMB5	COMB5	COMB10	COMB7	COMB7	COMB4
		3.06	5.19	2.67E-01	-7.75E-02	3.19E-01	4.78
		COMB4	COMB4	COMB7	COMB10	COMB9	COMB4
A3A2	Minima	-8.30E-01	-3.01	-3.61E-01	-1.29E-01	-7.69E-01	-2
A3A2	Maxima	COMB3	COMB7	COMB9	COMB9	COMB9	COMB7
		-1.02E-01	2.52	1.17E-01	4.58E-02	5.77E-01	1.06
		COMB6	COMB3	COMB8	COMB8	COMB9	COMB7
A3B3	Minima	-5.76E-01	-2.37	-4.37E-01	-8.01E-03	-7.73E-01	-5.67
A3B3	Maxima	COMB6	COMB6	COMB4	COMB9	COMB3	COMB3
		3.85	6.26	1.28E-01	3.26E-02	6.05E-01	4.21
		COMB3	COMB3	COMB5	COMB8	COMB4	COMB3
A4A3	Minima	-7.29E-01	-2.24	-4.32E-02	-8.64E-03	-1.3	-2.41
A4A3	Maxima	COMB7	COMB7	COMB6	COMB6	COMB3	COMB3
		-8.80E-02	3.3	6.77E-01	2.12E-01	1.23	1.2
		COMB10	COMB3	COMB3	COMB3	COMB3	COMB3
A4B4	Minima	-2.13E-01	-1.26	-4.62E-01	-1.41E-01	-9.23E-01	-2.23
A4B4	Maxima	COMB4	COMB9	COMB3	COMB9	COMB3	COMB3
		-1.48E-01	3.08	4.20E-02	-1.64E-02	5.09E-01	1.23
		COMB5	COMB3	COMB6	COMB8	COMB3	COMB3
B1B2	Minima	-1.46	-3.99	-3.37E-01	-3.84E-02	-9.38E-01	-3.03
B1B2	Maxima	COMB3	COMB3	COMB8	COMB4	COMB9	COMB7
		-2.19E-01	4.01	3.83E-01	3.51E-02	9.26E-01	2.04
		COMB6	COMB7	COMB9	COMB5	COMB9	COMB3
B1C1	Minima	-2.25E-01	-2.11	-7.64E-01	-2.62E-01	-1.34	-1.79
B1C1	Maxima	COMB10	COMB7	COMB9	COMB7	COMB9	COMB4
		-2.26E-02	2.85	3.27E-01	1.69E-01	1.2	1.01
		COMB7	COMB3	COMB8	COMB10	COMB9	COMB3
B2B3	Minima	-7.65E-01	-3.75	-2.19E-01	-3.43E-02	-8.52E-01	-3.65
B2B3	Maxima	COMB4	COMB3	COMB5	COMB9	COMB4	COMB7
		-3.37E-02	4.56	3.66E-01	5.23E-02	5.15E-01	1.03
		COMB9	COMB7	COMB4	COMB8	COMB4	COMB7
B2C2	Minima	-3.81	-3.5	-1.02	-2.01E-01	-1.62	-4.69
B2C2	Maxima	COMB5	COMB5	COMB7	COMB7	COMB7	COMB4
		7.48	5	1.11E-01	-5.20E-02	1.75	1.72
		COMB4	COMB4	COMB10	COMB10	COMB7	COMB4
B3B4	Minima	-7.43E-01	-3.26	-2.90E-03	-1.04E-02	-2.1	-3.89
B3B4	Maxima	COMB4	COMB4	COMB10	COMB6	COMB7	COMB7
		-1.23E-01	5.2	1.13	8.69E-02	2.15	1.98
		COMB9	COMB7	COMB7	COMB3	COMB3	COMB7
B3C3	Minima	-9.71E-01	-2.94	-1.22	-1.17E-01	-2.07	-4.66
		COMB6	COMB5	COMB7	COMB7	COMB7	COMB3



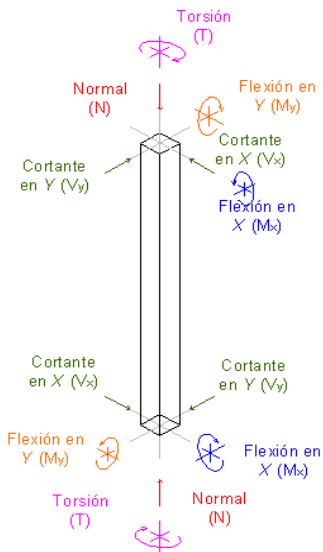
INGENIERÍA DE PROYECTO

B3C3	Maxima	8.61	5.07	4.23E-02	3.70E-02	1.98	1.56
		COMB3	COMB3	COMB10	COMB10	COMB7	COMB3
B4C4	Minima	-5.34E-01	-2.04	-1.19	-3.20E-01	-2.01	-1.82
		COMB7	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7	COMB3
B4C4	Maxima	-1.78E-01	2.67	7.65E-02	5.54E-02	1.93	6.74E-01
		COMB10	COMB3	COMB10	COMB10	COMB7	COMB7
C1C2	Minima	-6.43	-5.75	-6.18E-01	-1.10E-01	-1.65	-8.07
		COMB7	COMB8	COMB4	COMB4	COMB4	COMB7
C1C2	Maxima	1.73E-01	7.43	5.14E-01	3.98E-02	1.36	3.07
		COMB10	COMB7	COMB5	COMB5	COMB4	COMB4
C1D1	Minima	-3.02E-01	-2.07	-5.87E-01	-1.89E-01	-1.09	-2.42
		COMB8	COMB7	COMB5	COMB9	COMB8	COMB3
C1D1	Maxima	2.99E-01	2.82	6.34E-01	8.91E-02	1.33	3.48E-01
		COMB9	COMB3	COMB4	COMB8	COMB9	COMB7
C2C3	Minima	-3.41E-01	-3.31	-1.78E-02	-7.21E-02	-3.32E-02	-6.75
		COMB4	COMB8	COMB4	COMB9	COMB3	COMB7
C2C3	Maxima	1.39E-01	6.1	6.95E-03	3.42E-02	3.39E-02	7.77E-01
		COMB7	COMB7	COMB5	COMB8	COMB4	COMB7
C2D2	Minima	0	-3.22	0	-4.18E-02	0	-6.47
		COMB5	COMB5	COMB9	COMB9	COMB8	COMB4
C2D2	Maxima	0	5.76	0	5.53E-02	0	1.92
		COMB4	COMB4	COMB8	COMB8	COMB9	COMB4
C3C4	Minima	-1.38	-3.51	-7.88E-02	-1.83E-02	-2.38	-7.18
		COMB10	COMB8	COMB10	COMB6	COMB7	COMB7
C3C4	Maxima	4.77	7.31	1.27	1.03E-01	2.38	4.74
		COMB7	COMB7	COMB7	COMB3	COMB7	COMB7
C3D3	Minima	0	-2.47	0	-6.58E-02	0	-6.54
		COMB6	COMB6	COMB9	COMB9	COMB8	COMB3
C3D3	Maxima	0	5.93	0	3.65E-02	0	1.81
		COMB3	COMB3	COMB8	COMB8	COMB9	COMB3
C4D4	Minima	-1	-1.53	-7.35E-01	-1.48E-01	-8.28E-01	-3.03
		COMB7	COMB7	COMB9	COMB9	COMB9	COMB3
C4D4	Maxima	-5.27E-02	3.17	1.98E-01	9.36E-02	1.61	5.05E-01
		COMB10	COMB3	COMB8	COMB8	COMB9	COMB3
D1D2	Minima	-8.5	-5.58	-6.71E-01	-1.40E-01	-1.72	-9.26
		COMB9	COMB8	COMB4	COMB4	COMB4	COMB9
D1D2	Maxima	1.81	7.36	3.18E-01	3.14E-02	1.55	2.9
		COMB8	COMB7	COMB5	COMB5	COMB4	COMB8
D1E1	Minima	-6.15E-01	-3.75	-1.00E-01	-6.38E-02	-1.5	-3.68
		COMB8	COMB7	COMB10	COMB8	COMB7	COMB3
D1E1	Maxima	-1.57E-02	4.28	6.56E-01	4.16E-01	1.59	1.72
		COMB9	COMB3	COMB7	COMB9	COMB7	COMB3
D2D3	Minima	-3.46E-01	-3.8	-3.66E-02	-8.01E-02	-6.89E-02	-7.43
		COMB8	COMB8	COMB3	COMB9	COMB3	COMB7
D2D3	Maxima	2.29E-01	6.54	-6.18E-03	3.62E-02	6.85E-02	1.68
		COMB9	COMB7	COMB6	COMB8	COMB4	COMB9
D2E2	Minima	-8.7	-5.6	-3.10E-01	-5.24E-02	-2.28	-7.48
		COMB4	COMB9	COMB8	COMB8	COMB9	COMB4
D2E2	Maxima	3.2	7.33	1.07	1.10E-01	2.76	2.66
		COMB5	COMB3	COMB9	COMB9	COMB9	COMB3
D3D4	Minima	-2.99	-4.19	-2.52E-02	7.19E-03	-1.66	-8.51
		COMB8	COMB8	COMB6	COMB6	COMB7	COMB9
D3D4	Maxima	7.15	8.11	7.50E-01	1.54E-01	1.21	6.67
		COMB9	COMB7	COMB3	COMB3	COMB3	COMB9
D3E3	Minima	-8.04	-5.15	-4.27E-01	-5.77E-02	-2.18	-6.98
		COMB3	COMB9	COMB8	COMB8	COMB9	COMB3
D3E3	Maxima	2.05E-02	7.14	1.04	1.15E-01	2.71	2.8
		COMB6	COMB3	COMB9	COMB9	COMB9	COMB7
D4E4	Minima	-1.33	-3.93	-3.16E-01	-4.84E-02	-1.1	-2.68
		COMB7	COMB7	COMB8	COMB8	COMB9	COMB3
D4E4	Maxima	-3.43E-01	4.01	5.12E-01	3.62E-01	1.31	2.12
		COMB10	COMB3	COMB9	COMB9	COMB9	COMB7
E1E2	Minima	-1.73	-6.85	-5.37E-01	-9.90E-02	-1.28	-5.18
		COMB7	COMB3	COMB3	COMB4	COMB3	COMB4
E1E2	Maxima	-5.02E-01	6.31	6.07E-02	4.59E-02	1.34	3.67
		COMB10	COMB7	COMB6	COMB5	COMB3	COMB3
E1F1	Minima	-5.33E-01	-4.04	-1.29E-01	-1.10E-01	-5.90E-01	-3.27
		COMB3	COMB7	COMB5	COMB8	COMB4	COMB7
E1F1	Maxima	-3.69E-01	3.37	2.35E-01	-9.08E-03	4.50E-01	1.7
		COMB6	COMB3	COMB4	COMB9	COMB4	COMB7
E2E3	Minima	-7.55E-01	-3.52	-9.80E-01	-8.22E-03	-1.86	-4.52
		COMB4	COMB3	COMB9	COMB9	COMB9	COMB7
E2E3	Maxima	-1.47E-01	4.95	4.44E-01	9.95E-02	1.8	8.43E-01
		COMB9	COMB7	COMB8	COMB8	COMB9	COMB7
E2F2	Minima	-4.4	-6.04	-6.63E-03	3.35E-02	-5.03E-01	-6.34
		COMB4	COMB9	COMB10	COMB8	COMB7	COMB4
E2F2	Maxima	1.09	6.42	1.73E-01	6.54E-02	3.05E-01	2.54
		COMB5	COMB3	COMB7	COMB9	COMB3	COMB5
E3E4	Minima	-4.90E-01	-2.34	-3.05E-01	4.10E-02	-9.87E-01	-2.75
		COMB8	COMB4	COMB5	COMB6	COMB4	COMB7
E3E4	Maxima	-3.32E-02	3.57	5.09E-01	1.83E-01	9.11E-01	1.33
		COMB7	COMB7	COMB4	COMB3	COMB4	COMB7
E3F3	Minima	-3.4	-3.36	-2.15E-01	-4.64E-02	-5.57E-01	-5.45
		COMB3	COMB5	COMB4	COMB4	COMB4	COMB3
E3F3	Maxima	-9.03E-02	4.69	1.60E-01	-1.74E-02	4.36E-01	1.26
		COMB6	COMB3	COMB5	COMB5	COMB8	COMB3
F1F2	Minima	-1.13	-4.51	-4.04E-01	-1.58E-01	-1.04	-3.55
		COMB9	COMB3	COMB4	COMB4	COMB4	COMB3
F1F2	Maxima	-1.30E-01	3.78	1.63E-01	1.28E-01	9.23E-01	2.38
		COMB8	COMB7	COMB5	COMB5	COMB4	COMB3
F2F3	Minima	-5.11E-01	-2.19	-3.77E-01	-2.20E-01	-7.15E-01	-2.9
		COMB9	COMB3	COMB9	COMB9	COMB8	COMB7
F2F3	Maxima	8.54E-02	3.38	3.41E-01	-4.51E-03	7.23E-01	8.14E-01
		COMB4	COMB7	COMB8	COMB8	COMB9	COMB7



A continuación se presentan las tablas que se utilizaron para el cálculo del dimensionamiento de los elementos estructurales del centro multidisciplinario

**Análisis por flexocompresión en una o dos direcciones**



**ejemplo:**

$P_u = 19.26$  ton  
 $M_{ux} = 0.0559$  ton-m  
 $M_{uy} = 1.1081$  ton-m

**del Análisis Estructural**

$e_x = 0.0029$  m      excentricidad en Eje X  
 $e_x = 0.2902$  cm  
 $e_y = 0.0575$  m      excentricidad en Eje Y  
 $e_y = 5.7534$  cm

$R_x = e_x / L = 0.0097$   
 $R_y = e_y / L = 0.1918$

$R_x / R_y = 0.05044671$  ;  $0 < R_x / R_y < 1$

dado que  $R_x / R_y$  tiende a cero, se puede considerar **FLEXOCOMPRESIÓN UNIAxIAL**

**Mediante el Uso de Diagramas de Interacción para Flexocompresión**

Determinación de las constantes K y R para entrar a los D. I. y obtener el Índice de Refuerzo (q):

$K = 0.15735294$	$K = P_u / (F_r \cdot L \cdot f'_c)$ [adimensional]	; $F_r = 0,8$
$R = 0.03017702$	$R = M_u / (F_r \cdot L^2 \cdot f'_c)$ [adimensional]	; $F_r = 0,8$
$f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup>	valores para escoger el Diagrama de Interacción adecuado	
$d/b = 0.85$		
$q = 0.2$	índice de refuerzo	
$p = 0.00809524$	$p = q \cdot (f'_c / f_y)$	
$A_s = 7.29$ cm <sup>2</sup>	área de acero requerido	

**El área de acero más cercana corresponde a 4 v<sub>s</sub> # 5 ó 5/8" equivalente a  $A_s = 7,92$  cm<sup>2</sup>**

$\phi_{vi} = 5$  # de 1/8 in       $\phi_{est} = 3$  # de 1/8 in  
 $\phi_{vi} = 1.59$  cm       $\phi_{est} = 0.95$  cm

**Separación de estribos para evitar el pandeo del acero de refuerzo longitudinal**

$S_1 = 20.82$  cm  
 $S_2 = 45.72$  cm  
 $S_3 = 15$  cm

se tomará el menor de los tres = **15** cm

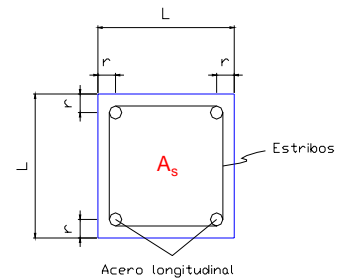
**Estribos v<sub>s</sub> # 3 ó 3/8" @ 15 cm a lo largo de la columna y @ 8 cm en los 50 cm próximos a las uniones trabe-columna**

**Tabla 3 Análisis de flexo compresión**



**Dimensiones propuestas:**

$L =$	30 cm	$; L = b = h$	por tratarse de columna cuadrada
$r =$	4.5 cm		recubrimiento del acero de refuerzo longitudinal
$\phi_M =$	5 # de 1/8 in		diámetro acero longitudinal
$\phi_M =$	1.59 cm		
$\phi_{est} =$	3 # de 1/8 in		diámetro estribos
$\phi_{est} =$	0.95 cm		
$r_{libre} =$	2.75 cm	$r_{libre} = r - 0,5 \phi_M - \phi_{est} > 2,5$ cm	
$d =$	25.5 cm	$d = L - r$	
$d/b =$	0.85		



**Materiales de Construcción:**

**Concreto Tipo I**

$f_c =$	250 kg/cm <sup>2</sup>	resistencia nominal a compresión de un cilindro de control en laboratorio
$f^*c =$	200 kg/cm <sup>2</sup>	$f^*c = 0,8 * f_c$
$f^*c =$	170 kg/cm <sup>2</sup>	$f^*c = 0,85 * f^*c$ si $f^*c < 250$ kg/cm <sup>2</sup>
		$f^*c = (1,05 - f^*c/1250) * f^*c$ si $f^*c > 250$ kg/cm <sup>2</sup>

**Acero de Refuerzo R42**

$f_y =$  4200 kg/cm<sup>2</sup>

**Porcentaje de acero de refuerzo ( $p = A_s / A_g$ )**

$p_{m\acute{a}x} =$	0.06 x100	
$p_{m\acute{i}n} =$	0.0048 x100	$p_{m\acute{i}n} = 20 / f_y$
$A_g =$	900.00 cm <sup>2</sup>	$A_g = L * L$
$A_s$ (mín) =	4.29 cm <sup>2</sup>	$A_s$ (mín) = $p_{m\acute{i}n} * A_g$

**Dimensiones propuestas:**

$L =$	-11.83333 cm	$; L = b = h$	por tratarse de columna cuadrada
$r =$	-24.33333 cm		recubrimiento del acero de refuerzo longitudinal
$\phi_M =$	-37 # de 1/8 in		diámetro acero longitudinal
$\phi_M =$	-11.69 cm		
$\phi_{est} =$	4 # de 1/8 in		diámetro estribos
$\phi_{est} =$	1.27 cm		
$r_{libre} =$	-19.76 cm	$r_{libre} = r - 0,5 \phi_M - \phi_{est} > 2,5$ cm	

**Tabla 4 Dimensión de trabes**



Dormitorios para Prestadores de Servicio Social

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton-Muy (ton-m))	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	Rx	Ry	Rx/Ry	Flexcomp	K	Ry	q	p	As (cm <sup>2</sup> )	Descripción	
A2	30	360	5.50	2.57	3.14	0.47	46.73	0.57	57.09	1.56	1.90	0.818	BIAXIAL	0.045	0.086	0.3	0.0121	10.93	4 vs #6 ó 3/4" -As = 11,40 cm <sup>2</sup> , con estribos vs #3 ó 3/8" @ 15 cm
A3	30	340	8.87	3.09	3.53	0.35	34.84	0.40	39.80	1.16	1.33	0.875	BIAXIAL	0.072	0.096	0.3	0.0121	10.93	
A4	30	320	5.93	3.12	3.78	0.53	52.61	0.64	63.74	1.75	2.12	0.825	BIAXIAL	0.048	0.103	0.3	0.0121	10.93	
B1	30	340	6.76	3.58	4.1	0.53	52.96	0.61	60.65	1.77	2.02	0.873	BIAXIAL	0.055	0.112	0.3	0.0121	10.93	
B2	30	360	12.42	3.19	3.42	0.26	25.68	0.28	27.54	0.86	0.92	0.933	BIAXIAL	0.101	0.093	0.3	0.0121	10.93	
B3	30	340	11.21	3.3	3.65	0.29	29.44	0.33	32.56	0.98	1.09	0.904	BIAXIAL	0.092	0.099	0.3	0.0121	10.93	
B4	30	320	8.51	3.65	4.05	0.43	42.89	0.48	47.59	1.43	1.59	0.901	BIAXIAL	0.070	0.110	0.3	0.0121	10.93	
C1	30	340	9.63	4.31	4.54	0.45	44.76	0.47	47.14	1.49	1.57	0.949	BIAXIAL	0.079	0.124	0.3	0.0121	10.93	
C2	30	360	15.26	3.21	3.95	0.21	21.04	0.26	25.88	0.70	0.86	0.813	BIAXIAL	0.125	0.108	0.3	0.0121	10.93	
C3	30	340	13.06	3.5	3.71	0.27	26.80	0.28	28.41	0.89	0.95	0.943	BIAXIAL	0.107	0.101	0.3	0.0121	10.93	
C4	30	320	8.13	3.79	4.23	0.47	46.62	0.52	52.03	1.55	1.73	0.896	BIAXIAL	0.066	0.115	0.3	0.0121	10.93	
D1	30	340	10.54	4.13	4.49	0.39	39.18	0.43	42.60	1.31	1.42	0.920	BIAXIAL	0.086	0.122	0.3	0.0121	10.93	
D2	30	360	17.67	3.55	3.96	0.20	20.09	0.26	22.41	0.67	0.75	0.896	BIAXIAL	0.144	0.108	0.3	0.0121	10.93	
D3	30	340	16.37	3.83	3.89	0.23	23.40	0.24	23.76	0.78	0.79	0.985	BIAXIAL	0.134	0.106	0.3	0.0121	10.93	
D4	30	320	10.39	4.17	4.41	0.40	40.13	0.42	42.44	1.34	1.41	0.946	BIAXIAL	0.085	0.120	0.3	0.0121	10.93	
E1	30	340	13.06	4.23	5.01	0.32	32.39	0.38	38.36	1.08	1.28	0.844	BIAXIAL	0.107	0.136	0.3	0.0121	10.93	
E2	30	360	21.40	3.21	4.45	0.15	15.00	0.21	20.79	0.50	0.69	0.721	BIAXIAL	0.175	0.121	0.3	0.0121	10.93	
E3	30	340	14.74	3.61	4.27	0.24	24.49	0.29	28.97	0.82	0.97	0.845	BIAXIAL	0.120	0.116	0.3	0.0121	10.93	
E4	30	320	7.04	3.59	4.52	0.51	50.99	0.64	64.20	1.70	2.14	0.794	BIAXIAL	0.058	0.123	0.3	0.0121	10.93	
F1	30	340	7.30	3.71	4.63	0.51	50.82	0.63	63.42	1.69	2.11	0.801	BIAXIAL	0.060	0.126	0.3	0.0121	10.93	
F2	30	360	11.58	3.52	4.43	0.30	30.40	0.38	38.26	1.01	1.28	0.795	BIAXIAL	0.095	0.121	0.3	0.0121	10.93	
F3	30	340	6.18	3.03	4.23	0.49	49.03	0.68	68.45	1.63	2.28	0.716	BIAXIAL	0.050	0.115	0.3	0.0121	10.93	

22 columnas:

- 6.75 m<sup>3</sup> de concreto incluye espacio ocupado por el acero de refuerzo ( aprox. 15% del volumen total )
- 360 m de varilla # 6 ó 3/4" para acero longitudinal, no incluye desperdicio por cortes y habilitado
- 554 m de varilla # 3 ó 3/8" para 528 estribos aprox., no incluye desperdicio por cortes
- kg de alambre recocido para amarres y sujeción del acero de refuerzo
- 90 m<sup>2</sup> de superficie de contacto entre columnas y cimbra (hoja de triplay)
- kg de clavo de 4" para troquelar cimbra
- l (litros) de diesel o desmoldante para cimbra

Tabla 5 Dimensión de elementos de dormitorios

Consultorios de Enfermería, Odontología, Oftalmología, Psicología y Trabajo Social, y Biblioteca

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton-Muy (ton-m))	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	Rx	Ry	Rx/Ry	Flexcomp	K	Ry	q	p	As (cm <sup>2</sup> )	Descripción	
A6	30	340	3.51	2.52	3.02	0.72	71.79	0.86	86.04	2.39	2.87	0.834	BIAXIAL	0.029	0.082	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
A9	30	340	9.37	2.45	5.98	0.26	26.15	0.64	63.82	0.87	2.13	0.410	BIAXIAL	0.077	0.163	0.4	0.0162	14.57	8vs#5 ó 5/8"
A11	30	340	6.20	2.35	2.97	0.38	37.90	0.48	47.90	1.26	1.60	0.791	BIAXIAL	0.051	0.081	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
A13	30	340	6.31	2.42	2.69	0.38	38.35	0.43	42.63	1.28	1.42	0.900	BIAXIAL	0.052	0.073	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
A15	30	340	3.53	2.07	2.39	0.59	58.64	0.68	67.71	1.95	2.26	0.866	BIAXIAL	0.029	0.065	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B6	30	360	9.59	3.14	5.89	0.33	32.74	0.61	61.42	1.09	2.05	0.533	BIAXIAL	0.078	0.160	0.4	0.0162	14.57	8vs#5 ó 5/8"
B11	30	360	16.98	2.71	4.35	0.16	15.96	0.26	25.62	0.53	0.85	0.623	BIAXIAL	0.139	0.118	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
B13	30	360	10.93	1.62	3.72	0.15	14.82	0.34	34.03	0.49	1.13	0.435	BIAXIAL	0.089	0.101	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B15	30	360	9.08	2.43	2.61	0.27	26.76	0.29	28.74	0.89	0.96	0.931	BIAXIAL	0.074	0.071	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B18	30	340	5.85	2.93	3.12	0.50	50.09	0.53	53.33	1.67	1.78	0.939	BIAXIAL	0.048	0.085	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B19	30	320	3.92	2.86	3.42	0.73	72.96	0.87	87.24	2.43	2.91	0.836	BIAXIAL	0.032	0.093	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C6	30	360	4.54	2.84	3.24	0.63	62.56	0.71	71.37	2.09	2.38	0.877	BIAXIAL	0.037	0.088	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C9	30	360	17.03	2.72	4.35	0.16	15.97	0.26	25.54	0.53	0.85	0.625	BIAXIAL	0.139	0.118	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C11	30	360	11.31	2.54	2.85	0.22	22.46	0.25	25.20	0.75	0.84	0.891	BIAXIAL	0.092	0.078	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C13	30	360	10.78	2.47	2.72	0.23	22.91	0.25	25.23	0.76	0.84	0.908	BIAXIAL	0.088	0.074	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C15	30	360	10.62	2.56	2.63	0.24	24.11	0.25	24.76	0.80	0.83	0.973	BIAXIAL	0.087	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C18	30	340	11.10	2.97	3.19	0.27	26.76	0.29	28.74	0.89	0.96	0.931	BIAXIAL	0.091	0.087	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C19	30	320	6.25	3.61	3.64	0.58	57.76	0.58	58.24	1.93	1.94	0.992	BIAXIAL	0.051	0.099	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
CC8	30	360	4.37	2.63	2.91	0.60	60.18	0.67	66.59	2.01	2.22	0.904	BIAXIAL	0.036	0.079	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
D11	30	360	11.33	2.63	2.8	0.23	23.21	0.25	24.71	0.77	0.82	0.939	BIAXIAL	0.093	0.076	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D13	30	360	11.11	2.63	2.65	0.24	23.67	0.24	23.85	0.79	0.80	0.992	BIAXIAL	0.091	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D15	30	360	10.72	2.43	2.59	0.23	22.67	0.24	24.16	0.76	0.81	0.938	BIAXIAL	0.088	0.071	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D18	30	340	10.87	2.84	3.26	0.26	26.13	0.30	29.99	0.87	1.00	0.871	BIAXIAL	0.089	0.089	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
D19	30	320	6.12	3.43	3.66	0.56	56.05	0.60	59.80	1.87	1.99	0.937	BIAXIAL	0.050	0.100	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
DD10	30	360	6.12	3.43	3.66	0.56	56.05	0.60	59.80	1.87	1.99	0.937	BIAXIAL	0.050	0.100	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
E11	30	360	10.57	2.64	2.79	0.25	24.98	0.26	26.40	0.83	0.88	0.946	BIAXIAL	0.086	0.076	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E13	30	360	11.95	1.52	3.65	0.13	12.72	0.31	30.54	0.42	1.02	0.416	BIAXIAL	0.098	0.099	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E15	30	360	11.59	2.33	2.65	0.20	20.10	0.23	22.86	0.67	0.76	0.879	BIAXIAL	0.095	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E18	30	340	11.76	2.73	3.4	0.23	23.21	0.29	28.91	0.77	0.96	0.803	BIAXIAL	0.096	0.093	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
E19	30	320	6.84	3.51	3.77	0.51	51.32	0.55	55.12	1.71	1.84	0.931	BIAXIAL	0.056	0.103	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"

Tabla 6 Dimensión de elementos del centro



INGENIERÍA DE PROYECTO

Consultorios de Enfermería, Odontología, Oftalmología, Psicología y Trabajo Social, y Biblioteca

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton-Muy (ton-m))	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>x/Ry</sub>	Flexcomp	K	R <sub>y</sub>	q	p	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Descripción	
A6	30	340	3.51	2.52	3.02	0.72	71.79	0.86	86.04	2.39	2.87	0.834	BIAXIAL	0.029	0.082	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
A9	30	340	9.37	2.45	5.98	0.26	26.15	0.64	63.82	0.87	2.13	0.410	BIAXIAL	0.077	0.163	0.4	0.0162	14.57	8vs#5 ó 5/8"
A11	30	340	6.20	2.35	2.97	0.38	37.90	0.48	47.90	1.26	1.60	0.791	BIAXIAL	0.051	0.081	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
A13	30	340	6.31	2.42	2.69	0.38	38.35	0.43	42.63	1.28	1.42	0.900	BIAXIAL	0.052	0.073	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
A15	30	340	3.53	2.07	2.39	0.59	58.64	0.68	67.71	1.95	2.26	0.866	BIAXIAL	0.029	0.065	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B6	30	360	9.59	3.14	5.89	0.33	32.74	0.61	61.42	1.09	2.05	0.533	BIAXIAL	0.078	0.160	0.4	0.0162	14.57	8vs#5 ó 5/8"
B11	30	360	16.98	2.71	4.35	0.16	15.96	0.26	25.62	0.53	0.85	0.623	BIAXIAL	0.139	0.118	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
B13	30	360	10.93	1.62	3.72	0.15	14.82	0.34	34.03	0.49	1.13	0.435	BIAXIAL	0.089	0.101	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B15	30	360	9.08	2.43	2.61	0.27	26.76	0.29	28.74	0.89	0.96	0.931	BIAXIAL	0.074	0.071	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B18	30	340	5.85	2.93	3.12	0.50	50.09	0.53	53.33	1.67	1.78	0.939	BIAXIAL	0.048	0.085	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
B19	30	320	3.92	2.86	3.42	0.73	72.96	0.87	87.24	2.43	2.91	0.836	BIAXIAL	0.032	0.093	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C6	30	360	4.54	2.84	3.24	0.63	62.56	0.71	71.37	2.09	2.38	0.877	BIAXIAL	0.037	0.088	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C9	30	360	17.03	2.72	4.35	0.16	15.97	0.26	25.54	0.53	0.85	0.625	BIAXIAL	0.139	0.118	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C11	30	360	11.31	2.54	2.85	0.22	22.46	0.25	25.20	0.75	0.84	0.891	BIAXIAL	0.092	0.078	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C13	30	360	10.78	2.47	2.72	0.23	22.91	0.25	25.23	0.76	0.84	0.908	BIAXIAL	0.088	0.074	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C15	30	360	10.62	2.56	2.63	0.24	24.11	0.25	24.76	0.80	0.83	0.973	BIAXIAL	0.087	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
C18	30	340	11.10	2.97	3.19	0.27	26.76	0.29	28.74	0.89	0.96	0.931	BIAXIAL	0.091	0.087	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
C19	30	320	6.25	3.61	3.64	0.58	57.76	0.58	58.24	1.93	1.94	0.992	BIAXIAL	0.051	0.099	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
CC8	30	360	4.37	2.63	2.91	0.60	60.18	0.67	66.59	2.01	2.22	0.904	BIAXIAL	0.036	0.079	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
D11	30	360	11.33	2.63	2.8	0.23	23.21	0.25	24.71	0.77	0.82	0.939	BIAXIAL	0.093	0.076	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D13	30	360	11.11	2.63	2.65	0.24	23.67	0.24	23.85	0.79	0.80	0.992	BIAXIAL	0.091	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D15	30	360	10.72	2.43	2.59	0.23	22.67	0.24	24.16	0.76	0.81	0.938	BIAXIAL	0.088	0.071	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
D18	30	340	10.87	2.84	3.26	0.26	26.13	0.30	29.99	0.87	1.00	0.871	BIAXIAL	0.089	0.089	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
D19	30	320	6.12	3.43	3.66	0.56	56.05	0.60	59.80	1.87	1.99	0.937	BIAXIAL	0.050	0.100	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
DD10	30	360	6.12	3.43	3.66	0.56	56.05	0.60	59.80	1.87	1.99	0.937	BIAXIAL	0.050	0.100	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
E11	30	360	10.57	2.64	2.79	0.25	24.98	0.26	26.40	0.83	0.88	0.946	BIAXIAL	0.086	0.076	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E13	30	360	11.95	1.52	3.65	0.13	12.72	0.31	30.54	0.42	1.02	0.416	BIAXIAL	0.098	0.099	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E15	30	360	11.59	2.33	2.65	0.20	20.10	0.23	22.86	0.67	0.76	0.879	BIAXIAL	0.095	0.072	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
E18	30	340	11.76	2.73	3.4	0.23	23.21	0.29	28.91	0.77	0.96	0.803	BIAXIAL	0.096	0.093	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
E19	30	320	6.84	3.51	3.77	0.51	51.32	0.55	55.12	1.71	1.84	0.931	BIAXIAL	0.056	0.103	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"

Tabla 7 Dimensión de elementos del centro

Consultorios de Enfermería, Odontología, Oftalmología, Psicología y Trabajo Social, y Biblioteca (continuación)

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton-Muy (ton-m))	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>x/Ry</sub>	Flexcomp	K	R <sub>y</sub>	q	p	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Descripción	
G11	30	360	13.01	2.49	2.71	0.19	19.14	0.21	20.83	0.64	0.69	0.919	BIAXIAL	0.106	0.074	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
G13	30	360	12.65	2.59	2.95	0.20	20.47	0.23	23.32	0.68	0.78	0.878	BIAXIAL	0.103	0.080	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
G15	30	360	12.08	2.44	2.82	0.20	20.20	0.23	23.34	0.67	0.78	0.865	BIAXIAL	0.099	0.077	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
G18	30	340	9.08	2.76	3.44	0.30	30.40	0.38	37.89	1.01	1.26	0.802	BIAXIAL	0.074	0.094	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
G19	30	320	4.01	3.4	3.77	0.85	84.79	0.94	94.01	2.83	3.13	0.902	BIAXIAL	0.033	0.103	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
I11	30	360	13.88	2.71	2.75	0.20	19.52	0.20	19.81	0.65	0.66	0.985	BIAXIAL	0.113	0.075	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
I13	30	360	13.59	2.54	3.1	0.19	18.69	0.23	22.81	0.62	0.76	0.819	BIAXIAL	0.111	0.084	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
I15	30	360	13.57	2.41	3.06	0.18	17.76	0.23	22.55	0.59	0.75	0.788	BIAXIAL	0.111	0.083	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
I18	30	340	6.96	2.92	3.4	0.42	41.95	0.49	48.85	1.40	1.63	0.859	BIAXIAL	0.057	0.093	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
K11	30	360	11.87	2.72	2.83	0.23	22.91	0.24	23.84	0.76	0.79	0.961	BIAXIAL	0.097	0.077	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
K13	30	360	11.83	2.3	3.26	0.19	19.44	0.28	27.56	0.65	0.92	0.706	BIAXIAL	0.097	0.089	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
K15	30	360	11.66	2.2	3.24	0.19	18.87	0.28	27.79	0.63	0.93	0.679	BIAXIAL	0.095	0.088	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
K18	30	340	6.32	2.76	3.53	0.44	43.67	0.56	55.85	1.46	1.86	0.782	BIAXIAL	0.052	0.096	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"

43 columnas:

- 13.54 m<sup>3</sup> de concreto incluye espacio ocupado por el acero de refuerzo ( aprox. 15% del volumen total )
- 898.56 m de varilla # 5 ó 5/8" para acero longitudinal, no incluye desperdicio por cortes y habilitado
- 1084 m de varilla # 3 ó 3/8" para 1032 estribos aprox., no incluye desperdicio por cortes
- kg de alambre recocido para amarres y sujeción del acero de refuerzo
- 180.48 m<sup>2</sup> de superficie de contacto entre columnas y cimbra (hoja de triplay)
- kg de clavo de 4" para troquelar cimbra
- l (litros) de diesel o desmoldante para cimbra

Tabla 8 Dimensión de elementos del centro



Consultorios de Veterinaria, Sala de PC's y Laboratorio de Biología

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	Rx	Ry	Rx/Ry	Flexcomp	K	Ry	q	p	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Descripción
F1	30	320	2.72	2.18	2.45	0.80	80.15	0.90	90.07	2.67	3.00	0.890	BIAXIAL	0.022	0.067	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
F2	30	340	5.70	2.78	3.86	0.49	48.77	0.68	67.72	1.63	2.26	0.720	BIAXIAL	0.047	0.105	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
GG1	30	320	6.51	2.49	4.21	0.38	38.25	0.65	64.67	1.27	2.16	0.591	BIAXIAL	0.053	0.115	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
GG3	30	360	7.24	2.68	4.44	0.37	37.02	0.61	61.33	1.23	2.04	0.604	BIAXIAL	0.059	0.121	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
H1	30	320	7.01	2.32	5.11	0.33	33.10	0.73	72.90	1.10	2.43	0.454	BIAXIAL	0.057	0.139	0.35	0.0142	12.75	8vs#5 ó 5/8"
H3	30	360	12.83	2.4	4.34	0.19	18.71	0.34	33.83	0.62	1.13	0.553	BIAXIAL	0.105	0.118	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
H4	30	360	3.07	2.49	2.58	0.81	81.11	0.84	84.04	2.70	2.80	0.965	BIAXIAL	0.025	0.070	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
H5	30	360	4.21	2.16	2.53	0.51	51.31	0.60	60.10	1.71	2.00	0.854	BIAXIAL	0.034	0.069	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
H7	30	360	7.87	2.44	4.29	0.31	31.00	0.55	54.51	1.03	1.82	0.569	BIAXIAL	0.064	0.117	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
H10	30	360	5.04	2.63	3.57	0.52	52.18	0.71	70.83	1.74	2.36	0.737	BIAXIAL	0.041	0.097	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
J1	30	320	6.79	2.31	5.02	0.34	34.02	0.74	73.93	1.13	2.46	0.460	BIAXIAL	0.055	0.137	0.35	0.0142	12.75	8vs#5 ó 5/8"
J3	30	360	13.71	2.44	3.54	0.18	17.80	0.26	25.82	0.59	0.86	0.689	BIAXIAL	0.112	0.096	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
J5	30	360	11.35	2.25	2.35	0.20	19.82	0.21	20.70	0.66	0.69	0.957	BIAXIAL	0.093	0.064	0.2	0.0081	7.29	6vs#5 ó 5/8"
J10	30	360	11.35	2.25	2.35	0.20	19.82	0.21	20.70	0.66	0.69	0.957	BIAXIAL	0.093	0.064	0.2	0.0081	7.29	6vs#5 ó 5/8"
K1	30	320	6.75	2.4	4.3	0.36	35.56	0.64	63.70	1.19	2.12	0.558	BIAXIAL	0.055	0.117	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
K3	30	360	14.17	2.31	2.55	0.16	16.30	0.18	18.00	0.54	0.60	0.906	BIAXIAL	0.116	0.069	0.2	0.0081	7.29	6vs#5 ó 5/8"
K5	30	360	9.01	2.27	3.31	0.25	25.19	0.37	36.74	0.84	1.22	0.686	BIAXIAL	0.074	0.090	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
K7	30	360	12.06	2.56	3.7	0.21	21.23	0.31	30.68	0.71	1.02	0.692	BIAXIAL	0.099	0.101	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
K10	30	360	7.89	2.93	3.33	0.37	37.14	0.42	42.21	1.24	1.41	0.880	BIAXIAL	0.064	0.091	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
M1	30	320	2.43	1.98	2.22	0.81	81.48	0.91	91.36	2.72	3.05	0.892	BIAXIAL	0.020	0.060	0.2	0.0081	7.29	4vs#5 ó 5/8"
M2	30	340	3.77	2.6	3.53	0.69	68.97	0.94	93.63	2.30	3.12	0.737	BIAXIAL	0.031	0.096	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
M3	30	360	11.91	2.52	3.79	0.21	21.16	0.32	31.82	0.71	1.06	0.665	BIAXIAL	0.097	0.103	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
M5	30	360	9.01	2.61	4.54	0.29	28.97	0.50	50.39	0.97	1.68	0.575	BIAXIAL	0.074	0.124	0.35	0.0142	12.75	8vs#5 ó 5/8"

Tabla 9 Dimensión de elementos del centro

Consultorios de Veterinaria, Sala de PC's y Laboratorio de Biología (continuación)

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	Rx	Ry	Rx/Ry	Flexcomp	K	Ry	q	p	A <sub>s</sub> (cm <sup>2</sup> )	Descripción
O3	30	360	3.54	2.23	2.69	0.63	62.99	0.76	75.99	2.10	2.53	0.829	BIAXIAL	0.029	0.073	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
O4	30	360	5.79	2.31	3.77	0.40	39.90	0.65	65.11	1.33	2.17	0.613	BIAXIAL	0.047	0.103	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"
O5	30	360	3.65	2.08	2.73	0.57	56.99	0.75	74.79	1.90	2.49	0.762	BIAXIAL	0.030	0.074	0.3	0.0121	10.93	6vs#5 ó 5/8"

26 columnas:

- 8.17 m<sup>3</sup> de concreto incluye espacio ocupado por el acero de refuerzo ( aprox. 15% del volumen total )
- 665.28 m de varilla # 5 ó 5/8" para acero longitudinal, no incluye desperdicio por cortes y habilitado
- 655 m de varilla # 3 ó 3/8" para 624 estribos aprox., no incluye desperdicio por cortes
- kg de alambre recocido para amarres y sujeción del acero de refuerzo
- 108.96 m<sup>2</sup> de superficie de contacto entre columnas y cimbra (hoja de triplay)
- kg de clavo de 4" para troquelar cimbra
- l (litros) de diesel o desmoldante para cimbra

Tabla 10 Dimensión de elementos del centro



Auditorio, Ludoteca, Almacén y Sala de Juntas

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>x</sub> /R <sub>y</sub>	Flexcomp	K	R <sub>y</sub>	q	p	As (cm <sup>2</sup> )	Descripción
L7	40	360	6.99	4.37	4.44	0.63	62.52	0.64	63.52	1.56	1.59	0.984	BIAXIAL	0.032	0.051	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
L10	40	360	16.07	4.38	6.67	0.27	27.26	0.42	41.51	0.68	1.04	0.657	BIAXIAL	0.074	0.077	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
L12	40	360	13.41	4.25	6.71	0.32	31.69	0.50	50.04	0.79	1.25	0.633	BIAXIAL	0.062	0.077	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
L14	40	360	13.04	4.25	6.55	0.33	32.59	0.50	50.23	0.81	1.26	0.649	BIAXIAL	0.060	0.075	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
L16	40	360	12.90	4.31	5.63	0.33	33.41	0.44	43.64	0.84	1.09	0.766	BIAXIAL	0.059	0.065	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
L18	40	360	5.71	3.3	4.21	0.58	57.79	0.74	73.73	1.44	1.84	0.784	BIAXIAL	0.026	0.048	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
N7	40	360	12.63	4.46	5.54	0.35	35.31	0.44	43.86	0.88	1.10	0.805	BIAXIAL	0.058	0.064	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
N18	40	360	11.65	3.4	5.07	0.29	29.18	0.44	43.52	0.73	1.09	0.671	BIAXIAL	0.054	0.058	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
O7	40	360	9.72	3.98	4.47	0.41	40.95	0.46	45.99	1.02	1.15	0.890	BIAXIAL	0.045	0.051	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
O10	40	360	26.75	4.19	5.41	0.16	15.66	0.20	20.22	0.39	0.51	0.774	BIAXIAL	0.123	0.062	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
O12	40	360	36.08	10.52	12.11	0.29	29.16	0.34	33.56	0.73	0.84	0.869	BIAXIAL	0.166	0.139	0.50	0.0202	32.38	4vs#10 ó 1-1/4"
O14	40	360	29.98	10.77	11.76	0.36	35.92	0.39	39.23	0.90	0.98	0.916	BIAXIAL	0.138	0.135	0.50	0.0202	32.38	4vs#10 ó 1-1/4"
O16	40	360	29.73	10.63	10.98	0.36	35.76	0.37	36.93	0.89	0.92	0.968	BIAXIAL	0.137	0.126	0.50	0.0202	32.38	4vs#10 ó 1-1/4"
O18	40	360	20.30	9.22	10.36	0.45	45.42	0.51	51.03	1.14	1.28	0.890	BIAXIAL	0.093	0.119	0.50	0.0202	32.38	4vs#10 ó 1-1/4"
2O12	40	140	6.96	4.35	5.73	0.63	62.50	0.82	82.33	1.56	2.06	0.759	BIAXIAL	0.032	0.066	0.20	0.0081	12.95	4vs#10 ó 1-1/4"
2O14	40	140	12.21	5.76	7.98	0.47	47.17	0.65	65.36	1.18	1.63	0.722	BIAXIAL	0.056	0.092	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2O16	40	140	12.68	5.07	8.31	0.40	39.98	0.66	65.54	1.00	1.64	0.610	BIAXIAL	0.058	0.095	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2O18	40	140	6.61	2.05	5.19	0.31	31.01	0.79	78.52	0.78	1.96	0.395	BIAXIAL	0.030	0.060	0.20	0.0081	12.95	4vs#10 ó 1-1/4"
P7	40	360	9.07	3.78	4.45	0.42	41.68	0.49	49.06	1.04	1.23	0.849	BIAXIAL	0.042	0.051	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
P10	40	360	14.27	3.91	4.17	0.27	27.40	0.29	29.22	0.69	0.73	0.938	BIAXIAL	0.066	0.048	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
P12	40	360	23.76	8.74	10.92	0.37	36.78	0.46	45.96	0.92	1.15	0.800	BIAXIAL	0.109	0.125	0.40	0.0162	25.90	4vs#10 ó 1-1/4"
P18	40	360	21.52	8.53	9.16	0.40	39.64	0.43	42.57	0.99	1.06	0.931	BIAXIAL	0.099	0.105	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2P12	40	140	14.11	7.78	9.1	0.55	55.14	0.64	64.49	1.38	1.61	0.855	BIAXIAL	0.065	0.105	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2P18	40	140	10.91	3.87	7.26	0.35	35.47	0.67	66.54	0.89	1.66	0.533	BIAXIAL	0.050	0.083	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"

Tabla 11 Dimensión de elementos de dormitorios

Auditorio, Ludoteca, Almacén y Sala de Juntas (continuación)

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>x</sub> (cm)	e <sub>y</sub> (m)	e <sub>y</sub> (cm)	R <sub>x</sub>	R <sub>y</sub>	R <sub>x</sub> /R <sub>y</sub>	Flexcomp	K	R <sub>y</sub>	q	p	As (cm <sup>2</sup> )	Descripción
Q7	40	360	10.88	3.68	4.54	0.34	33.82	0.42	41.73	0.85	1.04	0.811	BIAXIAL	0.050	0.052	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
Q10	40	360	20.46	3.98	4.14	0.19	19.45	0.20	20.23	0.49	0.51	0.961	BIAXIAL	0.094	0.048	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
Q12	40	360	28.67	8.31	10.81	0.29	28.99	0.38	37.70	0.72	0.94	0.769	BIAXIAL	0.132	0.124	0.40	0.0162	25.90	4vs#10 ó 1-1/4"
Q16	40	360	28.67	8.31	10.81	0.29	28.99	0.38	37.70	0.72	0.94	0.769	BIAXIAL	0.132	0.124	0.40	0.0162	25.90	4vs#10 ó 1-1/4"
Q17	40	360	22.76	8.56	8.58	0.38	37.61	0.38	37.70	0.94	0.94	0.998	BIAXIAL	0.105	0.099	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2Q12	40	140	15.73	7.59	9.27	0.48	48.25	0.59	58.93	1.21	1.47	0.819	BIAXIAL	0.072	0.107	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2Q16	40	140	15.73	7.59	9.27	0.48	48.25	0.59	58.93	1.21	1.47	0.819	BIAXIAL	0.072	0.107	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2Q17	40	140	12.49	6.05	7.85	0.48	48.44	0.63	62.85	1.21	1.57	0.771	BIAXIAL	0.057	0.090	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
R7	40	360	7.62	3.36	4.37	0.44	44.09	0.57	57.35	1.10	1.43	0.769	BIAXIAL	0.035	0.050	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
R10	40	360	12.11	3.62	4.02	0.30	29.89	0.33	33.20	0.75	0.83	0.900	BIAXIAL	0.056	0.046	0.20	0.0081	12.95	8vs#5 ó 5/8"
R12	40	360	22.01	9.56	10.2	0.43	43.43	0.46	46.34	1.09	1.16	0.937	BIAXIAL	0.101	0.117	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
R14	40	360	22.01	9.56	10.2	0.43	43.43	0.46	46.34	1.09	1.16	0.937	BIAXIAL	0.101	0.117	0.30	0.0121	19.43	4vs#10 ó 1-1/4"
2R12	40	140	8.12	1.88	4.51	0.23	23.15	0.56	55.54	0.58	1.39	0.417	BIAXIAL	0.037	0.052	0.20	0.0081	12.95	4vs#10 ó 1-1/4"
2R14	40	140	8.12	1.88	4.51	0.23	23.15	0.56	55.54	0.58	1.39	0.417	BIAXIAL	0.037	0.052	0.20	0.0081	12.95	4vs#10 ó 1-1/4"

37 columnas:

- 17.79 m<sup>3</sup> de concreto incluye espacio ocupado por el acero de refuerzo ( aprox. 15% del volumen total )
- 552.96 m de varilla # 5 ó 5/8" para acero longitudinal, no incluye desperdicio por cortes y habilitado
- 264 m de varilla # 10 ó 1-1/4" para acero longitudinal, no incluye desperdicio por cortes y habilitado
- 796 m de varilla # 3 ó 3/8" para 758 estribos aprox., no incluye desperdicio por cortes
- kg de alambre recocido para amarres y sujeción del acero de refuerzo
- 180.16 m<sup>2</sup> de superficie de contacto entre columnas y cimbra (hoja de triplay)
- kg de clavo de 4" para troquelar cimbra
- l (litros) de diesel o desmoldante para cimbra

Tabla12 Dimensión de elementos del centro



**Dimensiones de columna propuestas:**

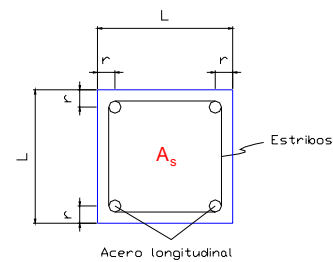
$L = 30$  cm  
 $r = 4.5$  cm

;  $L = b = h$  por tratarse de columna cuadrada  
recubrimiento del acero de refuerzo longitudinal

**Dimensiones de zapata propuestas:**

$B = 60$  cm  
 $L = 60$  cm  
 $Df = 80$  cm

ancho de zapata  
largo de zapata  
profundidad de desplante



**Dimensiones de contrabe propuestas:**

$b = 30$  cm  
 $h = 50$  cm  
 $Df = 80$  cm

ancho de trabe  
peralte de trabe  
profundidad de desplante

**Momentos de inercia de los distintos elementos**

$I_{xx}$  (columna) = 67500 cm<sup>4</sup>  
 $I_{xx}$  (zapata) = 1080000 cm<sup>4</sup>  
 $I_{xx}$  (contrabe) = 312500 cm<sup>4</sup>

**Materiales de Construcción:**

**Concreto Tipo I**

$f'_c = 250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $f^*_c = 200$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $f''_c = 170$  kg/cm<sup>2</sup>

resistencia nominal a compresión de un cilindro de control en laboratorio  
 $f^*_c = 0,8 * f'_c$   
 $f''_c = 0,85 * f^*_c$  si  $f^*_c < 250$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $f''_c = (1,05 - f^*_c/1250) * f^*_c$  si  $f^*_c > 250$  kg/cm<sup>2</sup>

**Acero de Refuerzo R42**

$f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

**Dormitorios para Prestadores de Servicio Social**

Columna	L <sub>columna</sub> (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	B <sub>zapata</sub> (cm)	L <sub>zapata</sub> (cm)	D <sub>f</sub> (cm)	$\sigma_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_v$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{1x}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{2x}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{1y}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{2y}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
A2	30	360	5.50	2.57	3.14	60	60	80	1.53	15.28	21.82	-18.76	15.13	-12.08
A3	30	340	8.87	3.09	3.53	60	60	80	2.46	24.64				
A4	30	320	5.93	3.12	3.78	60	60	80	1.65	16.47				
B1	30	340	6.76	3.58	4.1	60	60	80	1.88	18.78				
B2	30	360	12.42	3.19	3.42	60	60	80	3.45	34.50				
B3	30	340	11.21	3.3	3.65	60	60	80	3.11	31.14				
B4	30	320	8.51	3.65	4.05	60	60	80	2.36	23.64				
C1	30	340	9.63	4.31	4.54	60	60	80	2.68	26.75				
C2	30	360	15.26	3.21	3.95	60	60	80	4.24	42.39				
C3	30	340	13.06	3.5	3.71	60	60	80	3.63	36.28				
C4	30	320	8.13	3.79	4.23	60	60	80	2.26	22.58				
D1	30	340	10.54	4.13	4.49	60	60	80	2.93	29.28				
D2	30	360	17.67	3.55	3.96	60	60	80	4.91	49.08				
D3	30	340	16.37	3.83	3.89	60	60	80	4.55	45.47				
D4	30	320	10.39	4.17	4.41	60	60	80	2.89	28.86				
E1	30	340	13.06	4.23	5.01	60	60	80	3.63	36.28				
E2	30	360	21.40	3.21	4.45	60	60	80	5.94	59.44				
E3	30	340	14.74	3.61	4.27	60	60	80	4.09	40.94				
E4	30	320	7.04	3.59	4.52	60	60	80	1.96	19.56				
F1	30	340	7.30	3.71	4.63	60	60	80	2.03	20.28				
F2	30	360	11.58	3.52	4.43	60	60	80	3.22	32.17				
F3	30	340	6.18	3.03	4.23	60	60	80	1.72	17.17				

**Tabla 13 Dimensión final de elementos estructurales**



Consultorios de Enfermería, Odontología, Oftalmología, Psicología y Trabajo Social, y Biblioteca Consultorios de Veterinaria, Sala de PC's y Laboratorio de Biología

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)	Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)
A6	30	360	3.51	2.52	3.02	F1	30	360	2.72	2.18	2.45
A9	30	360	9.37	2.45	5.98	F2	30	360	5.70	2.78	3.86
A11	30	360	6.20	2.35	2.97	GG1	30	360	6.51	2.49	4.21
A13	30	360	6.31	2.42	2.69	GG3	30	360	7.24	2.68	4.44
A15	30	360	3.53	2.07	2.39	H1	30	360	7.01	2.32	5.11
B6	30	360	9.59	3.14	5.89	H3	30	360	12.83	2.4	4.34
B11	30	360	16.98	2.71	4.35	H4	30	360	3.07	2.49	2.58
B13	30	360	10.93	1.62	3.72	H5	30	360	4.21	2.16	2.53
B15	30	360	9.08	2.43	2.61	H7	30	360	7.87	2.44	4.29
B18	30	360	5.85	2.93	3.12	H10	30	360	5.04	2.63	3.57
B19	30	360	3.92	2.86	3.42	J1	30	360	6.79	2.31	5.02
C6	30	360	4.54	2.84	3.24	J3	30	360	13.71	2.44	3.54
C9	30	360	17.03	2.72	4.35	J5	30	360	11.35	2.25	2.35
C11	30	360	11.31	2.54	2.85	K1	30	360	6.75	2.4	4.3
C13	30	360	10.78	2.47	2.72	K3	30	360	14.17	2.31	2.55
C15	30	360	10.62	2.56	2.63	K5	30	360	9.01	2.27	3.31
C18	30	360	11.10	2.97	3.19	K7	30	360	12.06	2.56	3.7
C19	30	360	6.25	3.61	3.64	K10	30	360	7.89	2.93	3.33
CC8	30	360	4.37	2.63	2.91	M1	30	360	2.43	1.98	2.22
D11	30	360	11.33	2.63	2.8	M2	30	360	3.77	2.6	3.53
D13	30	360	11.11	2.63	2.65	M3	30	360	11.91	2.52	3.79
D15	30	360	10.72	2.43	2.59	M5	30	360	9.01	2.61	4.54
D18	30	360	10.87	2.84	3.26	O3	30	360	3.54	2.23	2.69
D19	30	360	6.12	3.43	3.66	O4	30	360	5.79	2.31	3.77
E11	30	360	10.57	2.64	2.79	O5	30	360	3.65	2.08	2.73
E13	30	360	11.95	1.52	3.65						
E15	30	360	11.59	2.33	2.65						
E18	30	360	11.76	2.73	3.4						
E19	30	360	6.84	3.51	3.77						
G11	30	360	13.01	2.49	2.71						
G13	30	360	12.65	2.59	2.95						
G15	30	360	12.08	2.44	2.82						
G18	30	360	9.08	2.76	3.44						
G19	30	360	4.01	3.4	3.77						
I11	30	360	13.88	2.71	2.75						
I13	30	360	13.59	2.54	3.1						
I15	30	360	13.57	2.41	3.06						
I18	30	360	6.96	2.92	3.4						
K11	30	360	11.87	2.72	2.83						
K13	30	360	11.83	2.3	3.26						
K15	30	360	11.66	2.2	3.24						
K18	30	360	6.32	2.76	3.53						

Tabla 14 Dimensión final de elementos estructurales



**Auditorio, Ludoteca, Almacén y Sala de Juntas**

Columna	L (cm)	H (cm)	Pu (ton)	Mux (ton- m)	Muy (ton- m)					
L7	40	360	6.99	4.37	4.44	60	60	80	1.94	19.42
L10	40	360	16.07	4.38	6.67					
L12	40	360	13.41	4.25	6.71					
L14	40	360	13.04	4.25	6.55					
L16	40	360	12.90	4.31	5.63					
L18	40	360	5.71	3.3	4.21					
N7	40	360	12.63	4.46	5.54					
N18	40	360	11.65	3.4	5.07					
O7	40	360	9.72	3.98	4.47					
O10	40	360	26.75	4.19	5.41					
O12	40	250	36.08	10.52	12.11	80	80	80	5.64	56.38
O14	40	250	29.98	10.77	11.76					
O16	40	250	29.73	10.63	10.98					
O18	40	250	20.30	9.22	10.36					
2O12	40	250	6.96	4.35	5.73					
2O14	40	250	12.21	5.76	7.98					
2O16	40	250	12.68	5.07	8.31					
2O18	40	250	6.61	2.05	5.19					
P7	40	360	9.07	3.78	4.45					
P10	40	360	14.27	3.91	4.17					
P12	40	250	23.76	8.74	10.92					
P18	40	250	21.52	8.53	9.16					
2P12	40	250	14.11	7.78	9.1					
2P18	40	250	10.91	3.87	7.26					
Q7	40	360	10.88	3.68	4.54					
Q10	40	360	20.46	3.98	4.14					
Q12	40	250	28.67	8.31	10.81					
Q17	40	250	22.76	8.56	8.58					
2Q12	40	250	15.73	7.59	9.27					
2Q17	40	250	12.49	6.05	7.85					
R7	40	360	7.62	3.36	4.37					
R10	40	360	12.11	3.62	4.02					
R12	40	250	22.01	9.56	10.2					
2R12	40	250	8.12	1.88	4.51					

**Tabla 15 Dimensión final de elementos estructurales**



---

## Conclusiones

Con los resultados de la corrida se revisaron y modificaron las secciones, de los elementos, viga, columna, de cada sección del centro.

Las modificaciones a las secciones, según fue el caso en estudio, se detallan y se explican en el inciso de la superestructura del presente capítulo.

Por cuestiones de espacio sólo se presentan las corridas correspondientes a la estructura del dormitorio que ejemplifican el proceso seguido para el análisis estructural.

# **CAPITULO VI**

# **CONSTRUCCION**



## VI. Construcción

### Objetivo

En el desarrollo de este trabajo se realizaron estudios preliminares, se diseñó la sub. y superestructura, se dimensionaron los elementos y se dan recomendaciones generales en cuanto a calidad y resistencia de materiales, así que en este capítulo de construcción desarrollaremos los costos presentando un catálogo de conceptos el Centro Multidisciplinario. Tomando en cuenta que los mecanismos de realización y ejecución de la obra se darán dependiendo de casos específicos, este presente capítulo solo tomara en cuenta el catálogo de conceptos obteniendo el costo total de la obra, ya que el objetivo principal de este capítulo es solo desarrollar los costos del proyecto específico que hemos venido presentando en este trabajo escrito.

### Definiciones y desarrollo de catálogo de conceptos

Tradicionalmente la construcción ha sido concebida como una serie de técnicas y procedimientos que nos permiten la ejecución de cualquier obra de Ingeniería, sin embargo en la actualidad no es suficiente estar preparado para poder realizar cualquier proyecto desde el punto de vista técnico, sino también hay que saber manipular hábilmente lo inherente a dicho proyecto, y con esto lograr que el costo de la obra sea lo más bajo posible sin disminuir la calidad de la misma.

Así pues en la Industria de la Construcción, como en cualquier otra rama de la Ingeniería, el factor económico cobra especial importancia y dentro de éste la determinación de los Costos de Obra. En muchos casos el desconocimiento de los factores involucrados en esta actividad o el descuido en el manejo de los mismos acarrea grandes problemas a las empresas tales como demoras, pérdidas, o en los peores casos, la suspensión de la ejecución de las obras o la quiebra.

Existen diversos métodos para determinar el costo de una obra. Ya sea que se trate del costo de la obra ya terminada que se llama Estimación, o bien el costo total previo a su ejecución al que se denomina Presupuesto.

Sea uno u otro caso para llevar a cabo esta determinación, en la industria de la construcción suelen utilizarse los sistemas a base de Precios Unitarios. Y para poder definir el concepto de Precios Unitarios es necesario en primera instancia señalar que para facilitar el manejo de todas las variables involucradas en el proceso constructivo de una obra, éste se divide convencionalmente en actividades claramente identificables conocidas como "Concepto de Trabajo", a cada uno de los cuales le corresponde una unidad de medición conocida como "Unidad de Obra".

**Concepto de Trabajo:** El conjunto de operaciones bien definidas y diferentes de las demás, que se deben realizar durante la ejecución de una obra, divididas convencionalmente de acuerdo al campo que pertenezcan. Los campos de construcción son trabajos divididos por alguna especialidad, y que se ejecutan en la mayoría de las obras, actualmente en cada



tipo de obra existe, ya una relación de los conceptos de trabajos mas importantes o de mayor uso.

**Unidad de Obra:** de cada uno de los conceptos de obra en los que se pueda dividir un proyecto determinado, es necesario cuantificar la cantidad de dichos conceptos, ya que los costos, cantidades de materiales, cantidades de mano de obra, etc..., se apoyan directamente a esta actividad. Por lo que es necesario mencionar que para el análisis de costo de los conceptos involucrados, se utilizan unidades específicas, como pueden ser, metro lineal (ML), metro cuadrado ( $M^2$ ), metro cúbico ( $M^3$ ), Tonelada (Ton), Kilogramo (Kg.), Pieza (Pza), etc..., por lo cual las unidades en las que se expresen las cantidades de obra, deben ser las mismas en las que se haya calculado el costo unitario.

Ahora bien aclarados estos conceptos podemos definir Precio Unitario como la remuneración total que el contratante (cliente) cubre al constructor (prestador del servicio) por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones previamente establecidas entre ambos.

En la Industria de la Construcción hemos de considerar como elementos básicos del costo de producción, la mano de obra, los materiales, la maquinaria, la herramienta y fletes. Otros costos gravan la producción en función de tiempos, cantidades o valores recogidos en aquellos. Por convención se ha recurrido a establecer una clasificación general en dos tipos de "Costos Directos" y "Costos Indirectos".

**Costo Directo:** representan aquellos gastos y consumos llevados a cabo para la realización de cada concepto de trabajo dentro del proceso constructivo por existir una determinación concreta de cantidad y valoración, tanto en lo referente a consumo de materiales; como utilización de maquinaria y mano de obra.

**Costo Indirecto:** por el contrario al costo directo, no puede llevarse a una sola actividad por no poderse determinar precisamente la cantidad consumida o empleada en cada concepto de trabajo, por lo que es necesario entonces recurrir a la imputación indirecta valiéndose de métodos de distribución adecuados. Tal es el caso de los costos que se erogan para cubrir la administración, impuestos, fianzas, financiamiento, etc.

Hemos definido hasta el momento todas erogaciones hechas por el constructor para llevar a cabo la ejecución de una obra. Sin embargo, acorde a la definición de Precio Unitario, falta añadir el elemento "Utilidad".

**Utilidad:** es la ganancia que debe considerar el constructor como resultado de su actividad dentro del proceso constructivo.

Por lo anterior diremos que:

**Precio Unitario:** de un concepto de trabajo es la suma de los costos directos más los costos Indirectos y la Utilidad.

$$PU=CD+CI+U$$



Para poder realizar de una manera adecuada una cuantificación teniendo como antecedente los planos de proyecto y especificaciones técnicas, inicialmente se deberá formar el catálogo de conceptos si es que no se cuenta con él, tratando de enunciar estos, en forma ordenada de acuerdo a un proceso constructivo lógico y secuencial, cuidando que se cubran todas las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de las obras, sin perder de vista que durante la ejecución de cualquier tipo de obra, resultan conceptos que no fueron considerados en el catálogo original, conociéndoseles como conceptos extras los cuales deben cuantificarse inmediatamente y en caso necesario efectuar el análisis de costo respectivo.

Actualmente existen formatos especiales para la realización de la cuantificación de obra, conocida también como números generadores, y cuyo objetivo es el de unificar el criterio para ejecución de esta actividad en cada uno de los conceptos de trabajo presentándolos con un planteamiento claro de las operaciones realizadas y en donde generalmente estos formatos cuentan con un espacio específico para presentar estos conceptos de una manera gráfica, por medio de un croquis o dibujo tratando de formar una idea más clara de lo que se está cuantificando y evitar repeticiones o malos cálculos.

En este capítulo se presentan las tablas correspondientes al catálogo de conceptos; para todos los cálculos se utilizó el programa de uso de cálculo, Excel. Por cuestiones de espacio solo se presentan cantidades finales y sus correspondientes precios unitarios.

Los precios que se incluyen son los que se encuentran en el mercado de materiales y mano de obra a marzo del 2006, se obtuvo un costo paramétrico ya que la intención es desarrollar este centro multidisciplinario en otros lugares, por lo tanto dichos costos variarán dependiendo de cada zona, proveedor y modificación de proyecto que sea necesario, además que debemos tomar en cuenta el análisis económico, financiero y social de cada proyecto por separado para revisar los recursos disponibles tema que abordamos en el siguiente capítulo de este trabajo escrito con respecto al Centro Multidisciplinario y de Desarrollo Rural Sustentable de La Palma, nuestro proyecto particularmente.



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO DE 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**1.00 PRELIMINARES**

1.01	TRAZO Y NIVELACION POR MEDIOS TOPOGRAFICOS, DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTONICOS, PARA LA EJECUCION DE LA OBRA, EN EL AREA DE TRABAJO INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO ESPECIAL, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	3751.00	\$ 5.30	\$ 19,880.30
1.02	DESMONTE Y ACARREO DE DESPERDICIO A PUNTO DE TIRO A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 500 MTS.	M2	3751.00	\$ 15.20	\$ 57,015.20
1.03	LIMPIEZA Y DESPALME DEL TERRENO NATURAL EN UNA CAPA DE 20 CM. DE ESPESOR; INCLUYE: AFINE DE ESCAVACION Y ACOPIO DEL MATERIAL PRODUCTO DEL DESPALME.	M3	1822.00	\$ 89.10	\$ 162,340.20
1.04	EXCAVACION POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA EN MATERIAL TIPO "B", INCLUYE EXTRACCION DE MATERIAL DE DESPERDICIO	M3	1592.00	\$ 215.40	\$ 342,916.80
1.05	COMPACTACION DE LA SUPERFICIE DE TERRENO NATURAL, UNA VEZ EXTRAIDO EL MATERIAL DE DESPERDICIO, COMPACTADO AL 90 % DE SU P.V.S.M. PROCTOR, EN UN ESPESOR MINIMO DE 20 CM	M3	372.00	\$ 197.30	\$ 73,395.60
1.06	ACARREO PRIMER KM. DE LOS MATERIALES DE BANCO AL SITIO DE LA OBRA Y ACARREO DEL MATERIAL DE DESPERDICIO AL SITIO QUE INDIQUE LA SUPERVISION; INCLUYE CARGA, ACARREO Y RETIRO DE MATERIAL FUERA DEL AREA DE CONSTRUCCION, MATERIAL MANO DE OBRA, HERRAMIENTA EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M3	1585.68	\$ 4.00	\$ 6,342.72
<b>SUB-TOTAL PRELIMINARES</b>					<b>\$ 661,890.82</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO DE 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**2.00 CIMENTACION**

2.01	PLANTILLA DE CONCRETO HECHO EN OBRA F'C= 100 KG/CM2 DE 5 CMS DE ESPESOR, AGREGADO MAXIMO DE 19 MM. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO NECESARIO, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	1036.00	\$ 78.30	\$ 81,118.80
2.02	CONCRETO RESISTENCIA F'C=250 KG/CM2 PARA CIMENTACION DE ZAPATAS CORRIDAS CONCENTRICAS CON COLUMNAS, Y UN AGREGADO MAX. DE 3/4" CON VARILLA DEL NO. 5 O 5/8" Y ESTRIBOS DEL NO. 3 O 3/8" CON UNA SEPARACION DE 20 CM, INCLUYE:CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	740.00	\$ 1,389.68	\$ 1,028,363.20
<b>SUB-TOTAL CIMENTACION</b>					<b>\$ 1,109,482.00</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO DE 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IM PORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	----------

**3.00 ALBAÑILERIA**

3.01	MURO DE BLOCK DE CONCRETO LIGERO DE 10X20X40 CM. CON UNA SEPARACION DE 1.5 CM Y ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.PUOT.	M2	760.00	\$ 115.86	\$ 88,053.60
3.02	COLOCACION DE PANEL W O TABLAROCA EN MUROS DIVISORIOS INTERNO, A UNA ALTURA MAXIMA DE 3.80 M, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	938.00	\$ 378.50	\$ 355,033.00
3.03	APLANADO CON MORTERO CEMENTO:ARENA PROPORCION 1:4 EN MUROS A UNA ALTURA MAXIMA DE 3.80 M. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	760.00	\$ 78.90	\$ 59,964.00
3.04	PASTA TEXTURIZADA EN MUROS A UNA ALTURA MAXIMA DE 3.80 M, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	938.00	\$ 469.15	\$ 440,062.70
<b>SUBTOTAL ALBAÑILERIA</b>					<b>\$ 943,113.30</b>



CONSTRUCCIÓN

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO DE 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>4.00 ESTRUCTURA</b>					
4.01	COLUMNA DE 30X30 CM CON 4 VARILLAS DEL NO. 6, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	74.00	\$ 446.36	\$ 33,030.64
4.02	COLUMNA DE 30X30 CM CON 4 VARILLAS DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	106.00	\$ 432.42	\$ 45,836.52
4.03	COLUMNA DE 30X30 CM CON 6 VARILLAS DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	114.60	\$ 462.52	\$ 53,004.79
4.04	COLUMNA DE 30X30 CM CON 8 VARILLAS DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	20.60	\$ 492.62	\$ 10,147.97
4.05	COLUMNA DE 40X40 CM CON 8 VARILLAS DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	57.60	\$ 585.89	\$ 33,747.26
4.06	COLUMNA DE 40X40 CM CON 4 VARILLAS DEL NO. 10, ESTRIBOS DEL NO. 3 CON SEPARACION DE 15 DE CM, CONCRETO F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADO MAXIMO DE 3/4", INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN, PUOT.	M	55.00	\$ 610.89	\$ 33,598.95
4.07	LOZA MACIZA DE 10 CM. DE ESPESOR F'C=250 KG/CM2, CON AGREGADOS MAX. DE 3/4", ARMADO CON VARILLA DEL NO. 3 O 3/8" CON SEPARACION DE 20 CM EN DOBLE EMPARRILLADO, INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	1340.00	\$ 780.60	\$ 1,046,004.00
4.08	LOZA DE PISO O FIRME DE CONCRETO F'C=250 KG/CM2 CON AGREGADO MAX. DE 3/4", ARMADO CON VARILLA NO. 3 O 3/8" CON SEPARACION DE 30 CM. EN EMPARRILLADO SENCILLO, INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO PARA SU CORRECTA EJECUCION. PUOT.	M	1218.00	\$ 438.25	\$ 533,788.50



CONSTRUCCIÓN

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO DE 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**4.00 ESTRUCTURA**

4.09	TRABE T-1 DE 20X40 CM DE CONCRETO F'c=200KG/CM2 ARMADA CON 4 VARILLAS DEL No. 5 Y ESTRIBOS DEL No. 3 @ 10 CMS. INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	445.91	\$ 514.36	\$ 229,358.27
4.10	TRABE T-2 DE 20X40 CM DE CONCRETO F'c=200KG/CM2 ARMADA CON 4 VARILLAS DEL No. 5 Y DOS BASTONES DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL No. 3 @ 10 CMS. INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	34.08	\$ 553.44	\$ 18,861.24
4.11	TRABE T-3 DE 20X40 CM DE CONCRETO F'c=200KG/CM2 ARMADA CON 5 VARILLAS DEL No. 5 Y DOS BASTONES DEL NO. 5, ESTRIBOS DEL No. 3 @ 10 CMS. INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	11.68	\$ 568.75	\$ 6,643.00
4.12	TRABE T-4 DE 20X40 CM DE CONCRETO F'c=200KG/CM2 ARMADA CON 5 VARILLAS DEL No. 5, ESTRIBOS DEL No. 3 @ 10 CMS. INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	6.28	\$ 528.56	\$ 3,319.36
4.13	TRABE T-5 DE 20X40 CM DE CONCRETO F'c=200KG/CM2 ARMADA CON 4 VARILLAS DEL No. 5, UN BASTON DEL NO. 5 ESTRIBOS DEL No. 3 @ 10 CMS. INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	78.30	\$ 538.26	\$ 42,145.76
4.14	CONTRATRABE PERIMETRAL PARA DESPLANTE DE MUROS DE CONCRETO F'c=250 KG/CM2 ARMADA CON ACERO DE REFUERZO DEL NO. 3 O 3/8" Y ESTRIBOS DEL NO. 3 O 3/8" @ 20 CM . INCLUYE: CIMBRADO, DESCIMBRADO, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M	740.00	\$ 543.20	\$ 401,968.00
4.15	IMPERMEABILIZACION DE LOSAS EN TRES CAPAS CON IMPERMEABILIZANTE MARCA PROTECTOLASTIC. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION	M2	1340.00	\$ 490.86	\$ 657,752.40
<b>SUB-TOTAL ESTRUCTURA</b>					<b>\$ 1,360,048.02</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE

DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA

UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**5.00 ACABADOS**

5.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOSETA CERAMICA DE 30X30 CM SOBRE PISO DE CONCRETO INCLUYE: PREPARACION DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, EQUIPO, HERRAMIENTA, EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	116.00	\$ 322.80	\$ 37,444.80
5.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LOSETA DE CERAMICA DE 30X30 CM EN MUROS CON CINTILLA O CENEFA A UNA ALTURA DE 1.40 MTS. INCLUYE: MATERIAL, EQUIPO, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	204.00	\$ 322.80	\$ 65,851.20
5.03	SUMINISTRO Y APLICACION DE PINTURA VINILICA LÍNEA REALFLEX MARCA COMEX COLOR A ELEGIR, INCLUYE: OBRAS DE PROTECCION Y SEÑALIZACION, ACARREOS, DESPERDICIOS, PROTECCION DE SUPERFICIE ADYACENTE CON MASQUINTAPE Y PAPEL, LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE, LIJADO, PLASTECIDO, SELLADOR, APLICACION A MANO DE DOS CAPAS, ANDAMIOS, MATERIAL Y MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, ELEVACIONES, ANDAMIOS, FLETES Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION, PUOT.	M2	1698.00	\$ 45.80	\$ 77,768.40
<b>SUBTOTAL ACABADOS</b>					<b>\$ 181,064.40</b>



CONSTRUCCIÓN

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**6.00 HERRERIA Y CANCELERIA**

6.01	VENTANA DE HERRERIA DE 1.20X1.0 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	7.00	\$ 1,965.08	\$ 13,755.56
6.02	VENTANA DE HERRERIA DE 1.0X0.90 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	19.00	\$ 1,811.31	\$ 34,414.89
6.03	VENTANA DE HERRERIA DE 0.70X0.60 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	8.00	\$ 1,205.28	\$ 9,642.24
6.04	VENTANA DE HERRERIA DE 0.40X0.35 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	18.00	\$ 1,001.76	\$ 18,031.68
6.05	VENTANA DE HERRERIA DE 1.55X1.20 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	1.00	\$ 2,823.37	\$ 2,823.37
6.06	VENTANA DE HERRERIA DE 0.80X0.60 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	5.00	\$ 1,206.03	\$ 6,030.15
6.07	VENTANA DE HERRERIA DE 2.10X1.0 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	2.00	\$ 3,076.38	\$ 6,152.76
6.08	VENTANA DE HERRERIA DE 0.50X0.40 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	9.00	\$ 1,202.51	\$ 10,822.59
6.09	VENTANA DE HERRERIA DE 1.40X1.0 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	1.00	\$ 2,738.09	\$ 2,738.09
6.10	VENTANA DE HERRERIA DE 1.10X0.90 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	1.00	\$ 1,962.44	\$ 1,962.44
6.11	VENTANA DE HERRERIA DE 2.0X1.20 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	1.00	\$ 3,010.25	\$ 3,010.25
6.12	VENTANA DE HERRERIA DE 0.30X0.30 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	2.00	\$ 951.13	\$ 1,902.26
6.13	VENTANA DE HERRERIA DE 0.20X0.20 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	2.00	\$ 950.50	\$ 1,901.00
6.14	VENTANA DE HERRERIA DE 1.60X1.20 MTS. CON CRISTAL CLARO DE 2 MM DE ESPESOR INCLUYE SUMINISTRO Y COLOCACION.	PZA	3.00	\$ 2,624.12	\$ 7,872.36
<b>SUBTOTAL HERRERIA Y CANCELERIA</b>					<b>\$ 121,059.64</b>



CONSTRUCCIÓN

**CATALOGO DE CONCEPTOS**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE

DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA

UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**7.00 CARPINTERIA**

7.01	PUERTA CON ALTURA DE 0.60X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	5.00	\$ 1,900.00	\$ 9,500.00
7.02	PUERTA CON ALTURA DE 0.70X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	3.00	\$ 2,100.00	\$ 6,300.00
7.03	PUERTA CON ALTURA DE 1.0X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	2.00	\$ 2,900.00	\$ 5,800.00
7.04	PUERTA CON ALTURA DE 0.80X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	9.00	\$ 2,250.00	\$ 20,250.00
7.05	PUERTA CON ALTURA DE 1.10X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	1.00	\$ 3,150.00	\$ 3,150.00
7.06	PUERTA CON ALTURA DE 0.50X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	4.00	\$ 1,790.00	\$ 7,160.00
7.07	PUERTA CON ALTURA DE 0.90X2.0, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	1.00	\$ 2,380.00	\$ 2,380.00
7.08	PUERTA CON ALTURA DE 2.80X2.30, CONSTRUIDA EN CAOBA CON PERILLA MARCA PHILLIPS CON SEGURO POR DENTRO, BISAGRAS O BISELES, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	1.00	\$ 4,520.00	\$ 4,520.00
<b>SUBTOTAL CARPINTERIA</b>					<b>\$ 59,060.00</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE

DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA

UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

**8.00 INSTALACIONES ELECTRICAS**

8.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE POLIDUCTO NARANJA DE 19 MM, Y CABLE CALIBRE 10 Y 12 A CADA SALIDA, INCLUYE: DESPERDICIOS Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO SEGUN PROYECTO	MTS.	728.74	\$ 123.66	\$ 90,115.99
8.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE APAGADORES DOBLES DENTRO DE LAS INSTALACIONES INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION	PZA.	57.00	\$ 145.07	\$ 8,268.99
8.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE APAGADORES TRIPES DENTRO DE LAS INSTALACIONES INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION	PZA.	19.00	\$ 145.07	\$ 2,756.33
8.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONTACTOS DENTRO DE LAS INSTALACIONES, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA.	116.00	\$ 145.07	\$ 16,828.12
8.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE LAMPARAS DE BALASTRO ELECTRONICO DE 2X32 W, 2 TUBOS T-8 DE ENCENDIDO RAPIDO CON GABINETE DE 33", INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA.	18.00	\$ 926.10	\$ 16,669.80
8.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE LAMPARAS DE BALASTRO ELECTRONICO DE 2X32 W, 2 TUBOS T-8 DE ENCENDIDO RAPIDO CON GABINETE DE 60", INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA.	100.00	\$ 1,317.40	\$ 131,740.00
8.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE FOCO INCANDESCENTE DE 75 WATTS INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA.	11.00	\$ 113.05	\$ 1,243.55
<b>SUB-TOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>267,622.78</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA

UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>9.00 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y PLUVIALES</b>					
9.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SANITARIO REDONDO DE DOS PIEZAS DE CERAMICA VITRIFICADA, LINEA HABITAT, COLOR BLANCO, ECONOMICO, MARCA IDEAL STANDAR, INCLUYE: TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	11.00	\$ 1,733.75	\$ 19,071.25
9.02	COLOCACION DE MUEBLES DE BAÑO, PARA LLAVES A 4" DE CERAMICA VETRIFICADA, LINEA HABITAT, ECONOMICO, BLANCO MARCA IDEAL STANDAR, INCLUYE: LO NECESARI PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	10.00	\$ 1,452.34	\$ 14,523.40
9.03	ALIMENTACION GENERAL, SALIDAS DE AGUA FRIA PARA ABASTECIMIENTO EN AREAS SEGUN PROYECTO, INCLUYE: SUMINISTRO, COLOCACION, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	10.00	\$ 1,443.69	\$ 14,436.90
9.04	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MIGITORIOS DE CERAMICA VITRIFICADA LINEA HABITAT, COLOR BLANCO, ECONOMICO, MARCA IDEAL STANDAR, INCLUYE: TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	6.00	\$ 1,319.58	\$ 7,917.48
9.05	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SALIDAS PARA AGUA FRIA Y CALIENTE EN REGADERAS, INCLUYE: COLOCACION DE REGADERAS, LLAVES, TUBERIA DE COBRE Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	4.00	\$ 1,689.35	\$ 6,757.40
9.06	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALON PERIMETRAL COLECTOR DE AGUA PLUVIAL LAMINA NEGRA CALIBRE 14 DE 60 CMS DE DESARROLLO FIJADO CON TAQUETE EXPANSIVO INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	200.00	\$ 125.00	\$ 25,000.00
9.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES A BASE DE TUBO PVC HIDRAULICO DE 2" CON CAMPANA Y EMPAQUES, INCLUYE: TRAZO, CORTES, MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	60.00	\$ 185.60	\$ 11,136.00
9.08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TINACO DE 450 LTS DE CAPACIDAD NEGRO CON ACCESORIOS MARCA ROTOPLAS INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	PZA	4.00	\$ 1,307.28	\$ 5,229.12
<b>SUB-TOTAL INSTALACIONES HIDRAULICAS</b>					<b>104,071.55</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
----	----------	--------	----------	-----------------	---------

<b>10.00 HONORARIOS PROFESIONALES</b>					
10.01	ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO	LOTE	1.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
10.02	PROYECTO ARQUITECTONICO, PLANOS, FACHADAS, PERSPECTIVAS Y ACABADOS	LOTE	1.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00
10.03	CALCULO ESTRUCTURAL PLANO (ANALISIS, DISEÑO, MEMORIA DE CALCULO, PLANOS ESTRUCTURALES Y FIRMA DE PERITO).	LOTE	1.00	\$ 29,000.00	\$ 29,000.00
10.04	MECANICA DE SUELOS, EXPLORACION DEL SUBSUELO, ENSAYES DE LABORATORIO, ESTATIGRAFIA, REVISION DE CAPACIDAD DE CARGA, DISEÑO DE CONCRETO.	LOTE	1.00	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
<b>SUBTOTAL HONORARIOS PROFESIONALES</b>					<b>\$ 77,000.00</b>



CONSTRUCCIÓN

**C A T A L O G O D E C O N C E P T O S**

PROYECTO: CENTRO MULTIDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION Y DE  
DESARROLLO RURAL Y SUSTENTABLE DE LA PALMA  
UBICACIÓN: LA PALMA, MUNICIPIO DE IXMIQUILPAN, HIDALGO

FECHA: FEBRERO 2006

**SUBTOTALES**

**SUB-TOTAL PRELIMINARES \$ 661,890.82**

**SUB-TOTAL CIMENTACION \$ 1,109,482.00**

**SUBTOTAL ALBAÑILERIA \$ 943,113.30**

**SUB-TOTAL ESTRUCTURA \$ 3,149,206.66**

**SUBTOTAL ACABADOS \$ 181,064.40**

**SUBTOTAL HERRERIA Y CANCELERIA \$ 121,059.64**

**SUBTOTAL CARPINTERIA \$ 59,060.00**

**SUBTOTAL INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y \$ 104,071.55**

**SUBTOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS \$ 267,622.78**

**SUBTOTAL HORARIOS PROFESIONALES \$ 77,000.00**

**TOTAL \$ 6,596,571.14**



## Conclusiones

En nuestro caso desarrollamos el catalogo de conceptos obteniendo costos parametricos, ya que los costos adicionales dependerán de los mecanismos, la zona, el tipo de suelo y las diferentes circunstancias en que se desarrolle cada proyecto posterior al nuestro, y dependiendo a su vez de una estricto y riguroso análisis financiero , social y económico que nos dirá aunado al costo de la obra la factibilidad de un proyecto, siendo el capitulo siguiente de nuestro trabajo escrito en donde evaluaremos nuestro caso particular, el costo se realizo con precios en el mercado a marzo de 2006 y dando un total de \$6,596,571.14 el cual es el costo de la obra además de presentar en nuestro catalogo de conceptos las especificaciones de la obra civil en cuanto a dimensionamiento de elementos y calidad de materiales.

# **CAPITULO VII**

## **ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECÓNOMICO**



## VII. Análisis Financiero, Social y Económico

### Objetivos

El estudio financiero tiene como finalidad aportar una estrategia que permita al CREIM allegarse de los recursos necesarios para su implantación y contar con la suficiente liquidez y solvencia, para desarrollar ininterrumpidamente las operaciones de los servicios que ofrecerá a las comunidades beneficiadas.

### Introducción

El proyecto del Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma (CREIM) necesita un monto de recursos financieros, para cubrir la construcción y operación, y requerimientos de capital de trabajo<sup>1</sup>.

EL CREIM es un proyecto respaldado por la Secretaría de desarrollo social (SEDESOL), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la comunidad de La Palma. A partir de estos, se obtienen y generan los recursos económicos, técnicos y operativos para la ejecución del proyecto.

Se establece una estrategia que permita al proyecto allegarse de los recursos necesarios para su implementación y contar con la suficiente liquidez y solvencia para desarrollar ininterrumpidamente las operaciones de los servicios que se darán a las comunidades beneficiadas. La estrategia es una “Estructura financiera” que conjunta los presupuestos de ingresos y egresos del proyecto, y el presupuesto o programa de inversiones, con esto se formula el flujo de efectivo<sup>2</sup>, que permite elaborar los estados financieros proforma<sup>3</sup> y la evaluación correspondiente. Sobre estos aspectos se centrará el análisis financiero.

### Desarrollo

Para llevar un orden y facilitar el análisis financiero, se apoya en los análisis de mercado y técnico, ya que proporcionan los ingresos y egresos del proyecto. En este caso, es un proyecto para **proveer servicios** a diversas comunidades de manera gratuita, por lo tanto no se tendrán ingresos monetarios de estos. No obstante, del estudio de mercado se puede obtener la demanda y la oferta que tendrá el CREIM, que son factores importantes para justificar su construcción y su operación en años futuros. La demanda está función del crecimiento de la población, lo cual lleva a satisfacer sus necesidades de salud, educación, esparcimiento, integración social, cultura, etc.

Con lo que se refiere al estudio técnico, la parte que nos interesa es el monto del costo de la inversión del CREIM.

Cabe señalar que el interés de este capítulo es el análisis financiero, por lo tanto, no se desarrollaran de manera exhaustiva los estudios de mercado y técnico, solo se obtendrán los puntos que se requieran necesarios para poder realizar el análisis financiero del proyecto.

<sup>1</sup> Es el flujo de efectivo necesario para el financiamiento de un ciclo de producción, en este caso, un ciclo de los servicios que se darán a las comunidades beneficiadas.

<sup>2</sup> Es el reflejo de los ingresos y su fuente, así como de las salidas de dinero, que son los egresos.

<sup>3</sup> Es el flujo de caja considerando la estructura financiera, los presupuestos de inversión, ingresos y egresos, tomando en cuenta también, el calendario de inversión y el programa de producción estimados, en este caso, el programa de servicios.



---

## **Análisis de mercado**

Lo que interesa de este estudio es obtener la demanda y la oferta, así como su clasificación.

El CREIM ofrecerá un servicio, no es una entidad de producción. Por lo tanto, su descripción es:

### **Descripción del servicio.**

El servicio que ofrecerá el Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable, consiste en las siguientes actividades:

- Servicios de salud de primer contacto,
- Consultas veterinarias,
- Laboratorios de computo e investigación,
- Biblioteca,
- Auditorio,
- Instalaciones deportivas,
- Invernaderos,
- Consulta psicológica,
- Servicio de trabajo social,
- Consulta del tipo agrícola,
- Etc.

El número de servicios incrementara en función del crecimiento de las necesidades de la comunidad y de su población, la apertura de nuevas líneas de investigación y el ingreso de nuevas profesiones.

Los servicios estarán a cargo de los prestadores de servicio social de las diferentes carreras universitarias, con una duración de 6 meses.

La siguiente información ayudará a una identificación del servicio:

- **Por su uso:** Es de consumo final, ya que va a satisfacer directamente la demanda de las personas y familias de la comunidad (población en general).
- **Por su efecto:** Es nuevo e innovador por que es un centro comunitario diferente a los tradicionales que existen en México, la diferencia reside en alguno de los servicios, instalaciones y de la operación que estará a cargo de los prestadores de servicio social de diferentes carreras universitarias. Pero también es similar en algunos de sus servicios como puede ser el de biblioteca, centros de computación, servicio medico y veterinario.
- **Densidad económica:** Tomando en cuenta, que el proyecto del CREIM es el de ofrecer servicios y no productos, y es un beneficio social, el concepto de densidad económica no aplica. Pero sin embargo, tendrá mucha presencia dentro del municipio de Ixmiquilpan, lo que lo hará un modelo a seguir en otros municipios del Estado de Hidalgo. Con esto podríamos decir que tendrá una alta densidad de beneficio social.



- Normatividad: La normatividad a que se deberá sujetar el servicio que ofrecerá el CREIM son del tipo:

#### Técnica

1. Ley de Desarrollo Urbano del Municipio de Ixmiquilpan.
2. Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y sus Normas Técnicas complementarias.
3. Normas de la Comisión Federal de Electricidad para solicitud del servicio de electricidad.
4. Reglamento de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
5. Reglamento de instalaciones eléctricas y sus normas complementarias.

#### Sanitaria

Debido a los servicios de salud de primer contacto, consulta veterinaria y laboratorios de investigación biológica, se debe apegar a lo dispuesto por la Secretaría de Salud, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y la Ley Federal de Construcción de Laboratorios del Estado de Hidalgo.

#### Operativa

Se apegara a las siguientes leyes dispuestas por el Gobierno Federal y el Estado de Hidalgo para ofrecer servicios con calidad y eficiencia, estas son:

- Ley federal sobre metrología y normalización de laboratorios.
- Ley Federal de Sanidad Animal.
- Ley al servicio de la Naturaleza.
- Ley Federal de Sanidad Vegetal.
- Ley General de Salud.
- Ley sobre el Sistema Nacional de Asistencia Social
- Reglamento del Servicio Social de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.

### **Análisis de la demanda**

La demanda se entiende como la cuantificación de la necesidad real o psicológica de la población, en este caso, los habitantes de las comunidades beneficiadas. Toda esta población requerirá de los diferentes servicios del CREIM.

Ahora bien, para que el CREIM siga operando en años futuros, tiene que tener demanda en sus servicios, y esta lo hace la población de las comunidades beneficiadas, por lo tanto, la demanda va estar en función del crecimiento de esa población, considerando factores que la afecten como la emigración.

También puede pasar que la población decrezca, entonces el número de servicios



disminuiría, por lo que el tiempo, las instalaciones y equipo se podría utilizar para proyectos de investigación de campo, con la finalidad de mantener en operación el CREIM.

El número de habitantes que se beneficiara con el CREIM es de aproximadamente de 5,050 en el año 2005. El número de nacimientos es del orden de 50 nacimientos por año considerando todas las comunidades.

La emigración se hace por diferentes factores sociales, educativos y económicos, siendo los últimos los de mayor impacto. La edad a la que emigra la población es en el rango de los 15 y 18 años, siendo del genero masculino el que predomina.

### Calculo de la demanda

El crecimiento de la población incrementara el número de servicios del CREIM, esto se puede ejemplificar con un diagrama causal, (figura 1).

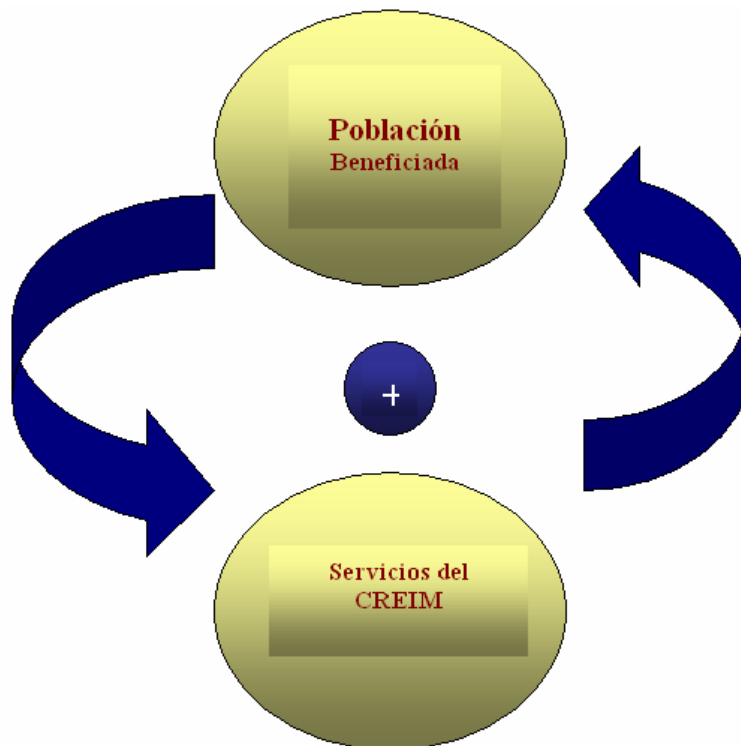
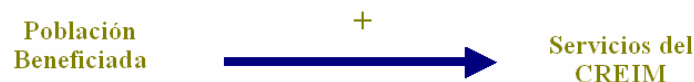


Figura 1 Diagrama del sistema de Población beneficiada con los servicios del CREIM

Otra forma es, figura 2:





**Figura 2 Diagrama del sistema del crecimiento de la Población beneficiada que requiere de los servicios del CREIM**

El modelo describe que un bucle de realimentación positivo, es decir que al incrementarse la población se incrementan los servicios, y cuando aumentan los servicios, se incrementa la población beneficiada. El modelo se puede expresar de manera matemática, se emplea un método para determinar la población beneficiada futura, este método es el de interés compuesto, cuya expresión es la siguiente:

$$P = P_0 (1+i)^n \dots(1)$$

Donde:

P= Población beneficiada futura

$P_0$  = Población beneficiada inicial

i = Tasa de crecimiento poblacional

n = Número de años

Ahora, hay que obtener el valor de la tasa de crecimiento poblacional (i), de la expresión 1 se despeja i, para tener la siguiente expresión:

$$i = \sqrt[n]{\frac{P}{P_0}} - 1 \dots 2$$

La población en el año 2004 era de 5,000 habitantes, para el año 2005 el número de habitantes era de 5050, con lo que el número de años es de 1. Con estos datos se sustituye en la ecuación 2:

Como n = 1 año

$$i = \frac{5050}{5000} - 1 = 0.01$$

i= 1% -tasa de crecimiento poblacional

Es una tasa de crecimiento poblacional pequeña, su crecimiento será lento, pero si este no se modifica, el CREIM tendrá operación en sus servicios en los años futuros

Para saber cual va a ser el crecimiento de la población, se puede empezar a darle valores a n (número de años), y de esta manera sabremos cual es el incremento de los habitantes que serán beneficiados en los años futuros. Para realizarlo, se utiliza una hoja de cálculo, con la que se obtiene la tabla 1:

Como el interés es financiero, se fija un horizonte de 20 años para determinar la demanda, ya que es el tiempo en que se deprecia una edificación de ese tipo, aunque el tiempo de vida es mayor.

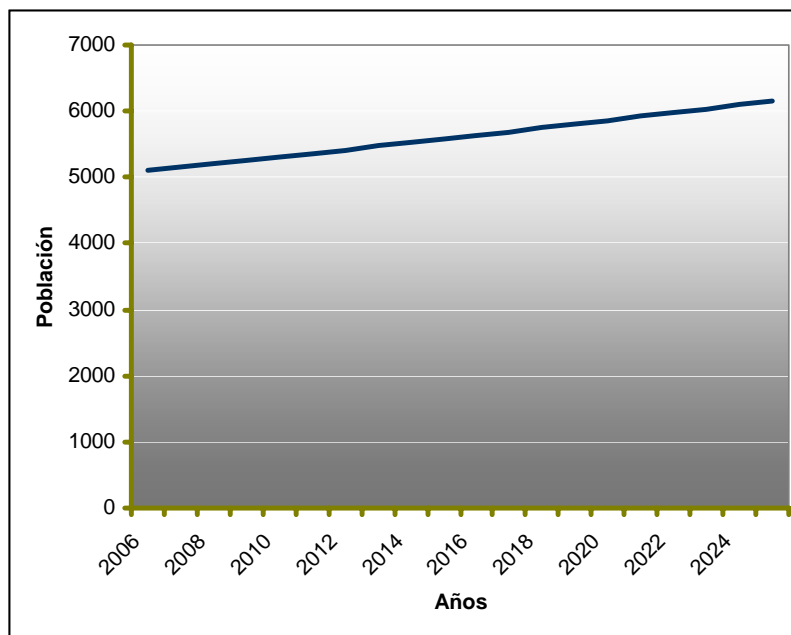


**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

<b>Año</b>	<b>Año acumulados</b>	<b>Población Futura</b>
2006	1	5101
2007	2	5152
2008	3	5203
2009	4	5255
2010	5	5308
2011	6	5361
2012	7	5414
2013	8	5468
2014	9	5523
2015	10	5578
2016	11	5634
2017	12	5690
2018	13	5747
2019	14	5805
2020	15	5863
2021	16	5922
2022	17	5981
2023	18	6041
2024	19	6101
2025	20	6162

**Tabla 1 Proyección de la población a 20 años**

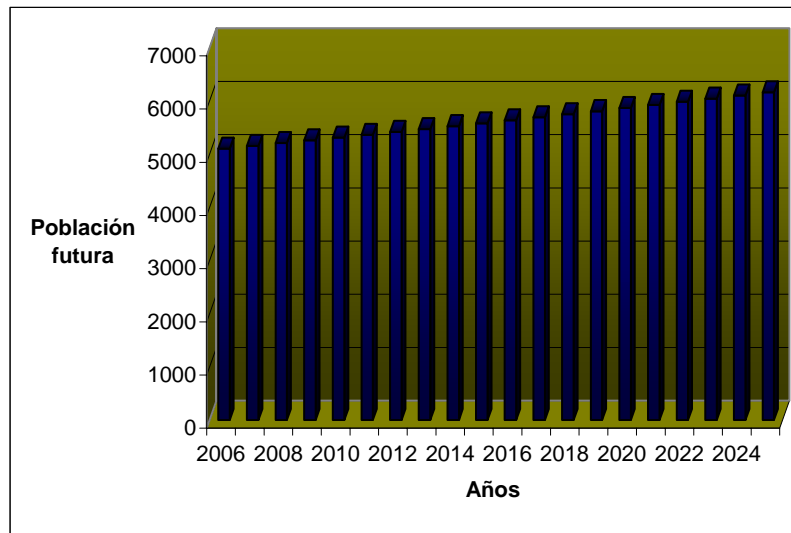
A los 20 años, la población aumenta 1,112 habitantes, es decir, que creció un 22 % con respecto a la población inicial. La tendencia de la población es a crecer, como se puede observar en la gráfica 1.



**Gráfica 1 Proyección de la población**



Otra forma de ver la tendencia de la población es con la gráfica 14. del histograma.



Gráfica 2 Histograma de la proyección de la población futura

Las proyecciones de la población futura en los próximos 20 años, indican un crecimiento lento de la población, pero que sin lugar a dudas, requerirá de los servicios de salud, educación, asistencia social, consulta veterinaria, etc., y estos podría satisfacerlos el CREIM.

El crecimiento lento de la población se debe en gran medida a la migración, pero no afecta su tendencia a crecer. La población que emigra es con el fin de buscar una mejor situación económica, que se ve reflejada en la comunidad con mejores viviendas, automóvil propio, apertura de tiendas, alimentación, vestido, etc., es decir, se invierte en la comunidad lo que se gana en otro lugar. No emigra toda una familia, emigra uno o dos integrantes, y este factor no afecta a todas las familias.

Por lo tanto, el CREIM va a tener demanda en los próximos años, la población va a crecer, su crecimiento será lento, pero requerirá de los servicios ya mencionados. Ahora bien, la demanda puede aumentar, por que puede darse el caso que comunidades que no se consideraron como beneficiadas directas y esto debido a la distancia y la falta de infraestructura de caminos, puedan incorporarse en el futuro. También habrá que considerar el interés por parte de la UNAM en hacer investigación de campo en esa región, con lo que aumentaría la operación y utilización del CREIM. Habrá que mencionar que existe un proyecto de un corredor turístico cerca de las comunidades beneficiadas.

Si aplicamos la ley de la demanda, el incremento por los servicios crecerá con el tiempo, debido a que no se cobrara por los servicios que se preste, ya que un determinante que asegure la demanda es el precio del servicio. También se tendrán que poner un gran énfasis en las expectativas de la población beneficiada como la calidad del servicio, eficiencia, seguridad, precio, etc.



---

## **Análisis de la oferta**

La oferta se define como las cantidades de servicios que el CREIM esta dispuesto a ofrecer a las comunidades beneficiadas. A partir de las necesidades y elementos a considerar para el CREIM que fueron proporcionados por la Dirección General de Orientación y Servicios Educativos (DGOSE) y de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (ENEP-

Iztacala), se determinara el número de profesionales que darán asistencia a la población, de esto se obtendrá él numero de servicios que se darán al día.

Necesidades y elementos a considerar para el CREIM:

- Sala de Espera (con capacidad para unas 30 personas).
- Recepción.
- Consultorio médico (fundamentalmente para 4 enfermeras).
- Sala para atención optométrica
- Sala para atención odontológica (con capacidad para dos unidades odontológicas).
- Laboratorio de biología (para trabajo de 8 personas).
- Sala de Veterinaria (4 médicos veterinarios).
- Sala de Psicología (4 psicólogas (os)).
- Sala para Trabajo Social (5 trabajadores sociales).
- Sala de Cómputo (7 Equipos completos).
- Sala de Juntas (capacidad para 50 personas).
- Ludoteca (para préstamo de materiales).
- Biblioteca (capacidad para 30 personas).
- Vivero-Invernadero.
- Pequeño corral para cuarentenas (para hasta 5 vacas).
- Zona de cultivo de hortalizas y experimentación de biología.
- Dormitorios para 20 personas y baños con regaderas.
- Baños para público.
- Cocineta para dormitorios.
- Almacén.
- Instalación de gas estacionario.

## **Cálculo de la oferta**

A partir de esto se genera la siguiente tabla 54, donde se especifica los servicios, cantidad de personal, tiempo de duración y el número de servicios que se darán al día a la población. Se tienen dos turnos, con una duración de 4 horas cada uno.



**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

Tipo de servicio	Turno	Cantidad de personal	Tipo de personal	Equipo especial	Tipo de equipo	Tiempo de consulta (minutos)	Número de servicios por personal	Número de servicios por turno	Total de servicios al día
Consulta médica	Matutino	3	enfermeras(os) y médicos(as)			20	12	36	72
	Vespertino	3	enfermeras(os) y médicos(as)			20	12	36	
Consulta optométrica	Matutino	2	enfermeras(os) y médicos(as)			30	8	16	32
	Vespertino	2	enfermeras(os) y médicos(as)			30	8	16	
Consulta odontológica	Matutino	2	enfermeras(os) y odontólogos(as)	2	Unidades odontológicas	30	8	20	40
	Vespertino	2	enfermeras(os) y odontólogos(as)	2	Unidades odontológicas	30	8	20	
Consulta veterinaria	Matutino	2	Médicos(as) veterinarios			30	8	16	32
	Vespertino	2	Médicos(as) veterinarios			30	8	16	
Consulta psicológica	Matutino	2	Psicólogo(a)			60	4	8	16
	Vespertino	2	Psicólogo(a)			60	4	8	
Asistencia social	Matutino	3	Trabajador(a) social			60	4	12	24
	Vespertino	3	Trabajador(a) social			60	4	12	
Sala de computo	Matutino	2	Lic. Informática e Ing. Computación	7	Computadoras e impresoras	60	4	28	56
	Vespertino	2	Lic. Informática e Ing. Computación	7	Computadoras e impresoras	60	4	28	
Ludoteca	Matutino	2	Bibliotecario(a), pedagogo(a)	20	Juegos de mesa, balones, etc	60	4	80	160
	Vespertino	2	Bibliotecario(a), pedagogo(a)	20	Juegos de mesa, balones, etc	60	4	80	
Biblioteca	Matutino	2	Bibliotecario(a)	30	Lugares de estudio y consulta	240	1	30	60
	Vespertino	2	Bibliotecario(a)	30	Lugares de estudio y consulta	240	1	30	
Corral de veterinaria	Matutino	2	Médicos(as) veterinarios	5	Corrales	240	1	5	10
	Vespertino	2	Médicos(as) veterinarios	5	Corrales	240	1	5	
Total		44		64					502

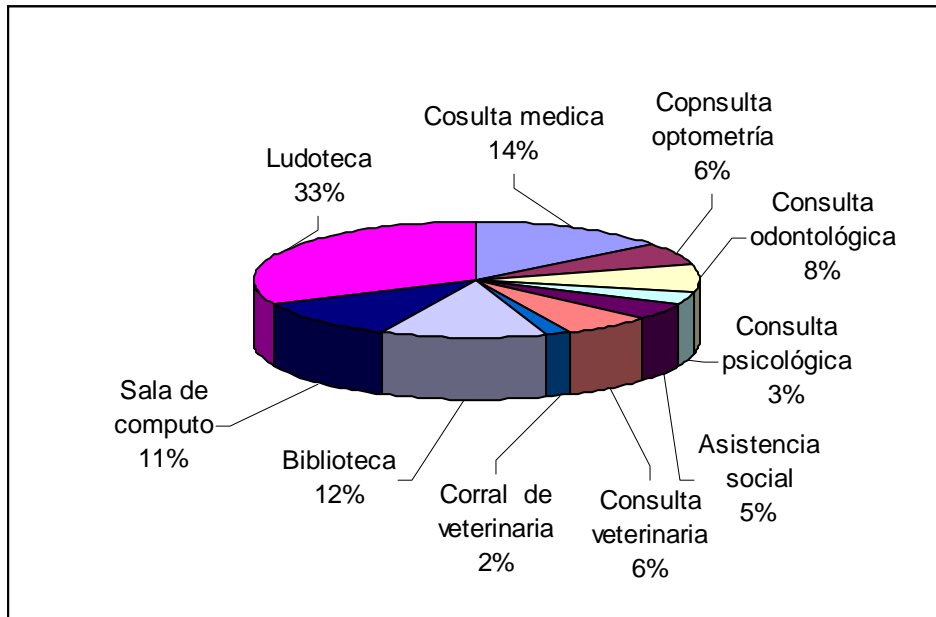
**Tabla 2 Número de servicios y personal del CREIM**

El CREIM ofrecerá 470 servicios al día para las diferentes comunidades con 44 prestadores de servicio social de diferentes carreras universitarias.

La Ludoteca tiene una mayor capacidad con respecto a las demás actividades, puede ofrecer 160 servicios diarios. Las consultas de salud física y mental ofrecen 160 servicios diarios, siendo la consulta médica con más servicios y la consulta psicológica con menos servicios, gráfica 3.

Todas las actividades son importantes, pero tienen diferente prioridad, debido a las necesidades principales de la comunidad. Los servicios médicos son los principales.

**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**



**Gráfica 3 Porcentaje de los servicios del CREIM**

La tabla 3 muestra el número de servicios.

Tipo de servicios	Total de servicios al día
Cosulta medica	72
Copnsulta optometría	32
Consulta odontológica	40
Consulta psicológica	16
Asistencia social	24
Consulta veterinaria	32
Corral de veterinaria	10
Biblioteca	60
Sala de cómputo	56
Ludoteca	160
T.Servcios=	502

**Tabla 3 Servicios diarios**

La consulta médica es la que mayor demanda tendrá, la cuál va a satisfacer con 72 consultas diarias. El único servicio medico que existe, se ofrece cada sábado por parte del DIF con un horario matutino. Si requería la población del servicio medico tenía dos opciones, esperar hasta el sábado ó ir al municipio de Ixmiquilpan donde se tienen servicios médicos públicos y



privados, dependía de la gravedad de la enfermedad, la economía, la confianza y la seguridad que le tenía al servicio médico sabatino. Con estos antecedentes y con la capacidad que va a desplegar el CREIM se cubrirá la demanda de servicios médicos de primer contacto.

La población no cuenta con los servicios de optometría, odontología, psicología, veterinaria, biblioteca, ludoteca y sala de cómputo, por lo que el CREIM va a satisfacerlos con el número de servicios estimados a ofrecer a partir de información que obtuvo por parte de trabajadores sociales realizando encuestas y consultas en las comunidades que se beneficiarán.

### **Análisis Técnico**

El análisis técnico aportará información muy valiosa, cualitativa y cuantitativa respecto a los factores de cómo proporcionar los servicios que deberá contener el CREIM en operación, esto es: la tecnología; magnitud de los costos de inversión; los costos y gastos de los servicios, en función a un programa de servicios; el tiempo de inmovilización de los recursos, así como todas las previsiones para que el CREIM no tenga efectos nocivos en el ambiente ecológico.

Alguno de estos puntos se ha cubierto en los capítulos anteriores, por lo tanto el objetivo de este estudio es obtener el costo de la inversión, y demostrar que el proyecto es o no técnicamente factible. Se definirá el tipo de equipo que requieren las diferentes actividades que se realizarán dentro del CREIM para ofrecer los servicios, así como su costo. El costo de la edificación, la cantidad y salarios del personal, y los costos de las instalaciones eléctricas e hidráulicas, y el capital de trabajo.

### **Materias primas e insumos**

Se requerirán para la construcción y operación del CREIM. Para la construcción se requerirá que los materiales estén disponibles, para esto, se han ubicado canteras y casas de materiales dentro del municipio de Ixmiquilpan, considerando la calidad y precio de estos. La operación requerirá de productos agrícolas y forestales, químicos, envases, etc., y de servicios como electricidad, agua y combustible.

### **Localización del CREIM**

El proyecto se ubicará en la comunidad de La Palma, perteneciente al municipio de Ixmiquilpan en el Estado de Hidalgo.

La Palma cuenta con los servicios de electricidad y agua potable, transporte, caminos de terracería que conectan con Ixmiquilpan y las demás comunidades, y disponibilidad del desarrollo de líneas de drenaje.

El CREIM se ubicará sobre el camino principal de la comunidad y es punto de cruce de varios caminos a las diferentes comunidades, además que se encuentra cercano a la zona escolar y habitacional.

La localización también se vio influenciada por el ofrecimiento de las autoridades de La Palma de dar el terreno, además de ofrecer total respaldo en la construcción con mano de obra, así como seguridad en la operación del CREIM.

Habrá desarrollo de nueva infraestructura, como el corredor turístico, y La Palma se



beneficiara debido a que sus caminos conectan con dicho corredor.

### **Tamaño del CREIM**

El tamaño del CREIM está definido por su capacidad física o real de producción de servicios. La capacidad de diseño ofrecerá 502 servicios diarios de las diversas actividades, ver tabla 3.

El número de servicios se puede incrementar con el tiempo si la demanda crece. Para incrementar la capacidad se puede realizar lo siguiente:

- Incremento del personal en los servicios de mayor demanda,
- Incremento del equipo para la producción de servicios,
- ó Ampliación del CREIM

Obviamente la que mayor costo produciría sería la tercera opción, por lo que esto no sucedería debido a que el análisis de demanda arrojó un crecimiento lento de la población beneficiada. Por lo que la primera y segunda opción son las viables en caso de un crecimiento de la demanda.

### **Personal**

El número de prestadores de servicio social de las diferentes carreras universitarias que se requieren es el siguiente, tabla 4:

<b>Tipo de personal</b>	<b>Cantidad</b>
enfermera(o) y medico(a)	6
enfermera(o) y medico(a) oftalmólogo	4
odontólogo(a)	4
Psicólogo(a)	4
Trabajador(a) social	6
Medico(a) veterinario	8
Lic. Informática e Ing. Computación	4
Bibliotecario(a), pedagogo(a)	8
Biólogo(a)	8
Lic. Economía, derecho, ingeniería	2
<b>Total=</b>	<b>54</b>

**Tabla 4 Cantidad de personal de las diferentes carreras universitarias**



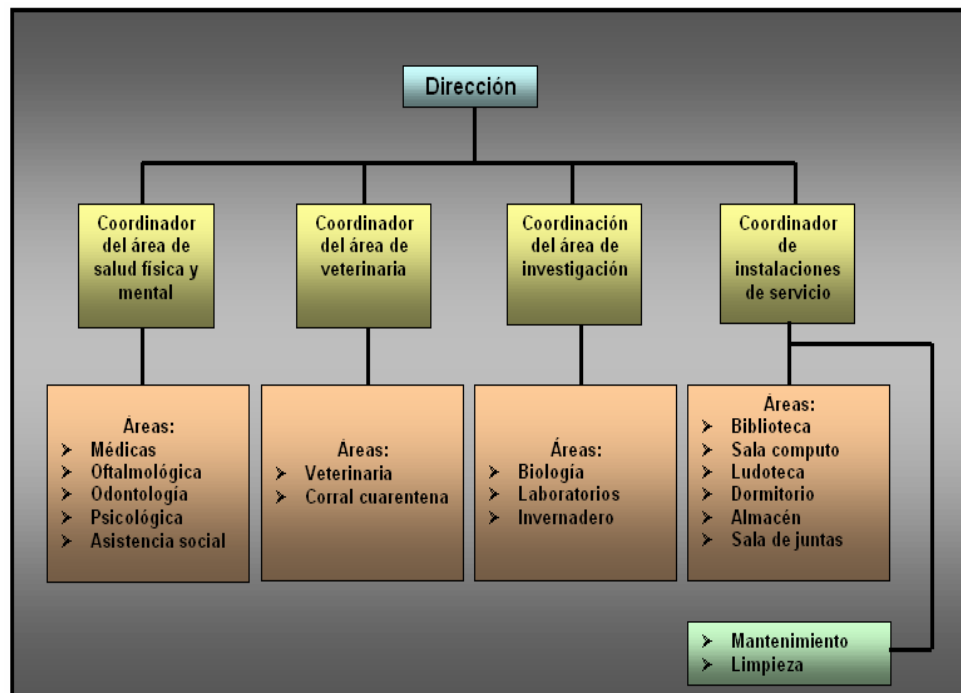
**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

La cantidad de personal que requiere para operar el CREIM es el siguiente:

Personal	Cantidad
Director	1
Coordinadores	4
Prestadores de servicio social	54
Mantenimiento y limpieza	4
Total=	63

**Tabla 5 Total del personal del CREIM**

La organización administrativo-técnico-operacional consta de diferentes niveles jerárquicos. El primer nivel es a nivel dirección, a su vez existe el segundo nivel de coordinación de operación de los servicios. El tercer nivel corresponde a atención de la población por medio de las diferentes áreas, las investigaciones que se realizan en los laboratorios y las actividades de campo, y finalmente el último nivel corresponde a actividades de apoyo necesarias para la operación. El organigrama de la organización técnico-operacional se muestra a continuación, figura 64.



**Figura 3 Organigrama del CREIM**



## Equipo

El equipo que se requerirá para la operación y suministración de los servicios es el siguiente, tabla 6:

Unidad	Clave	Equipamiento por unidad
Medicina General	MG	Estuche de diagnóstico: otoscopio, oftalmoscopio, laringoscopio, mango, y repuesto de focos. Estetoscopio, Mesas de exploración, Botes de basura, Vitrina, bascula, silla para el medico y paciente
Optometría	OPT	oftalmoscopio; banquillo, silla para el médico, silla para el paciente, estantes, material estéril o desechable, escritorio, unidad optométrica
Odontología	ODO	Unidad semifija equipa para consultorio dental: sillón dental, lampara, escupidera, banquillo, accesorios adicionales, escritorio, archivero, silla para el medico y paciente, botes de basura, vitrina; Autoclave de 7 litros con tres charolas, control de te
Biología	BIO	Microscopios, bancos, Pizarrones, mesas de trabajo con tarjas, carros para transportar material, botes de basura, estantes, equipo de computo, material didáctico,
Veterinaria	VET	Mesa de exploración, bascula, escritorio y silla para medico, lampara, tarja, materiales médico-quirúrgicos, equipos de esterilización para el instrumental y material quirúrgico
Almacen	ALM	Estantes, anaqueles, silla, equipo de computo, escritorio, bote de basura
Sala de espera	SDE	Modulo de recepción, equipo de computo, sillas secretarial, sillas para pacientes
Auditroio	AUD	Butacas, cañon visual, equipo de sonido, pantalla, botes de basura
Sala de computo	SDC	Computadoras, impresoras, mesas de trabajo, sillas secretarial, escáner
Biblioteca	BIB	Estantes, mesas, sillas, botes de basura, equipo de computo, libros
Ludoteca	LUD	Estantes, anaqueles, escritorio, silla secretarial, juegos de mesa, balones, guantes y bat de beisbol, redes, porterias para futbol soccer, raquetas
Sala de juntas	SDJ	Mesa, sillas secretariales, pizarron, equipo para acetatos
Invernadero	INV	Estructura metalica, dispositivo de control de luz, control químico y biológico, control de riego, herramienta
Corral de veterinaria	CDV	Herramienta para limpieza, valdes, bebederos,

**Tabla 6 Equipo de las diferentes áreas**

El equipo que se describe es lo que requiere un solo consultorio. Se define como unidad a un consultorio. El que mayor equipo requiere es el consultorio dental.

## Edificaciones

En el capítulo de arquitectura se ha mencionado las edificaciones con mayor detalle, son diversos inmuebles operativos, administrativos y de servicios. Por lo tanto, solo se mencionaran las instalaciones de las que esta compuesto el CREIM, que son las siguientes:



**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

- Sala de Espera con recepción
- Consultorios: médico; psicología; asistencia social; veterinaria; optometría.
- Sala de computo
- Sala de juntas
- Biblioteca
- Ludoteca
- Auditorio
- Corral de veterinaria
- Invernadero
- Almacén
- Baños públicos
- Dormitorios con comedor y baños

**Costos de la inversión  
Capital de Trabajo**

A continuación se muestran en las siguientes tablas los costos que se requieren para poner en operación al CREIM.

Uno de los costos importantes a considerar es el capital de trabajo que se refiere a los recursos requeridos por el proyecto para operar en condiciones normales, es decir, pagar nominas, compromisos con proveedores, pagos de servicios, etc. y por el tiempo que resulte necesario en tanto los ingresos son suficientes para sufragar los gastos totales.

Considerando esto, el cálculo se realizó considerando los siguientes rubros: Servicio de energía eléctrica, agua potable, teléfono, internet, sueldos del personal, artículos de limpieza y papelería.

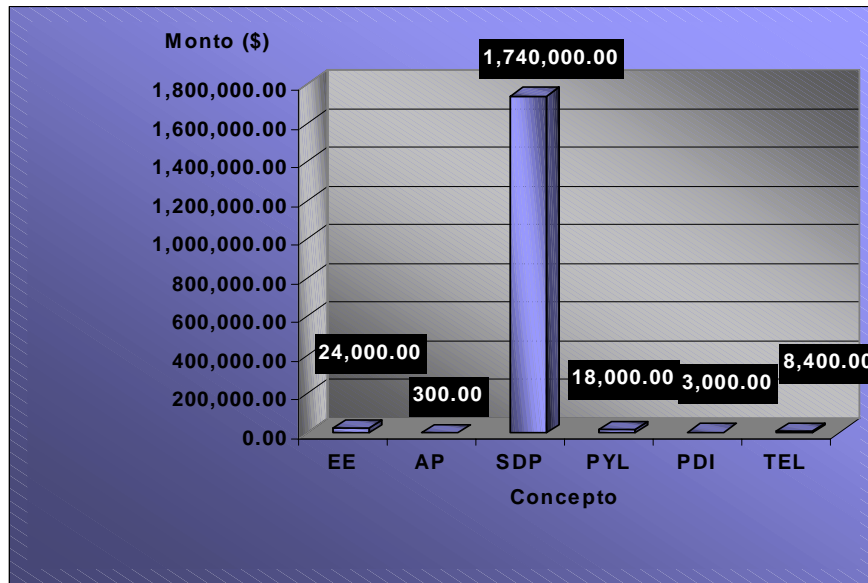
El monto que se obtuvo fue por un año, pero también se considero a 6 meses debido a que es el tiempo en que tendrá nuevos prestadores de servicio social el CREIM. Pero sin embargo, para facilitar el costo de la inversión se manejara el capital de trabajo anual, tabla 7:

Concepto	Clave	Monto semestral (\$)	Monto Anual (\$)
Energía Eléctrica	EE	12,000.00	24,000.00
Agua Potable	AP	150.00	300.00
Sueldos del Personal	SDP	870,000.00	1,740,000.00
Papelería y artículos de limpieza	PYL	9,000.00	18,000.00
Pago de internet	PDI	1,500.00	3,000.00
Teléfono	TEL	4,200.00	8,400.00
Capital de trabajo		896,850.00	1,793,700.00

**Tabla 7 Monto del capital de trabajo**



La gráfica 4 representa los montos de cada uno de los conceptos que conforman al capital de trabajo.



**Gráfica 4 Montos del capital de trabajo**

### Costo del personal

Uno de los rubros que compone el capital de trabajo es el sueldo del personal, y este se compone de la siguiente manera:

- Personal administrativo
- Personal técnico-operacional.

Cabe mencionar que el sueldo que percibirán los prestadores de servicio social es una beca que da la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), es un monto de \$ 12,000.00 pesos, por los 6 meses que dura el servicio. El costo total del personal es, tabla 8:

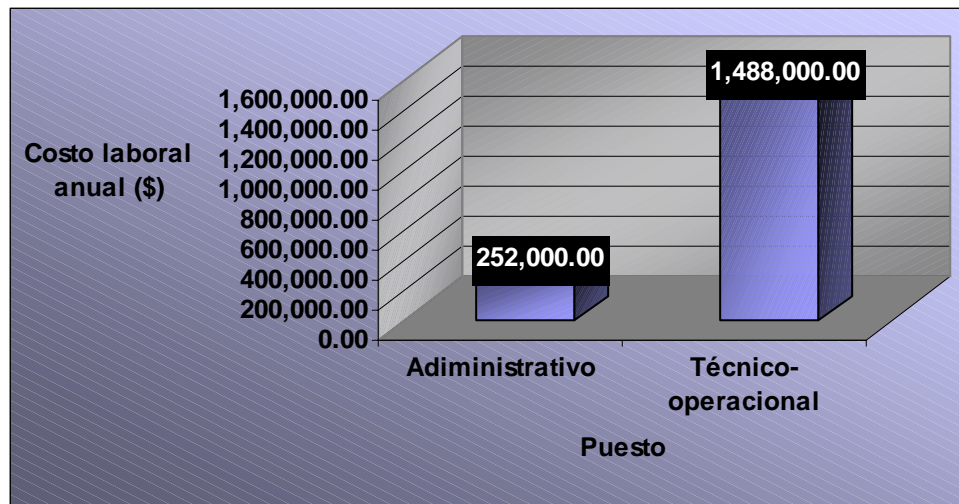
Puesto	Clave	Empleados en el puesto	Costo laboral mensual (\$)	Costo laboral semestra (\$)	Costo laboral anual (\$)
Administrativo	ADM	5	21,000.00	126,000.00	252,000.00
Técnico-operacional	TYO	58	124,000.00	744,000.00	1,488,000.00
<b>Total</b>	-	63	145,000.00	870,000.00	1,740,000.00

**Tabla 8 Costo total de la estructura organizacional**

La gráfica 5 representa el costo anual, que es con el que se trabajara en adelante, para obtener el costo de la inversión.



**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**



**Gráfica 5 Costo laboral anual**

**Costo del Equipo**

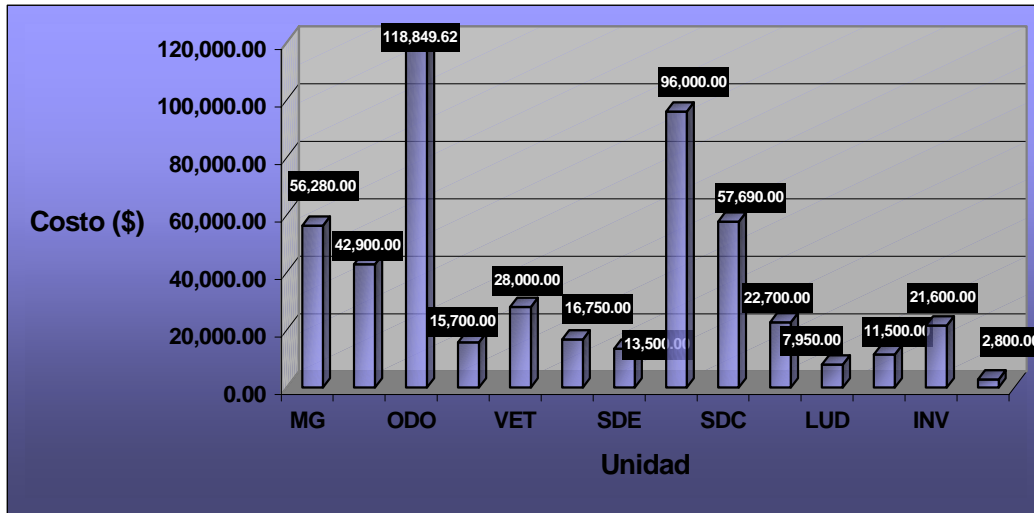
El costo del equipo se estimo a partir de los requerimientos de cada una de las áreas que prestaran servicio, tabla 9:

Unidad	Clave	Equipamiento por unidad	Costo (\$)	Número de unidades	Costo total (\$)
Medicina General	MG	Estuche de diagnóstico: otoscopio, oftalmoscopio, laringoscopio, mango, y repuesto de focos. Estetoscopio, Mesas de exploración, Botes de basura, Vitrina, bascula, silla para el medico y paciente	18,760.00	3	56,280.00
Optometría	OPT	oftalmoscopio; banquillo, silla para el médico,silla para el paciente,estantes, material estéril o desechable, escritorio, unidad optométrica	21,450.00	2	42,900.00
Odontología	ODO	Unidad semifija equipa para consultorio dental: sillón dental, lampara, escupidera, banquillo, accesorios adicionales, escritorio, archivero, silla para el medico y paciente, botes de basura, vitrina; Autoclave de 7 litros con tres charolas, control de temperatura, timer y valvula de alivio; Esterilizador de calor seco; Compresor de aire	59,424.81	2	118,849.62
Biología	BIO	Microscopios, bancos, Pizarrones,mesas de trabajo con tarjas, carros para transportar material, botes de basura, estantes, equipo de computo, material didáctico.	15,700.00	1	15,700.00
Veterinaria	VET	Mesa de exploración, bascula, escritorio y silla para medico, lampara, tarja,materiales médico-quirúrgicos,equipos de esterilización para el instrumental y material quirúrgico	14,000.00	2	28,000.00
Almacen	ALM	Estantes, anaqueles, silla, equipo de computo, escritorio, bote de basura	16,750.00	1	16,750.00
Sala de espera	SDE	Modulo de recepción, equipo de computo, sillas secretarial, sillas para pacientes	13,500.00	1	13,500.00
Auditroio	AUD	Butacas, cañon visual, equipo de sonido, pantalla, botes de basura	96,000.00	1	96,000.00
Sala de computo	SDC	Computadoras, impresoras, mesas de trabajo, sillas secretarial, escáner	57,690.00	1	57,690.00
Biblioteca	BIB	Estantes,mesas,sillas,botes de basura, equipo de computo,libros	22,700.00	1	22,700.00
Ludoteca	LUD	Estantes,anaqueles, escritorio,silla secretarial, juegos de mesa, balones, guantes y bat de beisbol, redes, porterias para futbol soccer, raquetas	7,950.00	1	7,950.00
Sala de juntas	SDJ	Mesa, sillas secretariales, pizarron, equipo para acetatos	11,500.00	1	11,500.00
Invernadero	INV	Estructura metalica, dispositivo de control de luz, control quimico y biológico, control de riego, herramienta	21,600.00	1	21,600.00
Corral de veterinaria	CDV	Herramienta para limpieza, valdes, bebederos,	2,800.00	1	2,800.00
<b>Total=</b>					<b>512,219.62</b>

**Tabla 9 Costo total del equipo requerido por cada una de las unidades (áreas)**

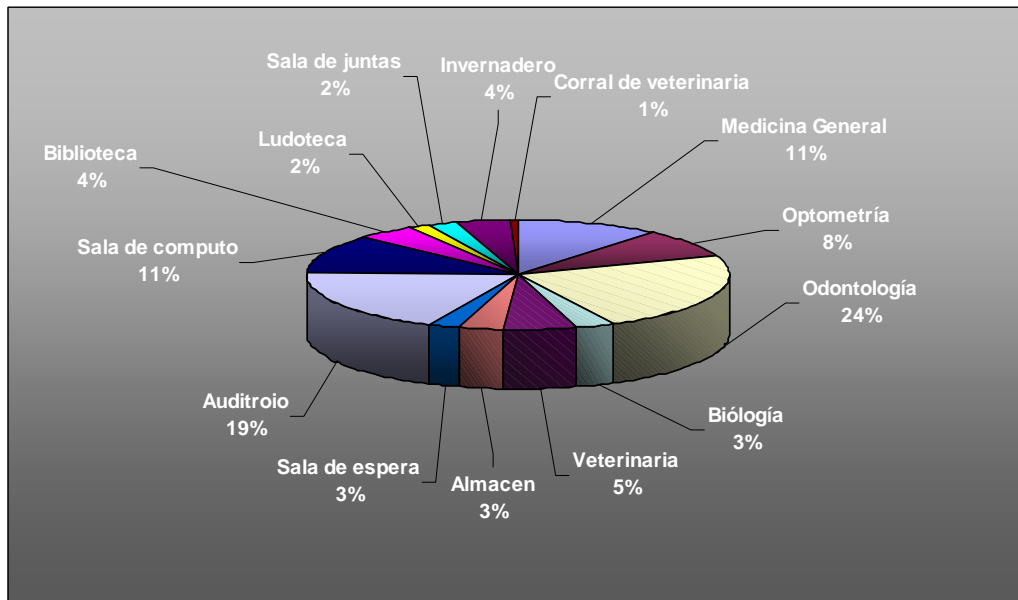
**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

El monto mayor pertenece al equipo que se requiere para el consultorio de odontología debido a que necesita un mayor número de equipo especializado, para comparar los montos se puede observar en la gráfica 6.



**Gráfica 6 Costo del equipo por área**

A continuación la gráfica 6 representa el porcentaje del costo de cada uno de los equipos que se requieren.



**Gráfica 7 Porcentaje de cada uno de los costos de equipo**

El mayor porcentaje de dinero esta destinado a comprar los dos equipos de odontología, representa 24% del monto total. En segundo lugar esta el equipo del auditorio con un 19%. La ludoteca que va hacer la que tenga una mayor capacidad para dar servicios tiene la menor inversión, con un 2%.



## Costo de las instalaciones, terreno y edificación

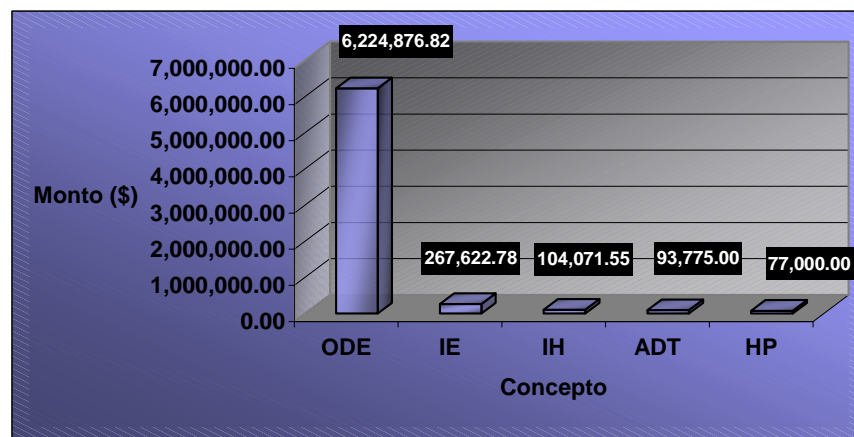
El costo de las instalaciones y de la edificación se obtuvo del capítulo de construcción, por lo tanto solo se presenta el monto total, también se estimó el precio de los honorarios profesionales.

A pesar de que el terreno lo proporcionó la comunidad, se debe considerar su costo para hacer una estimación real. Se estimó el precio de \$ 25 por metro cuadrado, se consideró las condiciones físicas y de localización del terreno. Los costos son los siguientes, tabla 10:

Concepto	Clave	Monto (\$)
Obras de edificación	ODE	6,224,876.82
Instalaciones eléctricas	IE	267,622.78
Instalaciones hidráulicas	IH	104,071.55
Adquisición del Terreno	ADT	93,775.00
Honorarios Profesionales	HP	77,000.00
Total		6,767,346.14

Tabla 10 Costo de edificaciones, instalaciones, terreno y honorarios profesionales

Estos costos se representan en la gráfica 8:



Gráfica 8 Costo total de edificaciones, terreno, instalaciones y honorarios profesionales



## Costo de la inversión

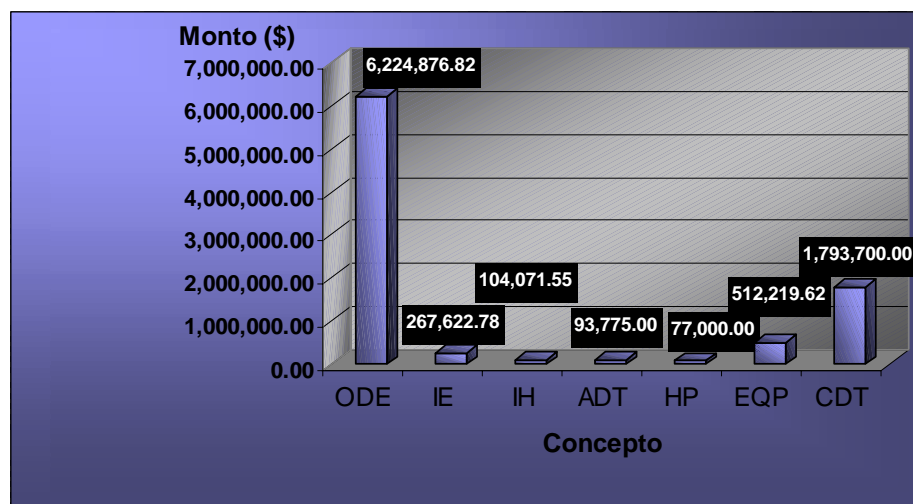
Habiendo desglosado los diferentes rubros que componen el costo de la inversión, se presenta la tabla 11:

Concepto	Clave	Monto (\$)
Obras de edificación	ODE	6,224,876.82
Instalaciones eléctricas	IE	267,622.78
Instalaciones hidráulicas	IH	104,071.55
Adquisición del Terreno	ADT	93,775.00
Honorarios Profesionales	HP	77,000.00
Equipo	EQP	512,219.62
Capital de trabajo	CDT	1,793,700.00
Costo de la inversión		9,073,265.76

Tabla 11 Costo de la Inversión

**El costo total de la inversión del Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma (CREIM) es de \$ 9,073,265.76 MN.**

Estos valores se ven en la gráfica 9:

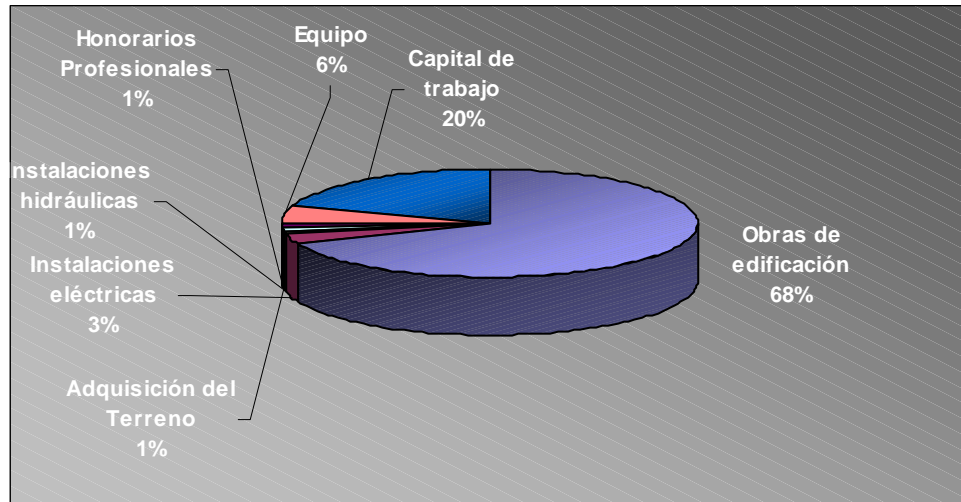


Gráfica 9 Costo de la inversión



### ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO

Las obras de edificación son las que presentan el mayor gasto, con un 68% del monto de la inversión, seguidas del capital de trabajo, con 20%, todo esto se puede representar en porcentajes, gráfica 10.



Gráfica 10 Porcentaje del costo de la inversión

### Depreciación

Aunque en la preparación del proyecto deben considerarse los costos efectivos y no los contables, estos últimos son importantes para determinar la magnitud de los impuestos a las utilidades. Pero en este caso, se trata de un proyecto de beneficio social, y aunque no generará ingresos por sus servicios, se debe considerar la depreciación del equipo que se requiere para la operación.

Para fines tributables, la inversión en una computadora, por ejemplo, no generará aumento ni disminución de riqueza; por tanto, no hay efectos tributables por la compra de activos. Sin embargo, cuando el activo es usado, empieza a perder valor por el deterioro normal de ese uso y también por el paso del tiempo. Como el Fisco no puede ir revisando el grado de deterioro del equipo, define una pérdida de valor promedio anual para activos similares que denomina depreciación. La depreciación, entonces, no constituye un egreso de caja (el egreso se produjo cuando se compró el activo).

El beneficio de obtener la depreciación consiste en obtener la pérdida contable de valor de activos fijos. Además si se deseará en un futuro reemplazar algún activo cualquiera, es muy probable que el activo reemplazado pueda ser vendido. Y esta venta puede generar utilidades.

Para obtener la depreciación del equipo, terreno y construcción, se considera lo estipulado por La ley del Impuesto sobre la Renta (LISR):



**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

- **Terrenos:** Importante es resaltar, que en el caso de los terrenos, al contrario de lo que sucede con los demás activos fijos, al pasar el tiempo, en lugar de perder una parte de su valor por el uso, dichos bienes incrementan su valor. A este exceso de valor de los terrenos se le denomina, en el ambiente inmobiliario como "plusvalía". Por lo tanto no son bienes sujetos a depreciación.
- **Equipo de computo:** Tiene un porcentaje depreciación del 30% para computadoras personales de escritorio y portátiles; servidores; impresoras, lectores ópticos, graficadores, lectores de código de barras, digitalizadores, unidades de almacenamiento externo y concentradores de redes de cómputo.
- **Construcciones:** La tasa de depreciación es del 10% para inmuebles declarados como monumentos arqueológicos, artísticos, históricos o patrimoniales, conforme a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, que cuenten con el certificado de restauración expedido por el Instituto Nacional de Antropología e Historia o el Instituto Nacional de Bellas Artes y 5% en los demás casos.
- **Equipo mobiliario y de oficina:** La tasa de depreciación es del 10% para mobiliario y equipo de oficina.
- **Erogaciones realizadas en periodos preoperativos:** son aquellas que tienen por objeto la investigación y el desarrollo, relacionados con el diseño, elaboración, mejoramiento, empaque o distribución de un producto, así como con la prestación de un servicio; siempre que las erogaciones se efectúen antes de que el contribuyente enajene sus productos o preste sus servicios, en forma constante. La tasa de depreciación es 10% para erogaciones realizadas en periodos preoperativos.

Considerando lo anteriores artículos de la LISR, se obtuvo la depreciación de la construcción, equipo de computo y equipo de los consultorios, laboratorio y auditorio, en estos 3 rubros se considera todo el equipo y obras de edificación que se requiere para operar el CREIM.

<b>Equipo de Computo</b>		
<b>Inversión inicial</b>	<b>115,190.00</b>	
<b>Año</b>	<b>Depreciación</b>	<b>Valor en libros</b>
1	34,557.00	80,633.00
2	34,557.00	46,076.00
3	34,557.00	11,519.00
4	11,519.00	0.00

**Tabla 12 Depreciación de las obras de edificación**



**ANÁLISIS FINANCIERO, SOCIAL Y ECONÓMICO**

La tasa de depreciación de la construcción es de 5% a 20 años; la tasa de depreciación del equipo de computo es del 30% a 4 años; y la tasa del equipo de los consultorios, laboratorio y auditorio es del 10% a 10 años, esto se muestra en las siguientes tablas 12, 13 y 14:

<b>Equipo de consultorios, laboratorios y auditorio</b>		
<b>Inversión inicial</b>		<b>397,029.62</b>
<b>Año</b>	<b>Depreciación</b>	<b>Valor en libros</b>
1	39,702.96	357,326.66
2	39,702.96	317,623.70
3	39,702.96	277,920.73
4	39,702.96	238,217.77
5	39,702.96	198,514.81
6	39,702.96	158,811.85
7	39,702.96	119,108.89
8	39,702.96	79,405.92
9	39,702.96	39,702.96
10	39,702.96	0.00

**Tabla 13 Depreciación del equipo de computo**

<b>Obras de Edificación</b>		
<b>Inversión inicial</b>		<b>6,767,346.14</b>
<b>Año</b>	<b>Depreciación</b>	<b>Valor en libros</b>
1	338,367.31	6,428,978.84
2	338,367.31	6,090,611.53
3	338,367.31	5,752,244.22
4	338,367.31	5,413,876.92
5	338,367.31	5,075,509.61
6	338,367.31	4,737,142.30
7	338,367.31	4,398,774.99
8	338,367.31	4,060,407.69
9	338,367.31	3,722,040.38
10	338,367.31	3,383,673.07
11	338,367.31	3,045,305.76
12	338,367.31	2,706,938.46
13	338,367.31	2,368,571.15
14	338,367.31	2,030,203.84
15	338,367.31	1,691,836.54
16	338,367.31	1,353,469.23
17	338,367.31	1,015,101.92
18	338,367.31	676,734.61
19	338,367.31	338,367.31
20	338,367.31	0.00

**Tabla 14 Depreciación de equipo de consultorios, laboratorios y auditorio**



El valor de libros se refiere al valor contable que destina el Fisco a la depreciación de los activos. Si se quisiera vender o remplazar cualquier equipo, se debe considerar el valor en libros y el del mercado, se toma el que de mayor utilidad.

### **Sugerencias de financiamiento**

Para el financiamiento de este proyecto se puede hacer las siguientes sugerencias:

- El 100% del financiamiento sea de la Secretaría de Desarrollo Social.
- Un cierto porcentaje del financiamiento se reparta entre la Secretaría de Desarrollo Social y gobierno de la localidad.
- Un cierto porcentaje del financiamiento se reparta entre la Secretaría de Desarrollo social, gobierno local e iniciativa privada (a través de donaciones).
- Búsqueda de financiamiento en el exterior del país. Existen programas de diversas instituciones en el ámbito mundial que apoyan este tipo de proyectos, uno de estos es la Organización de Naciones Unidas (ONU) a través de sus diversos programas comunitarios que se extienden a diferentes países.

Estas son algunas sugerencias. El financiamiento que se elija será tomado por la Secretaría de Desarrollo Social.

## **Análisis Económico**

### **Introducción**

El entorno económico ha estado en constante cambio, esto se ha dado de manera local, regional, internacional y mundial. Estos cambios no sólo afectan a economistas y a especialistas en la materia, sino influyen en todos los sectores de la sociedad, y la ingeniería no es la excepción, ya que no es indiferente a las crisis económicas por las que atraviesa el país. La economía, (la obtención de un objetivo a bajo costo en relación con los insumos), ha estado siempre asociada con la ingeniería.

El análisis de proyectos para apoyar a las poblaciones demandantes de servicios de infraestructura dejó de ser una mera evaluación del tipo social, ahora se debe considerar la evaluación económica y financiera, ya que además de construir se debe operar, mantener y recuperar la inversión.

Este análisis económico tiene como finalidad medir los beneficios del proyecto, y decir si estos son mayores que el capital ó no, para que a partir de esa comparación se defina si el proyecto es rentable. Se considero conceptos básicos de la Economía como: los factores determinantes del precio, oferta y demanda, costos y clasificación de mercados. Algunos de estos temas ya se desarrollaron en el análisis financiero, por lo que solo se mencionaran sus resultados. También se considero el valor, costo y rentabilidad que va a afectar a inversionistas y usuarios. Cabe señalar que este será un análisis económico desde el punto de vista de la ingeniería y solo se considerarán aquellos puntos que sean convenientes al análisis del proyecto CREIM.



---

## **Objetivo**

El análisis económico tiene como finalidad obtener los beneficios futuros que tendrá la población beneficiada por los servicios del CREIM y la comparación con la inversión.

Antes de iniciar con el análisis, se debe clasificar el proyecto, y este se clasifica de la siguiente manera:

### **Clasificación de la inversión**

La inversión es independiente, quiere decir que al realizarse no afecta los flujos de efectivo de otras inversiones, aunque si está compitiendo con estas opciones por el capital escaso. La Secretaría de desarrollo Social (SEDESOL) tiene asignado un presupuesto anual<sup>4</sup>, y una parte esta destinada a proyectos para el beneficio social. Cabe señalar, que SEDESOL a través de su programa “Desarrollo Local (Microrregiones)” financia este tipo de proyectos, cuyo objetivo es: Es Coadyuvar al desarrollo de las microrregiones a través de la realización de obras y acciones en beneficio de sus habitantes, buscando la corresponsabilidad de la población en el desarrollo social, económico y humano; y, promoviendo la equidad y enfoque de género en los beneficios del programa.

### **Consumidores**

Los consumidores son de dos tipos, figura 4:

1. Finales: por que se satisface su necesidad de manera directa con consultas de medicina, veterinaria, optometría, psicología, asistencia social, odontología, y los servicios de la sala de cómputo, biblioteca y ludoteca.
2. Intermedios: Se darán asesorías para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Los consumidores finales van a predominar, ya que las consultas son los servicios que más demandan tienen. SEDESOL establece en sus estadísticas que la asistencia en alimentos y salud son los servicios que más requieren las localidades marginadas del país.

---

<sup>4</sup> Para el ejercicio 2005 la H. Cámara de Diputados autorizó un presupuesto original de 461.3 millones de pesos a SEDESOL para la ejecución de 2,928 proyectos.

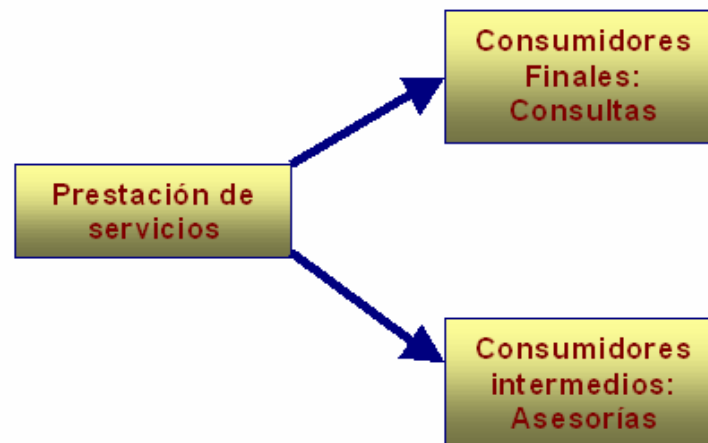


Figura 4. Tipos de consumidores a los que va atender el CREIM

## Recursos del CREIM

Los recursos son los factores o elementos básicos utilizados en la producción de los servicios, estos son:

- Terreno y edificación: El terreno tiene una extensión de 3,751 m<sup>2</sup>, con un área construida de 1000 m<sup>2</sup>.
- Trabajo: Constituye el elemento humano que colabora en el proceso de producción de servicios. Para proporcionar los servicios se cuenta con el siguiente personal: Director, Coordinadores, Prestadores de servicio social, Mantenimiento y Limpieza, ver tabla 15.
- Capital: El CREIM cuenta con equipo e instalaciones apropiadas para dar los servicios que requiere la población y pueda operar de manera normal, ver tabla 16. Se requiere una inversión \$ 9,073,265.76 M.N., el programa de microrregiones de SEDESOL proporciona \$2,500,000.00 M.N., pero se puede proporcionar una cifra superior si el impacto o características específicas de la obra o acción lo justifica, en este último caso, previo dictamen del Comité de Validación Central. Para contar con el capital necesario se puede optar por diferentes mecanismos de financiamiento como: aportaciones patrimoniales de origen privado, aportaciones patrimoniales de la administración pública, financiamiento por instituciones de fomento al desarrollo nacional, etc.



## Actividad económica

La actividad económica que se van a desarrollar en el CREIM es del tipo terciario, cuyo fin es facilitar las relaciones entre los sectores y cuyo producto es en general intangible, pues se trata de servicios. Las actividades económicas que se desarrollan en las localidades beneficiadas son del tipo primario. Al realizar construcciones en las localidades de la región, se desarrolla una actividad secundaria. Tal es el caso de la construcción del CREIM.

## Inflación

Pocas son las áreas a las que afecta rápidamente la inflación<sup>5</sup> en forma tan grave y directa, como la industria de la construcción que, paradójicamente, es la que más ágilmente se reactiva, pero es de las últimas en recuperar su índole de crecimiento.

La problemática actual de la industria de la construcción se manifiesta por la reducción de la inversión pública, mercado contraído inmerso en inflación, elevado costo financiero, escasez de crédito y trámites que estén complicando y encareciendo la administración. Son problemas que puede presentar la construcción del CREIM, y que deben ser considerados. Las causas que genera el proceso inflacionario así caracterizado, tienen raíces mucho más profundas de tipo no sólo económico, sino político y social.

A continuación se presenta la tabla 17 que muestra el efecto de la inflación en la inversión a través de los siguientes 13 años:

Inflación		
Costo inicial	9,073,265.76	M.N.
Tasa de inflación	5.50	%
Año	Inversión futura \$	Incremento de la inversión \$
2007	9,572,295.38	499,029.62
2008	10,098,771.63	1,025,505.86
2009	10,654,204.07	1,580,938.30
2010	11,240,185.29	2,166,919.53
2011	11,858,395.48	2,785,129.72
2012	12,510,607.23	3,437,341.47
2013	13,198,690.63	4,125,424.87
2014	13,924,618.61	4,851,352.85
2015	14,690,472.64	5,617,206.87
2016	15,498,448.63	6,425,182.87
2017	16,350,863.31	7,277,597.54
2018	17,250,160.79	8,176,895.03
2019	18,198,919.63	9,125,653.87

Tabla 15 Inversión del proyecto en los años futuros

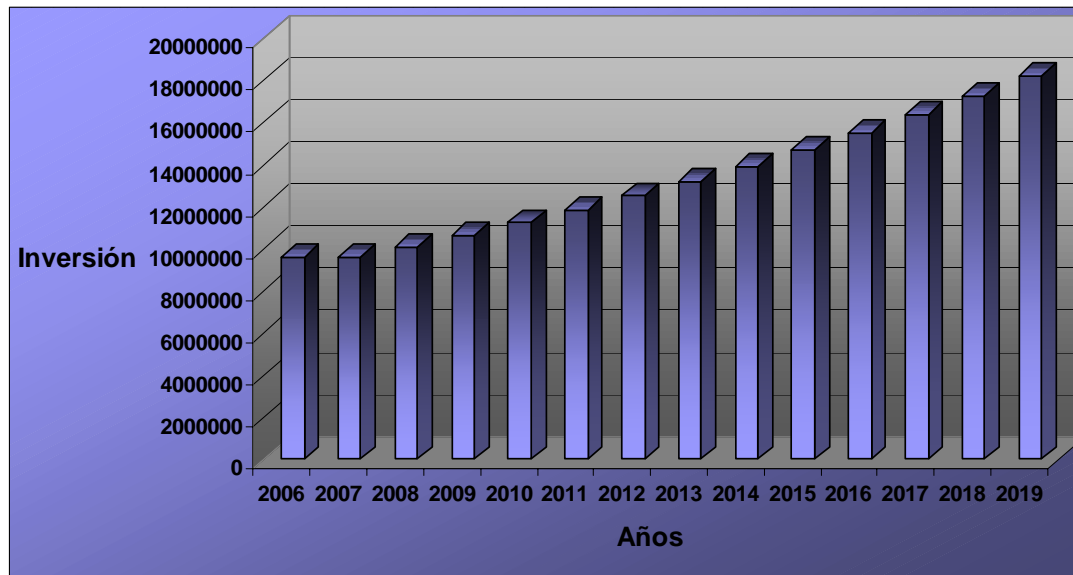
<sup>5</sup> inflación es el alza generalizada en los precios de los bienes y servicios de una economía.



Se considero una tasa de inflación promedio del 5.5 %, a pesar que en los últimos dos años ha sido del 3.5%, los bancos sugieren tomar la tasa promedio para no subestimar el costo de la inversión futura.

Se considero 13 años, por que se considero el último año del sexenio de gobierno 2000-2006, y los próximos dos sexenios.

Para el año 2019 se habrá duplicado el costo de la inversión, el valor sería de \$ 18,198,919.63 M.N. El año 2007 representa el menor incremento, ver gráfica 11.



Gráfica 11 Inversión a través de los próximos 13 años considerando una tasa de inflación del 5.5%

La conclusión que se puede hacer al ver la gráfica 11, es la de realizar lo más pronto posible el proyecto, para evitar el incremento del costo de la inversión a través de los años. Habrá que considerar la variabilidad de escenarios que afecten la economía del país, para tener proyecciones más cercanas a la realidad en los años futuros del costo de la inversión.

La realización del CREIM generará empleos directos e indirectos a habitantes de las comunidades beneficiadas, practicas profesionales y prestación de servicio social para la comunidad estudiantil universitaria, la que se beneficiara con una beca. Estos puntos se abordarán en el análisis social.



## **Análisis Social**

### **Introducción**

La materialización del Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma (CREIM) generará empleos, nuevas fuentes de ingresos, líneas de investigación, impacto al ambiente, mayor cercanía de la comunidad universitaria con poblaciones rurales, desarrollo de infraestructura en vías de comunicación, red de abastecimiento de agua potable y drenaje, todos estos pertenecen a sectores que se encuentran dentro de una sociedad. Este subcapítulo presenta el impacto de la realización del CREIM hacia estos sectores en los que habrá un beneficio social.

### **Objetivo**

Identificación de los sectores que tendrán un beneficio social con la realización del CREIM

### **Generación de empleos**

Se generarán empleos directos e indirectos para las comunidades beneficiadas. Los empleos directos son los puestos de trabajo que van a surgir de las áreas que componen el CREIM.

Los empleos indirectos son los que se van a generar a partir de las siguientes etapas del proyecto: construcción y operación (mantenimiento). Para la construcción se requerirá de albañiles, plomeros, herreros, eléctricos y carpinteros, esto traerá consigo puestos de comida y venta de herramienta, que también genera ingresos.

En la etapa de operación, los empleos que se van a generar son a partir de mantenimiento especializado que requiera el CREIM, la contratación sería temporal.

Se generarán empleos con la nueva infraestructura que se desarrolle en torno al CREIM.

El generar empleos cerca de los hogares de las familias, dentro de las comunidades, evita que se eleve la tasa de migración, con lo cual se evitaría que fuera una causal de la desintegración familiar. Al haber empleo, habrá ingresos, generando más posibilidades de seguir sus estudios los hijos, tener una mejor alimentación, vestido, una mejor calidad de vida.

### **Nuevas fuentes de ingresos**

El sector económico de la microregión se beneficiará a partir de la construcción del CREIM, se generará nuevas fuentes de ingresos como puestos de comida, tiendas de abarrotes, calzado y ropa, venta de herramienta y materiales para la construcción, etc. Posteriormente en la etapa de operación, si el CREIM trae a más poblaciones, se incrementarán este tipo de negocios, con la posibilidad de apertura de nuevos establecimientos con diferente giro a los ya existentes.



También se incrementara el servicio de transporte de pasajeros, ya que habrá nuevos caminos y rutas, por lo tanto, más vehículos, y al cabo de los años los vehículos habrán de aumentar su capacidad para pasaje, es decir, se pasaría de combí a camión y entorno e esto se generan pequeñas economías de familias.

Las familias son la que se beneficiaran con la apertura de negocios que estén en torno al CREIM, pues son ellas mismas la que los pondrán.

Al crecer el área de influencia del CREIM, traería consigo un desarrollo de infraestructura en sectores como la construcción y la de servicios, esto generará empleos e ingresos a las comunidades.

### **Desarrollo de infraestructura**

La infraestructura que se desarrollara en torno al CREIM en los años futuros sí su área de influencia sigue creciendo son:

- Construcción de caminos y banquetas,
- Construcción de red de abastecimiento de agua potable y drenaje,
- Construcción de invernaderos,
- Crecimiento del servicio de energía eléctrica y telefónica en los hogares de las familias,
- Crecimiento del servicio de alumbrado público,
- Crecimiento de la agricultura y ganadería,
- Construcción de corredores turísticos,
- Y crecimiento del transporte público de pasajeros y carga.

En estos proyectos, intervendrán los prestadores de servicio social, con la obtención, procesamiento e interpretación de la información; supervisión; y consulta, que se requerirá para las diversas etapas de los proyectos que beneficie el crecimiento y desarrollo de las comunidades que forman las microregiones.

### **Conexión de microregiones**

Al existir nuevos caminos que conecten a esta región con otras, habrá mayor intercambio económico, social, educativo y cultural, generando una conexión fuerte entre las diversas microregiones. Esto evitara desagregar a las diferentes comunidades que componen a las microregiones.

Al existir más enlaces entre las microregiones mayor será su conexión en los sectores que exista intercambio, esto se puede realizar con el desarrollo de infraestructura en vías de comunicación entre las comunidades y microregiones como: la construcción de carreteras, ampliación del servicio de energía eléctrica y de telefonía, figura 66.

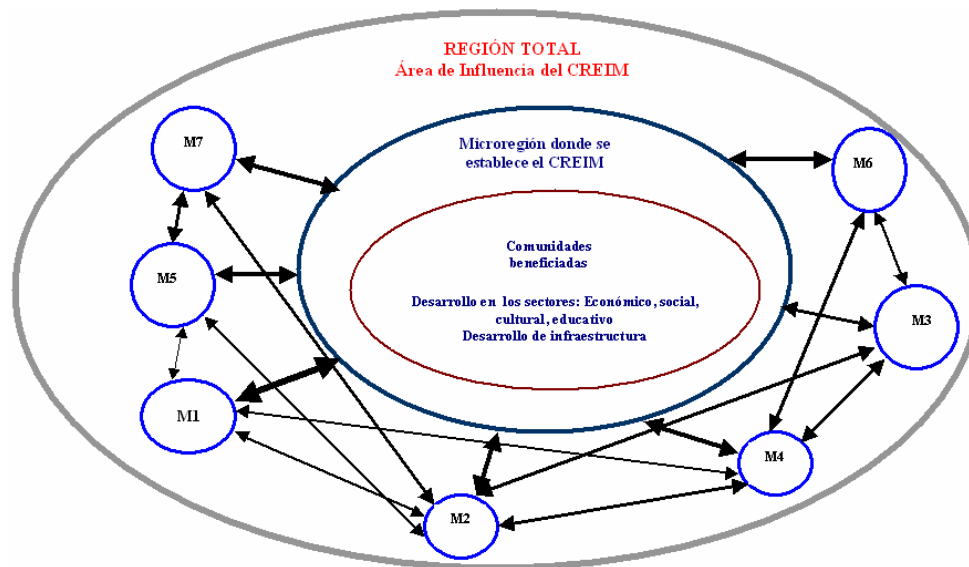


Figura 5 Región total, área de influencia.

La figura 66 expone la relación de la microregión donde se ubica el CREIM con otras microregiones, crecerá la relación entre la microregiones que se vean beneficiadas por los servicios que se ofrecerán, el área de influencia crecerá con el desarrollo de vías de comunicación. La interrelación entre las comunidades y microregiones, traerá consigo un intercambio en los sectores de economía, cultura, educación y social. Los servicios que ofrezca el CREIM llegarán a otras microregiones, con esto aumentará el acercamiento de la comunidad universitaria con las comunidades rurales.

Cabe señalar que habrá vínculos más fuertes entre unas microregiones que con otras, esto lo ejemplifica las flechas de la figura 5.

### Impacto al medio ambiente

Es indudable que al generar una nueva infraestructura, se tendrá un impacto al medio ambiente, por lo que se deberá evitar el mayor daño.

La construcción del CREIM traerá cambio de flora y fauna, para esto se contará con la supervisión de biólogos, que indicarán la forma de extraer, mantener, transportar y colocar en su nuevo sitio a la flora y fauna removida.

Cerca de la construcción no se encuentra ningún cuerpo de agua que pueda ser contaminado.

Tampoco se encuentran plantaciones de hortalizas o cría de ganado que puedan correr peligro por la construcción, ya sea por contaminación o destrucción de su hábita.

El mayor impacto se puede dar en la degradación del suelo, ya que al construir se tendrá que hacer movimientos de tierra para la cimentación y emparejamiento del terreno, también se tendrá degradación con las sustancias que genere los desperdicios del laboratorio. Para esto último. Se han tomado como medida de protección, la realización de una fosa séptica



con membranas que protejan al suelo y evite la infiltración, para proteger el nivel de aguas freáticas, cabe señalar que el NAF se encuentra a 250 metros de profundidad, pero pueden provocar esas infiltraciones escurrimientos superficiales con el paso del tiempo.

El tomar las medidas necesarias que establece el reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental que emite la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, evitara una mayor degradación al medio ambiente de las comunidades que se verán beneficiadas con los servicios del CREIM.

### **Mayor cercanía de la comunidad universitaria con poblaciones rurales**

Al tener un espacio como el CREIM al que se pueda llegar para ayudar a las poblaciones rurales, hace más simple la incorporación de la comunidad universitaria para realizar su servicio social en las microregiones que pertenecen al municipio de Ixmiquilpan.

Al tener mayor participación de la comunidad universitaria en el CREIM, se podrá incrementar el área de influencia, ya que se incorporarían más comunidades para recibir los servicios. Con esto, se beneficiaría el crecimiento de este tipo de proyectos en otras regiones.

Al cubrir más comunidades con los servicios que los benefician, mayor será el conocimiento del territorio de las regiones, de los ambientes, climas, costumbres, etc., que tendrá la comunidad universitaria. Con este conocimiento, se pueden emprender nuevas líneas de investigación de las diversas áreas que conforman al CREIM.



## **Conclusiones**

A partir del estudio realizado se determinó la factibilidad financiera, social y económica, del CREIM. El costo total de la inversión del Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma (CREIM) es de \$ 9, 073,265.76 MN. Existirán diferentes fuentes de financiamiento que no se saben aun cuales serán. Será una fuente de crecimiento en la región e impactará en el desarrollo y aumento de los servicios.

# **CONCLUSIONES**



## Conclusiones

Se describió y caracterizó el sitio de estudio, se conocen ahora sus ventajas y desventajas, por ello es necesario llevar a cabo la construcción del centro multidisciplinario, considerando el marco económico, político, social y físico. Las carencias de la población son tales que se justifica ampliamente la puesta en marcha del proyecto.

A partir de las investigaciones geológicas se determinó que, la zona en estudio se encuentra en la Sierra Madre Oriental dentro de la Formación Tarango.

Para la ejecución de esta obra, se considera que el suelo está compuesto por tobos las cuales por su estratigrafía no afectarán a la cimentación. No habrá deslizamientos, tampoco se presentarán fallas en el terreno; por otro lado el suelo es propenso a la filtración de agua pero no lo afectará, y será viable para la construcción.

La precisión que se logró en el trabajo topográfico (**P = 1 / 17 000**) del levantamiento de la poligonal es la adecuada. Las curvas de nivel obtenidas del terreno describen la percepción visual del mismo. La utilización de la estación total demuestra que al avanzar la tecnología el tiempo para la realización de los trabajos de topografía disminuye considerablemente y por lo tanto es indispensable contar con estas herramientas.

A partir del estudio geológico se decidió utilizar el método de pozo a cielo abierto. Se sacaron muestras de dichas excavaciones para realizar el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio obteniendo sus propiedades físicas y mecánicas.

La carta de plasticidad indica que el tipo de suelo es un MH (limo de alta plasticidad). Al aplicar las pruebas de compresión simple y triaxiales se encontró que el suelo tiene un comportamiento cohesivo, por lo tanto la cimentación tendrá una profundidad de desplante de 80 cm. con una base de 50 cm.

La capacidad de carga admisible con la cual se diseñara la cimentación corresponde a la prueba de compresión simple de suelo saturado del pozo N°2 con un valor de 88.787 (ton/m<sup>2</sup>) que representa las condiciones más desfavorables que puede presentar el suelo ante esfuerzos actuantes.

La Arquitectura cumple con la distribución de los espacios requeridos, que marcan las necesidades entregadas por DGOS, la cual se adaptó a la topografía del lugar.

La estructura se considera tipo A y será construida a base de marcos rígidos de concreto reforzado. Los elementos que la componen son: columnas cuadradas, trabes primarias y secundarias de sección rectangular, losas planas en ambas direcciones coladas en forma monolítica a las trabes perimetrales. Los muros perimetrales exteriores se consideran de block de cemento junteado con mortero, mientras que los muros divisorios internos pueden erigirse con sistemas constructivos tipo tabla-cemento o tabla-yeso e incluso a base de alma de poliestireno con refuerzo de malla de alambre de cualquier marca comercial, el diseño de la cimentación consiste en contratrabes que unen las columnas al nivel de piso terminado y zapatas, las losas de piso se diseñaron de concreto con un porcentaje bajo de acero de



## CONCLUSIONES

refuerzo dichas losas se cuelan independientes a las contratraves y la junta constructiva se deberá tratar con un epóxico semirígido o un material que permita la contracción y dilatación del concreto para evitar agrietamientos.

El centro esta dotado de las instalaciones necesarias para un óptimo funcionamiento, algunas de estas serán implantadas una vez que el centro este en pleno funcionamiento. Además cuenta con la capacidad de adaptación a instalaciones de ahorro de energía y reciclado de agua.

El catalogo de conceptos contiene costos parametricos, ya que los costos adicionales dependerán de los mecanismos, la zona, el tipo de suelo y las diferentes circunstancias en que se desarrolle cada proyecto posterior al nuestro, y dependerá de una estricto y riguroso análisis financiero, social y económico.

A partir del estudio realizado se determino la factibilidad financiera, social y económica. El costo total de la inversión del Centro multidisciplinario de investigación y de desarrollo rural sustentable de La Palma (CREIM) tiene un monto de **\$9, 073,265.76 MN.**

Finalmente debemos tomar en cuenta que en nuestro país existen zonas de alta pobreza y marginación que no cuentan con la infraestructura que les permita desarrollarse y alcanzar una mejor calidad de vida. Situación que en las últimas décadas se ha agudizado y ha rebasado la capacidad de los sectores público y privado para satisfacer las necesidades que esa parte de la población demanda. Para dar solución a esta problemática, La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de todas las Escuelas, Facultades, Institutos y Centros, debe promover más lazos de cooperación, apoyo y ayuda con los sectores mencionados, generando programas de servicio social, a través de los cuales, los alumnos desarrollen y apliquen los conocimientos adquiridos durante sus años de estudio y al mismo tiempo adquieran, incrementen y fortalezcan sus actitudes y compromiso con la sociedad. Reorientar esta labor no solo permite mantener la presencia de la Universidad en el acontecer nacional, sino que propicia al interior de la misma un proceso de mejora continua, recordando que “Los alumnos de ahora serán los profesionales del mañana”, por lo tanto debe sembrarse en ellos la responsabilidad con la sociedad, sobre todo con los sectores más desprotegidos del país.

**ANEXOS**



## Anexo de Topografía

### Definición de Topografía

La **topografía** es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.

### Definiciones

*Geodesia:* La geodesia trata de las mediciones de grandes extensiones de terreno, como por ejemplo para confeccionar la carta geográfica de un país, para establecer fronteras y límites internos, para la determinación de líneas de navegación en ríos y lagos, etc. Estos levantamientos tienen en cuenta la verdadera forma de la tierra y se requiere de gran precisión. Cuando la zona de que se trate no sea demasiado extensa, se puede obtener la precisión requerida considerando la tierra como una esfera perfecta, pero si dicha superficie es muy grande debe adoptarse la verdadera forma elipsoidal de la superficie terrestre. Los levantamientos de grandes ciudades se hacen bajo el supuesto de que la tierra es perfectamente esférica. Este tipo de levantamiento está catalogado como de alta precisión e incluye el establecimiento de los puntos de control primario o puntos geodésicos, que son puntos debidamente materializados sobre la superficie de la tierra, es decir, con posiciones y elevaciones conocidas, las cuales son de gran importancia y trascendencia por constituir puntos o redes de apoyo y referencia confiables para todos los demás levantamientos de menor precisión. Los puntos fijados geodésicamente (levantamiento de control), como por ejemplo los vértices de triangulación, constituyen una red a la que puede referirse cualquier otro levantamiento sin temor a error alguno en distancias horizontal o vertical o en dirección, derivado de la diferencia entre la superficie de referencia y la verdadera superficie de la tierra.

*Fotogrametría.* La fotogrametría es la disciplina que utiliza las fotografías para la obtención de mapas de terrenos. Los levantamientos fotogramétricos comprenden la obtención de datos y mediciones precisas a partir de fotografías del terreno tomadas con cámaras especiales u otros instrumentos sensores, ya sea desde aviones (fotogrametría aérea) o desde puntos elevados del terreno (fotogrametría terrestre) y que tiene aplicación en trabajos topográficos. Se utilizan los principios de la perspectiva para la proyección sobre planos a escala, de los detalles que figuran en las fotografías. Los trabajos fotogramétricos deben apoyarse sobre puntos visibles y localizados por métodos de triangulación topográfica o geodésicos que sirven de control tanto planimétrico como altimétrico.

*Topografía Plana.* El levantamiento topográfico plano tiene la misma finalidad de los levantamientos geodésicos, pero difiere en cuanto a la magnitud y precisión y por consiguiente en los métodos empleados. Esta área se encarga de la medición de terrenos y lotes o parcelas de áreas pequeñas, proyectados sobre un plano horizontal, despreciando los efectos de la curvatura terrestre. La mayor parte de los levantamientos en proyectos de



ingeniería son de esta clase, ya que los errores cometidos al no tener en cuenta la curvatura terrestre son despreciables y el grado de precisión obtenido queda dentro de los márgenes permisibles desde el punto de vista práctico. Las justificaciones para no tener en cuenta la curvatura terrestre se pueden fundamentar en los siguientes datos, los cuales se pueden demostrar mediante la aplicación de principios de geometría y trigonometría esférica: La longitud de un arco de 18 Km sobre la superficie de la tierra es solamente 15 mm mayor que la cuerda subtendida por el mismo y la diferencia entre la suma de los ángulos de un triángulo plano triángulo de 200 Km<sup>2</sup> (20.000 hectáreas) y la de los ángulos de un triángulo esférico correspondiente, es de un solo segundo de arco. De lo anterior se deduce que únicamente debe tenerse en cuenta la verdadera forma de la tierra cuando el levantamiento se refiera a grandes superficies y su ejecución exija de alta precisión. Cuando se trate de determinar alturas, aún en los casos que no se requiera gran precisión, no puede despreciarse la curvatura terrestre. Supóngase un plano tangente a la superficie del nivel medio del mar en un punto dado; la distancia vertical entre dicho plano y el nivel medio del mar, a una distancia de 16 km medida a partir del punto de tangencia es de 20 metros y a una distancia de 160 km, la distancia es de dos kilómetros. Sin embargo, los trabajos de nivelación no requieren ningún trabajo adicional para referir las alturas medidas a dicha superficie esferoidal, debido a que la nivelación de los puntos consecutivos normalmente se hace a distancias cortas y cada línea visual va quedando paralela a la superficie media de la tierra.

*Topografía:* La topografía necesita apoyarse en la geodesia para su fin. Estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de una parte de la superficie terrestre, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

Va a ser una representación plana, se considera que es el plano tangente al centro de la superficie terrestre a representar, proyectando todos los puntos de la superficie terrestre sobre dicho plano tangente, y no todos, sino los más interesantes, en relación al fin al que está orientado el plano, al lado de los puntos representados se consigna la altura, pero como generalmente los puntos son numerosos, se sustituyen los números por líneas de nivel, que permiten ver mejor el relieve. La representación plana se llama plano topográfico, y está siempre a escala.

El campo de acción de la Topografía se limita a superficies pequeñas, puesto que como la tierra no es plana, para una superficie pequeña la curvatura es mínima, por lo que se puede considerar que el plano tangente coincide prácticamente con la superficie. No obstante la Topografía puede representar también zonas de gran extensión, en las que no se puede prescindir de la curvatura terrestre, necesitándose el apoyo de la geodesia y la Cartografía.

*Levantamiento topográfico:* Un levantamiento topográfico es una representación gráfica que cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en terreno, ya que éste da una representación completa, tanto del terreno en su relieve como en las obras existentes. También se denomina levantamiento al conjunto de operaciones necesarias para representar topográficamente un terreno. Aunque en general todo levantamiento ha de hacerse con precisiones ya establecidas, hay ocasiones en que, por la índole del trabajo, puede aligerarse éste aún cuando lleguen a cometerse



errores sensibles en el plano, e incluso, a veces, basta un ligero bosquejo, con rápidas medidas, constituyendo un croquis.

De aquí la clasificación de levantamientos regulares e irregulares; en los primeros se utilizan instrumentos, más o menos precisos, que con fundamento científico permiten obtener una representación del terreno de exactitud variable, pero, de tal naturaleza, que se compute siempre como de igual precisión en cualquier punto de la zona levantada. La exactitud de los levantamientos regulares depende, desde luego, de la habilidad del operador, pero es debida, principalmente, a la precisión de los instrumentos empleados

### **Partes de las que consta un levantamiento**

En proyección acotada, los puntos vienen determinados, según se ha dicho, por su proyección horizontal y su cota; de aquí que todo levantamiento conste de dos partes: la primera consiste en un conjunto de operaciones necesarias para llegar a obtener la proyección horizontal, operación que constituye la planimetría del trabajo o levantamiento planimétrico, y la segunda en determinar la cota de los puntos necesarios o las curvas de nivel, lo que constituye la altimetría, nivelación o levantamiento altimétrico.

Frecuentemente ambos trabajos se hacen por separado, utilizando, a veces, instrumentos del todo diferentes, pero también suelen hacerse simultáneamente, empleando un mismo instrumento, valiéndose de métodos abreviados llamados de taquimetría; al trabajo así efectuado se le conoce como con el nombre de levantamiento taquimétrico.

La planimetría y altimetría, o la taquimetría en su caso, se realizan también en dos etapas. En la primera se toman sobre el terreno los datos necesarios, constituyendo los trabajos de campo; en ellos se sitúan los instrumentos en los puntos elegidos, lo que se denomina hacer estación, y se anotan las observaciones en impresos especiales llamados registros o libretas.

En la segunda etapa, o trabajos de gabinete, se calculan en las libretas las reducidas y desniveles y se efectúan todas las operaciones precisas hasta dejar dibujado el plano.

*La taquimetría:* Es un sistema de levantamiento que consta en determinar la posición de los puntos del terreno por radiación, refiriéndolo a un punto especial (estación) a través de la medición de sus coordenadas y su desnivel con respecto a la estación. Este punto especial es el que queda determinado por la intersección del eje vertical y el horizontal de un taquímetro centrado sobre un punto fijado en terreno.

*La Planimetría:* Estudia los métodos y procedimientos que permiten obtener a escala, en un plano, todos los detalles interesantes del terreno, prescindiendo del terreno, (determina las proyecciones de cada pto sobre el plano de comparación).

*La Altimetría:* Es el conjunto de métodos y operaciones utilizadas para determinar la altura de cada pto sobre el plano de comparación. Las representamos mediante curvas de nivel.

## Levantamientos por poligonal

Para representar gráficamente los terrenos que levantamos es necesario el apoyo de figuras geométricas, puntos, líneas rectas, curvas, coordenadas, etc. En esas condiciones podemos apoyarnos en poligonales abiertas o cerradas, desde las cuales recopilar las mediciones lineales o angulares que nos permiten representar gráficamente la porción de terreno con todos sus detalles.

*La Poligonación:* Se utiliza para ligar las distintas estaciones necesarias para representar el terreno. Para establecer una poligonal cerrada basta calcular el azimut de un lado del polígono y los ángulos interiores formados por los ángulos de este.

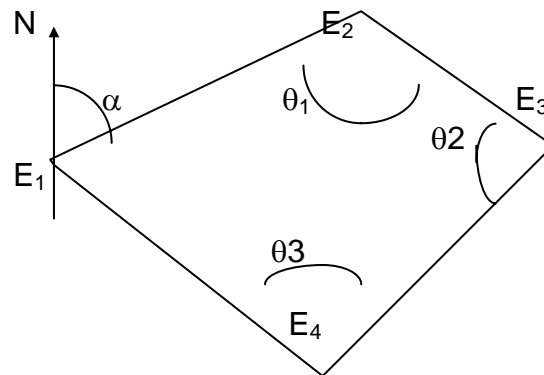


Figura 1. Poligonal

*Poligonal:* Línea quebrada y cerrada que liga las distintas estaciones desde donde se harán y a las cuales estarán referidas las mediciones para los puntos del levantamiento

### Ángulos y direcciones

*Meridiano:* línea imaginaria o verdadera que se elige para referenciar las mediciones que se harán en terreno y los cálculos posteriores. Éste puede ser supuesto, si se elige arbitrariamente; verdadero, si coincide con la orientación Norte-Sur geográfica de la Tierra, o magnético si es paralelo a una aguja magnética libremente suspendida.

*Azimut:* ángulo entre el meridiano y una línea, medido siempre en el sentido horario, ya sea desde el punto Sur o Norte del meridiano, estos pueden tener valores de entre 0 y 400 gradianes. Los azimutes se clasifican en verdaderos, supuestos y magnéticos, según sea el meridiano elegido como referencia. Los azimutes que se obtienen por medio de operaciones posteriores reciben el nombre de azimutes calculados.

### Nivelación Cerrada

Se llama nivelación cerrada a la que, habiendo partido de un punto dado, termina en el mismo punto, después de recorrer todos los puntos que se quería nivelar. Por consiguiente, es también nivelación cerrada la que resulta al nivelar desde A a B y enseguida desde B hasta A, por vía de comprobación. Cuando se hace esto, conviene hacer el cierre del circuito



por otro camino. La comprobación global de la nivelación cerrada, se obtiene verificando si la suma de todas las lecturas de atrás es igual a la suma de todas las lecturas de adelante.

Ejemplos de poligonales cerradas:

- Poligonal envolvente, cuando los obstáculos o la forma del terreno es tal que no podemos medir sobre el lindero del mismo, ni desde punto alguno del interior.
- Poligonal interior o inscrita, cuando no es posible medir los linderos directamente y podemos formar un polígono desde cuyos vértices definir el contorno del terreno que nos interesa representar.
- Poligonales mixtas, cuando por necesidades específicas se recurre a poligonales que cruzan de afuera hacia adentro y viceversa
- Poligonales coincidentes con el terreno, cuando desde las propias esquinas del terreno podemos medir una poligonal. Esto significa que tenemos visibilidad desde todos los vértices con los lados anterior y siguiente, además de no haber obstáculos para realizar las medidas lineales. Esto es muy ventajoso pues no tiene menos trabajo de campo, de gabinete, de cálculo y de dibujo, además de que hay menos probabilidad de errores.

### *Cálculo y ajuste de la poligonal*

Tal como se acaba de enunciar, la suma de los ángulos medidos debe dar  $(n + 2) \times 180^\circ$  o  $(n - 2) \times 180^\circ$ , según se hayan medido los ángulos exteriores o interiores. Es apenas lógico que al sumar los ángulos no se encuentre con exactitud este resultado teórico, sino que exista una pequeña diferencia, debido a que el valor de cada ángulo no es exacto sino el más exacto de ángulo y, por tanto, será más pequeña la diferencia encontrada. Esta discrepancia entre la suma teórica y la encontrada se denomina “error de cierre en ángulo” y debe ser menor que el error máximo permitido ( $e$ ), según las especificaciones de precisión, así:

- a) Para levantamientos de poca precisión  $e_{\text{máx}} = a \cdot n$
- b) Para levantamientos de precisión  $e_{\text{máx}} = a \cdot \sqrt{n}$

siendo  $n$  el número de vértices de la poligonal, o sea el número de estaciones, y  $a$  la aproximación del teodolito. Las unidades de  $e$  son las mismas de  $a$ .

Si el error de cierre en ángulo resulta superior al valor especificado se deben rectificar todos los ángulos observados, pues alguno, o varios, se han leído o anotado erróneamente.

Si el error de cierre es menor que la cantidad especificada se procede a repartirlo por partes iguales entre todos los ángulos de los vértices. Si el error fue por exceso se quita a cada ángulo la corrección ( $\text{error} \div n$ ); si fue por defecto, se suma (ver primeras columnas del “cuadro de cálculo”). Una vez que se tengan los ángulos corregidos, se calculan los azimutes



de los lados de la poligonal; partiendo del azimut conocido se calcula el contra-azimut (sumando o restando  $180^\circ$ ); a éste se le suma el ángulo en el vértice y así se obtiene el azimut de partida, la cual sirve de comprobación; si no concuerdan con exactitud a habido error al hacer las correcciones o al calcular algún azimut.

A continuación, en la columna siguiente, se anotan los senos y cósenos correspondientes. Al multiplicar la longitud de cada lado (aparecen en el cuadro de cálculos en la columna de distancias) por el seno de su azimut, encontraremos la proyección de ese lado sobre el eje e-w; al multiplicarla por el coseno se encontrará su proyección sobre el eje n-s. estas proyecciones se anotan en dos de las cuatro columnas encabezadas con proyecciones, según el cuadrante indicado por el rumbo, o por el signo, positivo o negativo, del correspondiente coseno o seno del azimut.

$\varepsilon$  representa el error total cometido al hacer la poligonal o error de cierre en distancia; generalmente se expresa en forma unitaria, es decir, como el número de metros en los cuales, proporcionalmente, se cometería un error de 1 m y al cual se llama cierre de la poligonal.

Siendo D la longitud total de la poligonal y  $\varepsilon$  el error total cometido, el número de metros (X) en los cuales se cometería 1 m de error, sería:

$$\begin{array}{l} \varepsilon - D \\ 1 - \chi \end{array} \quad \therefore \chi = D/\varepsilon$$

y se expresa  $1 : \chi$ . De acuerdo con la exactitud requerida, se han establecido límites máximos para el error unitario o cierre. Se toman como guía las siguientes normas:

Error máximo	Clase de levantamiento
1 : 800	Levantamiento de terrenos quebrados y de muy poco valor, levantamientos de reconocimiento, colonizaciones, etc., generalmente hechos por taquimetría.
1 : 1000 a 1 : 1500	Levantamiento de terrenos de poco valor; taquimetría con dobles lecturas de mira.
1 : 1500 a 1 : 2500	Levantamiento de terrenos agrícolas de valor medio. Levantamientos con estadía.
1 : 2500 a 1 : 4000	Levantamientos urbanos y terrenos rurales de cierto valor.
1 : 4000 en adelante	Levantamientos en ciudades y terrenos bastante valiosos.
1 : 10 000 y más	Levantamientos geodésicos.

Tabla 1. Errores máximos de cierre



Si el error de cierre es mayor que el especificado, habrá que repetir el levantamiento; si está dentro del valor tolerado, hay que distribuirlo para que el polígono quede cerrado y se pueda dibujar correctamente.

### *Levantamiento por radiación*

Cuando desde un punto, uno o varios lados base en poligonales hacemos radiaciones en las que sólo necesitamos conocer los ángulos o las direcciones y las distancias horizontales.

Levantamiento polar, 1,2,3,4, 1, puntos por dibujar, pueden ser o no esquinas de terreno. 01, 02, 03, 04, 0r, 0s, etc., radiaciones cuyas distancias y ángulos o direcciones conocemos  $r = \text{Árbol}$   $s = \text{pozo}$ .

Radiaciones desde un lado base o desde vértices de poligonales tanto cerradas como abiertas.

1,2,3,4,5,1 son las esquinas del terreno.

3,4,5,A,3 son los vértices de poligonal. A2 y A1 son radiaciones a puntos del terreno.

*Altura Instrumental:* Distancia vertical que separa el eje óptico del taquímetro de la estación sobre la cual está ubicado.

*Estación:* punto del terreno sobre el cual se ubica el instrumento para realizar las mediciones y a la cual éstas están referidas.

*Desnivel:* Diferencia de cota o altura que separa a dos puntos.

*Radiación:* Una vez que las estaciones están fijas se utiliza el método de radiación para establecer las posiciones de los diversos puntos representativos del terreno. Este consiste en fijar la posición relativa de los diversos puntos con respecto a la estación desde la cual se realizaron las mediciones.

Para lograr esto se procede de la siguiente forma:

- i) Se instala el taquímetro en la estación.
- ii) Se fija en el taquímetro el cero del ángulo horizontal y se hace coincidir con alguna de las otras estaciones, quedando como eje de referencia la línea formada por ambas estaciones.
- iii) Se procede a realizar las diversas lecturas ( ángulo vertical, ángulo horizontal, hilo medio, hilo superior, hilo inferior ) a los diversos puntos.
- iv) Se calcula DX y DY con respecto a la estación.

Se calcula las coordenadas norte este de los puntos como sigue:

$$N = N \text{ estación} + DY$$

$$E = E \text{ estación} + DX$$



Una vez obtenidas las coordenadas de los puntos se procede a dibujarlos para obtener la representación planimetría del terreno.

Todo lo referente al cálculo de las cotas de los puntos se realiza de la siguiente forma.

Se designa una cota arbitraria al PR elegido. Se realizan a este las lecturas de hilos y ángulos desde E1. La cota de ésta se calcula como sigue.

$$CE1 = CPR - HI + hm - DV$$

CE1: cota de E1

CPR : cota del PR

HI : altura instrumental en E1

hm : hilo medio

$$DV = KG \sin z \cos z$$

Luego se realizan las lecturas desde E1 a E2, E2 a E3 , E3 a E4 y E4 a E1.

Las cotas de las estaciones se calculan como sigue.

$$CEn = CE(n-1) - HI - hm + DV$$

Habiendo ya calculado las cotas se debe realizar una corrección de estas, debido a que en E1 se partió con una cota y se terminó con otra.

Luego

$$Ec = CE1 \text{ inicial} - CE1 \text{ final}$$

La cota corregida de cada una de las estaciones se calcula de la siguiente forma.

$$CEn' = CEn + ( Ec / D \text{ total} ) * di$$

D total : distancia total recorrida

di : distancia acumulada

Con las cotas corregidas ya calculadas se procede a determinar las cotas de los diversos puntos.

Para un punto radiado desde la estación n se calcula la cota de la siguiente forma.

$$Cpto = CEn + HI - hm + DV$$

*Curva de nivel:* línea imaginaria que une en forma continua todos los puntos del terreno que poseen una misma cota, también se puede definir como la intersección de un plano horizontal imaginario, de cota definida, con el terreno. Las curvas de nivel poseen una serie de características, que son esenciales para su interpretación. A continuación se enunciarán las más importantes:

- Son líneas continuas.
- Son siempre cerradas, aunque si el sector que comprende el levantamiento es pequeño, el plano no alcanzará a tomar una curva de nivel completa.

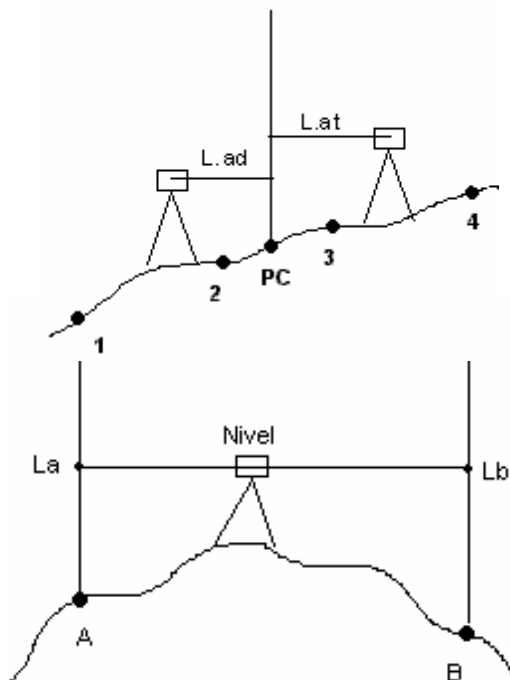


- La distancia horizontal que separa a dos curvas de nivel consecutivas es inversamente proporcional a la pendiente.
- En las pendientes uniformes, las curvas de nivel se separan uniformemente. Si son muy cercanas en las elevaciones más altas y más espaciadas en los niveles más bajos, indica que la pendiente es cóncava. Cuando hay mayor espaciamiento en la parte más alta y cercanía en la parte inferior, significa que la pendiente es convexa.
- Una curva de nivel no puede quedar entre dos de mayor o menor cota.
- Las curvas de nivel son perpendiculares a las líneas de máxima pendiente.
- Están establecidas siempre en cotas de números enteros, generalmente en metros.
- Las curvas de nivel nunca se cruzan ni se juntan, salvo en acantilados o casos muy especiales.
- Son equidistantes, es decir, entre dos curvas consecutivas existe el mismo desnivel.

*Nivelación:* Se denomina nivelación al conjunto de operaciones que tienden a determinar las diferencias de altura del lugar físico que se desee estudiar; este lugar puede ser tanto un área, un recorrido rectilíneo o curvo, como un número determinado de puntos específicos.

*Nivelación Directa, topográfica o geométrica:* Es el método más preciso para determinar alturas, y es el que se emplea más frecuentemente.

Para la nivelación directa se requiere un instrumento que sea capaz de dirigir hacia A y B visuales horizontales para hacer una lectura sobre la mira.



A: Punto de Cota conocida.  
B: Punto cuya Cota se desea determinar

PC: Punto de Cambio  
L.at: Lectura de Atrás  
L.ad: lectura de adelante

La cota requerida B se obtiene:  $C_B = C_A + I_A - I_B$

**Figura 2. Nivelación directa**



Cuando los puntos cuya cota se desea averiguar, no son visibles, o están a gran distancia, se recurre a realizar sucesivos cambios de la posición del instrumental mediante puntos llamados de cambio, sobre los que se hace una lectura de adelante (previa al cambio) y una lectura de atrás (luego del cambio) ya que su cota es conocida. Así se van ligando las mediciones para que compatibilicen con un mismo sistema de referencia.

*Nivelación cerrada:* Consiste en ir midiendo la diferencia de altura entre los puntos del recorrido y calculando las cotas de éstos, para finalmente cerrar la nivelación realizando una lectura sobre el mismo punto en que se comenzó ésta o bien sobre otro punto del cual ya se conozca la cota. La ventaja de este método es que se puede averiguar inmediatamente si la nivelación fue realizada de forma correcta, calcular el error de cierre de ésta y hacer las correcciones pertinentes.

*Punto de Referencia (PR):* Punto de cota conocida.

*Punto de Cambio:* Punto de cota desconocida y que sirve para hacer un cambio de posición instrumental.

*Punto intermedio:* Punto de cota desconocida y que no sirve de apoyo para un cambio de posición instrumental.

*Lectura de atrás:* Lectura que se hace sobre un punto del que ya se conoce la cota.

*Lectura intermedia:* Lectura hecha sobre un punto de cota desconocida o punto intermedio.

*Lectura de adelante:* Lectura que se hace sobre un punto de cambio antes de efectuar el cambio de posición instrumental. También es una lectura de adelante la que se hace sobre un punto de referencia para cerrar la nivelación.

*Grados de precisión y compensación de errores en la nivelación:* Cuando se hace una nivelación cerrada, se deben sumar las lecturas de mira de atrás y se debe igualar con la suma de las lecturas de mira de adelante; si estas no son iguales, entonces, tenemos un error de cierre; que es la diferencia de las sumas anteriores.

### **Elementos accesorios**

Estos elementos son independientes del instrumento propiamente dicho, pero indispensables para su utilización; consideramos entre ellos las señales, trípodes, en que se coloca el aparato y las plomadas en caso que se utilicen (para el trabajo echo por nosotros no se utilizan plomadas), para conseguir la exacta correspondencia entre el eje vertical del aparato en estación y el centro de la señal.

*Señales:* Las señales, según la finalidad que se persiga, pueden ser permanentes, semipermanentes o accidentales; las primeras han de permanecer indefinidamente en el terreno y han de servir de apoyo a posibles trabajos posteriores, tales como replanteos, deslindes, parcelaciones, cotas sobre el nivel del mar, etc.; las semipermanentes basta



permanezcan en el terreno durante el tiempo que se invierta en los trabajos de la observación para hacer visible el punto a distancia. Como señales semipermanentes se usan estacas de madera, de 20 o 30 cm de longitud, que se clavan en el suelo a golpe de mazo, o bien se pintan sobre losas o rocas cuando el terreno lo permite. Cuando la distancia a que hayan de observarse los puntos sea grande, para hacerlos fácilmente visibles, se utilizan señales accidentales, generalmente balizas, miras o banderolas, constituidas éstas por un listón de madera de dos o tres metros de longitud, en cuyo extremo se coloca un trozo de tela blanca y roja que facilite la visibilidad. Las balizas, también de madera, tienen forma cilíndrica, de unos 3 cm de diámetro y de 1.5 a 2.5 m. de altura, por un extremo terminan en un regatón de hierro para poderles clavar en el suelo y van pintados en decímetros o dobles decímetros alternativamente en blanco y rojo. Los estadales se utilizan para la medida indirecta de distancias.

El *estadal* se puede describir como una regla de cuatro metros de largo, graduada en centímetros y que se pliega en la mitad para mayor comodidad en el transporte. Además de esto, la mira consta de una burbuja que se usa para asegurar la verticalidad de ésta en los puntos del terreno donde se desea efectuar mediciones, lo que es trascendental para la exactitud en las medidas. También consta de dos manillas, generalmente metálicas, que son de gran utilidad para sostenerla.

El *trípode* es un instrumento que tiene la particularidad de soportar un equipo de medición como un taquímetro o nivel, su manejo es sencillo, pues consta de tres patas que pueden ser de madera o de aluminio, las que son regulables para así poder tener un mejor manejo para subir o bajar las patas que se encuentran fijadas en el terreno. El plato consta de un tornillo el cual fija el equipo que se va a utilizar para hacer las mediciones.

El tipo de trípode que se utilizó en esta ocasión tiene las siguientes características:

- Patas de madera que incluye cinta para llevarlo en el hombro.
- Diámetro de la cabeza: 158 mm.
- Altura de 1,05 m. extensible a 1,7 m.
- Peso: 6,5 Kg.

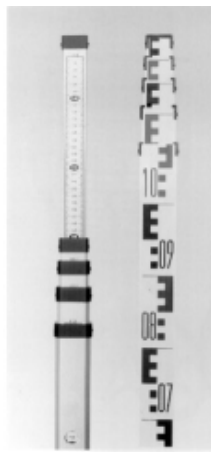


Figura 3. Estadal



Figura 4. Trípode



**Plomadas:** Para estacionar en un punto se hace uso de otro instrumento muy conocido, y acaso el mas antiguo de todos, que es la plomada, la cual pende del centro de los aparatos topográficos entre las patas del trípode y deberá situarse de modo que la vertical del hilo de la plomada pase por el punto señalado en el suelo. Muchos de los instrumentos modernos sustituyen la plomada clásica por una plomada óptica, constituida por un anteojo, que por intermedio de un prisma de reflexión total dirige la visual coincidiendo con el eje vertical del aparato y cuando éste quede estacionado deberá verse el centro de la señal en coincidencia con el centro del anteojo. Los trípodes provistos de bastón centrador no necesitan plomadas, ya que el propio bastón hace sus veces, lo que imprime gran rapidez al estacionamiento del aparato.

### **Equipo Topográfico utilizado**

La topografía conjuntamente con la geodesia tienen por objeto realizar todas las mediciones que determinan la posición relativa de puntos terrestres, como así también realizar los cálculos de dichas mediciones, y utilizar los resultados para realizar planos y mapas.

Para establecer la posición de estos puntos terrestres, es preciso saber, sobre la forma de la superficie en que se opera y determinar el exacto relieve del suelo.

En la ejecución de esta gran diversidad de trabajos se emplean numerosos útiles, aparatos e instrumentos.

Hoy en día muchos de los instrumentos han sustituido la plomada clásica por una plomada óptica, constituida ésta por un anteojo, que por medio de un prisma de reflexión total dirige la visual coincidiendo con el eje vertical del aparato y cuando éste quede estacionado deberá verse el centro de la señal en coincidencia con el centro del anteojo.

podemos clasificar al equipo en tres categorías:

- para medir ángulos.- aquí se encuentran la brújula, el tránsito y el teodolito
- para medir distancias.- aquí se encuentra la cinta métrica, el odómetro, y el distanciometro
- para medir pendiente.- aquí se encuentran el nivel de mano, de riel, el fijo, basculante, automático.

es común que se piense que un topógrafo resuelve sus necesidades con triángulos, ya que puede dividir cualquier polígono en triángulos y a partir de ahí obtener por ejemplo el área, esto con la ayuda de senos, cósenos y el teorema de Pitágoras, para definir estos triángulos utiliza el teodolito, y es sabido que conociendo 3 datos de un triángulo sabemos todo de él (por ejemplo 2 ángulos y una distancia, 3 distancias, etc. etc.), esta información es posteriormente procesada para obtener coordenadas y poder dibujar por ejemplo en autocad.

Actualmente existe otro grupo de instrumentos que permiten obtener coordenadas geográficas, estos son los GPS.

**Transito:** Instrumento topográfico para medir ángulos verticales y horizontales, con una precisión de 1 minuto ( $1'$ ) o 20 segundos ( $20''$ ), los círculos de metal se leen con lupa, los modelos viejos tienen cuatro tornillos para nivelación, actualmente se siguen fabricando pero con solo tres tornillos nivelantes.

Para diferenciar un tránsito de un minuto y uno de 20 segundos, en los nonios los de 1 minuto tienen en el extremo el número 30 y los de 20 segundos traen el número 20.

**Teodolito:** Instrumento que se utiliza para medir ángulos horizontales y verticales, que también se emplea para comparar las direcciones hacia dos o más puntos, así como la inclinación de tales direcciones.

Estas medidas se refieren a un plano horizontal, que pasa por el punto de observación, desde ese punto se deducen los ángulos horizontales y verticales.

**Teodolito Óptico.** Es la evolución del tránsito mecánico, en este caso, los círculos son de vidrio, y traen una serie de prismas para observar en un ocular adicional. La lectura del ángulo vertical y horizontal la precisión va desde 1 minuto hasta una décima de segundo.

**Teodolito Electrónico:** Es la versión del teodolito óptico, con la incorporación de electrónica para hacer las lecturas del círculo vertical y horizontal, desplegando los ángulos en una pantalla eliminando errores de apreciación, es más simple en su uso, y por requerir menos piezas es más simple su fabricación y en algunos casos su calibración.

Las principales características que se deben observar para comparar estos equipos hay que tener en cuenta: la precisión, el número de aumentos en la lente del objetivo y si tiene o no compensador electrónico.

El primer teodolito fue construido en 1787 por el óptico y mecánico Ramsden. Los antiguos instrumentos, eran demasiado pesados y la lectura de sus limbos (círculos graduados para medir ángulos en grados, minutos y segundos) muy complicada, larga, y fatigosa. Eran construidos en bronce, acero, u otros metales.

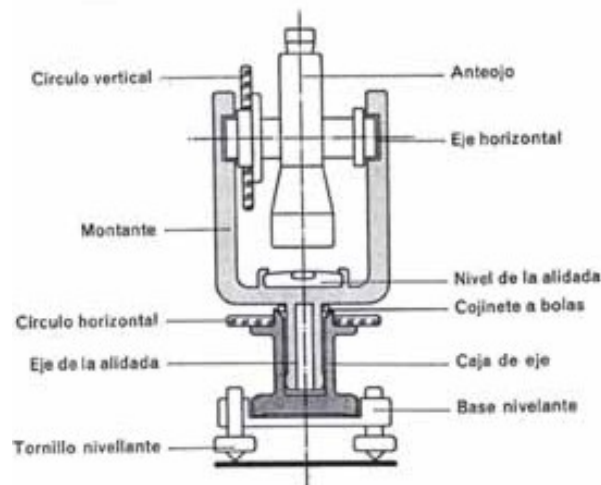
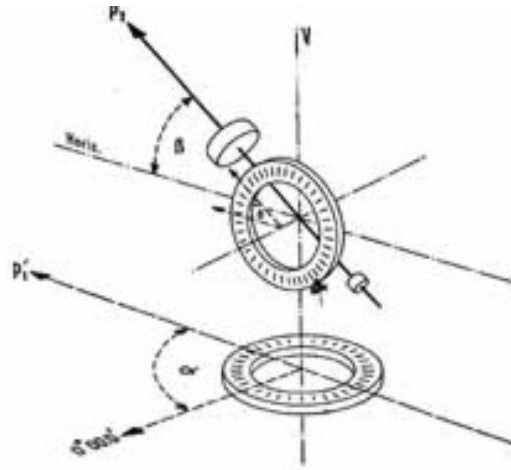


Figura 5 Representación esquemática de un teodolito.

El ingeniero suizo Enrique Wild, en 1920, logró construir en los talleres ópticos de la casa Carl Zeiss (Alemania), círculos graduados sobre cristal para así lograr menor peso, tamaño, y mayor precisión, logrando tomar las lecturas con más facilidad.



**Figura 6 Gráficos de la disposición de los círculos vertical y horizontal.**

El teodolito, está compuesto por la base nivelante, la alidada, y el anteojo. La base nivelada donde están los tres tornillos nivelantes, se encuentra sobre la meseta de un trípode.

En los teodolitos sencillos de tipo antiguo, el círculo horizontal es solidario con este conjunto base, en los instrumentos modernos, este círculo puede desplazarse por medio de un botón o por cualquier otro medio.

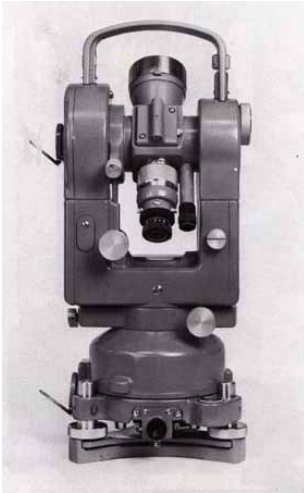
La alidada, que es una montura en forma de Y, puede girar por su eje vertical (eje de rotación) y sostiene en sus extremos al eje horizontal, al cual van fijados el anteojo y el círculo vertical.

El instrumento se centra sobre el punto del terreno por medio de una plomada o cordón o por una plomada óptica, incorporada o por un bastón de centraje.

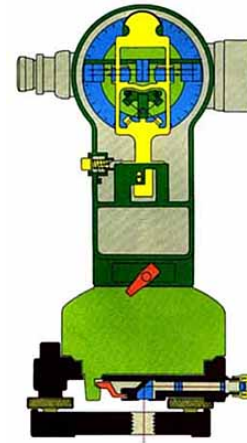
Por los movimientos vertical y horizontal, alrededor de sus respectivos ejes el anteojo puede ser dirigido en cualquier dirección y los tornillos de presión y de movimiento fino permiten apuntarlo exactamente hacia una señal.

El teodolito está compuesto de partes ópticas y partes mecánicas.

En su parte interna posee prismas y lentes que al desviar el haz de luz permite una rápida y sencilla lectura de los limbos graduados en grados, minutos y segundos.



**Figura 7 Teodolito universal Wild T2.**



**Figura 8 Parte lateral de un teodolito Wild T2, en donde puede observarse el limbo graduado vertical.**

La lectura se realiza por medio de un ocular que se encuentra hacia un costado del antejo.



**Figura 9 Dibujo de corte del teodolito de segundos Kern DKM2-A, mostrando los diferentes elementos que lo componen.**

Por ser un aparato de medición, en distintos lugares como valles, montes, barrancas, pantanos, ríos, canales, ferrocarriles, pueblos, ciudades, minas, etc., está expuesto a distintas condiciones del medio ambiente y esto, hace que se tengan ciertos cuidados para su mantenimiento.

Para los traslados de un lugar a otro tiene que estar colocado correctamente en su caja, con sus piezas fijas. Se hará limpieza de las partes mecánicas cuando se ha terminado el trabajo de campo, porque el polvo y los granos de arena son perjudiciales para las piezas que se mueven a fricción.

Es necesario sacar el polvo mediante un pincel blando y pueden encontrarse gotas de agua y humedad que se sacaran con un género de algodón.



Después de un largo tiempo de trabajo, es necesario aceitar las piezas de precisión como ser los ejes tornillos micrométricos; para esto, se utiliza un aceite fino especial.

También es necesaria la limpieza de las lentes externas, porque suelen estar empañadas, se limpiarán con un género de algodón previamente sacando el polvo con un pincel blando.

### *Estación Total*

La Estación Total es un instrumento topográfico de última generación, que integra en un solo equipo medición electrónica de distancias y ángulos, comunicaciones internas que permiten la transferencia de datos a un procesador interno o externo y que es capaz de realizar múltiples tareas de medición, guardado de datos y cálculos en tiempo real.

Además dispone de los elementos ópticos y mecánicos, imprescindibles en todos los taquímetros.

### Manejo de estación total

Funciones básicas:

Las estaciones totales de funciones básicas aunque en principio se cree que sólo son para obtener datos primarios como: ángulo vertical, horizontal, distancia inclinada, horizontal, diferencia de elevaciones o invertir sentido de azimut, en realidad contienen más funciones específicas de cálculo y optimización de trabajos a ejecutar

Funciones avanzadas.

Estas funciones sólo se incluyen en las libretas electrónicas y en estaciones con memoria integrada, como lo son las de marca TOPCON o NIKON series 500 ó 1600 por mencionar algunas. Aunque los pasos de trabajo son distintos en cada modelo, estas varían en expresiones mínimas al estar diseñadas bajo requerimientos generales como son:

- Colecta de datos.
- Replanteo por radiación
- Programas de cálculo.

Una estación total posee básicamente 3 componentes:

- Mecánico: el limbo, los ejes y tornillos, el nivel, la base nivelante.
- Óptico: el anteojo y la plomada óptica.
- Electrónico: el distanciómetro, los lectores de limbos, el software y la memoria.

Los componentes óptico y mecánico no difieren de los que llevan los teodolitos y taquímetros clásicos de uso en topografía.

“La gran ventaja de la Estación Total es la componente electrónica en cuanto a memoria interna para almacenar datos de campo, que la hace más versátil y rápida que los instrumentos clásicos.”

El componente mecánico. El esqueleto de la estación total

En primer lugar vamos a hacer una división de su estructura en tres bloques fundamentales:

1. Bloque A: Está constituido por la alidada que es la componente móvil de la estación y puede girar en torno a un eje vertical (principal).
2. Bloque B: Aquí está alojado el limbo horizontal. Puede moverse solidariamente a la alidada o quedar fijo con respecto a ella.
3. Bloque C: Es la base nivelante. Sirve para nivelar la estación y unirla a un trípode. Va a quedar siempre fija respecto de los movimientos de la alidada.

Los Ejes de la Estación total

Mecánicamente tenemos 3 ejes de movimiento, que generan tres planos al producirse la rotación entorno a ellos:

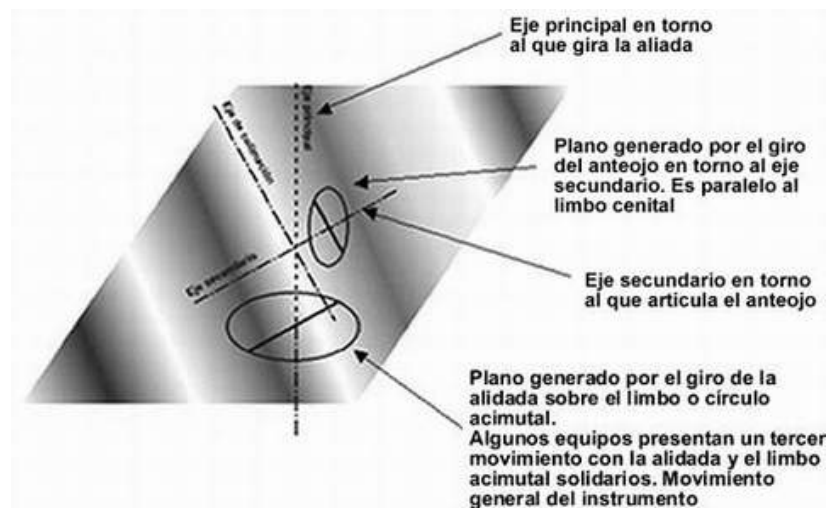


Figura 10 Ejes de la Estación total.

1. Eje Principal: Es el eje de giro de la Alidada que es la parte móvil de la estación

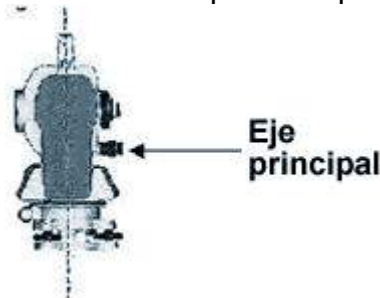


Figura 11 Eje principal de la Estación total

2. Eje secundario o de Muñones: Su función es servir de eje de giro del anteojo. Le permite cabecear describiendo planos verticales. El eje secundario es perpendicular al principal.



Figura 12 Eje secundario o de Muñones

3. Eje de colimación: Se encuentra en el anteojo. Pasa por su centro y lo atraviesa longitudinalmente. Es perpendicular a su vez al eje secundario.

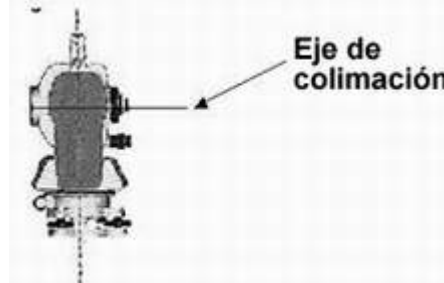


Figura 13 Eje de colimación

### Los tornillos

El conjunto de giros y movimientos se controlan, en general, con una serie de tornillos que mostramos y describimos a continuación:

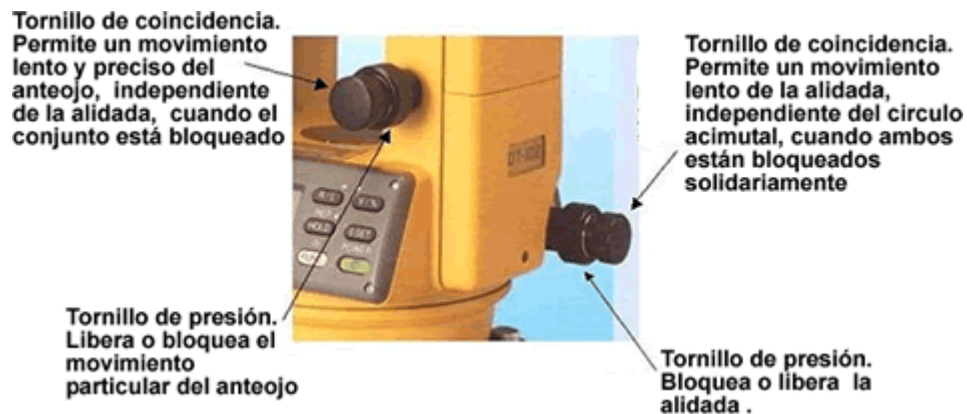


Figura 14 Tornillos

### Tipos- Tornillos de presión y de coincidencia:

Utilidad- Los tornillos de presión se utilizan para unir rígidamente o liberar los elementos móviles de una estación. Los tornillos de coincidencia (también llamados de movimiento lento) nos permiten imprimirle movimientos suaves y lentos, provocando pequeños

desplazamientos de un elemento con respecto al otro, hasta hacerle ocupar la posición deseada.

Actualmente en el mercado podemos encontrar equipos que presentan un innovador mecanismo sin fin en los tornillos de movimiento. Con este sistema no se requieren bloqueos, puesto que los ejes ofrecen cierta rigidez en el giro mediante un sistema de fricción y por lo tanto se puede prescindir de los tornillos de presión.

Otra opción la representan las “estaciones servo motorizadas”, que utilizan la última tecnología de servo motores para el giro vertical y horizontal, prescindiendo por lo tanto de los clásicos tornillos de presión y coincidencia.

El componente óptico

El Anteojo

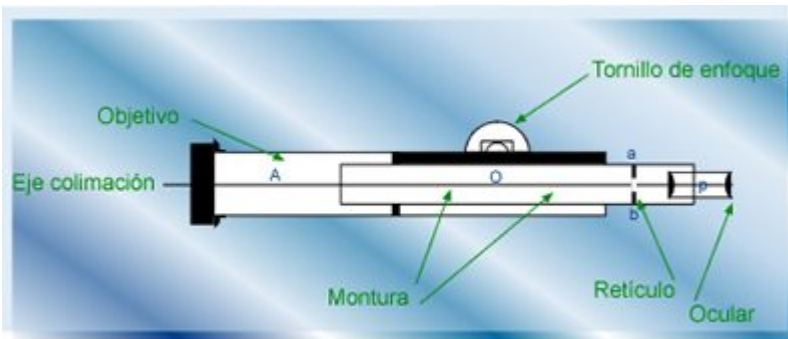


Figura 15 Anteojo

El anteojo de la Estación Total está basado en el principio del anteojo astronómico.

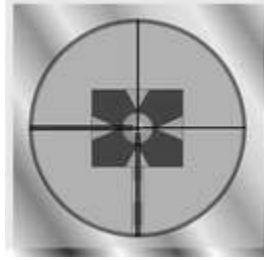
Su función es la de poder hacer punterías a objetos o referencias para definir direcciones con precisión.

Estos son sus principales componentes:

A. *Objetivo*: Lo forman dos o más lentes, con la finalidad de formar una imagen real e invertida del objeto.

B. *Ocular*: Son dos lentes que tienen como función principal la amplificación de las imágenes. También llevan acoplados unos prismas que invierten de nuevo la imagen para ser vista en posición normal. Otra función es la de enfocar el retículo.

C. *Retículo*: Es una especie de diafragma situado en el tubo ocular donde está grabada la cruz filar. Esta cruz es la que permite hacer punterías con precisión.



**Figura 16. Retículo**

La imagen superior nos muestra la visión que se tiene a través del anteojo cuando hace una correcta puntería con la cruz filar hacia un prisma.

D. *Montura*: Lo forman tres tubos, donde van montados el ocular y el objetivo, y que además llevan un engranaje que permite alargar o acortar el anteojo para enfocar correctamente.

La plomada

Es un dispositivo que va incorporado en la base nivelante de la estación, nos permite situar o estacionar el aparato exactamente sobre el punto que queremos.

La plomada está materializada por un rayo óptico que tiene la dirección de la línea de la plomada, o vertical, de manera que a través de un pequeño anteojo podemos ver el punto de estación y centrar el instrumento.

Esta línea también puede materializarse mediante un rayo láser (plomada láser), que tiene la ventaja de permitir el centrado a simple vista, sin lentes o prismas de por medio, aunque también sin aumentos.



**Figura 17. Plomada**



## El componente electrónico

a. Lectura electrónica de limbos

b. Medida electrónica de distancias

c. La gran diferencia de las Estaciones Totales respecto al resto de teodolitos y taquímetros es la integración de un complemento electrónico sólido y potente que permite tareas tales como, almacenamiento interno de medidas de campo y cálculos en tiempo real además de las habituales medidas electrónicas de distancias y lectura electro-óptica de limbos que veremos más adelante.

Para poder realizar todo ello las estaciones incorporan un microprocesador.

Pero también es necesario un interfaz que permita al usuario manejar, controlar y gestionar adecuadamente todas las funciones de la estación.

Esta interactividad necesaria para extraer datos de la Estación o imponerlos se consigue gracias a una pantalla de cristal líquido en la que se pueden visualizar valores, comandos o características de configuración y un teclado que permite “hablar” con el microprocesador. Existe gran variedad de sistemas según la gama del equipo.

Hay Estaciones con un teclado mínimo que permite realizar operaciones básicas:

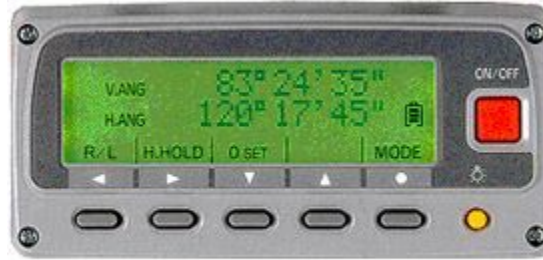
- Encendido / apagado.
- Selección de distancias.
- Elección de funciones especiales.
- Introducción de órdenes.
- Confirmación.
- Iluminación de la pantalla.

Las operaciones de trabajo, la imposición de datos (coordenadas iniciales, ángulo horizontal, Temperatura, etc) y la selección de operaciones se realiza por software, a través de la pantalla, “navegando” con el cursor.

Otros equipos disponen de todo esto más un completo teclado alfanumérico para escribir, activar funciones, dar órdenes, medir, grabar, transmitir, activar plomada láser, etc.



**Teclado**  
**Figura 18. Teclado**



**Pantalla**  
**Figura 19. Pantalla**

Hay teodolitos electrónicos que carecen de dispositivo de almacenamiento y cálculo de datos, pero que tienen la posibilidad de conectar un colector externo de datos, convirtiendo así el teodolito en una estación.

En este caso el teodolito tiene un procesador interno que controla todas sus funciones y que activa los sistemas de medición electrónica de ángulos y distancias. Pero este procesador no tiene capacidad de guardado de datos. Por ello es necesario incorporar un colector externo. Los colectores externos, además de almacenar datos, suelen estar dotados de potente software de cálculo y gestión de datos, siendo capaces además de controlar los sistemas de medición de la estación.

También puede conectarse a estaciones Totales que no tengan muy desarrolladas sus funciones de cálculo para completarlas.

De hecho, es desde este elemento y no desde la estación desde donde se realiza todo el proceso de medición.

Puertos de comunicación de una estación total

La conexión a la libreta electrónica externa con la estación se realiza a través de un puerto serie.



**Figura 20. Conexión a libreta electrónica**



Figura 21. Conexión a libreta electrónica

Este mismo puerto nos permite establecer comunicación entre la estación total y un PC, cuando se trata de una estación total con libreta electrónica interna.

#### Accesorios de la estación total

	<p>Bípodes Trípodes de madera o aluminio</p>
	<p>Base Nivelante</p>
	<p>Prismas</p>



ANEXO DE TOPOGRAFÍA

	<p>Miras</p>
	<p>Jalones</p>
	<p>Clavos y señales</p>
	<p>Cables y Baterías</p>
	<p>Bolsas portaprisma</p>



	Mochila de transporte
	Tarjetas y lector PCMCIA
Estereoscopios, medidores de intensidad luminosa y de sonido, radioteléfonos, dianas reflectantes, cintas y sónicos, colectores, localizadores, accesorios para seguridad (chalecos, señales, etc), bases nivelantes, soportes, portaprisma, filtro solar	

Figura 22 Accesorios de la estación total

## CIVILCAD

Programa para Autocad con utilerías para ingeniería Civil y topografía como:

Generación de Curvas de nivel

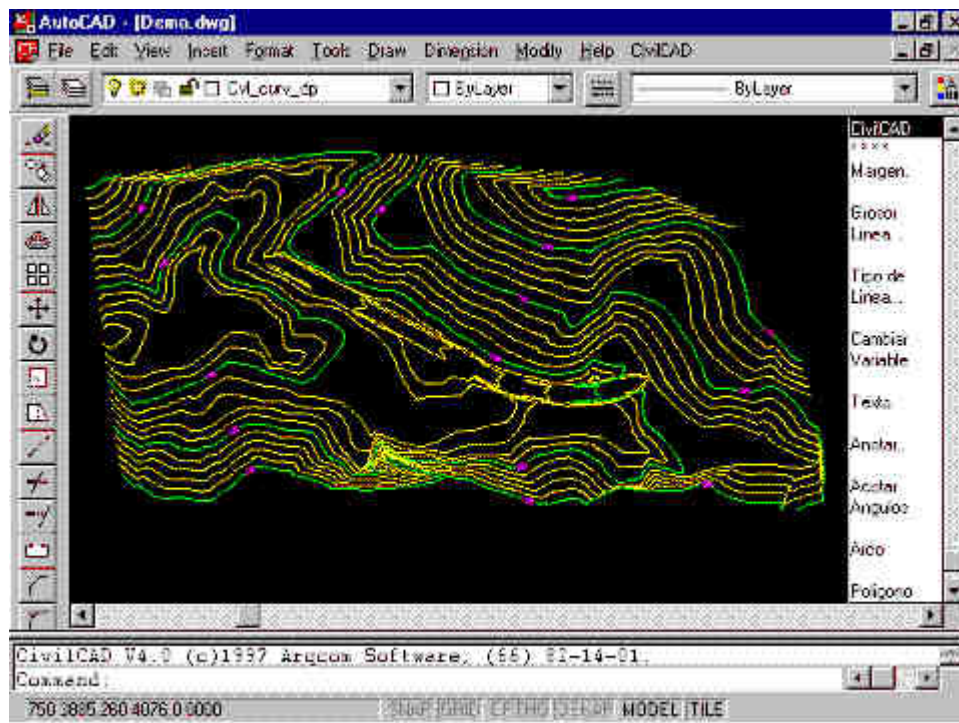


Figura 23 Curvas de nivel

## Generación automática de cuadros de construcción

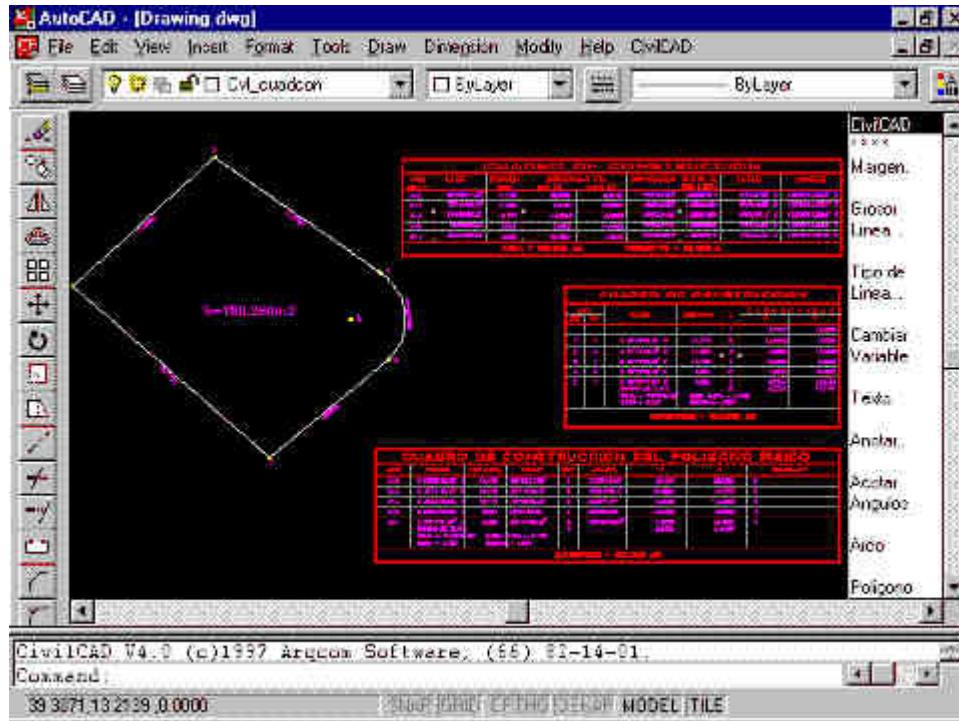


Figura 24 Generación recuadros de construcción

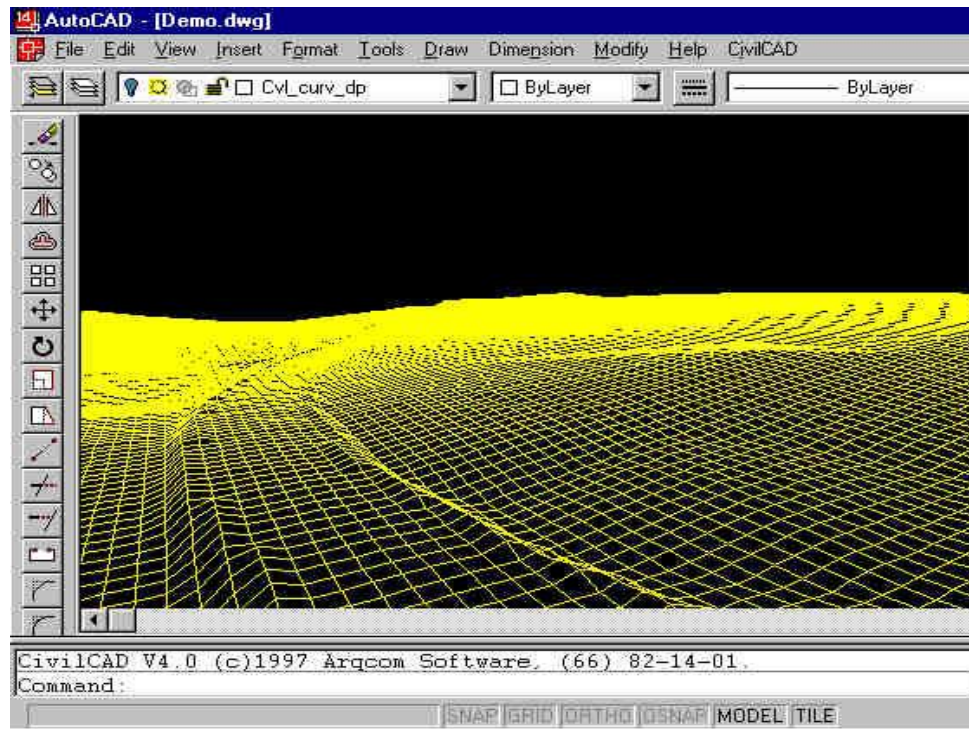
## Perfiles, secciones



Figura 25 Perfiles



Calculo de volúmenes y mucho más.



**Figura 26 Volúmenes**



## Anexo de Mecánica de Suelos

### Ventajas y desventajas del método de pozo a cielo

#### Ventajas del Método

1. La obtención de muestras, sin emplear equipo especial de perforación.
2. La recolección de muestras inalteradas.
3. La realización de observaciones y pruebas in situ (STP, prueba de placa, entre otra).

#### Desventajas del Método

1. Es demasiado lento por realizarse en forma manual y los materiales a las condiciones en las que se encuentran pueden variar de un día a otro.
2. Si se presentan grandes cantos rodados o bloques de roca, se dificulta el avance del pozo, por lo que es necesario usar explosivos que quizá alteren la constitución de los materiales de la zona.
3. Si el material no está cementado y la profundidad es grande se requerirán ademe, lo cual eleva el tiempo de excavación y el costo.

#### Procedimiento de obtención de muestras.

- a) Se limpia y nivela el terreno y se traza un cuadrado de unos 30cm, de cada lado.
- b) Se excava cuidadosamente alrededor del perímetro marcado, hasta una profundidad un poco mayor que la altura que se quiera dar a la muestra.
- c) Para obtener la muestra de una pared, se excava alrededor en forma semejante a la anterior, conservando la cara inferior.
- d) Con todo cuidado, se recorta el terreno por la base de la muestra para poder desprenderla. Debe marcarse con la letra "S" la cara superior, a fin de darle cuando se ensaye similar posición a al que tenía en el terreno.
- e) Una vez extraída la muestra debe ser inmediata y cuidadosamente protegida con vendas de manta impregnadas de parafina y brea, y esto se hace in situ para cubrir la muestra.
- f) Se coloca la muestra en un cajón de mayores dimensiones, a fin de poder empacar la muestra para poder la transportar al laboratorio y así hacerle los estudios adecuados.



## Criterios para medir la plasticidad

Atterberg hizo ver que en primer lugar, la plasticidad no es una propiedad permanente de las arcillas, sino circunstancial y dependiente de su contenido de agua. Una arcilla muy seca puede tener la consistencia de un ladrillo, con plasticidad nula y esa misma con gran contenido de agua, puede presentar las propiedades de un lodo semilíquido o inclusive la de una suspensión líquida. Existe un intervalo de contenido de agua en el que la arcilla se comporta plásticamente. En segundo lugar Atterberg encontró que la plasticidad de un suelo exige para ser expresada en forma conveniente la utilización de dos parámetros en lugar de uno solo, como hasta su época se había creído; además, señaló esos parámetros de modo un tanto cualitativo; en la actualidad pueden cuantificarse.

La frontera convencional entre los estados semilíquido y plástico fue llamada por Atterberg Límite Líquido (LL) y la frontera convencional entre los estados plástico y semisólido las llamó, Límite Plástico (LP).

### Determinación del límite líquido

Terzaghi sugirió a Casagrande la tarea de elaborar un método de prueba para la cuantificación del LL, como resultado de tal investigación nació la técnica cuya idea original fue del mencionado Atteberg, basada en el uso de la copa de Casagrande, es un recipiente de bronce o latón de peso normado con un tacón solidario del mismo material; el tacón y la copa giran en torno a un eje fijo a la base; una excéntrica hace que la copa caiga periódicamente golpeándose contra la base del dispositivo a razón de dos golpes por segundo, la base de hule endurecido tiene un rebote elástico especificado. En la copa se coloca el suelo fino remoldeado y mediante un dispositivo especificado se forma en tal suelo, una ranura de dimensiones y forma especificada.

La altura de la caída de la copa es por especificación, de un centímetro, medido verticalmente desde el punto de la copa que toca la base al caer, hasta la base misma, estando la copa desde su punto más alto. Es importante que este ajuste se haga con todo cuidado usando un prisma metálico de un centímetro de lado para hacer la calibración; este prisma se introduce entre base y copa, cuidando que su arista superior quede en contacto con el punto de la copa que golpea la base. La copa es esférica, con radio interior de 54 mm espesor 2mm y peso 200 +/- 20gr incluyendo el tacón. El LL es el contenido de agua del suelo que sometido a la prueba de Casagrande permite que la ranura hecha en la muestra de suelo, se cierre en 0.5pul con 25 golpes.

### Determinación del límite plástico

La prueba para la determinación del límite plástico tal como Atterberg la diseñó, no especifica el diámetro a que debe llegarse al moldear un cilindro del suelo requerido; Terzaghi agregó la condición que el diámetro sea del orden de 3mm. La formación de los cilindros se hace usualmente rodando el suelo sobre una hoja de papel totalmente seca para acelerar la pérdida de humedad del material; también es frecuente efectuar el rolado sobre una placa de vidrio. Cuando los cilindros llegan a tener los 3mm se doblan y presionan,



formando una pastilla que vuelve a rolarse hasta formar nuevamente el cilindro y lograr que su diámetro sea del orden de los 3 mm, si en esta condición el suelo comienza a agrietarse (tres grietas) su contenido de agua es el Límite Plástico.

### Clasificación del Suelo.

Dada la complejidad prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, la mecánica de suelos desarrollo sistemas de clasificación basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser estas la fundamental para las aplicaciones ingenieriles.

El sistema empleado para la clasificación del suelo, es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), que es una modificación del Sistema de Clasificación de Aeropuertos (A. Casagrande).

El sistema cubre los suelos gruesos y finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla N°200; las partículas gruesa son mayores que dicha malla y las finas, menores. Un suelo se considera grueso si más 50% de sus partículas son gruesas y fino, si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas

### Carta de Plasticidad

El principal uso de la Carta de Plasticidad está en situar en ella un suelo desconocido, por medio del cálculo de los dos parámetros que definen su plasticidad, límite líquido e índice de plástico

La línea A sirve de frontera entre los grupos de suelo cuyas partículas finas exhiben mayores características de plasticidad y de suelos con alto contenido de materia orgánica así como aquellos que contienen finos de baja plasticidad. Esta línea, pasa por los puntos de coordenadas (0,20) y (50,22), gráfica 3.

La Línea B es la vertical trazada por el punto (0,50), clasifica al suelo en alta o baja plasticidad, gráfica 3.

### Densidad de Sólidos.

Él poder conocer la densidad que posee un suelo en terreno o en su estado natural, ha sido un gran reto para los investigadores de mecánica de suelos y científicos del área en general. Es muy útil en el caso de suelos sin cohesión (gravas y arenas), los cuales, por lo general no permiten obtener muestras inalteradas, y por medio de la densidad in situ se puede reproducir el suelo natural en la densidad natural a partir de una muestra alterada.

El peso específico relativo de los sólidos de un suelo se determina en el laboratorio haciendo uso de un matraz con marca de enrase.



El matraz se llena hasta su marca, primero con agua y después con agua y la muestra del suelo. El aire atrapado entre las partículas de suelo se desaloja por ebullición o exponiendo la suspensión al vacío. Si la temperatura del agua es la misma que la de la suspensión puede obtenerse una formula para  $S_s$ , utilizando los esquemas de la fig. AMS-1

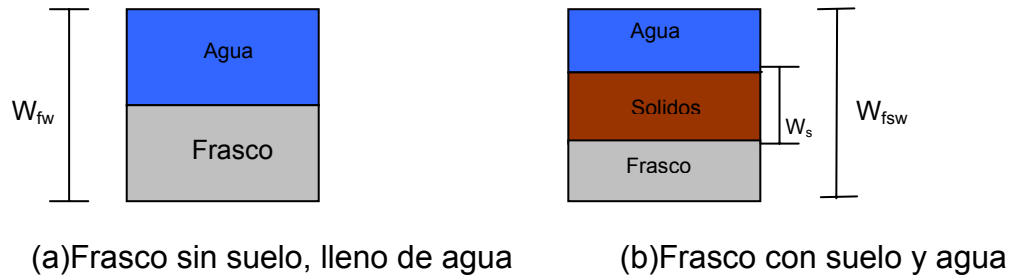


Figura 1 Esquema para ilustrar la obtención de  $S_s$

Sea:

$W_{fw}$  = Peso del matraz lleno de agua.

$W_{fsw}$  = Peso del matraz con suelo y agua.

Entonces, se tiene:

$W_{fsw} - W_{fw} = W_s$  - Peso del agua desplazada por los sólidos.

El peso del agua desplazada por los sólidos del suelo vale:

$$W_w = V_s \gamma_o = \frac{W_s}{S_s}$$

Por lo tanto:

$$W_{fsw} - W_{fw} = W_s - \frac{W_s}{S_s}$$

De donde

$$S_s = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$



La Densidad seca ( $D_s$ ) se define como la masa de las partículas sólidas y secas por unidad de volumen total (incluyendo vacíos). Su unidad es el  $\text{kg/m}^3$  (Kilogramo masa por  $\text{m}^3$ ).

La densidad seca se calcula dividiendo la masa de los sólidos secos contenidos en la muestra, entre el volumen de la misma.

Frecuentemente la densidad seca obtenida se utiliza como base de aceptación respecto a una densidad seca especificada.

### Relaciones fundamentales

Las relaciones que se dan a continuación son importantes, para el manejo comprensible de las propiedades mecánicas de los suelos y un completo dominio de su significado y sentido físico; es imprescindible para poder expresar en forma asequible los datos y conclusiones de la Mecánica de Suelos.

a) Se denomina Relación de Vacíos, Oquedad o Índice de poros a la relación entre el volumen de los vacíos y el de los sólidos de un suelo:

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

La relación puede variar teóricamente de 0 ( $V_v=0$ ) a  $\infty$  (valor correspondiente a un espacio vacío): En la práctica no suelen hallarse valores menores de 0.25 (arenas muy compactadas con finos) ni mayores de 15, en el caso de algunas arcillas altamente compresibles.

b) Se llama porosidad de un suelo a la relación entre su volumen de vacíos y el volumen de su masa. Se expresa como porcentaje:

$$\eta(\%) = \frac{V_v}{V_m} * 100$$

Esta relación puede variar de 0 (en un suelo ideal con sólo fase sólida) a 100 (espacio vacío). Los valores reales suelen oscilar entre 20% y 95%.

c) se denomina grado de saturación de un suelo a la relación entre su volumen de agua y el volumen de sus vacíos. Suelen expresarse también como un porcentaje:

$$G_w(\%) = \frac{V_w}{V_v} * 100$$

Varía de 0 (suelo seco) a 100% (suelo totalmente saturado).



d) Se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo, la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida. Suele expresarse como un porcentaje:

$$\omega(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Varía teóricamente de 0 a  $\infty$ . En la naturaleza la humedad de los suelos varía entre límites muy amplios. En arcillas japonesas se han registrado contenidos de agua de 1200-1400%, si bien estos valores son excepcionales. En México, existen valores de 1000% en arcillas procedentes de la región sureste del país. En el valle de México son normales humedades de 500-600%.

#### Clasificación de pruebas triaxiales

PRUEBAS TRIAXIALES		
Primera etapa	Segunda etapa	
Aplicación del esfuerzo confinante	Incremento del esfuerzo, axial o radial, para llegar a la falla	Tipo de prueba
Drenes abiertos	Se permite el drenaje en la etapa de falla (Drenado)	CD
Se permite la consolidación (consolidado)	No se permite el drenaje en la etapa de falla (No drenada)	CU
Drenes cerrados		
No se permite la consolidación (No drenado)	No se permite el drenaje en la etapa de falla (No drenada)	UU

Tabla 1 clasificación de pruebas triaxiales

#### Preparación de la muestra

Primeramente se corta un fragmento prismático de suelo, usando segueta de alambre y guías apropiados. Los extremos de ese fragmento deben cortarse también normalmente al eje del prisma. A continuación el fragmento se afina, usando un cortador vertical apropiado, hasta formar un espécimen cilíndrico de 3.6 cm de diámetro (lo cual da un área de sección recta de 10.18 cm<sup>2</sup> para la muestra) y de 10 cm de altura aproximadamente. El material sobrante de la afinación sirve para determinaciones de contenido de agua. Después se afina la altura del espécimen hasta su valor de 9 cm (lo cual da al espécimen una relación de



esbeltez de 2.5). Cuidadosamente, se coloca el espécimen en un recipiente hermético y se pesa, a fin de obtener su peso de húmedo inicial: Dentro de un cilindro metálico de 4.5 cm de diámetro y 9 cm de altura se coloca una membrana apropiada, doblando hacia fuera sus extremos y expandiéndola, creando un vacío entre la membrana y el cilindro. Enseguida este conjunto se coloca sobre el espécimen, cubriéndolo se suspende el vacío con lo que la membrana se aprieta en torno al espécimen y se retira el cilindro. Los extremos libres de la membrana se doblan ahora hacia fuera sobre el espécimen.

## Compresión Simple

### Pruebas de compresión simple

La prueba de compresión simple es la más usada en los laboratorios de Mecánica de Suelo para los trabajos de rutina. Esta prueba tiene la ventaja de ser de fácil realización y de exigir equipo relativamente sencillo, en comparación con las pruebas triaxiales. Sin embargo, una correcta interpretación de sus resultados es más difícil que en el caso de las pruebas triaxiales, si se desea ir al fondo de los mecanismos de falla que tienen lugar; por el contrario los resultados de la prueba son de fácil aplicación a los trabajos de rutina, por lo menos en apariencia, pero es recomendable que las conclusiones que se deriven de esta prueba vayan siempre sancionadas por un especialista. La prueba queda circunscrita a arcillas u suelos cohesivos, pues en las arenas y suelos arenosos no es posible el labrado de las muestras, Fig. AMS-2 Sistema de transmisión de carga.

En esta prueba no es realmente triaxial y no se clasifica como tal, pero en muchos aspectos se parece a una prueba rápida. Los esfuerzos exteriores al principio de la prueba son nulos, pero existen en la estructura del suelo esfuerzos efectivos no muy bien definidos, debidos a tensiones capilares en el agua intersticio.

Esta prueba se realiza aplicando un esfuerzo axial a un espécimen, sin la etapa previa de presión hidrostática. Prácticamente solo existe la etapa de carga que conduce el suelo a la falla; sin embargo, en vías de simplificación, podría considerarse como primera etapa el estado inicial de la muestra, sin esfuerzos exteriores. En esta primera etapa los esfuerzos totales son nulos y el agua adquiere una tensión de magnitud igual, teóricamente a la presión de preconsolidación ( $u_z$ ) que el suelo tuviere en la naturaleza;

Esta tensión del agua comunica a la estructura sólida los esfuerzos efectivos necesarios para que la muestra mantenga su volumen.





interior de una cámara cilíndrica y hermética, de lucita, con base metálica. En las bases de la muestra se colocan piedras porosas cuya comunicación con una bureta exterior nos permite medir los cambios volumétricos durante un ensaye drenado, en caso contrario, y si contamos transductor de presión de poro podremos medir está y poder manejar los esfuerzos totales y efectivos. El agua de la cámara puede adquirir cualquier presión deseada por la acción de un compresor comunicado con ella. La carga axial se transmite al espécimen por medio de un vástago que atraviesa la parte superior de la cámara. La presión que ejerce sobre el agua que llena la cámara es hidrostática y produce, por lo tanto, esfuerzos principales sobre el espécimen, iguales en todas direcciones tanto lateral como axialmente en las bases del espécimen actuara, además de la presión del agua el efecto transmitido por el vástago de la cámara desde el exterior.

Se muestran los sistemas que forman parte del equipo triaxial, marco de carga o pistón de carga, sistema de confinamiento y sistema de saturación. La prueba triaxial con mayor uso es aquella en donde la carga transmitida al espécimen de suelo es por medio del vástago; el valor de está presión  $\sigma_3$  incremento de esfuerzo axial), sumada a la del agua ( $\sigma_3$  esfuerzo confinante) dará el esfuerzo axial actuante sobre la muestra  $\sigma_1$  a).

$$\sigma_1 = \sigma_3 + p_c$$

Prueba lenta:

Prueba de compresión (variante con incremento del esfuerzo axial).

Los esfuerzos actuantes sobre el espécimen de suelo es esta prueba son efectivos en toda etapa significativa de ella; esto se logra permitiendo drenaje libre en las líneas de la muestra a la bureta y, por lo tanto, la completa consolidación del suelo bajo los distintos estados de esfuerzos a que se le somete. En la primera etapa, la muestra es sometida en todas las direcciones a la presión del agua ( $\sigma_3$ ) y, en la segunda etapa, se la lleva a la falla con incrementos de carga axial ( $p$ ), permitiendo completa consolidación bajo cada incremento. El esfuerzo total axial de falla será designado por  $\sigma_1 = \sigma_3 + p_c$ , donde  $p_c$  se denomina esfuerzo desviado de falla y es el máximo esfuerzo desviado  $p.p_c$  mide la resistencia a la compresión del espécimen en esta prueba.

Prueba rápida-consolidada:

Prueba de compresión (variante con incremento del esfuerzo axial).

En esta etapa prueba la distinción entre la primera etapa (de consolidación) y la segunda (de falla) se establece aún más marcadamente que en la lenta. Al principio el espécimen se deja consolidar totalmente bajo la presión de la cámara  $\sigma_3$ , que llega a ser esfuerzo efectivo: después se lleva al suelo a la falla con aplicación de un esfuerzo desviados axial actuante con la válvula de salida del agua a la bureta cerrada, de modo que no se permita ninguna consolidación adicional en el espécimen; esto ocasiona que conforme se aplica el esfuerzo desviado se vaya desarrollando presión en el agua intersticial con lo que, durante toda la segunda etapa de la prueba los esfuerzos efectivos ya no serán iguales



a los totales, sino que se verán disminuidos vertical y lateralmente por el valor de esa presión.

La primera etapa de esta prueba es similar a la misma en la prueba lenta. La segunda etapa se caracteriza por el desarrollo de presión neutral en el agua de la muestra y la resistencia a la compresión ( $p'_c$ ) resulta mucho menor que en la prueba lenta ( $p_c$ ). Los esfuerzos totales, que son los que el operador aplica sobre el espécimen, son ahora mayores que los efectivos, siendo la diferencia precisamente la presión neutral del agua ( $u$ ).

Prueba rápida:

Prueba de compresión (variante con incremento del esfuerzo axial)

Las características de esta prueba de esta prueba es, según ya se dijo, el no permitir drenaje del espécimen ni en la etapa inicial, de presión de cámara, ni en la final de falla.

Al someter una muestra consolidada en la naturaleza a la presión  $\gamma z$ , a esa misma presión con el agua de la cámara, teóricamente la estructura del suelo tomara toda esa presión puesto que el suelo ya había sido consolidado y el agua pasara al mismo tiempo a un estado de presión nula a partir de tensiones adoptado al ser extraído el espécimen de su lugar natural. Por otra parte, si la presión ejercida con el agua es mayor que la presión que el suelo tenía en la naturaleza, todo el exceso lo tomara en teoría el agua contenida en la muestra sin que se modifique el grado de consolidación del espécimen ni la magnitud de los esfuerzos efectivos, la resistencia mostrada por el suelo ( $p'_c$ ) es constante, cualquiera que sea la presión del agua en la etapa inicial.

En la primera etapa de la prueba se supone que la presión hidrostática es la que el suelo tenía en la naturaleza ( $\gamma z$ ), más un cierto valor de  $\Delta$  arbitrario, consecuentemente se desarrolla en el agua del suelo una presión neutral  $u_1 = \Delta$ .

En la segunda se aplica el esfuerzo desviador,  $p'_c$  con el vástago de la cámara y al final de ella se ha desarrollado en el agua una presión neutral adicional,  $u_2$ , por estar impedida la salida del agua del espécimen.

El desarrollo de la presión  $u_2$  es totalmente análogo al de la presión neutral en la segunda etapa de la prueba rápida consolidada. Al sumar las dos etapas se tiene una presión neutral total  $u = u_1 + u_2$ . Los esfuerzos efectivos serán los totales menos esa presión neutral  $u$ .

$$\bar{\sigma}_3 = \sigma_3 - u = \sigma_3 - (u_1 + u_2) = (\gamma z + \Delta) - (\Delta + u_2) = \gamma z - u_2$$

$$\bar{\sigma}_1 = \bar{\sigma}_3 + p'_c = \gamma z - u_2 + p'_c$$

Circulo de Mohr de Esfuerzos.

El círculo de Mohr de esfuerzos constituye un método cómodo para analizar estados de esfuerzos bidimensionales. El análisis necesita de valores y direcciones de los esfuerzos principales ( $\sigma_1, \sigma_3$ ) y de los esfuerzos normal y cortante ( $\sigma'_n, \tau$ ) en la superficie de falla.

La ventaja principal de emplear la construcción del círculo de Mohr reside en la facilidad con la que se pueden determinar las definiciones de esfuerzos cortante y esfuerzo normal en correspondencia a régimen especial de esfuerzos.

La figura AMS-3, AMS-4 muestran cómo se representa el esfuerzo desviado ( $q'$ ) mediante el diámetro del círculo de Mohr:

$$q' = (\sigma'_1 - \sigma'_3)$$

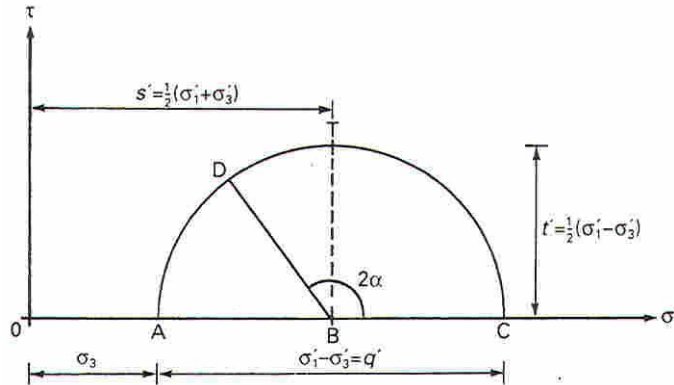


Figura 3 Representación del esfuerzo desviado

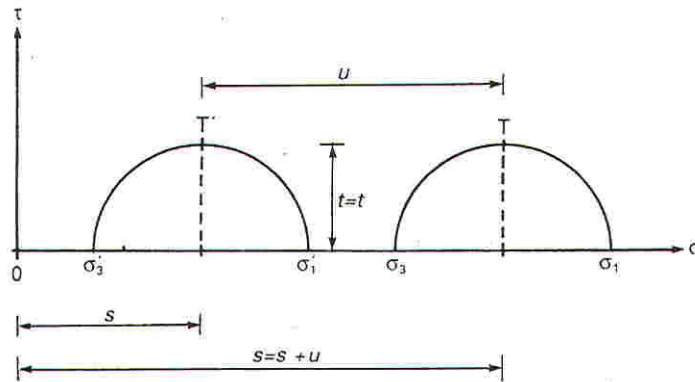


Figura 4 Representación del esfuerzo desviado

La teoría de falla de Mohr-Coulomb.

En el caso de una falla de deslizamiento por corte, o por continua flexibilidad, el círculo de Mohr que contiene los esfuerzos normales y de corte en el plano de deslizamiento es desde luego un círculo límite. A los círculos límite para diferentes valores del esfuerzo principal toca una tangente común que se llama envolvente de falla figura AMS-5. La ecuación de esta envolvente de falla, a la cual se le llama ecuación de Coulomb, es:

$$\tau'_f = c' + \sigma'_n \tan \phi'$$

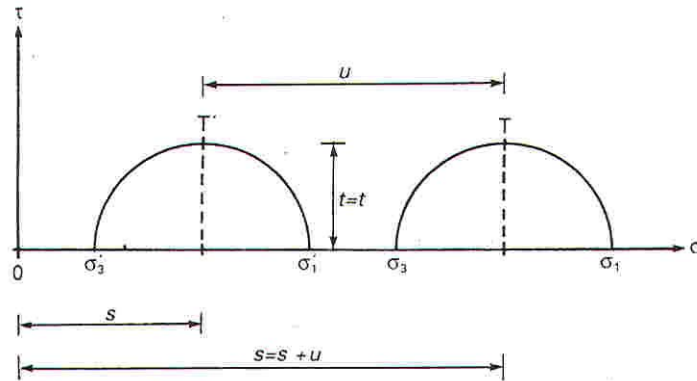


Figura 5 Teoría de falla de Mohr-Coulomb

### Prueba de compresión sin confinar

Se trata en realidad de un caso espacial de compresión triaxial, lleva a cabo con presión igual a cero en la cámara, esto es,  $\sigma_3=0$ . En la figura AMS-6 se muestra la gráfica de Mohr-Coulomb de los resultados de la prueba, puesto que sólo se puede trazar un círculo (que corresponde a,  $\sigma_3=0$ ), esta prueba sólo es aplicable a suelos en los que  $\varphi_u = 0$ , esto es, arcillas totalmente saturadas y sin fisuras.

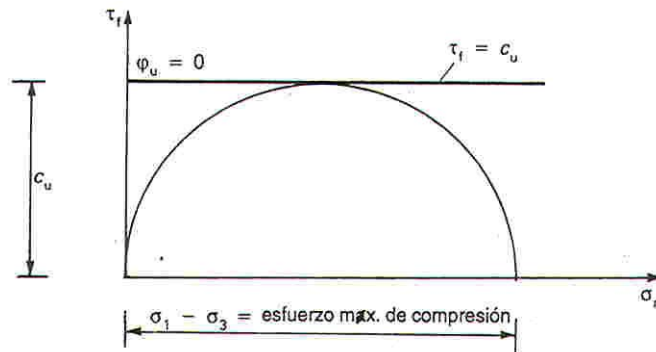


Figura 6 Prueba de compresión sin confinar

### Comparación de gráfica de Mohr-Coulomb para diferente tipos de pruebas

Para representar una prueba triaxial con un valor determinado de presión en la cámara se pueden trazar tres posibles círculos de Mohr, cuando las condiciones de la prueba son consolidadas sin drenar, midiéndose la presión de poro durante la etapa de corte, se pueden trazar dos círculos. Uno en términos del esfuerzo total y el otro en término del esfuerzo efectivo figura AMS-7, una prueba drenada llevada a cabo con el mismo espécimen de suelo consolidado y la misma presión en la cámara produciría el tercer círculo de esfuerzo efectivo.

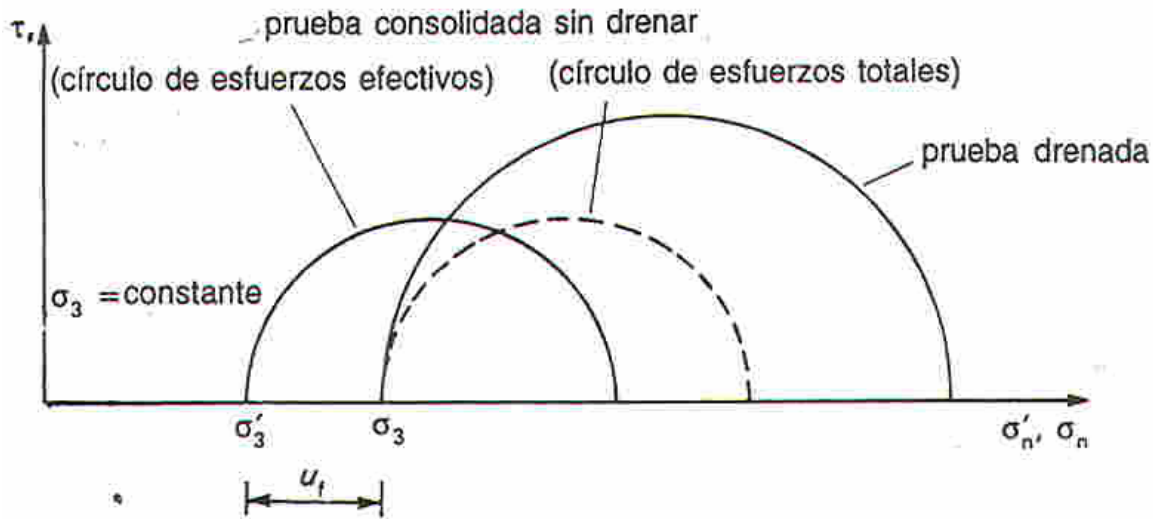


Figura 7 Compresión de pruebas sin drenar y drenadas llevadas a cabo con las misma presión de confinamiento

La resistencia sin drenado debería relacionarse con el contenido de humedad, o con el volumen específico, del suelo y por ello se deben anotar los cambios de volumen que resulta de la consolidación figura AMS-8

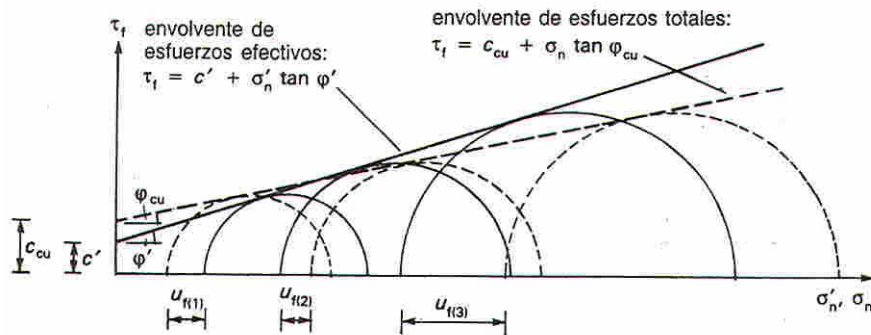


Figura 8 Esfuerzo efectivo y total para la prueba consolidada sin drenar

La medición de la resistencia al corte sin drenar, al mostrar una gráfica típica de los resultados de una prueba rápida sin drenar en una muestra de suelo cohesivo, las pruebas se llevan a cabo a diferentes velocidades o a presión de confinamiento diferente, de hecho la envolvente de esfuerzo total es curva. Debido a la baja permeabilidad de los suelos cohesivos, este proceso de disolución interna requiere tiempo, a un esfuerzo suficientemente alto, todo el aire se disolverá y el suelo quedara saturado. Si varios especímenes se consolidan a diferentes niveles de esfuerzo para alcanzar el estado crítico antes de la

aplicación de la carga axial, la envolvente de resistencia drenada deberá pasar por el origen, es decir,  $\phi' = 0$  figuras AMS-9, AMS-10.

Entonces  $\tau_f = \sigma'_n \tan \phi'_c$

Donde  $\phi'_c$  = ángulo de la resistencia al corte en el estado crítico.

No obstante, cuando el suelo está del lado denso (seco) del estado crítico, los resultados de la prueba drenada producen una envolvente de resistencia máxima cuya ecuación es:

$$\tau_f = c'_d + \sigma'_n \tan \phi'_f.$$

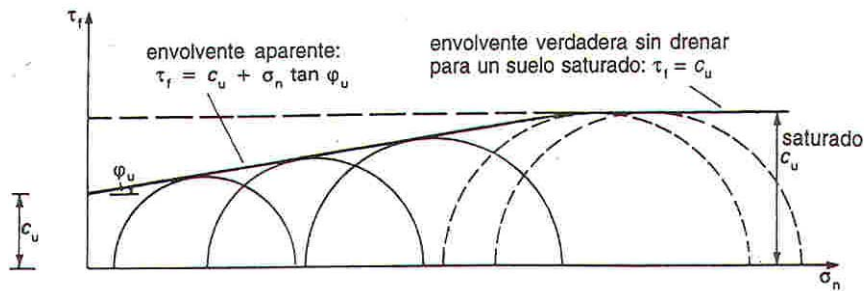


Figura 9 Esfuerzo total para resultados sin drenar

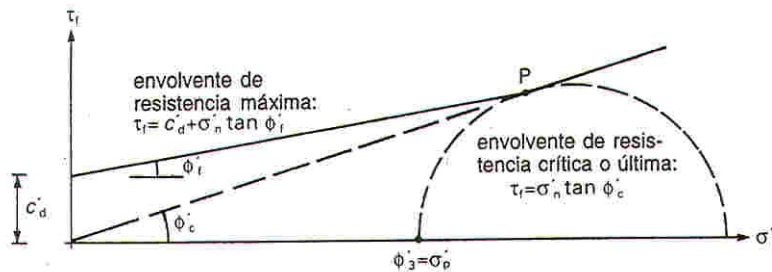


Figura 10 Resultado de prueba drenada con resistencia máxima y última

Capacidad de Carga



En este tema se trata de los principales esfuerzos teóricos realizados para resolver el problema de capacidad de carga de los suelos.

La capacidad de carga es una resistencia del suelo, y va depender del ancho, altura y la profundidad de la cimentación del suelo, en general conviene reducir el problema a dos casos: la capacidad de carga de los suelos cohesivos ( $c \neq 0$ ;  $\phi = 0$ ) y de los suelos puramente friccionantes ( $c = 0$ ;  $\phi \neq 0$ ).

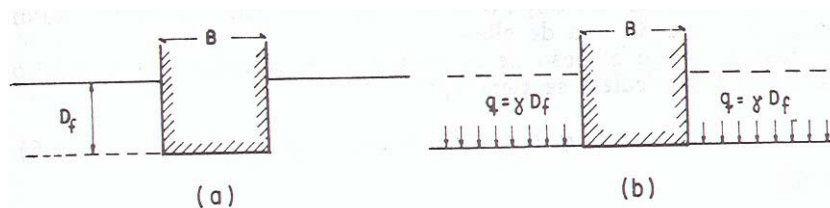
Algunas de las teorías más usadas hoy se presentarán, sin embargo, para el caso más amplio de suelos con “cohesión” y “fricción”.

### La Teoría de Terzaghi

La Teoría cubre el caso más general de suelos “cohesivos y fricción” y su impacto en la mecánica de suelos ha sido de tal trascendencia que aún hoy, es posible la teoría más usada para el calculo de capacidad de carga en los proyectos prácticos, especialmente en el caso de cimientos poco profundos.

La expresión cimiento poco profundo se aplica a aquél en el que el ancho  $B$  es igual o mayor a la distancia vertical entre el terreno natural y la base del cimiento (profundidad de desplante,  $D_f$ ). En estas condiciones Terzaghi despreció la resistencia al esfuerzo cortante arriba del nivel hacia abajo. El terreno sobre la base del cimiento se supone que solo produce un efecto que puede representarse por una sobrecarga,  $q = \gamma D_f$  actuante precisamente en un plano horizontal que pase por la base del cimiento, en donde  $\gamma$  es el peso específico del suelo ( figura AMS-10).

Con base en los estudios de Prandtl en suelos cohesivos, Terzaghi lo extendió a suelos de tipo cohesivos-friccionante, proponiendo el mecanismo de falla mostrado en la (figura AMS-11).



**Figura 11 Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento con una sobrecarga debido a su peso**

En este mecanismo de falla, la zona I es una cuña que se mueve como cuerpo rígido con el cimiento, verticalmente hacia abajo. La zona II es de diferencia tangencial radial. La zona III es una zona de estudio plástico pasivo de Rankine donde se calcula los valores de  $P_p$ :

$P_{pc}$  : componente debido a la cohesión, superficie CDE

$P_{pq}$  : componente debido a la sobrecarga  $q = \gamma D_f$ , superficie AE

$P_{py}$  : componente debido a los efectos normales y de fricción, superficie CDE f (cuña II, III).

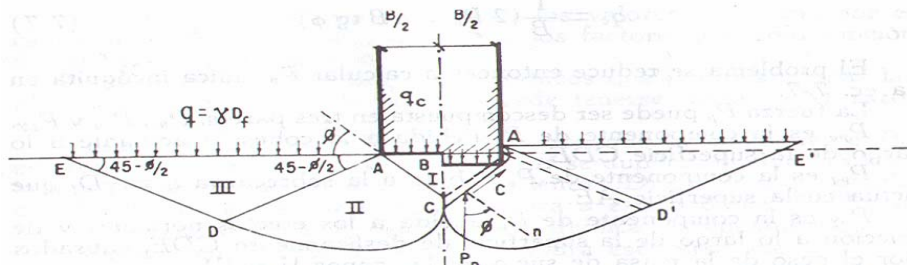


$$q_c = \frac{1}{B} (2\{P_{pc} + P_{pq} + P_{p\gamma}\} + Bc \tan \phi)$$

$$q_c = \frac{2}{B} (P_{pc} + P_{pq} + P_{p\gamma} + \frac{1}{2} Bc \tan \phi)$$

Calculando algebraicamente los valores de  $P_{pc}$ ,  $P_{pq}$  y  $P_{p\gamma}$  llegamos a que la carga de falla es.

$$q_c = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

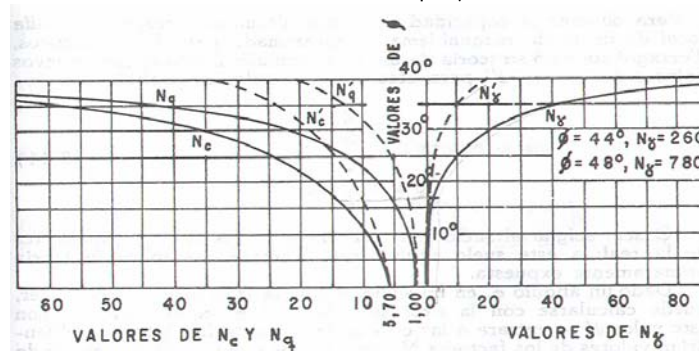


**Figura 12 Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzaghi**

$q_c$ : es la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de la longitud, sin provocar su falla. (se expresa en unidades de presión)

$N_c, N_q, N_\gamma$ :  $f(\phi)$  factores de capacidad de carga debido a la cohesión, sobrecarga y al peso del suelo.

La ecuación anterior es la fundamental de la Teoría de Terzagui y permite calcular en principio la capacidad de carga ultima de un cimiento poco profundo de longitud infinita La condición necesaria es conocer los valores de  $N_c, N_q, N_\gamma$  obtenidos a partir de la (figura 11).



**Figura 13 Factores de capacidad de carga**

Para cimientos cuadrados o circulares no existe ninguna teoría, ni aun aproximada, por lo que Terzaghi propuso lo siguiente:



Cuadrado :  $q_c = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.4\gamma B N_\gamma \dots$  (a)

B : ancho = largo del cimiento

Circular :  $q_c = 1.3cN_c + \gamma D_f N_q + 0.6\gamma R N_\gamma \dots$  (b)

R : radio del cimiento donde  $N_c$ ,  $N_q$  serán los correspondientes a la falla general o local.

Las ecuaciones son para cimientos con cargas vertical sin ninguna excentricidad, para los suelos puramente cohesivos,  $c \neq 0$  y  $\phi = 0$ .

$$N_c = 5.7$$

$$N_q = 1$$

$$N_\gamma = 0$$

Con estos valores la ecuación de Terzaghi queda de la siguiente forma:

$q_c = 5.7c + \gamma D_f$  en una prueba de compresión simple

$$c = \frac{q_u}{2}$$

$q_c = 2.85 q_u + \gamma D_f$  cimiento de longitud infinita

Para el cuadrado y circular bastaría con sustituir los valores de  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  antes de encontrar en las ecuaciones (a) y (b). Comúnmente se utiliza la expresión para los cimiento que tienen una longitud finita.

$$q_c = 2.85 q_u \left(1 + 0.3 \frac{B}{L}\right) + \gamma D_f$$

Interpolando

$B/L = 0$  cimiento infinito largo

$B/L = 1$  cimiento cuadrado

Teoría General de la Elasticidad

Casi todas las aplicaciones clásicas de la Teoría de la Elasticidad a suelos han correspondido a la Teoría Lineal de la Elasticidad que hace las siguientes hipótesis:

- El suelo es un material continuo, linealmente elástico (Obedece la Ley de Hooke).
- Homogéneo e isótropo.
- No toma en cuenta el factor tiempo, o sea, presupone la inexistencia de las deformaciones diferidas.



## Anexo de Instalaciones

### Instalaciones sanitarias

MUEBLE	UNIDADES MUEBLE DESAGUE (UD)	DIAMETRO EN mm
Bebedero	0.5	25
Bidet	3	38
Coladeeer de piso	1	50
WC con tanque	4	100
WC con fluxómetro	8	100
fregadero doméstico	2	38
fregadero domesticocon triturador o lavadero	3	38
fregadero de restaurante	3	38
<b>grupo de baño con WC, lavabo, tina o regadera</b>		
con WC de tanque	6	-
con WC de fluxómetro	8	-
lavabo (desagüa chico)	1	32
lavabo (desagüa grande)	2	38
lavabo (peluquería de bekleza)	2	38
lavabo de cirugía	2	38
lavabo colectivo, cada juego de llaves	2	38
lavabo dental	1	32
lavadero	2	38
lavadora de trastes doméstico	2	38
migitorio pedestal (fluxómetro)	6	75
migitorio pared(fluxómetro)	4	50
migitorio colectivo, cada 60 cm	2	50
regadera	2	50
regadera grupo de cada cebolla	3	-
tina	2	38
tina grande	2	38
unidad dental	1	32
vertedero de cirugía	3	38
vertedero de servicio	3	75
vertedero de servicio con trampa	2	50
vertedero de cocina	4	38

Tabla 1 Unidades mueble

DIAMETRO mm	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2%	4%
32	-	-	1	1
38	-	-	3	3
50	-	7	21	26
64	-	17	24	31
75	-	20*	27*	36*
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
375	7000	8500	10000	12000

\* NOMAS DE DOS INODOROS

Tabla 2 Diámetro de tubería



ANEXO INSTALACIONES

DIAMETRO DE U.D.	U.D.	DIAMETROS DE LA VENTILACION REQUERIDA								
		32	38	50	64	75	100	125	150	200
32	2	9								
38	8	15	46							
38	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
64	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	183				
75	30			18	61	152				
75	60			15	24	122				
100	100			11	30	79	305			
100	200			9	28	76	274			
100	500			6	21	55	213			
125	200				11	24	107	305		
125	500				9	21	91	274		
125	1100				6	15	61	213		
150	350				8	15	61	122	396	
150	620				5	9	38	91	335	
150	960					7	30	76	305	
150	1900					6	21	61	213	
150	600						15	46	152	396
200	1400						12	30	122	366
200	2200						9	24	107	335
200	3600						8	18	76	244
250	1000							23	38	305
250	2500							15	30	152
250	3800							9	24	107
250	5600							8	18	76

Tabla 3 Diámetro de ventilación

UNIDADES	DIAMETRO DE LA VENTILACIÓN DEL CIRCUITO DEL ANILLO					
	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
DESCARGA						
MAXIMO	MAXIMA LONGITUD HORIZONTAL (m)					
10	6.1					
12	4.55	12.2				
20	3.05	9.15				
10		6.1	12.2	30.5		
30			12.2	30.5		
60			4.85	24.5		
100			6.1	15.8	61	
200			5.5	15.8	55	
500			4.52	11	42.5	
200				4.9	21.5	61
				3	12.2	42.5

Tabla 4 Diámetro de ventilación

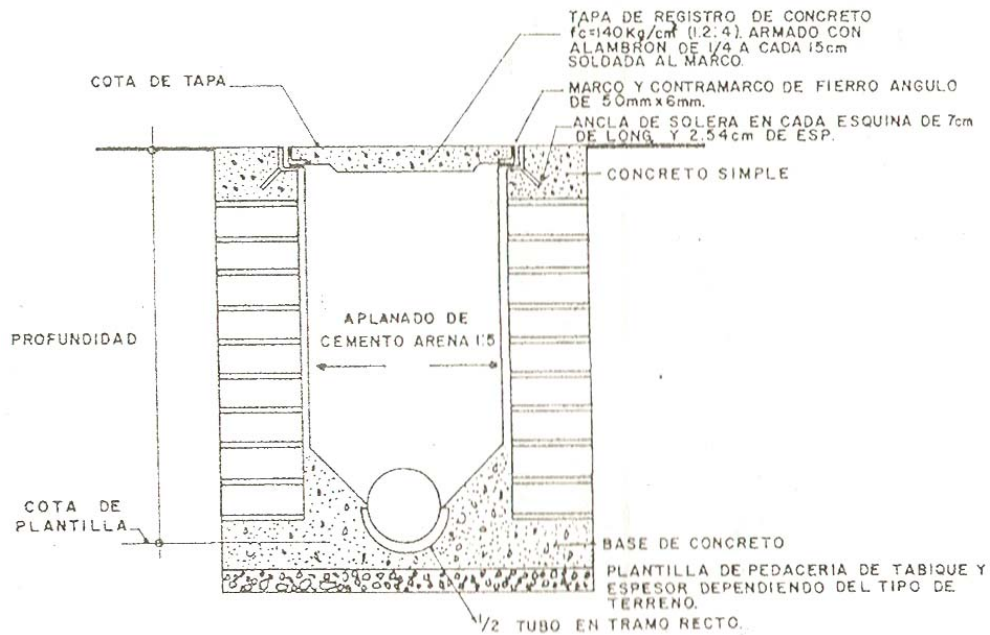
PROFUNDIDAD DEL REGISTRO	TAMANO DEL REGISTRO
m	m
HASTA 1.00	0.40X0.60
1.00-1.50	0.50X0.70
1.51-1.80	0.60X0.80

DEL REGISTRO DE 0.40 A 0.60

DIAMETRO DEL TUBO	SEPARACIÓN MÁXIMA
cm	m
15	10
20	20
25	30
30+	40

Tabla 5 Características de registro

Esquemas que presentan los detalles de instalación de la red de drenaje sanitario



FUENTE: INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL. NORMA IMSS 1993

Figura 1 Detalles de registro

Figura 7.20 DETALLES DE VENTILACION

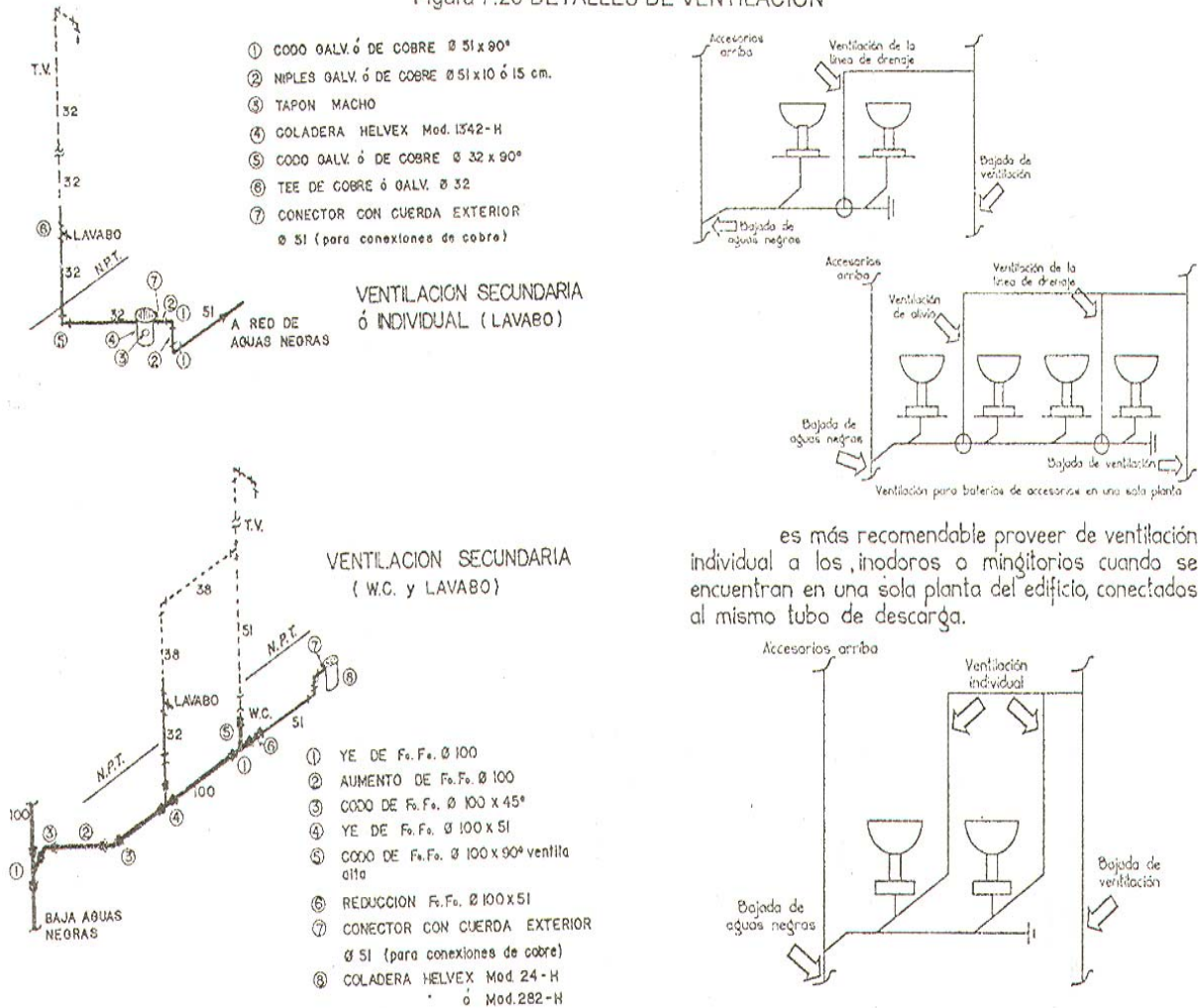
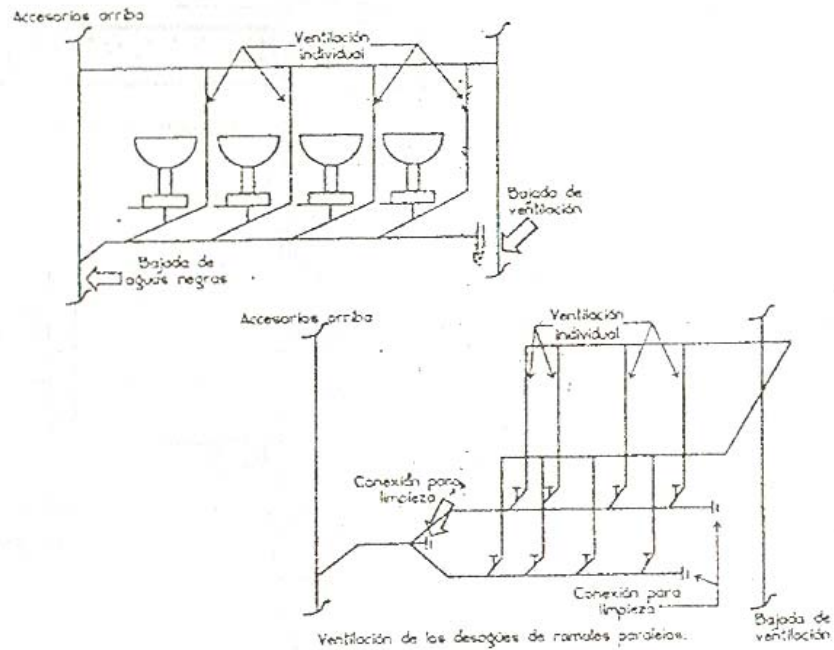
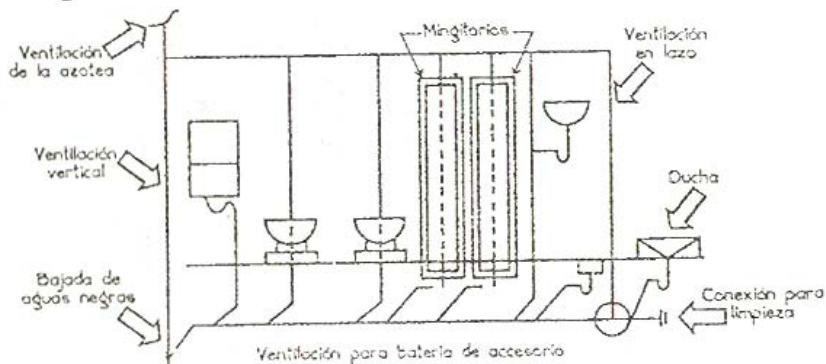


Figura 2 Detalles de ventilación



Los lavabos o accesorios similares pueden conectarse a un tubo de ramal de aguas negras o de desechos a condición de que las trampas de tales accesorios estén protegidos por ventilaciones individuales o comunes, como las de los inodoros y mingitorios..



**Figura 3 Ventilaciones**





## Instalaciones eléctricas

Dentro de las tuberías de uso común destacan los siguientes:

1. Tubo conduit flexible de PVC, conocido generalmente como tubo conduit plástico no rígido, o también como manguera rosa.
2. Tubo conduit flexible de acero.
3. Tubo conduit de acero esmaltado
  - a) Pared delgada
  - b) Pared gruesa
4. Tubo conduit de acero galvanizado.
  - a) Pared delgada
  - b) Pared gruesa
5. Conducto cuadrado.
6. Tubo conduit asbesto-cemento.  
Clase A-3 y Clase A-5
7. Tubo de Albañil.

Este es un tipo de tubo (de metal o plástico) que se usa para contener, conducir y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones. Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales, a su vez, los tubos de acero se fabrican en dos tipos pesados, semipesados y ligero; distinguiéndose uno de otro el espesor de la pared.

- A) Tubo conduit de acero pared gruesa.  
Estos tubos son galvanizados de 3.5m de longitud con rosca y se usan conectores o coples. Se fabrican en secciones circulares de 13mm (1/2") hasta 152.4mm (6").
- B) Tubo conduit metálico pared delgada.  
Se conoce como tubo metálico rígido ligero, se usa en instalaciones ocultas o visibles, ya sea en concretos o en muros, en lugares secos no expuestos a la humedad o ambiente corrosivo.

El diámetro máximo recomendado para estos tubos es de 51mm (2") debido a que son de pared delgada, los tramos se unen con accesorios de unión especial, ya que no se puede hacer rosca por ser su pared muy delgada.

C) Tubo conduit metálico flexible.

Este tubo se fabrica con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), también se le conoce como “Greenfield” se usa en diámetros de 13mm hasta 102mm (4”).

D) Tubo conduit de plástico rígido.

Este se clasifica dentro de los tubos conduit no metálicos; el tubo PVC es la designación comercial que se da al tubo rígido de policloruro de vinilo, también dentro de la clasificación de tubo no metálico se encuentran los tubos de polietileno, estos tipos de tubo (PVC) no se deben usar en:

- Locales o áreas consideradas como peligrosas
- Para separar luminarias u otros equipos
- En lugares en donde la temperatura del medio no exceda a 70°

**Diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar en una instalación eléctrica**

FIGURA

Estilo	Designación	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
	Serie 7	C-17	C-27	C-37	C-47	C-57	C-67	C-77	C-87	
	Serie 9	C-19	C-29	C-39	C-49	C-59	C-69			
	Serie 7	E-17	E-27	E-37	E-47	E-57	E-67			
	Serie 7	L-17	L-27	L-37	L-47	L-57	L-67			
		El Conduit "L" cuenta con dos aberturas por lo que se puede usar como "LL" o "LR". Se surte con una tapa ciega.								
	Serie 7	LB-17	LB-27	LB-37	LB-47	LB-57	LB-67	LB-77	LB-87	
	Serie 9	LB-19	LB-29	LB-39	LB-49	LB-59	LB-69			
	Serie 7	LL-17	LL-27	LL-37	LL-47	LL-57	LL-67	LL-77	LL-87	LL-107
	Serie 9	LL-19	LL-29	LL-39	LL-49	LL-59	LL-69			
	Serie 7	LR-17	LR-27	LR-37	LR-47	LR-57	LR-67	LR-77	LR-87	LR-107
	Serie 9	LR-19	LR-29	LR-39	LR-49	LR-59	LR-69			
	Serie 7	T-17	T-27	T-37	T-47	T-57	T-67	T-77	T-87	T-107
	Serie 9	T-19	T-29	T-39	T-49	T-59	T-69			
	Serie 7	TB-17	TB-27	TB-37	TB-47	TB-57	TB-67			
	Serie 7	X-17	X-27	X-37	X-47	X-57	X-67			
	Serie 7	LF-17	LF-27	LF-37						

Figura 5 Cajas



ANEXO INSTALACIONES

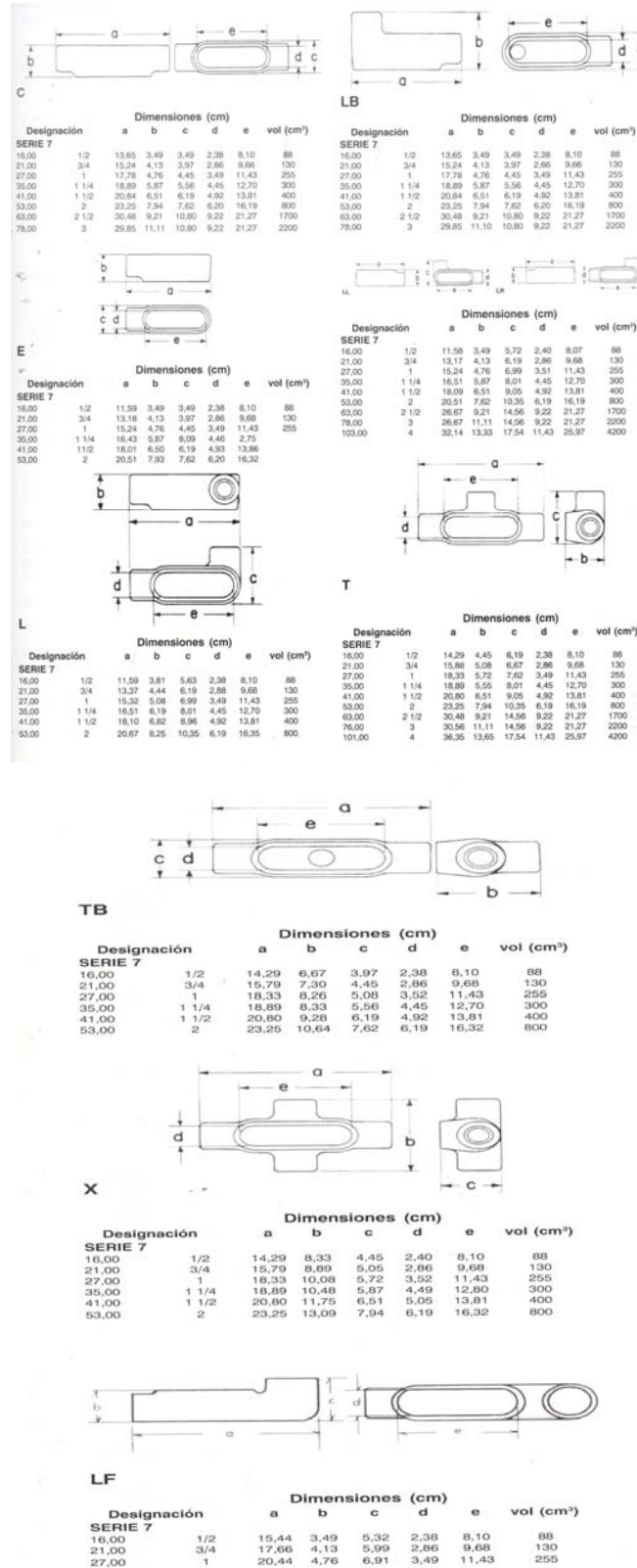


Figura 6 Conexiones de tubería



ANEXO INSTALACIONES

**Aplicación:**

Las cajas registro son instaladas en sistemas de tubería conduit para:

- Facilitar el jalado de los conductores durante su instalación.
- Facilitar empalmes y conexiones.
- Permiten el montaje de luminarios de la serie ARB y VGR
- Como conexión para secciones de tubería conduit.
- Facilita el acceso a los conductores para realizar mantenimientos o cambios futuros al sistema.

**Material Estándar:**

Las Cajas Registro de la serie redonda tipo SEH son fabricadas en Aluminio Libre de Cobre.

Empaque-Neopreno

**Acabado Estándar:**

Cajas Registro- pintura gris epoxi-poliéster aplicada electrostáticamente.

Empaque- acabado natural.

**Pruebas de acuerdo a:**

UL Estándar: 514A

**Certificaciones:**

UL 425 B

**Accesorios:**



Tapa con salida de 16,00 mm (1/2)  
Cat. SEH-84



Empaque de Neopreno  
Cat # Gask-202 N



**Aplicación:**

Las cajas registro de la serie rectangular son instaladas para:

- Alojar dispositivos de alambrado.
- Sirven como cajas de jalado en sistemas de tubería conduit.
- Facilita el realizar empalmes y conexiones.
- Como conexión para secciones de tubería conduit.
- Facilitar el acceso a los conductores para realizar mantenimientos o cambios futuros al sistema.

**Características:**

La serie rectangular proporciona un espacio suficiente para el acomodo de los conductores cuando se utiliza con un dispositivo de alambrado.

Las diferentes tapas para la serie rectangular proporcionan el uso de diferentes dispositivos de alambrado.

**Material Estándar:**

Las Cajas Registro de la serie rectangular tipo FS son fabricadas en Aluminio Libre de Cobre.

Nota: las cajas tipo FS y FSC en 1/2" y 3/4" son fabricadas por fundición a presión, el resto de las cajas se fabrican por fundición en arena.

Empaque-neopreno.

**Acabado Estándar:**

Cajas Registro- pintura epoxi-poliéster gris aplicada electrostáticamente.

Empaque- acabado natural.

**Pruebas de acuerdo a:**

UL Estándar: 514 A.

**Certificaciones:**

UL 425 B.

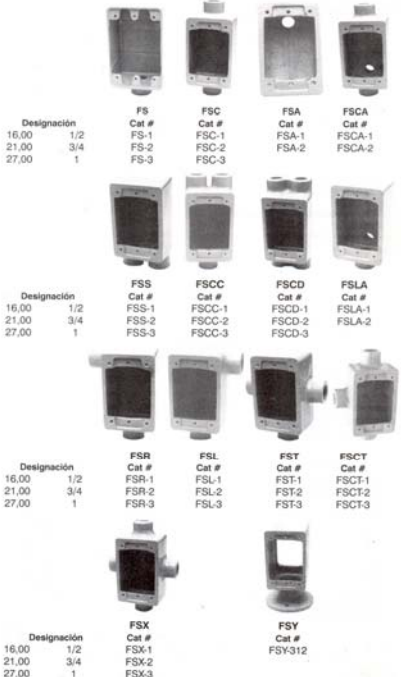
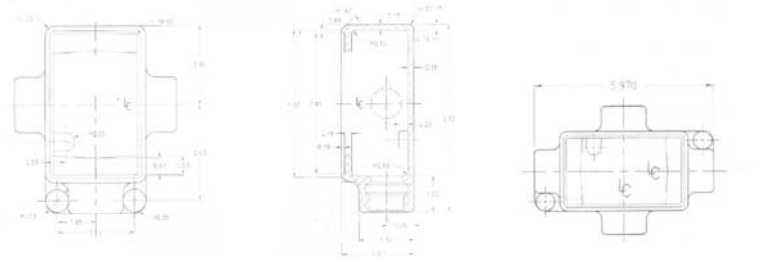
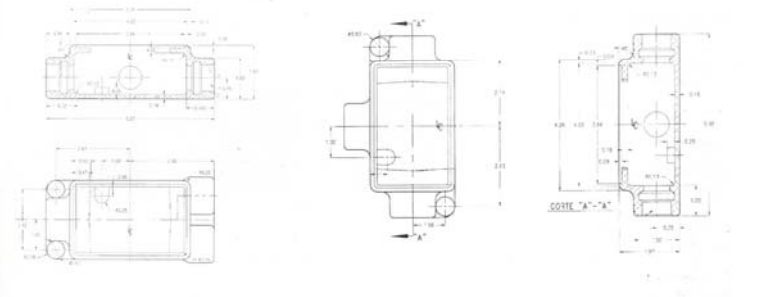


Figura 7 Cajas de conexión

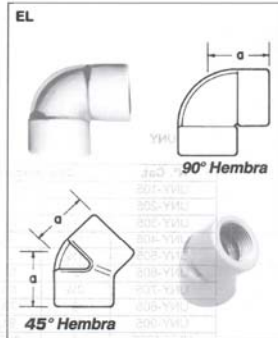
ANEXO INSTALACIONES



Dimensiones de FSS, FSCC, FSCD



Designación		45° Hembra	90° Hembra
1/2	16,00	EL-1	EL-19
3/4	21,00	EL-2	EL-29
1	27,00	EL-3	EL-39
1 1/4	35,00	EL-4	EL-49
1 1/2	41,00	EL-5	EL-59
2	53,00	EL-6	EL-69
2 1/2	63,00	EL-7	EL-79



Dimensiones

Designación	milímetros	45° Hembra		90° Hembra	
		pulgadas	milímetros	pulgadas	milímetros
1/2	16,00	1 13/16	30,163	1 17/32	38,894
3/4	21,00	1 3/8	34,925	1 3/4	44,450
1	27,00	1 21/32	42,069	2	50,800
1 1/4	35,00	1 3/4	44,450	2 1/4	57,150
1 1/2	41,00	1 15/16	49,213	4	101,600
2	53,00	2 1/4	57,150	5	127,000
2 1/2	63,00	2 7/8	71,125	6 7/16	163,513

Figura 8 Dimensiones de cajas y codos

## Alambres



**Figura 9 Alambres**

## Cables



**Figura 10 Cables**

Alambre o cable de cobre blando con aislamiento termoplástica de PVC. Colores: desde calibres N°14 al N°4 AWG: blanco, rojo, negro, azul y verde. Desde calibre N°2 AWG y superiores en color negro.

### Simbología en las instalaciones eléctricas

Para fácil interpretación de circuitos, así como de proyectos se emplean símbolos eléctricos de los cuales existen una gran diversidad, lo que en ocasiones es necesario se indique en forma clara.



ANEXO INSTALACIONES



Figura 9 Simbología de instalaciones eléctricas



Watts; es la unidad de potencia eléctrica y representa la cantidad de trabajo que se hace para producir la corriente de un ampere por la fuerza electromotriz de un volts.

La potencia eléctrica de un circuito es igual a la intensidad de corriente multiplicada por un voltaje  $P = I E$ ,  $P = \text{Watts}$

Watts = Volts x Ampere

Ampere =  $\frac{\text{Watts}}{\text{Volts}} \sim I = \frac{P}{E}$

Símbolo	Magnitud	Unidad	Aparato
E	Diferencia de potencial fuerza electromotriz voltaje	Volt	<b>Voltmetro</b>
I	Intensidad	Ampere	<b>Amperímetro</b>
R	<b>Resistencia</b>	<b>Ohm</b>	<b>Ohmetro</b>

Tabla 6 Unidades de medición

Método para hacer una instalación eléctrica

Tipo de instalación	Forma de colocación de los conductores	Forma de protección de los conductores	Observaciones
A la vista	Superficial	Aislamiento de conductor, plomo o tubo PVC, tubo metálico o plástico	<b>Conductor simple o aislado o unipolar sobre aisladores, conductor aislado multipolar en plomo o en PVC, conductor tipo subterráneo</b>
	<b>Alojados en tubos</b>	<b>Tubo metálico de plástico</b>	<b>Conductor simple aislado unipolar</b>

Tabla 7 Tubos

Normas para construcción e instalaciones eléctricas

De acuerdo con la norma 009-F.06 de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes en las instalaciones eléctricas con tubería conduit rígida, se deberá observar lo siguiente:

- Previamente a la instalación de la tubería, se revisara su interior y se limpiara la cuerda en sus extremos, con el objetivo que los coples se deslicen fácilmente en las cuerdas. No se admitirán aquellas uniones que por exceso de holgura, no



aseguren una conexión firme de la tubería. Se tendrá cuidado especial en suprimir las rebabas ocasionadas al efectuar cortes en la tubería.

- b) Las cajas se unirán a la tubería mediante contratuerca y monitor. Cuando se coloquen previamente a un colado, se rellenaran con papel se fijaran a la cimbra. Los tubos se sujetaran firmemente a los cruces de las varillas con amarres de alambre.
- c) Por ningún motivo se instalara tubería con diámetro interior menor de trece (13) mm (1/2").
- d) Cuando las tuberías se han aparentes y exista vibración en la unión del tubo y la caja se deberá colocar un (1) monitor y dos (2) contratuerca.
- e) La tubería instalada en forma aparente deberá sujetarse mediante abrazaderas, taquetes y tornillos. Las abrazaderas deberán quedar a una distancia no mayor de uno punto cincuenta (1.50) m entre si. Para cada salida del alumbrado y junta cada caja de conexión, se deberá colocar una abrazadera, con excepción de aquellos casos en que la misma caja se fije con taquetes y tornillos.
- f) La tubería deberá quedar sujeta en forma independiente de otras instalaciones.
- g) Las ranuras deberán cubrirse exclusivamente con mortero de cemento y arena, teniendo especial cuidado de que las tuberías no queden en contacto con aplanados de yeso o en general con este material en cualquier forma.
- h) Las curvas en la tubería serán de un radio interior igual o mayor que seis (6) veces el diámetro exterior de la misma. Para conductores de con forro de plomo u otra cubierta rígida, el radio no será menor de diez (10) veces el diámetro exterior de la tubería.
- i) Entre dos (2) cajas de conexión o de salida, no deberán de existir más de dos (2) curvas de noventa grados (90°) o se equivalente. En casos especiales que autorice la Secretaria se podrá permitir curvas hasta el equivalente de cuatro (4) ángulos de noventa grados (90°).
- j) Los accesorios de acoplamiento con o sin rosca, que se usen en la tubería, deberán quedar bien sujetas y estancos cuando vayan ahogados en mampostería o concreto, o en aquellos casos en que se instalen en lugares húmedos. Preferentemente se utilizara un sellador en la rosca o en la unión, con objeto de habitar la penetración de agua al interior de la tubería.
- k) Previamente a la colocación de los conductores se deberá sondear y limpiar la tubería. Cuando no se pueda proceder de inmediato al alambrado, los extremos de la tubería se deberán taponar.



- l) Los conductores se cortaran dejando las puntas de suficiente longitud para efectuar las conexiones.
- m) Para facilitar el deslizamiento de los conductores dentro de la tubería, podrá usarse talco u otro lubricante similar que no ataque el forro de ellos, previa autorización de la Secretaria.
- n) Los conductores no deberán quedar entrelazados dentro de las tuberías.
- o) No se permitirán empalmes en los conductores entre registros entre cajas de conexión.
- p) En conexiones de conductores de calibre número 6 B W S, o mayores, se deberán utilizar conectores. Del calibre número 8 B & S o menores, deberán ser soldadas, salvo en indicación en contrario. En ambos casos se cubrirán con cinta de hule y después con cinta de fricción negra. En lugares húmedos, las conexiones se deberán cubrir con cinta escocesa.
- q) Los apagadores, contactos, botones de timbre y todos los dispositivos que se indiquen, se instalaran sin dañar los recubrimientos de pintura.
- r) La sujeción de apagadores, contactos, y demás dispositivos en las cajas de conduit, se realizara únicamente mediante tornillos. Para las salidas de teléfonos en muros, se emplearan placas de una salida, con relleno.
- s) La tapa de bronce en los contactos de piso, quedara a nivel con el piso terminado, utilizando los empaques de fábrica, necesarios.

Igualmente será necesario contemplar la norma 009-F.007 En las instalaciones eléctricas con tubería conduit flexible, se deberá observar lo siguiente:

- a) Para su instalación se tomara en cuenta lo que corresponde lo indicado en el inciso (009-F.006) de está cláusula.
- b) Los cortes necesarios en la tubería, deberán ser normales a su eje longitudinal. En las uniones a las cajas, se deberán utilizar los conectores especiales para este tipo de tubería.
- c) El diámetro mínimo interior en tubería conduit flexible será de nueve punto cinco (9.5) milímetros (3/8”).



Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable de La Palma  
En el Alto Mezquital, Hidalgo.



ANEXO INSTALACIONES

---

# **ANEXO FOTOGRAFICO**



## Topografía



Limite del Norte (Casa y Talud de Colindancia)



Limite al Sur (Calle sin nombre y Poste de Concreto)



Limite al Este (Muro de Mampostería y Conjunto de Casas)



Limite al Oeste (Camino Principal)



Terreno Irregular



Casa y Talud de Colindancia



Cubo de Concreto



Calle sin nombre



Poste de Concreto



Punto A de la Poligonal



Punto B de la Poligonal



Punto C de la Poligonal



Punto D de la Poligonal



Punto E de la Poligonal



Primer Levantamiento. Nivelación



Primer Levantamiento. Nivelación



Primer Levantamiento. Nivelación



Brigada de Topografía para la nivelación en el primer Levantamiento.



Brigada de Topografía para el segundo Levantamiento.



Estación Total (Leica TC-600)



ANEXO FOTOGRÁFICO DE TOPOGRAFÍA



Prisma



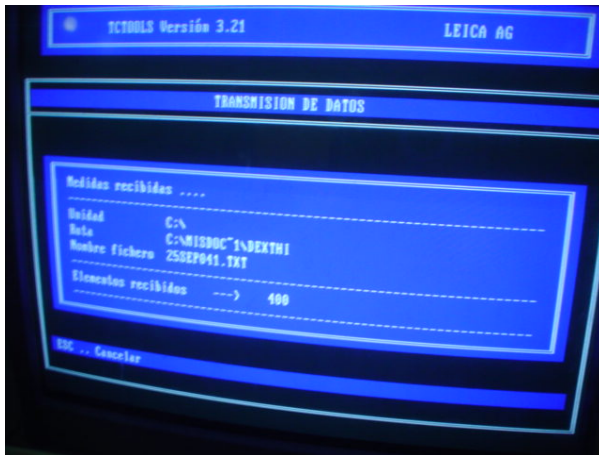
Ubicación de puntos (Estaciones)



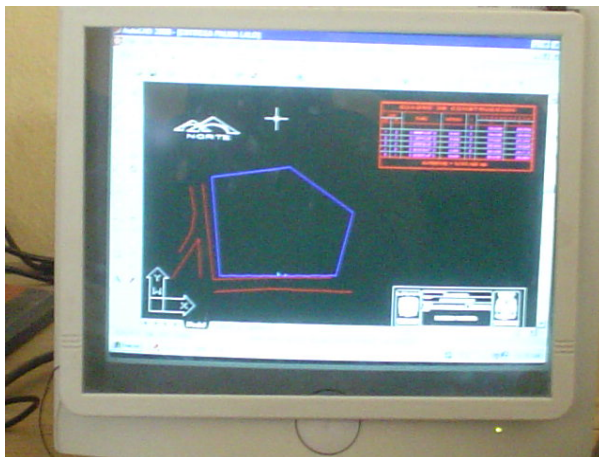
Pantalla y Teclado de la Estación Total.  
Estos para la obtención de coordenadas.



Transferencia de datos de la Estación Total  
a Civilcad



Transmisión de Datos (TCTOOLS Versión 3.21). Herramienta para Transmisión de datos a Civilcad



Obtención del Plano Topográfico en el programa Autocad.



## Geología



Geología (Camino al terreno de estudio)



Geología (Muy cerca del terreno de estudio)



Terreno visto de lado oeste.



Casa y Talud de colindancia ubicados al Norte del terreno



Casa y Talud de colindancia vistos al oeste del terreno.



Terreno visto del norte.



Terreno visto del noreste.



Terreno visto del este.



Talud ubicado al este del terreno.



## Mecánica de Suelos

### Exploración y muestreo del suelo.



Ubicación de los pozos (pozo1 y pozo2)  
dentro del terreno.



Excavación de pozo a cielo abierto  
dentro del terreno.



Pozo con una profundidad de 80  
Centímetros.

## Obtención de muestras del suelo



Labrado del suelo para obtener la muestra inalterada.



Medición de la muestra inalterada.



Desprendimiento de la muestra inalterada.



Preparación de la brea, para verter sobre la muestra inalterada envuelta en plástico, con la finalidad de mantener sus propiedades de origen.



Muestras inalteradas (pozo1 y pozo2) envueltas en plástico auto adherente.



Muestra inalterada protegida de los cambios ambientales para ser transportada al laboratorio de Mecánica de suelos.



## Prueba para la determinación de los estados de consistencia: Límite de plasticidad y Límite líquido.

### Prueba Límite Líquido



Corte de porciones a la muestra para molerlo.



Molido del suelo con mortero.



Suelo molido con consistencia fina sobre placa de vidrio.



Se vierte agua en el suelo fino.



Remoldeo de la pasta para romper su estructura interna.



Colocación de la pasta dentro de la copa de Casagrande.



Ranura sobre la pasta, antes de accionar la copa y se inicie el conteo de golpes.



Conteo de golpes, hasta que se cierre la ranura.



Extracción de la pasta de la copa de Casagrande.



Se mete la muestra al horno de convección por 24 horas.



Toma de lectura del suelo seco.

### Prueba Limite Líquido



Remoldeo del suelo, para modificar su estructura interna.



Se termina el rolado cuando los rollitos llegan a tener 3mm de diámetro.



Los rollitos son colocados sobre vidrios de reloj y colocados dentro del horno por 24 horas.



Se pesan los rollitos, para determinar el contenido de agua (w).

## Prueba para determinar la densidad de sólidos



Remoldeo del suelo hasta adquirir una pasta sin grumos.



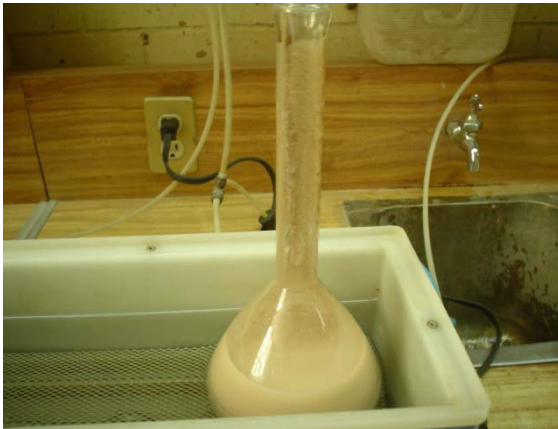
Colocación de la pasta dentro del vaso de la batidora.



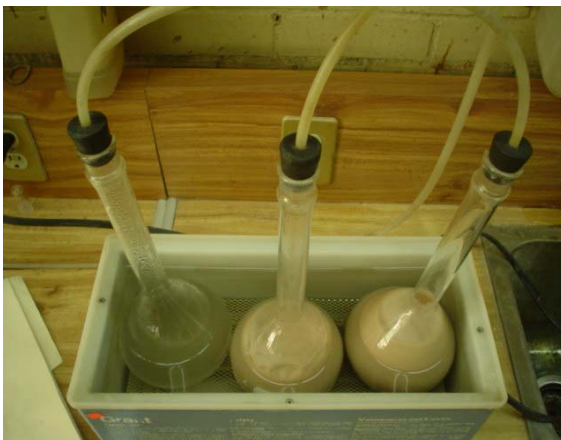
Batido del suelo para eliminar grumos.



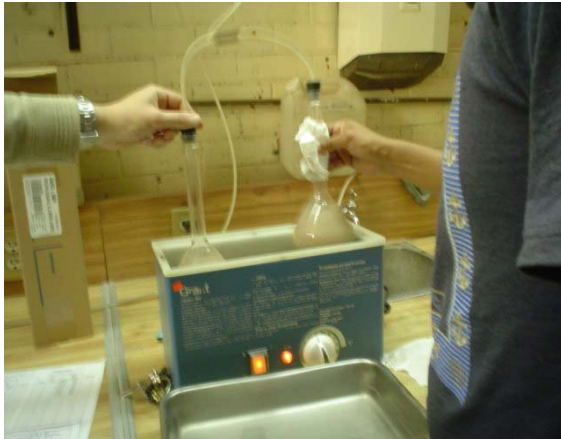
Vaciado de la pasta dentro del matraz.



Matraz dentro del calentador para eliminar el aire del suelo.



Matraces conectados a la bomba para eliminar el aire.



Agitado de los matraces a un periodo de cada 15 minutos.

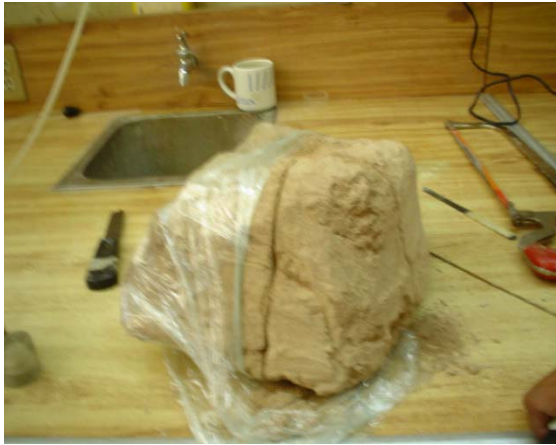


Vaciado del suelo en la charola.



Secado del suelo a la intemperie.  
Evaporada el agua, se peso el suelo seco.

## Preparación de las muestras.



División de la muestra del suelo en porciones cúbicas.



Comparación de porción cubica del suelo con cilindro patrón (medidas estándar).



Labrado y desbastado de la muestra del suelo para obtener un espécimen con dimensiones de 3.6 cm diámetro y 8.5 cm de altura.

## Prueba de compresión simple



Medición de los especímenes.



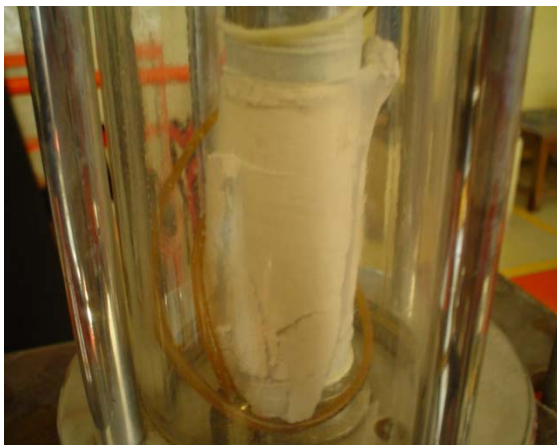
Colocación de la membrana (preservativo), y sujeción del espécimen al cabezal de la cámara.



Colocación del cilindro de lucita sobre la base.



Incrementos de carga al espécimen para llevarlo a la falla.



Falla del espécimen.



Retiro del espécimen de la membrana, para colocarlo en la flanera.



Colocación del espécimen en el horno de convección.

### Prueba de Compresión Triaxial.



Supervisión de las líneas de conducción para evitar posibles fugas y burbujas de aire.



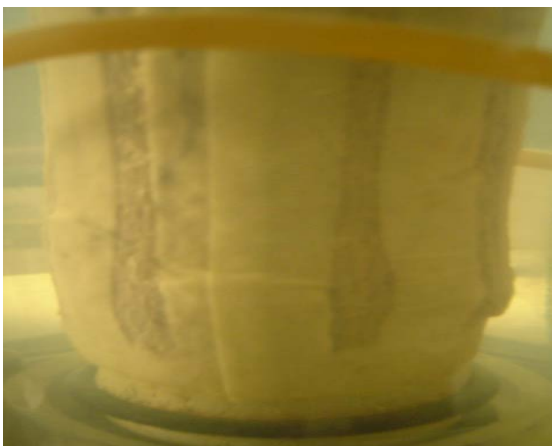
Saturación del espécimen de suelo, aplicando una presión hidrostática (confinante).



Espécimen saturado bajo la acción de una presión hidrostática.



Manómetro para medir la presión hidrostática, (confinante).

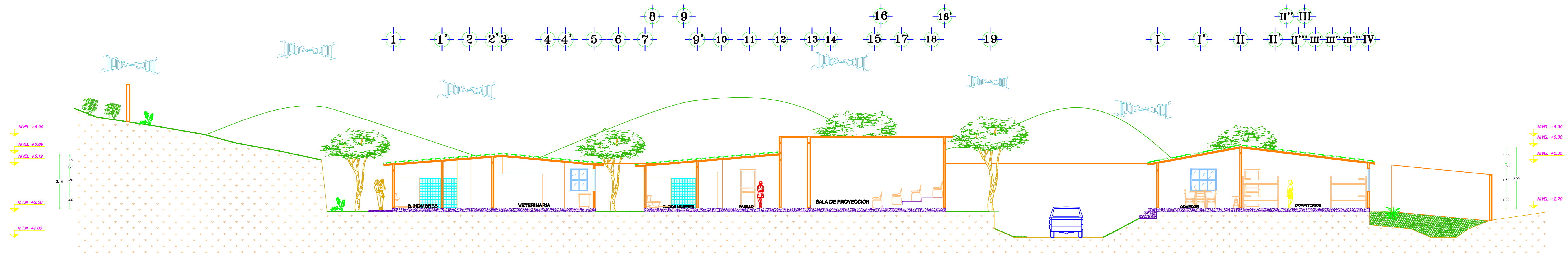


Falla del espécimen del suelo debido al incremento de carga.

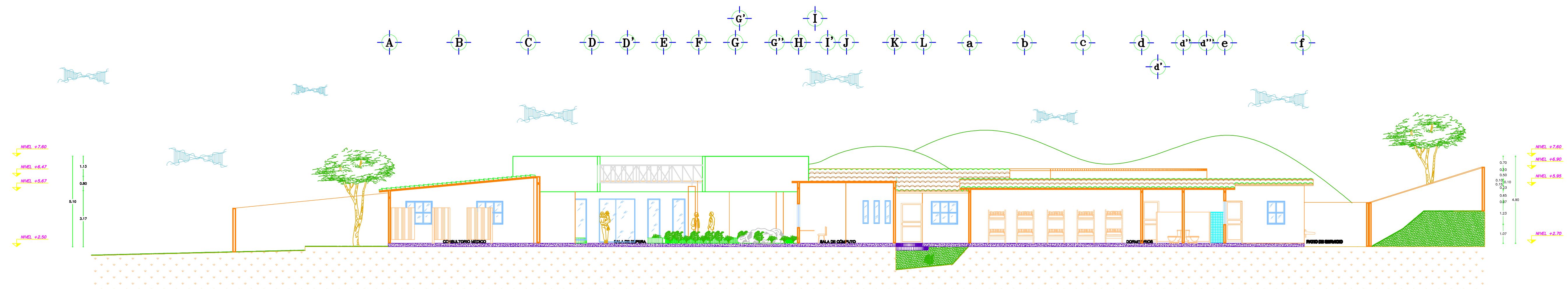


Colocación del espécimen dentro del recipiente (flanera), posteriormente se introduce en el horno de convección, para obtener su contenido de agua después de pesarlo.

# **ANEXO DE PLANOS**



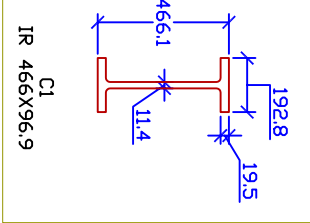
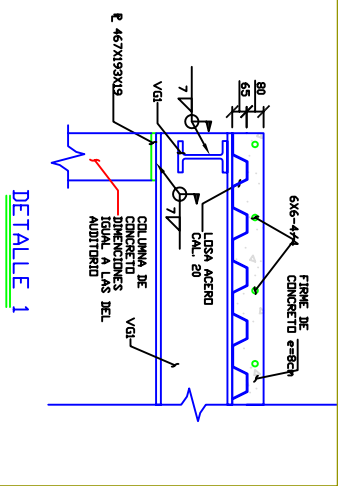
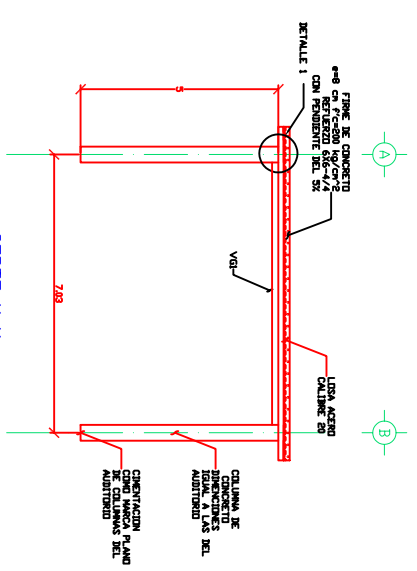
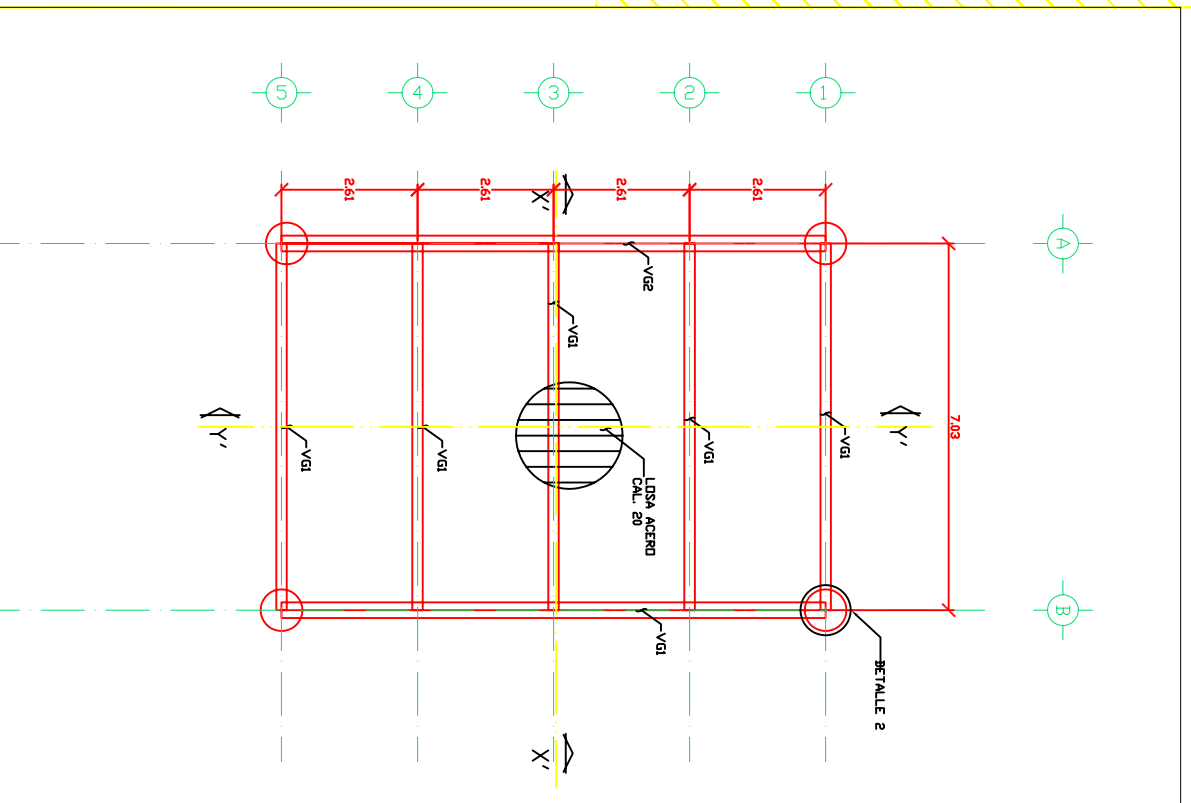
CORTE a-a' ESC. 1:100



CORTE b-b' ESC. 1:100

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO				
PROYECTO: Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable				
TÍTULO DEL PLANO: C O R T E S				
UBICACIÓN: La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.				PLANO No:
ESCALA: INDICADA	ACOTACIÓN: m	FECHA: SEPT/2005	FACULTAD DE INGENIERÍA	
				4





**NOTAS GENERALES**

- 1.- ESTOS PLANOS SON DE DISEÑO, EL FABRICANTE GENERAL DE ESTOS LOS PLANOS DE TALLER Y DE MONTAJE.
- 2.- TANTO LAS ACOLOCACIONES RESERVA EN LOS PLANOS EJECUCIONES.
- 3.- ACOLOCACIONES EN MUEBLES, HERRAJES Y DIMENSIONES DE CIMENTACION EN MUEBLES.
- 4.- LOS OTROS DEBEN AL MEDIDA.

**MATERIALES**

- 1.- ACERO ESTRUCTURAL EN PERFILES R, OS Y PLACAS TPO A-36 CON ESTIENDO DE FUNDICION 17-2500 kg/cm<sup>2</sup>
- 2.- LA NOMBRACION DE LOS PERFILES ESTA BASADA EN EL MANUAL DE CONSTRUCCION DE ACERO AISC.
- 3.- LOS ESTIENDOS RESERVA PARA SOLUCION DE ACERO, SE APLICARAN LA SERIE C-20 DE LIS.
- 4.- EL CONCRETO SERA DE f' = 250 kg/cm<sup>2</sup> A MENOS QUE SE INDIQUE OTRO.

TIPO DE SOLUCION	SIMBOLOGIA DE SOLUCION	DETALLE EN LAS VENTANAS CON P
PERFILES DE SOLUCION		
LISA NO VENTIL		
AMARRA LIGER		
SOLUCION DE TALLER		
TODA LA CIMENTACION		
PERFILES DE LA SOLUCION		
SOLUCION DE CAMPO		
LANTERNO DE CONEXIONES		
INTERMONTAJE		

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

PROYECTO: Centro Multidisciplinario de Investigacion y de Desarrollo Rural Sustentable

TITULO DEL PLANO: Estructura Recepcion

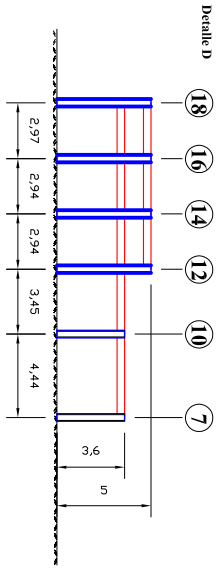
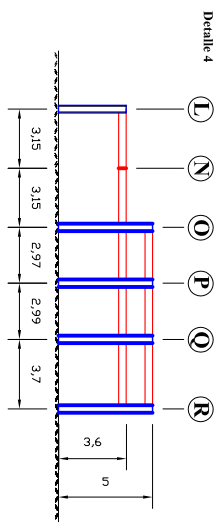
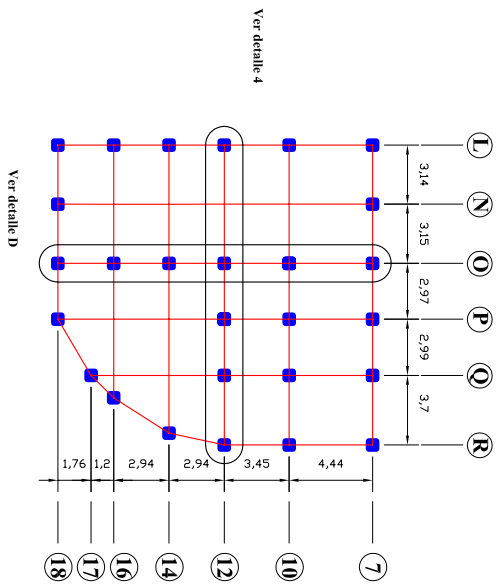
INDICACION: La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.

ESCALA: 1:175

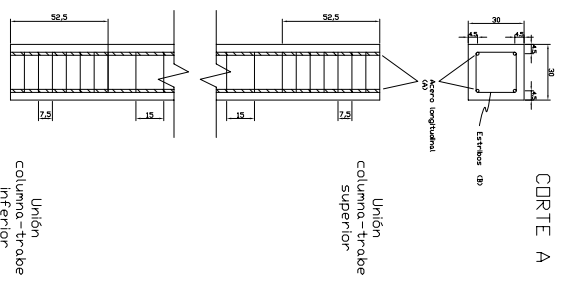
FECHA: JUNIO/2002

FACULTAD DE INGENIERIA

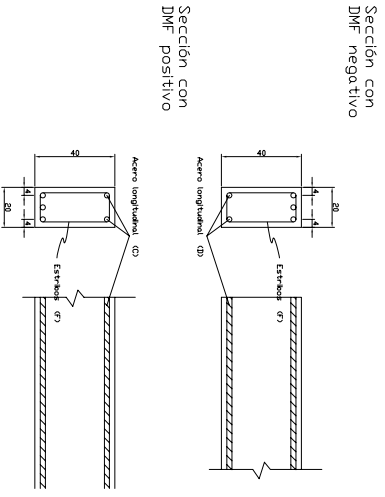
PAGINA No: 1



CORTE A



CORTE B



Vars. No. Cant.		CROQUIS			
		a	b	c	d
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
COLUMNA					
A	6	340	20	10	
B	3	320	20	10	
	24	20	20	10	
C	3		8	5	
D	3		8	5	
E	3	150	8	5	10
F	3		10		
TRABE					

CONCRETO  
 $F_c = 250 \text{ kg/cm}^2$   
 $F_{tA} = 3/4 \phi 19 \text{ mm}$   
 $F_{tV} = 10 \text{ a } 14 \text{ cm}$   
 Cuidar no alterar la relación agua/cemento

ACERO DE REFUERZO  
 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan óxido antes de vaciar el concreto. Los empalmes de las varillas deberán respetar las longitudes de traspase indicadas en la tabla 'Detalles de Refuerzo'

DETALLES DEL REFUERZO					
	díam	a	b	c	e
3	12	12			40
4	15	15			55
5	10	20		8	65
6	12	23	10	10	85
8	15	31	12	140	140
8	15	38	38	22	160
10	28	38			160
12	40	46		32	200

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

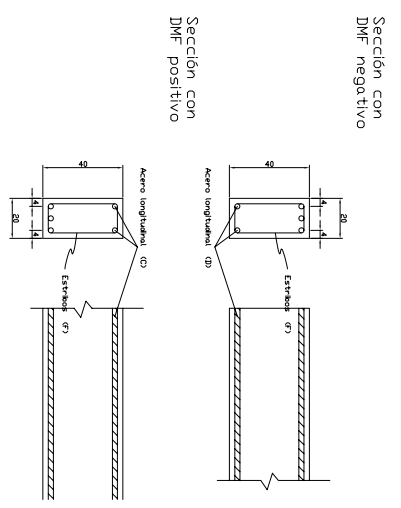
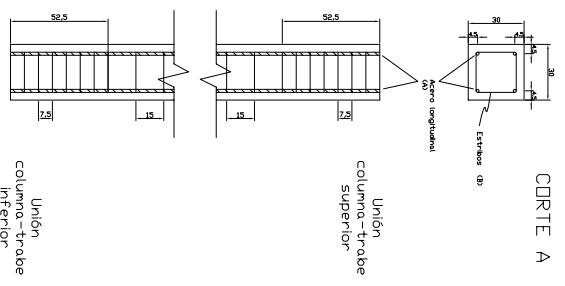
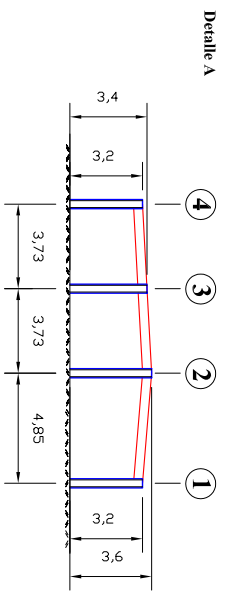
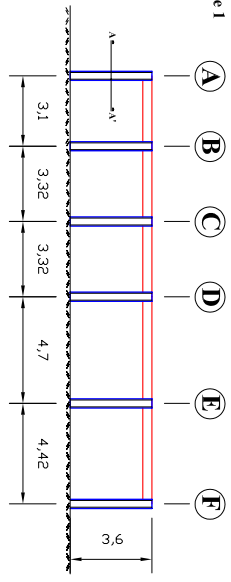
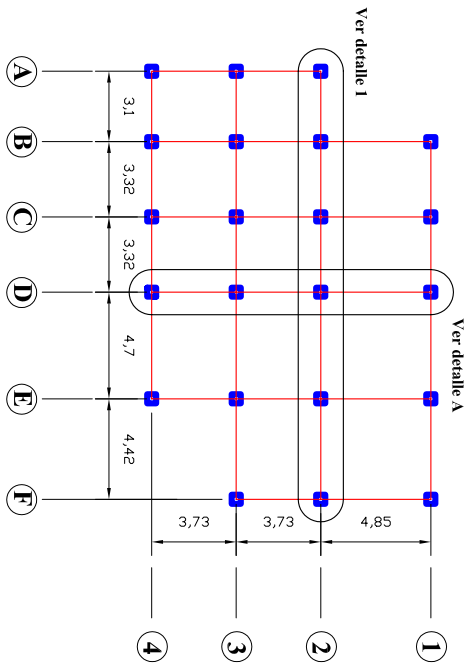
TÍTULO DEL TRABAJO  
**PLANOS ESTRUCTURALES DORMITORIOS**

UBICACIÓN  
 La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.

FECHA DE ELABORACIÓN  
 agosto / 2008

PROFESOR  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

GRUPO  
 1



VARS. No. Cmt.		CROQUIS			
		a	b	c	d
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
COLUMNA	A	340	20	10	
	B	320	20	10	
	3	24	20	10	
TRABE	C		8	5	
	D		8	5	
	E		150	8	5
F	3		10		

CONCRETO  
 $F_c = 250 \text{ kg/cm}^2$   
 $F_{tA} = 3/4 \phi 19 \text{ mm}$   
 $F_{tB}$  de 10 a 14 cm la relación agua/cemento  
 Cuidar no alterar la relación agua/cemento

ACERO DE REFUERZO  
 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan óxido antes de vaciar el concreto. Los empalmes de las varillas deberán respetar las longitudes de traslapo indicadas en la tabla "Detalles de Refuerzo"

DETALLES DEL REFUERZO					
	díam	a	b	c	e
3	12	12			40
4	15	15			55
5	10	20		8	65
6	12	23	10	85	
8	15	31	12	140	
10	28	38	22	160	
12	40	46	32	200	

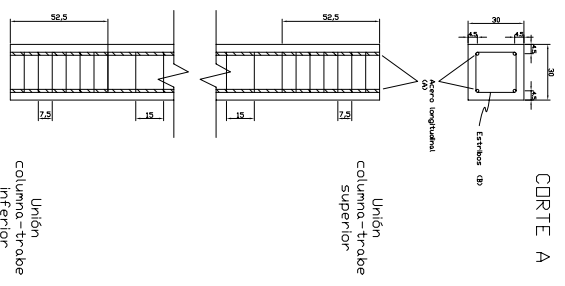
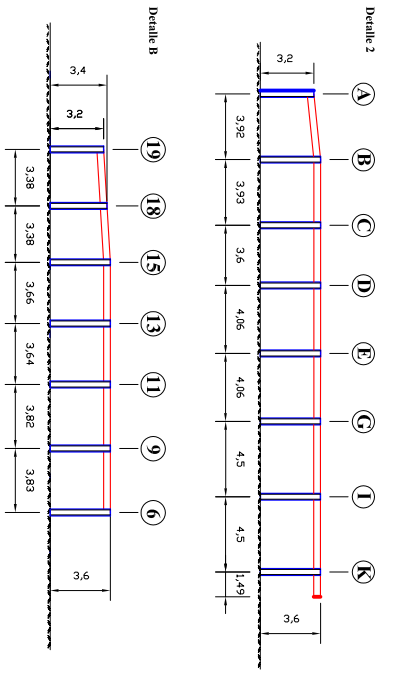
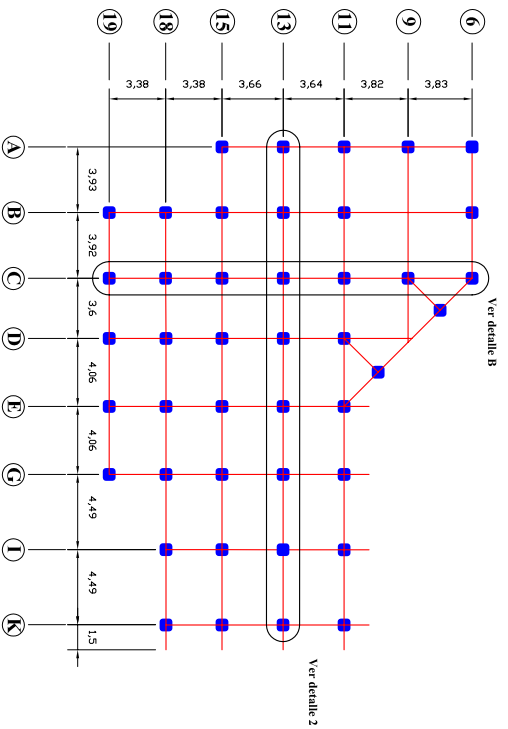
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

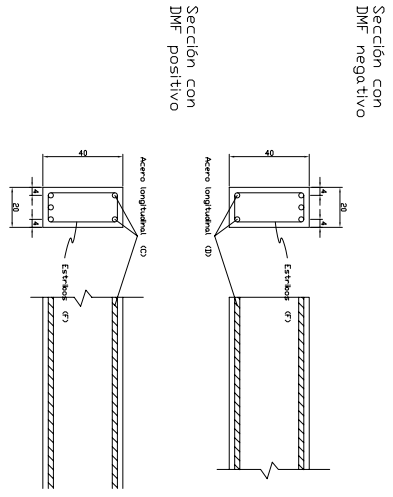
PLANOS ESTRUCTURALES DORMITORIOS

La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.

1



CORTE B



VARS. No. Cant.		CROQUIS			
		a	b	c	d
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
COLUMNA	A	340	20	10	
	B	320	20	10	
	3	300	20	10	
TRABE	C		8	5	
	D		8	5	
	E		150	8	5
	F	3		30	10

CONCRETO  
 F<sub>y</sub> = 2500 kg/cm<sup>2</sup>  
 F<sub>1k</sub> = 3/4" o 19 mm  
 F<sub>1v</sub> de 10 a 14 cm en la relación agua/cemento  
 Cuidar no alterar la relación agua/cemento

ACERO DE REFUERZO  
 F<sub>y</sub> = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan óxido antes de vaciar el concreto. Los empalmes de las varillas deberán respetar las longitudes de traslapo indicadas en la tabla 'Detalles de Refuerzo'

DETALES DEL REFUERZO					
	díam	a	b	c	e
	3	12			40
	4	15			55
	5	10			65
	6	12	23	10	85
	8	15	31	12	140
	10	28	38	22	160
	12	40	46	32	200

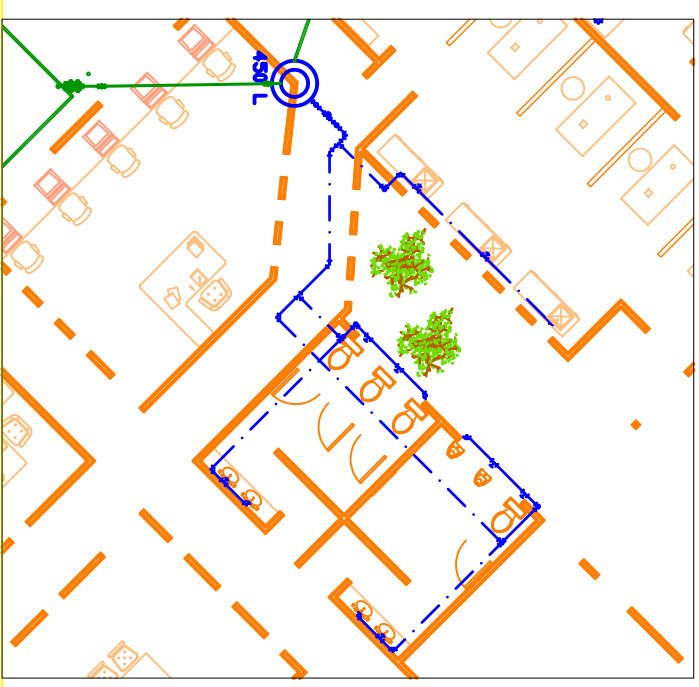
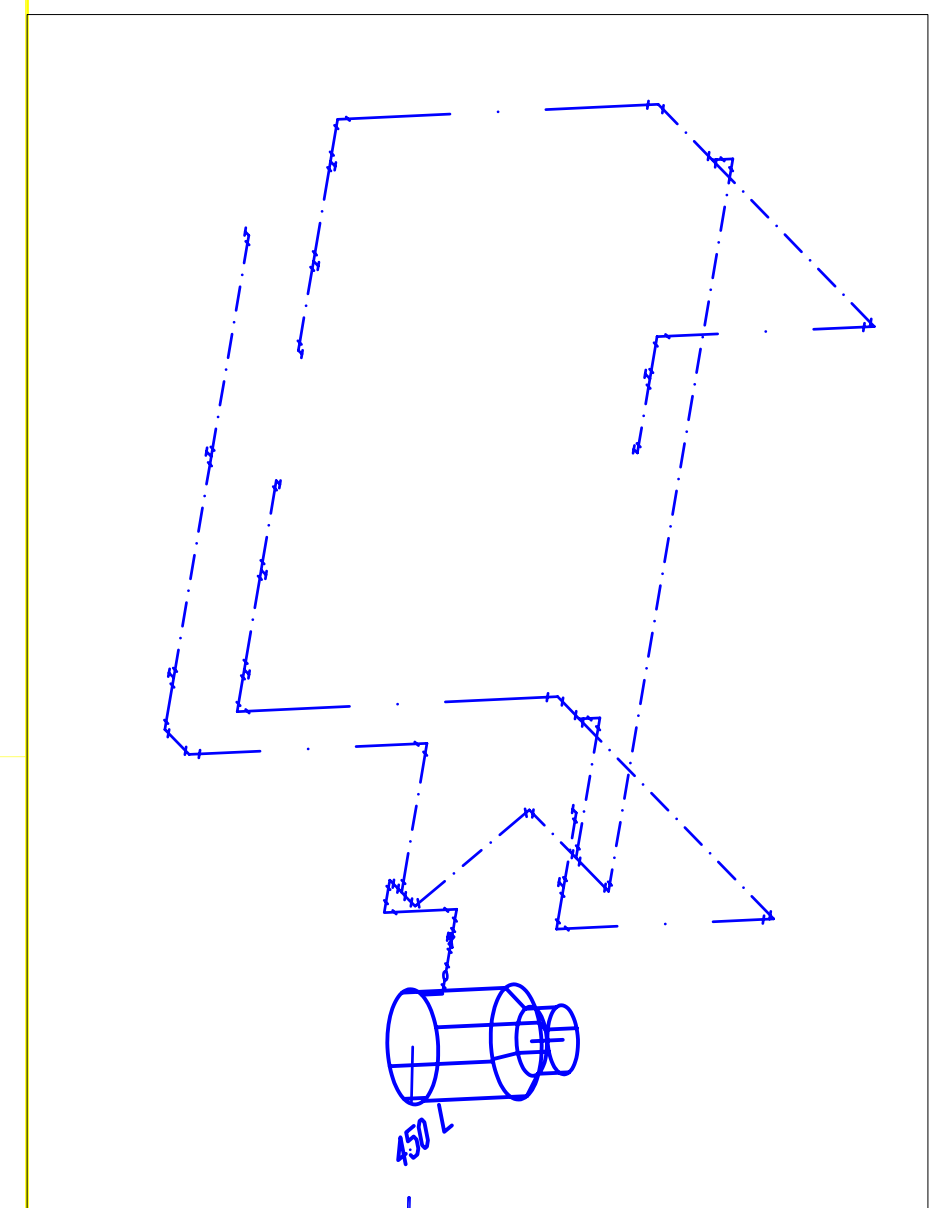
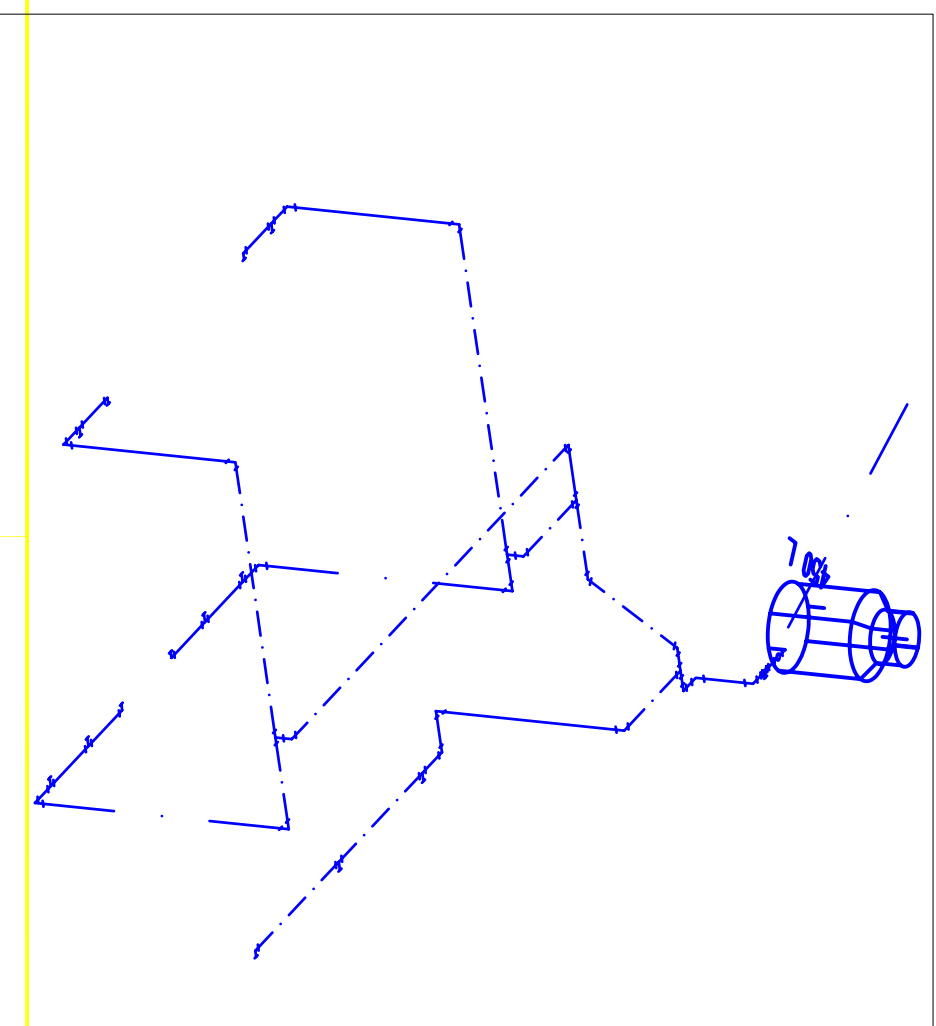
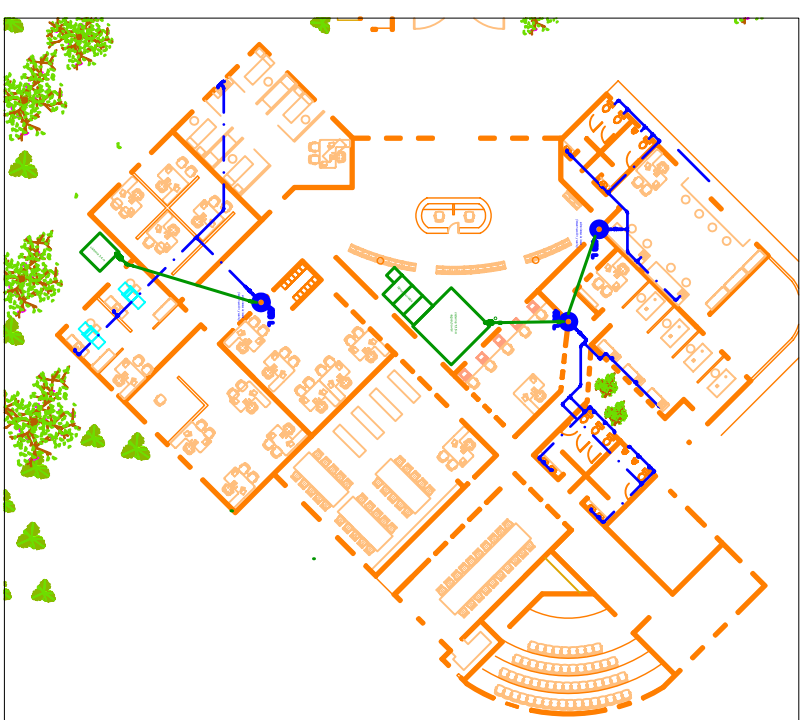
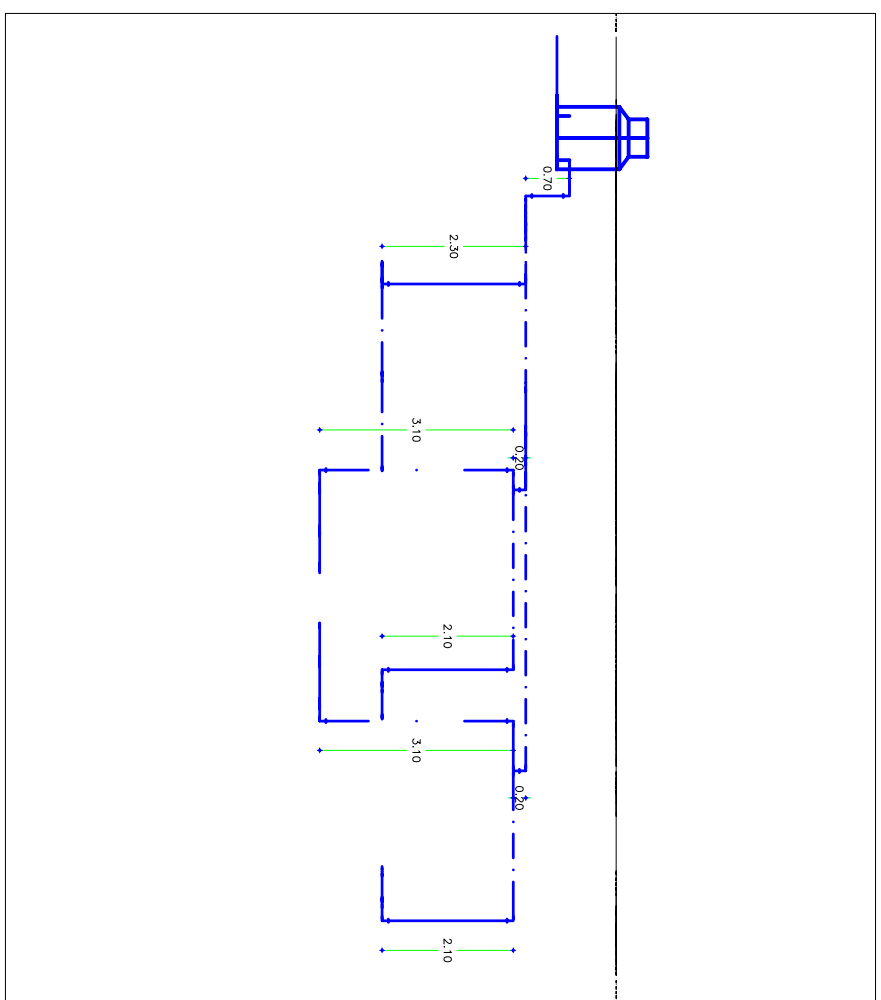
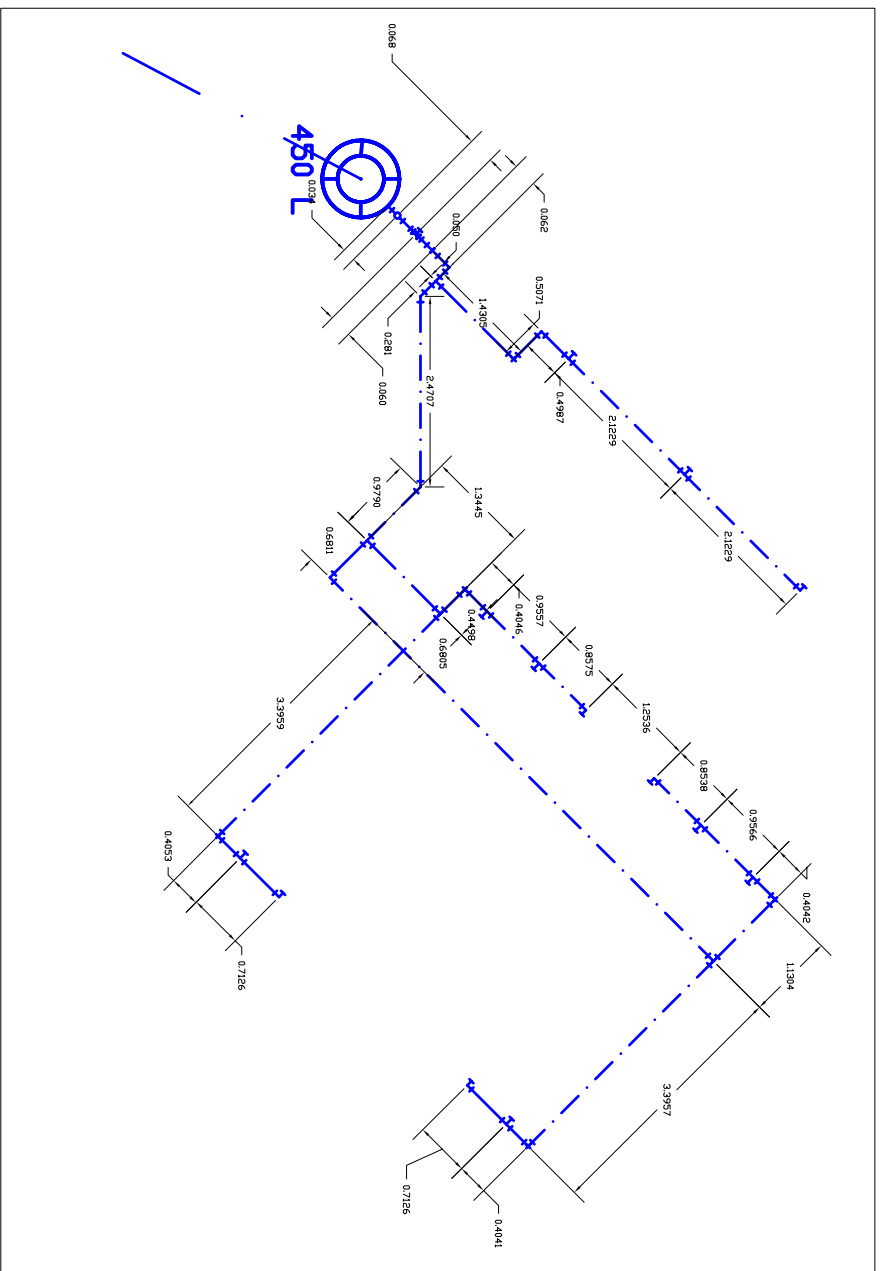
En ningún caso, se permitirá empelar en uno mismo sección más del 50% de las varillas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable  
**PLANOS ESTRUCTURALES DORMITORIOS**  
 Lo Palino, en el Alto Mezquital, Hidalgo.  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 1







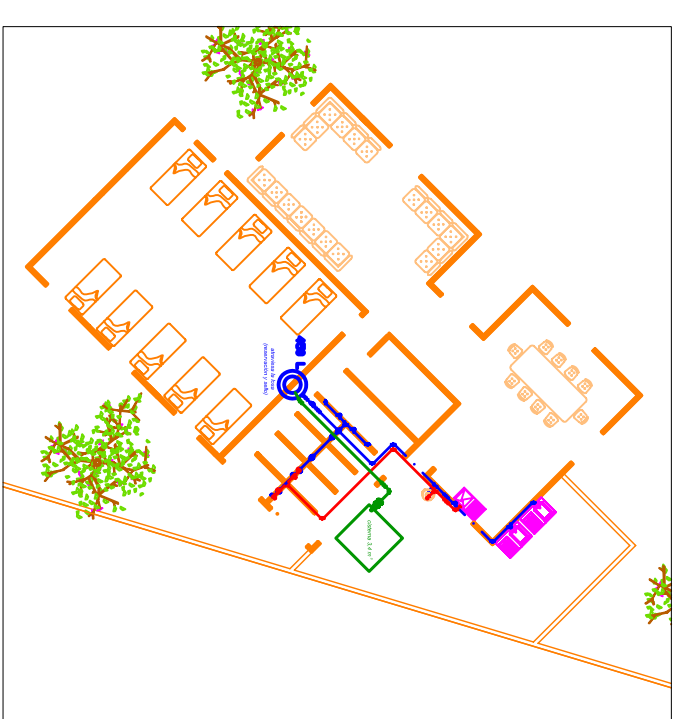
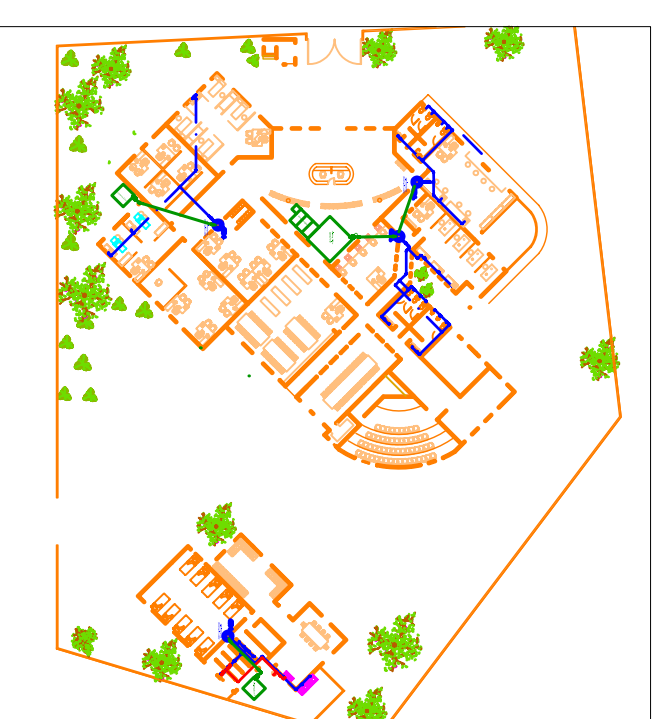
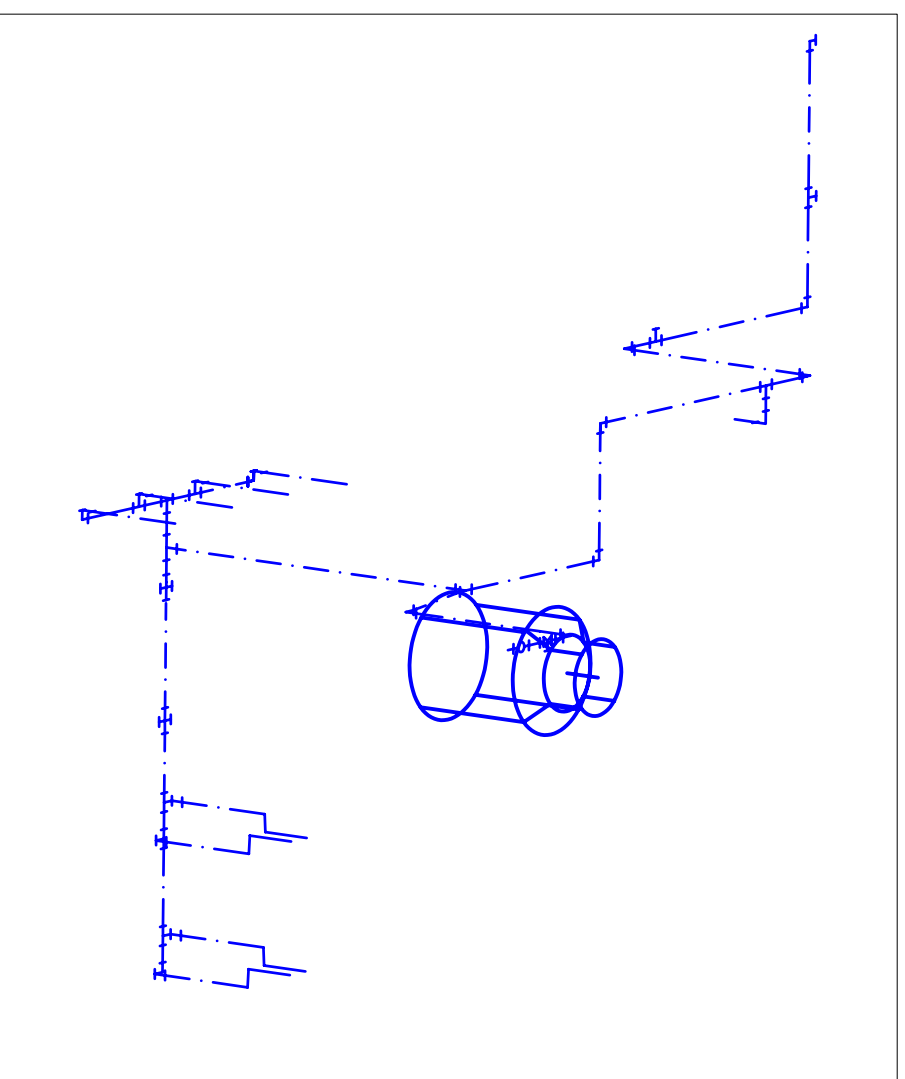
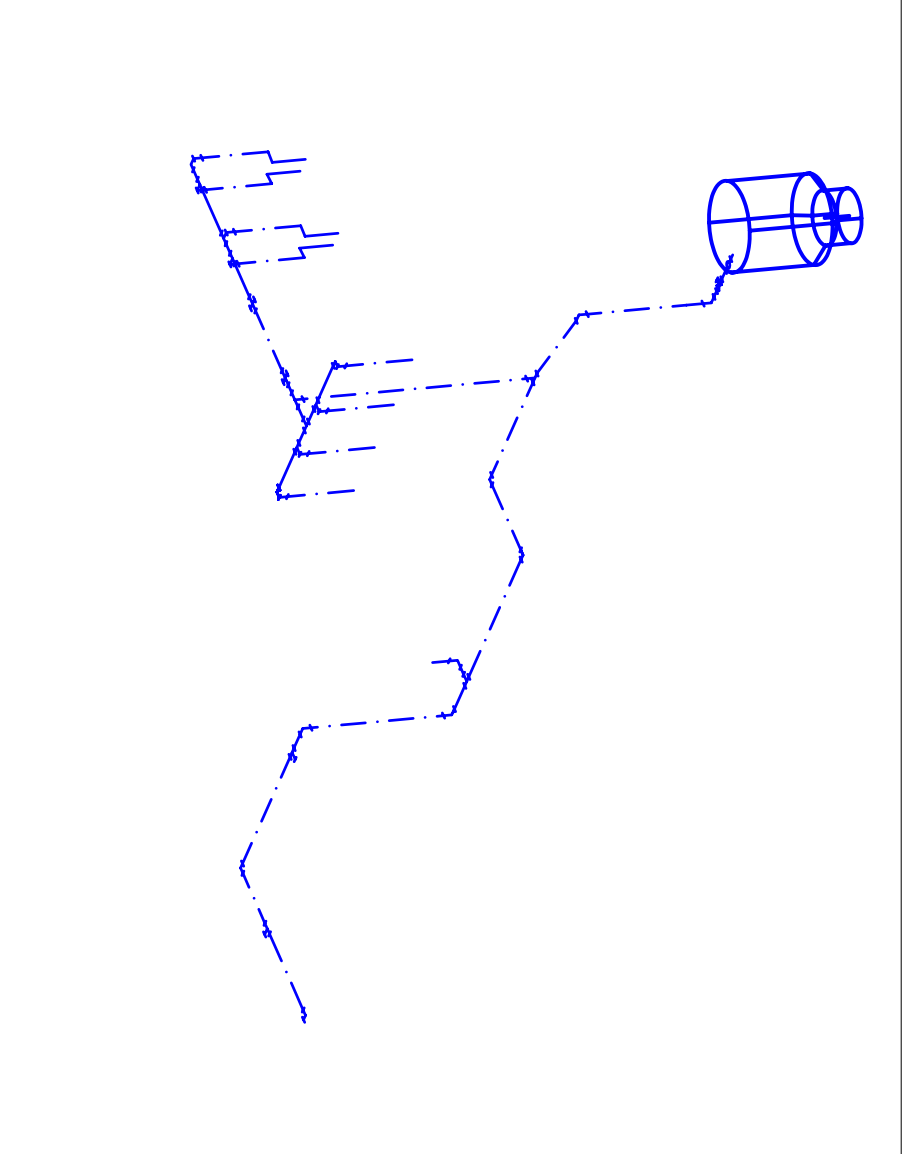
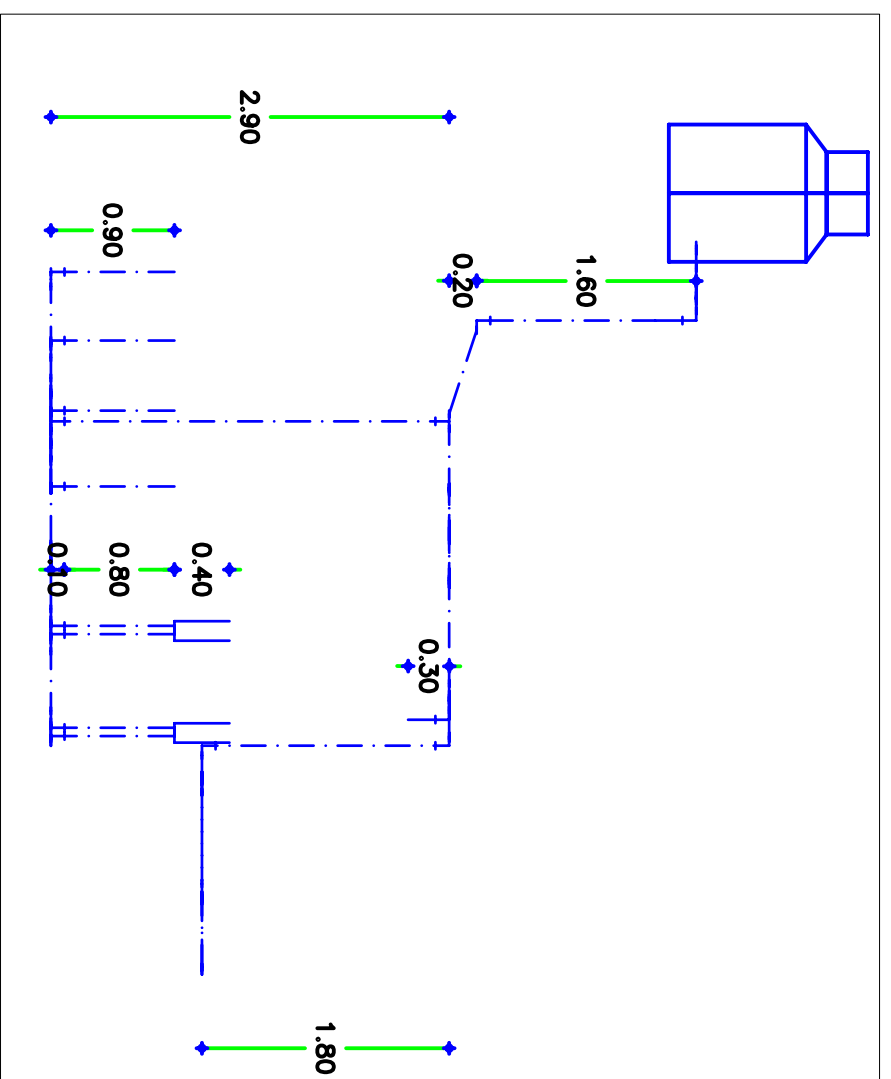
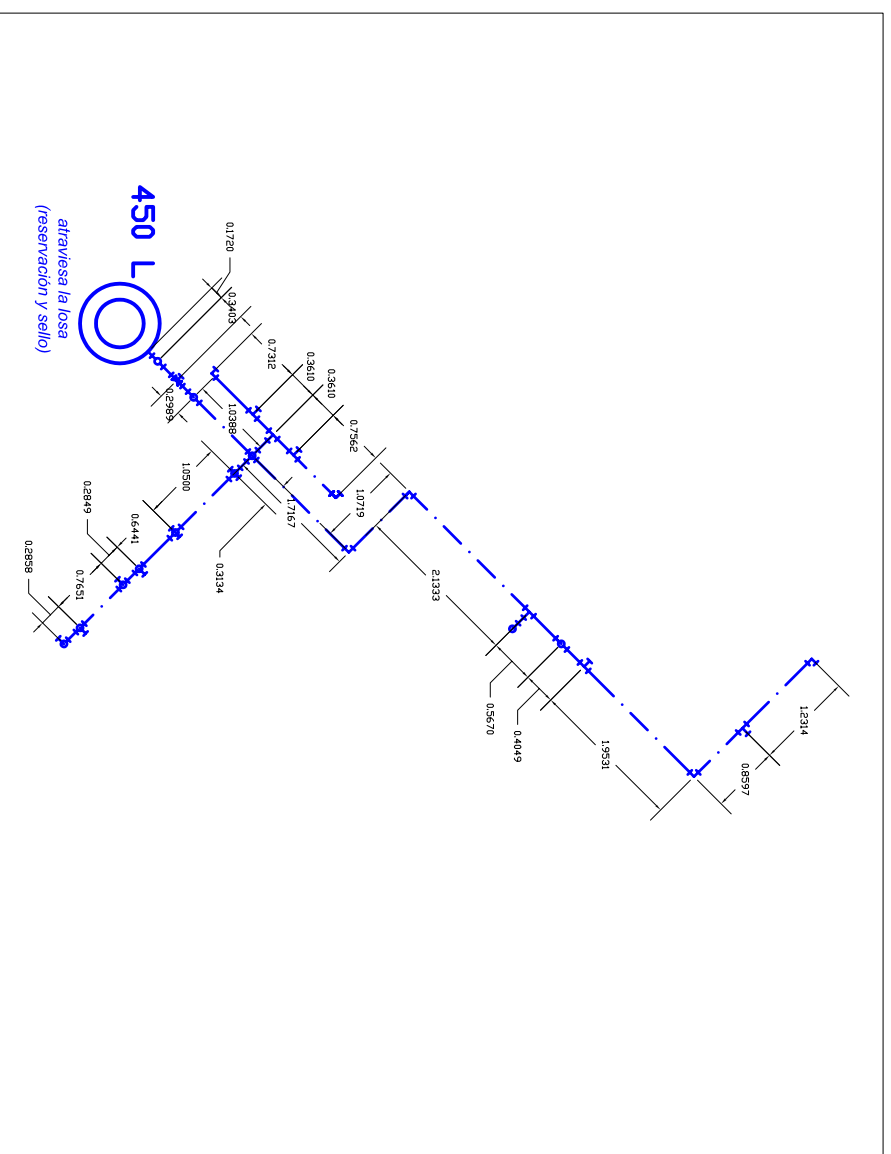


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

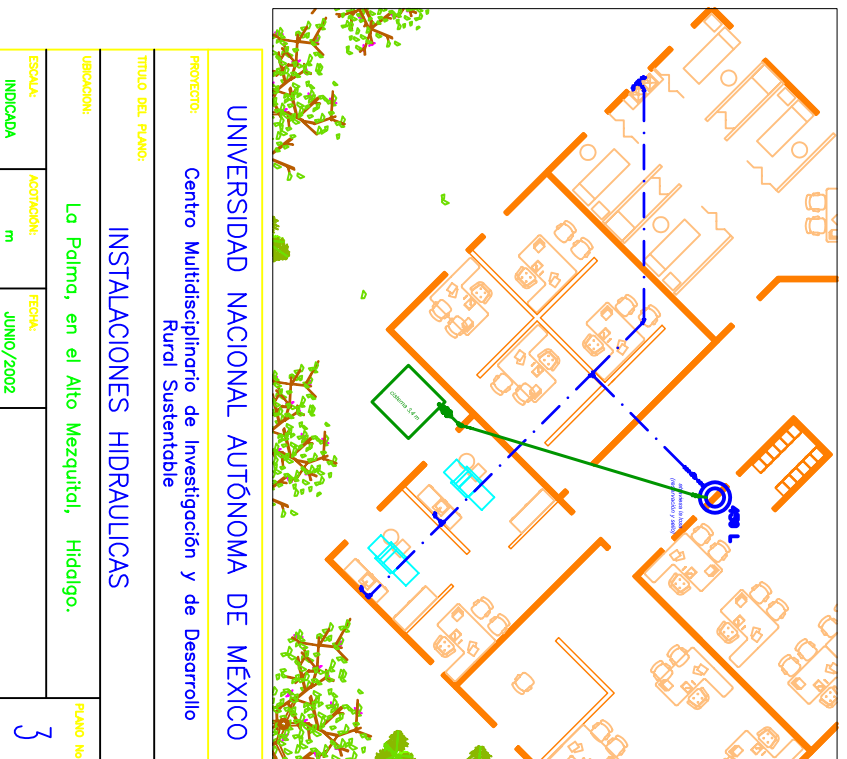
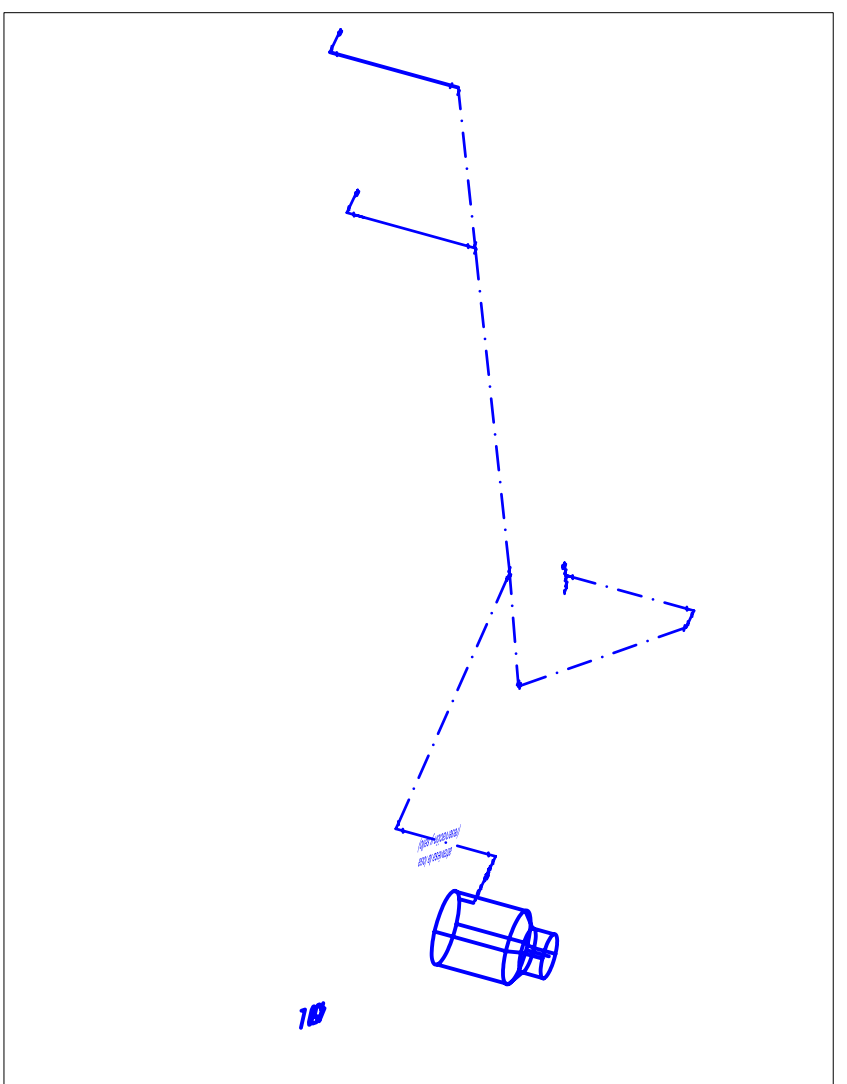
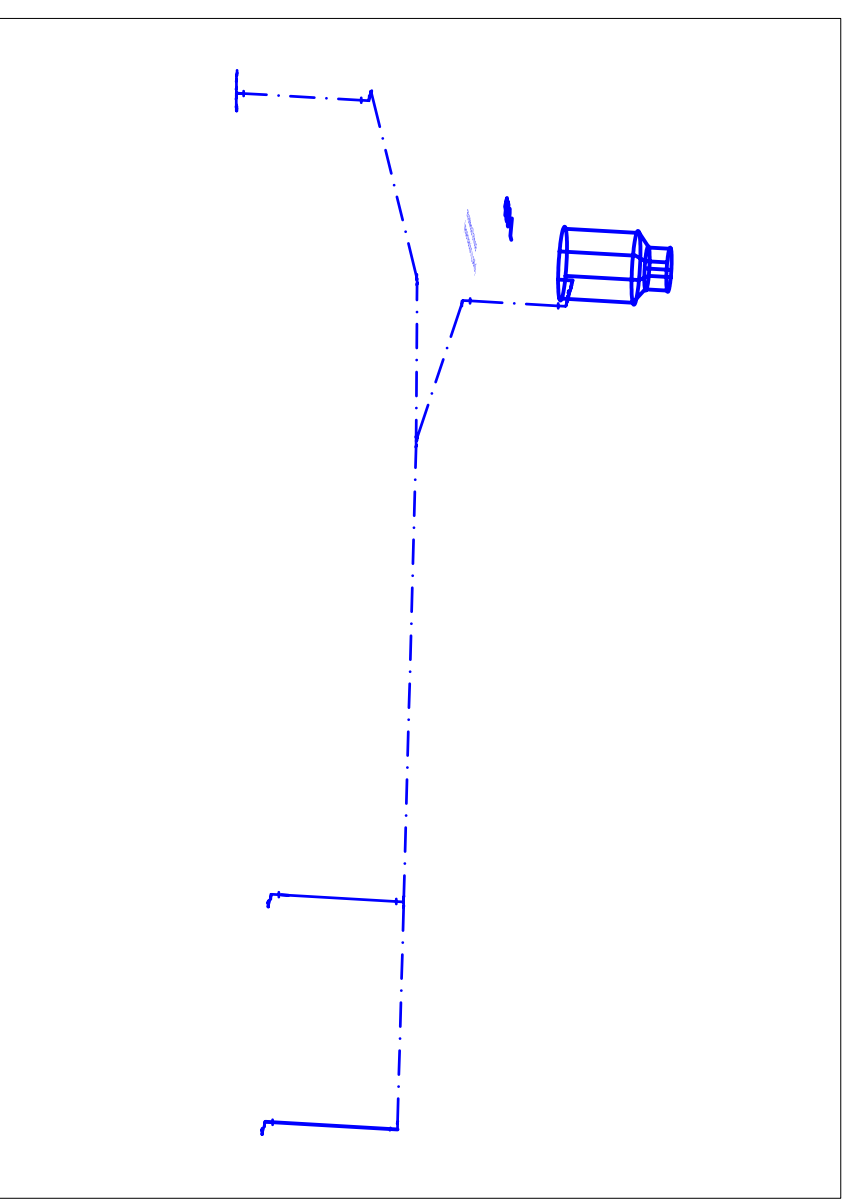
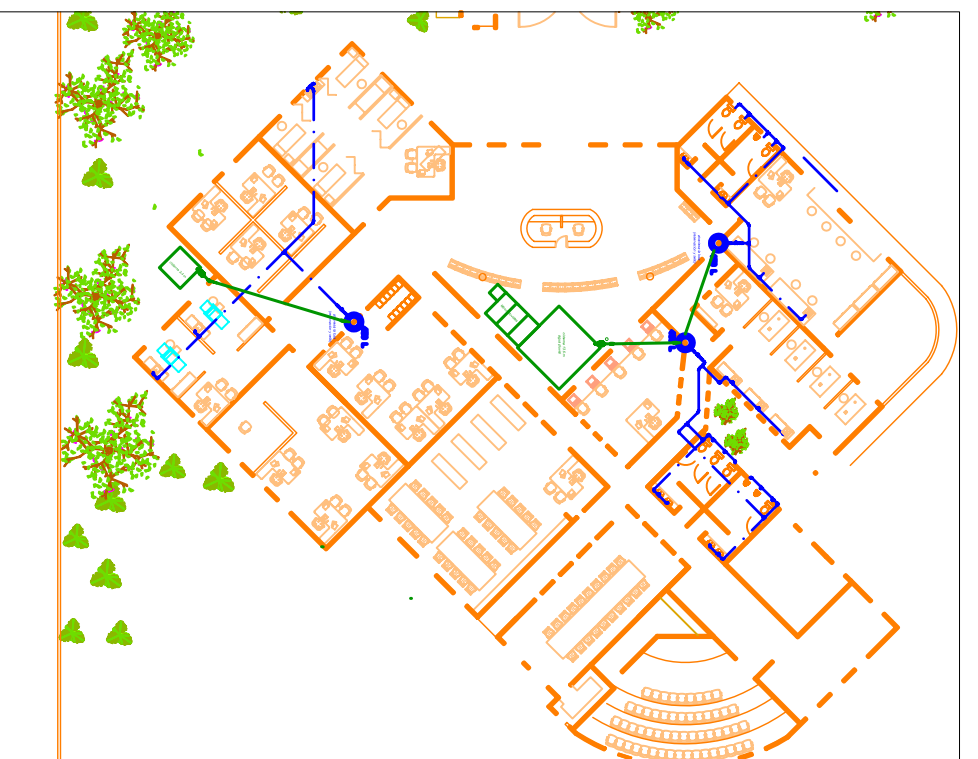
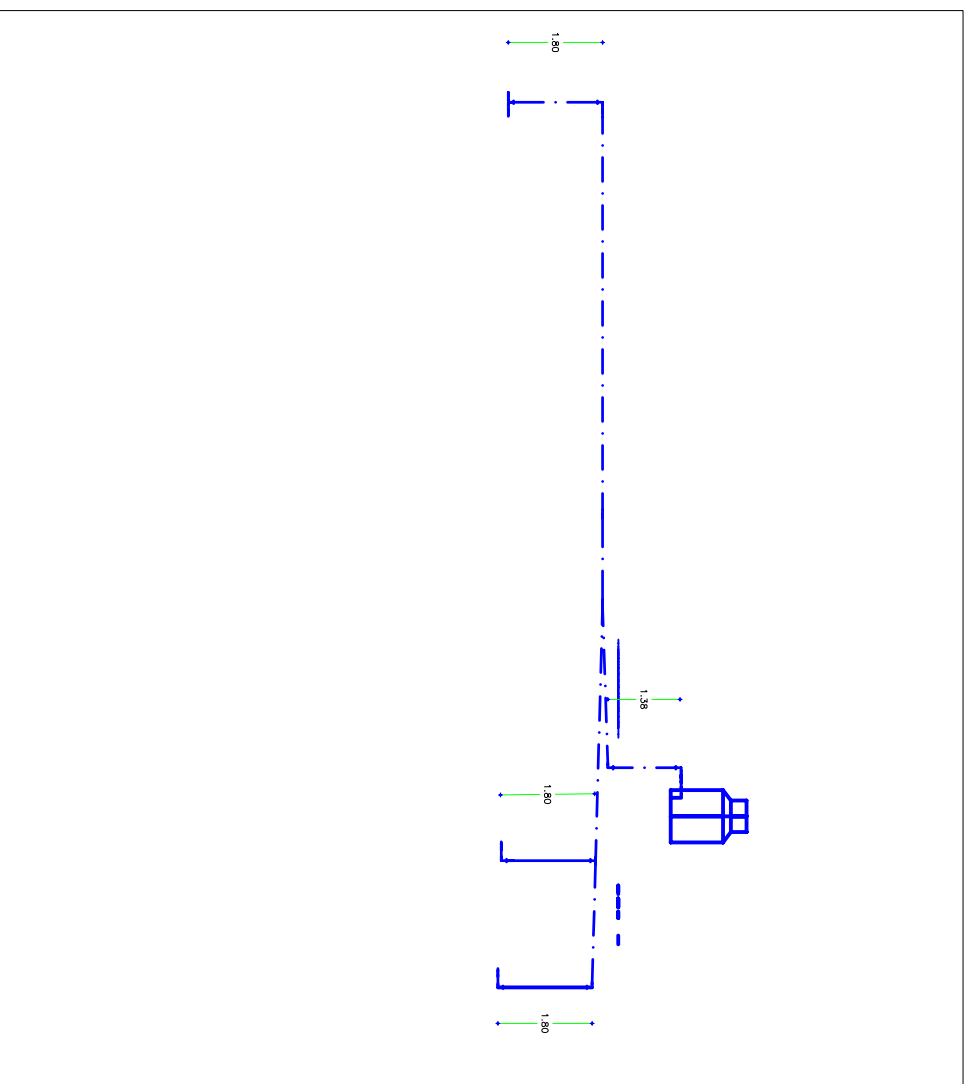
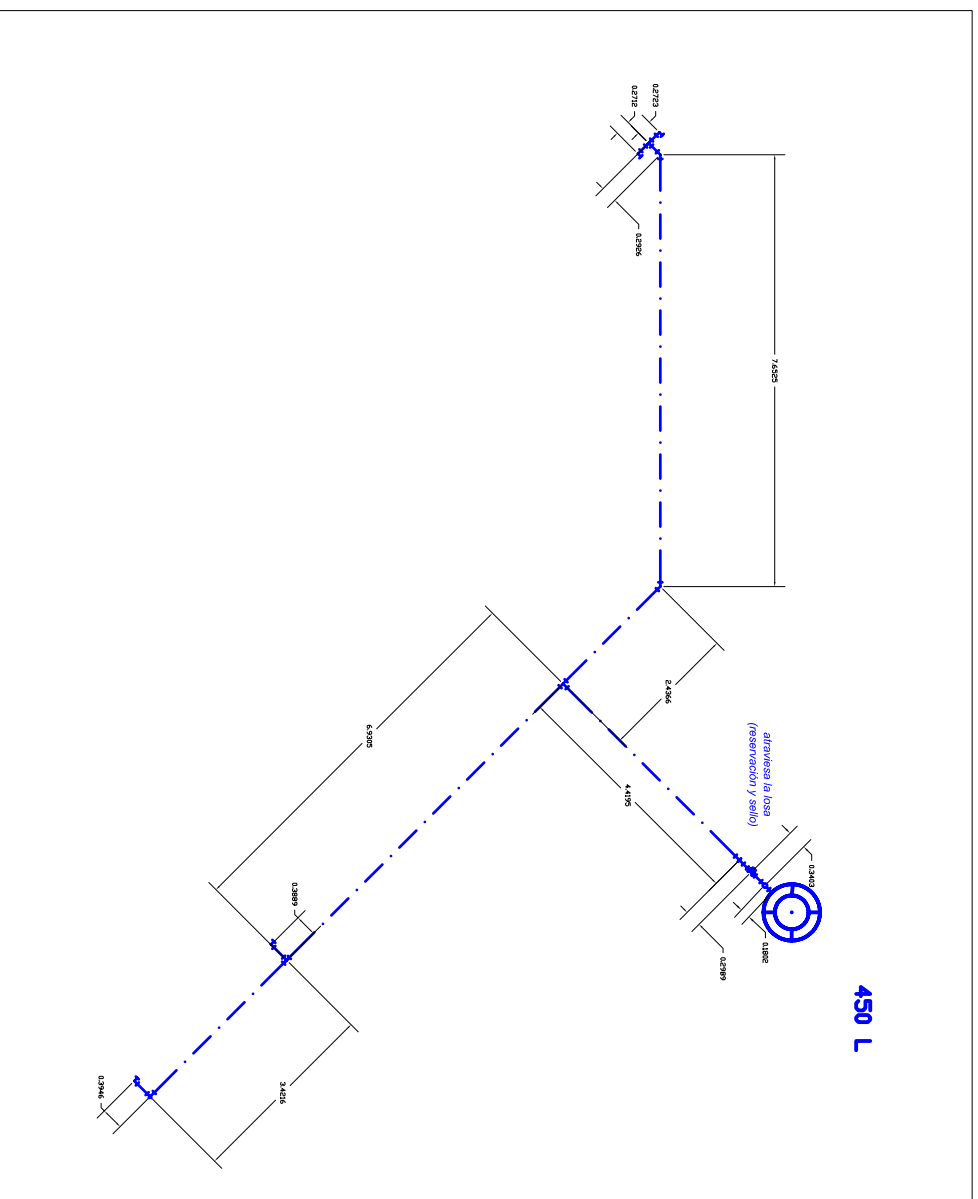
Proyecto: Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIONES HIDRAULICAS

UBICACIÓN:	La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.	PLANO No.	2
ESCALA:	m	FECHA:	JUNIO/2002
INDICADA			



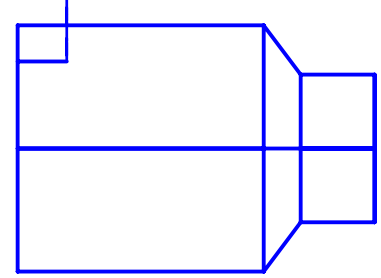
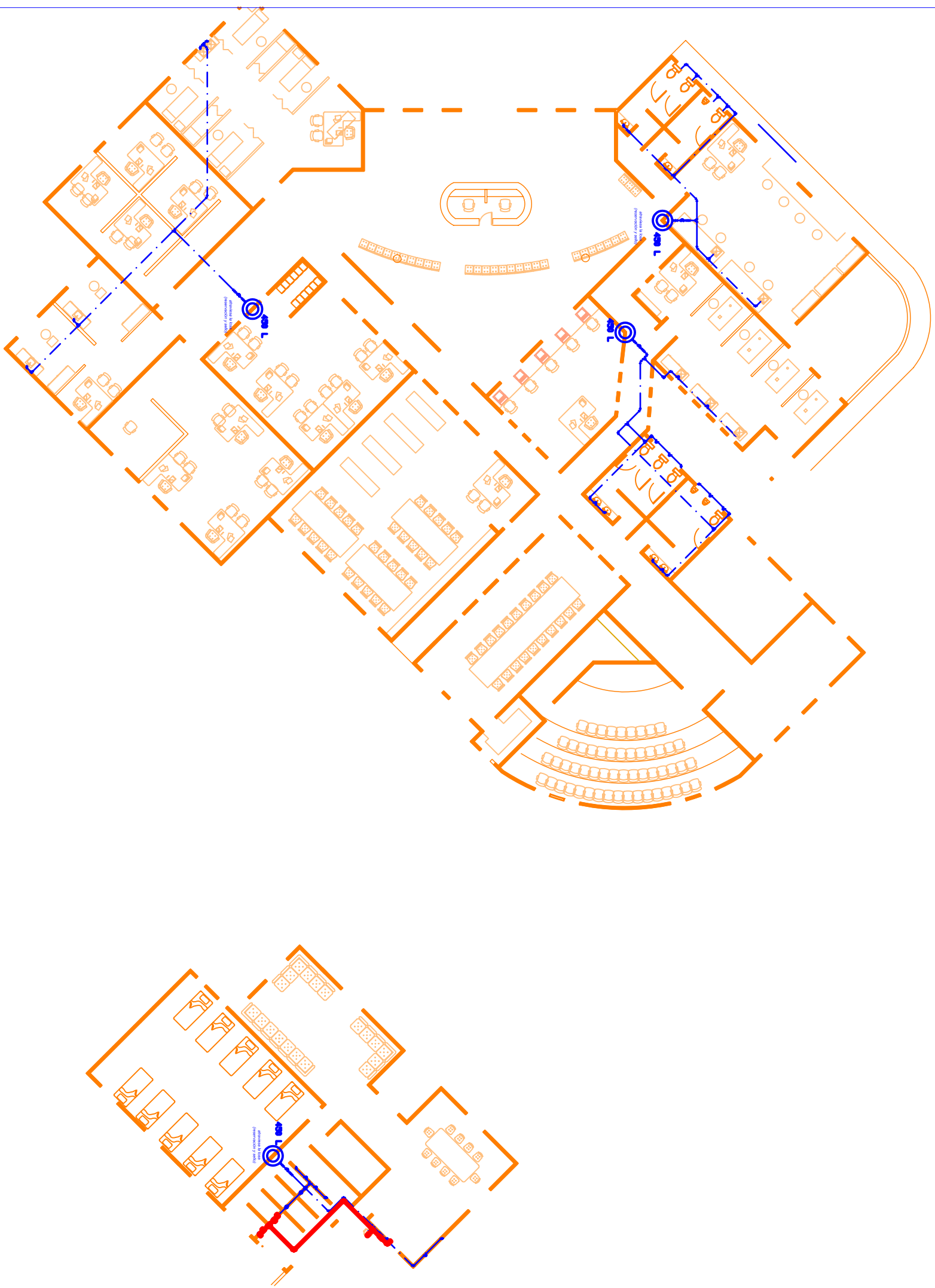
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO			
Proyecto: Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIONES HIDRAULICAS			
UBICACIÓN:	La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.		
ESCALA:	ACOTACIÓN:	FECHA:	PLANO No.
INDICADA	m	JUNIO/2002	4



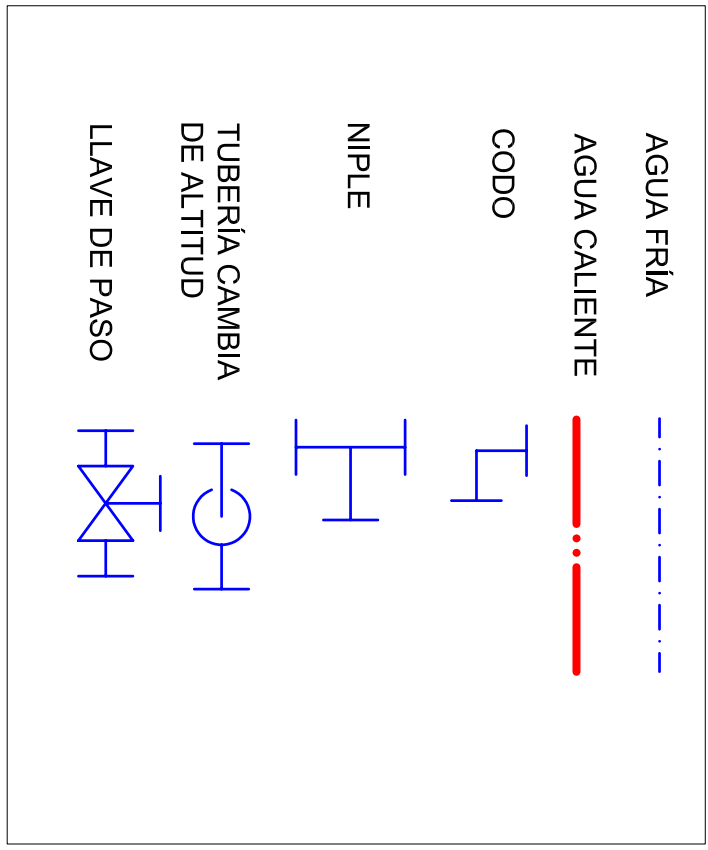
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

TÍTULO DEL PLANO:  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS**

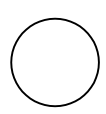
UBICACIÓN:	La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.	PLANO No.	3
ESCALA:	ACOTACION:	FECHA:	
INDICADA	m	JUNIO/2002	



**TINACOS  
DE 450 lts**



Diametro de tubería de agua caliente como marca el RCDF, con los cambios que establece el RCH.

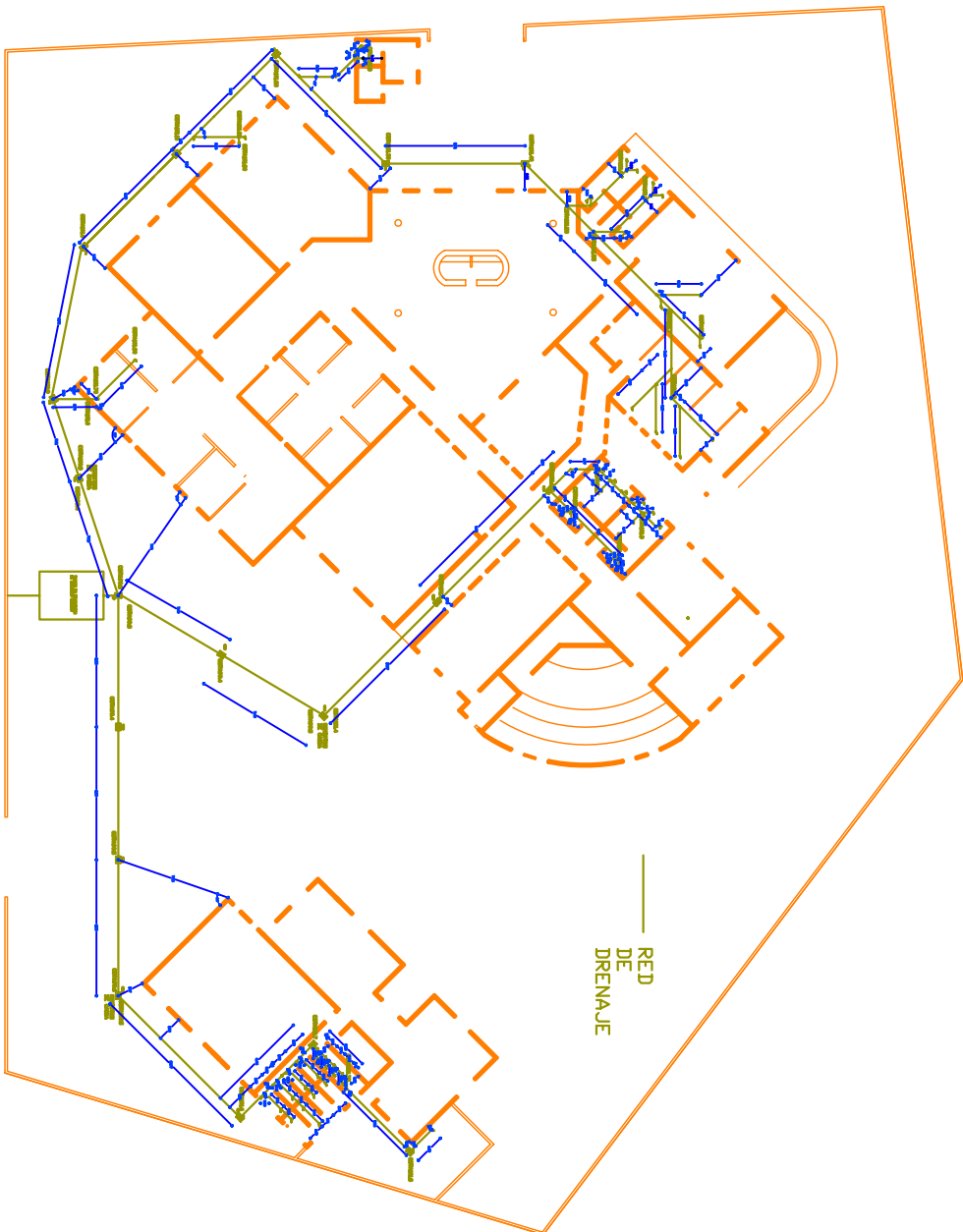


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

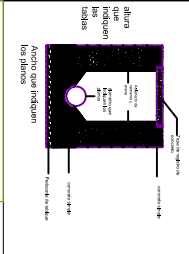
PROYECTO: Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

TÍTULO DEL PLANO: **INSTALACIONES HIDRÁULICAS (planto)**

UBICACIÓN:	La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.			PLANO No.
ESCALA:	ACOTACIÓN:	FECHA:		
INDICADA	m	JUNIO/2002		<b>5</b>



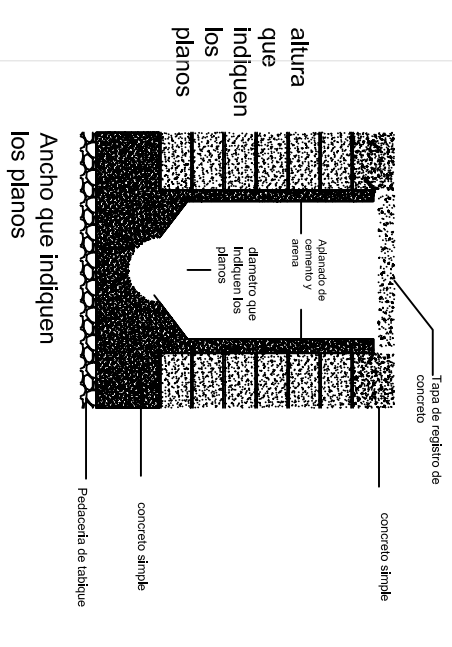
CANTIDAD DE MATERIALES		CANTIDAD DE OBRAS		CANTIDAD DE MANO DE OBRA		CANTIDAD DE EQUIPOS	
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD
1	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...	...



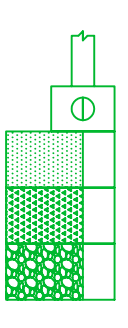
**SIMBOLOGIA**  
 RED DE DRENAJE  
 MURROS

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable**  
**TÍTULO DEL PLAN:**  
**INSTALACIONES SANITARIAS**  
**PROYECTO:**  
**Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable**  
**UBICACION:**  
**Lo Palmo, en el Alto Mezquital, Hidalgo.**  
**ESCALA:**  
 1:175  
**FECHA:**  
 JUNIO/2002  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PÁGINA:**  
 1

# DETALLE DE REGISTROS



# FILTROS PLUVIALES



DIMENSIONES SEGÚN PLANO

	TUBERIA DE BALADA
	CAVALETAS
	DRENAJE PLUVIAL
	REGISTROS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

PROYECTO: Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIONES PLUVIALES

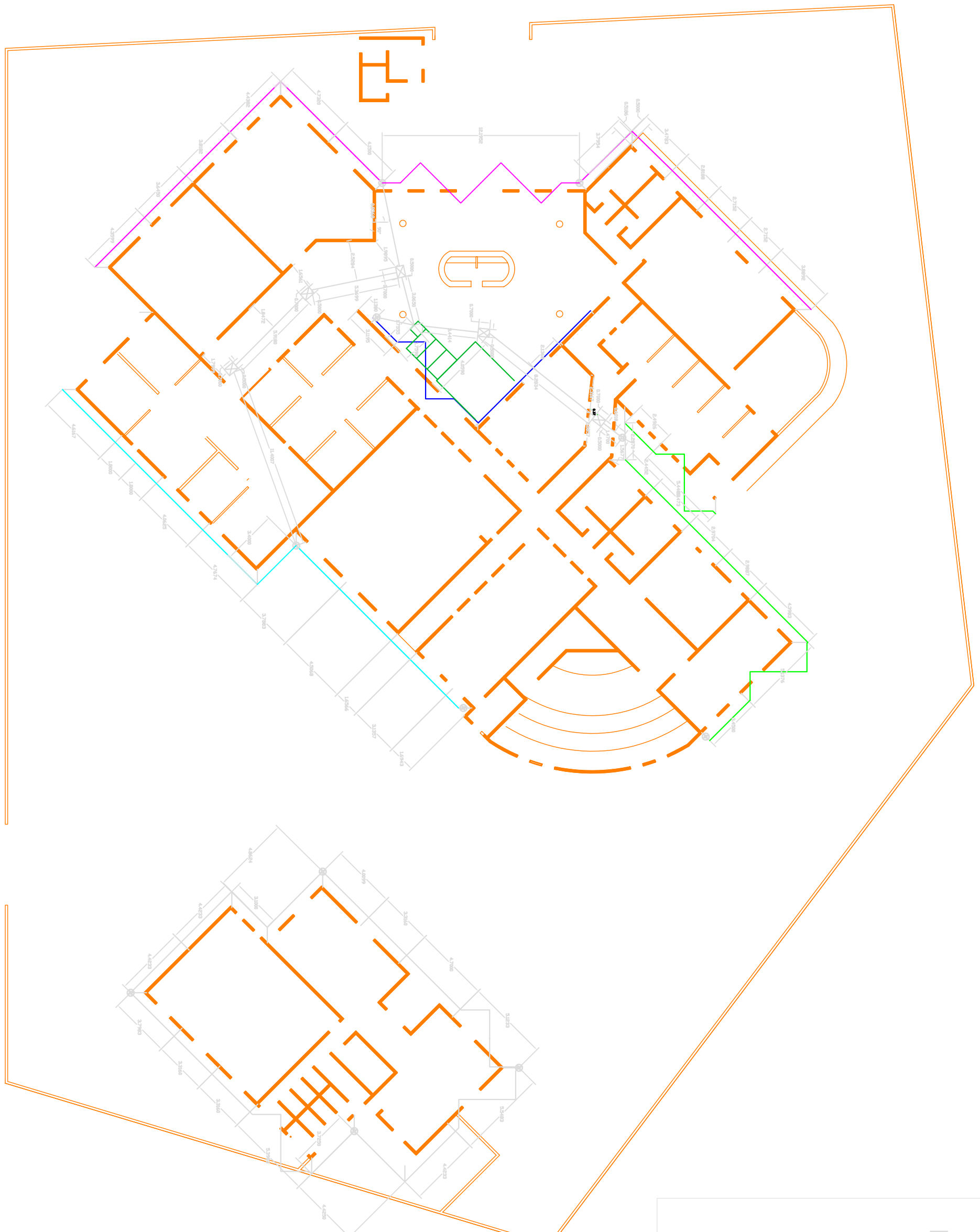
UBICACIÓN: La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.

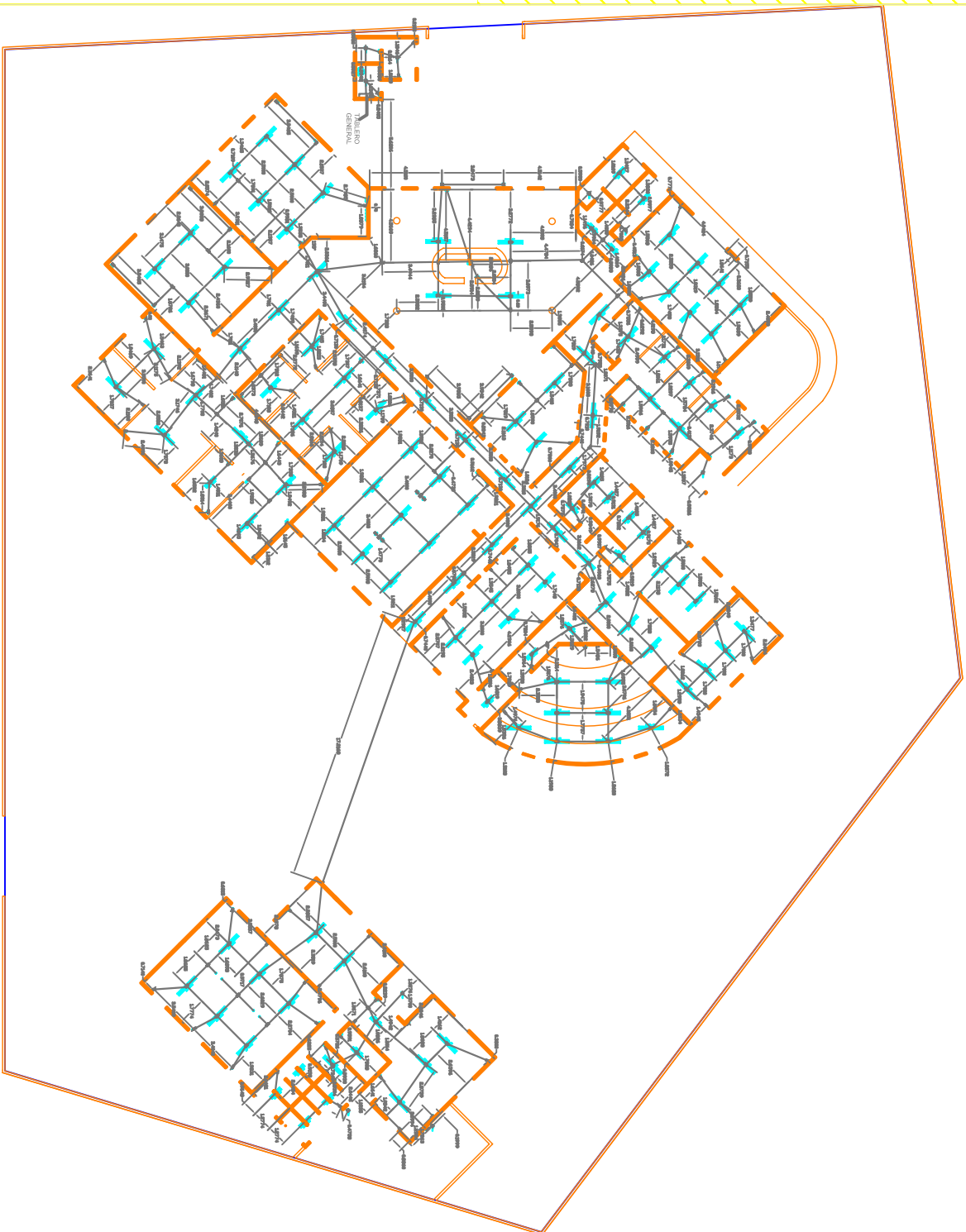
ESCALA: 1:175

ACOTACION: m

FECHA: JUNIO/2002

PLANO No. 1





**SIMBOLOGIA**

- ☰ CONTACTO TRIFASICO
- ⊖ CONTACTO DE MURO
- ⊖ CONTACTO DE PISO
- ⊕ APAGADOR
- ⊕ APAGADOR DE ESCALERA
- ☼ LAMPARA PARA ENFERMEDS
- ☼ FOCO

- ☑ CAJA DE CONECCION
- ☑ CAJA DE CONECCION SUBE TUBERIA
- ☑ CAJA DE CONECCION BAJA TUBERIA

**TUBERIA**

**LAMPARAS A UTILIZAR**

- Lampara 60"
- Lampara 60"
- Lampara 30"
- Lampara 30"
- Lampara 30"

NOTA: LA LINEA DE LA TUBERIA, LINEA TELEFONICA.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

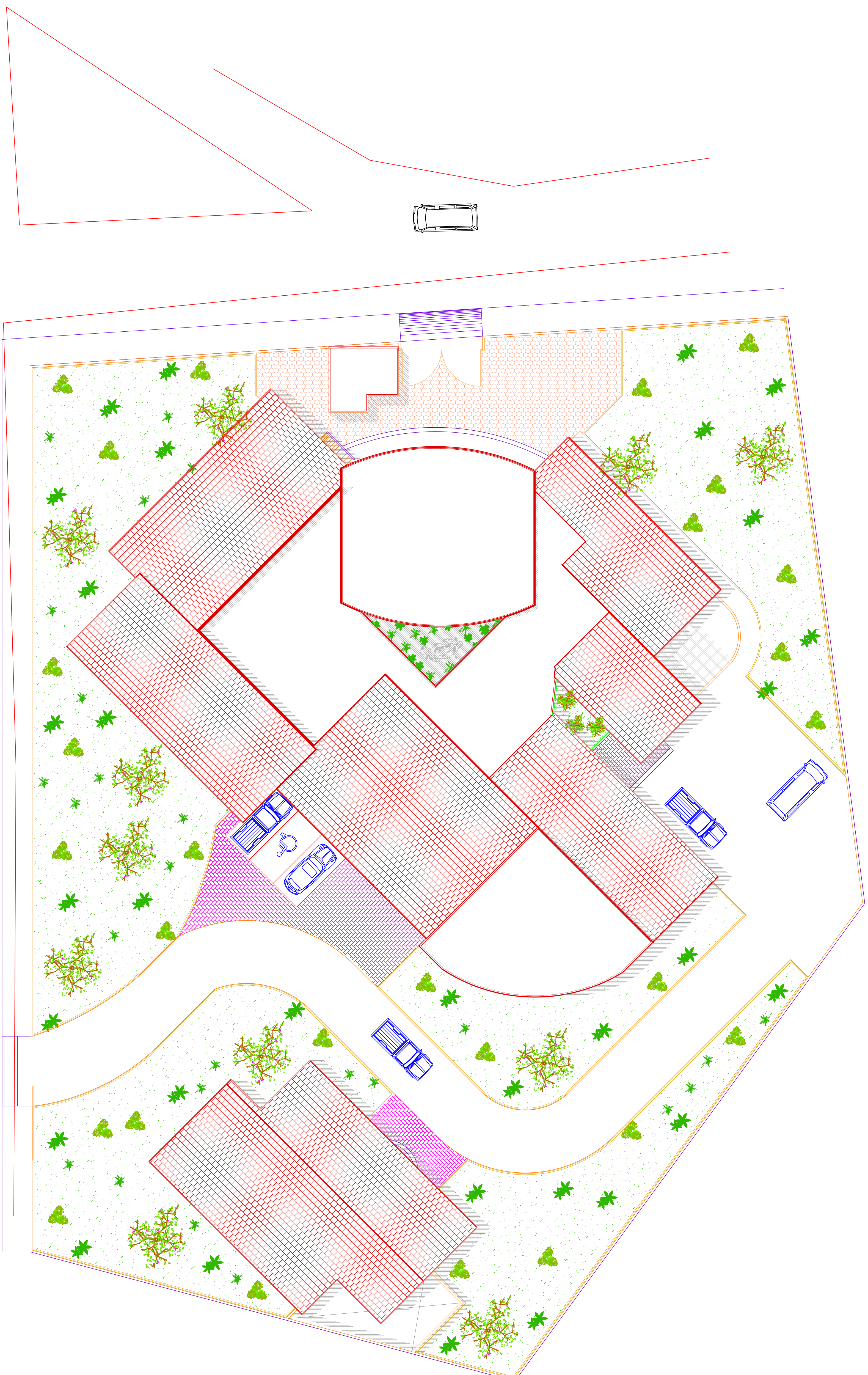
**PROYECTO:** Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

**TÍTULO DEL PLANO:**

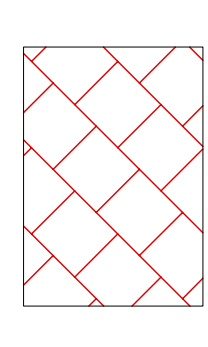
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**Lugar:** Lo Palmo, en el Alto Mezquitital, Hidalgo.

<b>ESCALA:</b> 1:175	<b>CONDICIÓN:</b> m	<b>FECHA:</b> JUNIO/2002	<b>HOJA No.:</b> 1
----------------------	---------------------	--------------------------	--------------------



**SIMBOLOGIA**



TEJADO

**NOTAS :**

1.- TRABAJAR ESTE PLANO CON PLANOS ESTRUCTURALES, PLANO DE PLANTA ARQUITECTÓNICA, PLANO DE CORTES, PLANO DE FACHADOS Y PLANOS DE INSTALACIONES.

**PLANTA DE CONJUNTO** ESC. 1:150

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROYECTO Centro Multidisciplinario de Investigación y de Desarrollo Rural Sustentable

TÍTULO DEL PLANO: **PLANTA DE CONJUNTO**

UBICACIÓN: La Palma, en el Alto Mezquital, Hidalgo.

ESCALA INDICADA	ACOTACIONES	FECHA	FACULTAD DE INGENIERIA	PLANO No.
m	m	JUNIO/2005		5

# **BIBLIOGRAFÍA**



## Bibliografía

1. Arnal Simón, L. y Betancourt Suárez M., Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, Editorial Trillas, Tercera Edición, México 1998, , Título sexto, séptimo, Normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones: estructuras de concreto, cimentaciones, estructuras de mampostería, y diseño por sismo.
2. Ambrose, J., Diseño Simplificado de Estructuras de Concreto, Editorial Wiley, Séptima edición, New York , 1997.
3. Aparicio M. F. J., Fundamentos de hidrología de superficie, Editorial Limusa, México 2005, , Capítulos 3, 6, 8 y 9.
4. Bárcena Jiménez, A., y González, P., Contabilidad de construcciones, Editorial Banca y Comercio, paginas 7 a 22, Sexta edición, México 2003.
5. Barrera González, J. del R., Determinación del costo y tiempo para la construcción de un túnel, Editado por el autor, México.
6. Bonini, H. y Bierman, Análisis cuantitativo para los negocios, Editorial Mc Graw Hill, Novena edición, Colombia 2000, Parte tres: Pronósticos.
7. Castillo H., Análisis y diseño estructural, Editorial Representaciones y servicios de ingeniería, México 1973.
8. Comisión federal de electricidad, manual de tecnología del concreto, Editorial Limusa, México 1994.
9. Egor P. Popov, Mecánica de materiales, Editorial Limusa México 1982.
10. Egor P. Popov., Introducción a la Mecánica de sólidos, Editorial Limusa, México 1997.
11. El concreto en la obra, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México 1992.
12. El diseño estructural según el nuevo reglamento de construcciones del Distrito Federal, Centro de Educación Continua, División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería, UNAM, México D.F. 1977.
13. Estudios de mercado, técnico, Organizacional y Financiero, Nacional Financiera.
14. Fernand P. Beer, y Russell Johnston, Mecánica de materiales, Editorial McGraw-Hil, Segunda edición, México 1993.
15. Girón A., y Astudillo M., Conceptos de economía, Editado por el Instituto de investigaciones económicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México 1994, , Unidad III: paginas 50 a 57; Unidad VII: paginas 166 a 185.



16. Gómez Lara, G., Factores de costo en construcción "Administración de obra", Editorial Trillas, Primera edición, México 1992; Capitulo 3: paginas 45 a 58; Capitulo 4: paginas 79 a 106.
17. González Cuevas, O. M. y Robles Fernández F., Aspectos fundamentales del concreto reforzado, Editorial Limusa, Tercera edición, México 1995,.
18. Guía para la formulación y evaluación de proyectos de inversión.
19. Hinojosa J. A., y Alfaro H., Evaluación Económica-Financiera de proyectos de inversión, Editorial Trillas, Primera edición, México 2000, Capitulo 2: paginas 31 a 34; Capitulo 5: paginas 369 a 444.
20. Jack C. Cormac, Análisis estructural, Editorial Harla , México 1983.
21. Juárez, B. y Rico, R., Mecánica de suelos "Tomo 1: Fundamentos de la mecánica de suelos", Editorial Limusa, Tercera Edición, México 2002, , Capitulo I : paginas 35 a 39, Capitulo III : paginas 51 a 61; Capitulo IV: paginas 75 a 87; Capitulo V: paginas 97 a 101; Capitulo VI: paginas 123 a 146; Capitulo VII: paginas 149 a 163; Capitulo XI: paginas 351 a 371; Capitulo XII: Paginas 376 a 474; Capitulo XIII: paginas 495 a 562; Apéndice: paginas 613 a 637.
22. Manual de practicas estándar del acero de refuerzo: Espaciamiento, doblez, silletas / Concrete reinforcing steel institute, Instituto mexicano del cemento y del concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, Mexico1994.
23. Manual de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda, CEMEX, paginas 23 a 135.
24. McCormac, J. C., versión en español, José de la Cera Alonso Diseño de concreto reforzado; Editorial Alfaomega, Quinta edición, México 2005.
25. Meli Piralla, R., Diseño estructural, Editorial Limusa, México 1985.
26. Morelos, M. Á., Proyecto y construcción de instalaciones en edificación, Editado por el autor, México 2002.
27. Neville, A. M. y Brooks, J.J., Tecnología del concreto, Editorial Trillas, Cuarta edición, México 1998.
28. Nilson, A. H., Winter, G.; traducción de Luís Eduardo Yamin I., Diseño de estructuras de concreto.
29. Plazola, A. y Plazota, A., Normas y costos de construcción vol. 1,2, y 3, Editorial Limusa, Tercera Edición, México 1977.
30. Proporcionamiento de mezclas: Concreto normal, pesado y masivo, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México 1993.



31. R. C. Hibbeler; traducción de José de la Cera A. Mecánica de materiales, Editorial Prentice Hall, Tercera edición, México 1998.
32. Salinas Vega, F. J., Cambios en los análisis de precios unitarios y costo horario provocados por la Ley del impuesto sobre la renta en la industria de la construcción para evitar la descapitalización de las empresas, Editado por el autor, México 2002.
33. Sapag Chain, N., Sapag Chain R., Preparación y evaluación de proyectos, Cuarta edición, México 2003, Capítulo 2, 3, 4, 6, 14 y 15.
34. Spiegel. L., F. y Limbrunner G., Diseño de Concreto Reforzado, Editorial Prentice Hall, Cuarta edición, New Jersey 1998.
35. Suárez Salazar, Costo y tiempo en edificación, Tercera Edición, México 2005, Capítulo: Costos Indirecto; Capítulo: Costos Base de mano de obra; Capítulo: Costos preliminares; Capítulo: Costos finales.
36. Timoshenko Stephen, P., James M., Gere, traducción. José García González, Mecánica de materiales, Grupo Editorial Iberoamérica, Segunda edición, México 1986.
37. Torres H., Jaime, Mecánica Aplicada estática y resistencia de materiales, Editorial, Representaciones y Servicios de Ingeniería, Segunda edición, México.
38. www. Construaprende. Com. Mx.