



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"EVALUACION DE LA PRODUCCION DEL MANANTIAL
RANCHO VIEJO Y CONSTRUCCION DEL LABORATORIO Y
PLANTA DE ENVASADO PARA LA COMUNIDAD,
EL PORVENIR, OAXACA".

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A,
JOSE RICARDO LUNA GARCIA

ASESOR: M. I. HUGO SERGIO HAAZ MORA



CIUDAD UNIVERSITARIA.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO
"VENEMUS
VERUM"

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/137/02

Señor
JOSÉ RICARDO LUNA GARCÍA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. HUGO SERGIO HAAZ MORA, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL MANANTIAL RANCHO VIEJO Y
CONSTRUCCIÓN DEL LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO PARA LA
COMUNIDAD "EL PORVENIR, OAXACA"**

- INTRODUCCIÓN
- I. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO
 - II. ESTUDIO GEOFÍSICO
 - III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL
 - IV. ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN
 - V. COSTOS
 - VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted 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 de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le 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 25 Septiembre 2002.

EL DIRECTOR

M.C. GERARDO PERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL MANANTIAL RANCHO VIEJO Y CONSTRUCCIÓN DEL LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO PARA LA COMUNIDAD, EL PORVENIR, OAXACA.”

Por José Ricardo Luna García

Antecedentes.

En los trabajos realizados por distintas instituciones gubernamentales para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades indígenas de nuestro país, el gobierno del estado de Oaxaca y organizaciones de enseñanza estatales, reúnen brigadas de profesionistas y estudiantes con el fin de acercar el conocimiento y la técnica a las distintas comunidades del estado, para una explotación de su medio ambiente de manera sustentable. Un ejemplo de ello es la comunidad El Porvenir, a la que se le visitó para determinar la viabilidad de la explotación del manantial Rancho Viejo así como el diseño de las instalaciones de una planta de envasado de agua. Es por tal motivo, que a continuación se presenta el trabajo escrito denominado “Evaluación de la Producción del Manantial Rancho Viejo y Construcción del Laboratorio y Planta de Envasado para la Comunidad, El Porvenir, Oaxaca.”.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haber permitido llegar.

A mis Padres, por enseñarme el valor de la vida.

A Inés, por ser un ejemplo a seguir.

A Ángeles, por su apoyo incondicional.

A Noemí, por su ayuda invaluable.

A todos mis muertos...

DESCRIPCIÓN DEL TEMA A DESARROLLAR.

El objetivo del informe es la aportación de una alternativa para la solución de una de las problemáticas que aquejan a las comunidades rurales de nuestro país; “la migración” que se da por falta de empleo en sus lugares de origen, tal es el caso de la comunidad El Porvenir. Siendo un problema de carácter social es a través de la visión de la ingeniería civil, que se plantea mitigar dichos efectos en nuestra sociedad.

La comunidad de El Porvenir planea comercializar el agua de los manantiales que brotan en los terrenos de su ejido. La comercialización abarca el mercadeo del agua en presentaciones de botellas de ½ litro, 1 litro y litro y medio en las comunidades de la costa chica oaxaqueña. Para ello solicito la ayuda gubernamental del estado de Oaxaca.

El gobierno a través del Centro de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) unidad Oaxaca, financió un estudio de las zonas serranas que desembocan a la costa Chica, con el fin de determinar cual es el estado actual de las zonas y sus posibles focos de explotación. En esa tonalidad el CIIDIR conformó una brigada de profesionistas para determinar los recursos que se pueden aprovechar de manera racional. El grupo esta formado por dos biólogos, su trabajo fue determinar la flora y fauna para definir futuros campos de producción, 1 contador para realizar un estudio de mercado y conocer la demanda del agua embotellada. Un geólogo para definir la existencia de futuros campos de explotación minera y un ingeniero civil para la determinación de la producción de agua del manantial.

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, el problema a resolver es la determinación de la factibilidad de explotación del manantial Rancho Viejo, perteneciente al municipio “La Reforma”, ubicado en el estado de Oaxaca, además de la viabilidad de la explotación del manantial y proporcionar un presupuesto de la construcción un laboratorio para el análisis de la calidad del agua y una planta de envasado de agua potable.

Se planea hacer una análisis de la zona de estudio a través de cartas hidrológicas, geológicas y de topográficas que edita el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en escalas de 1:250,000 y 1:50,000, en ellas se determinará, el área de aportación del río y de captación del manantial, se analizará la información de las cartas hidrológicas que darán pie al análisis hidrológico, en él se determinará el volumen de producción de manantial y se calculará el volumen de recarga del acuífero, si la recarga es positiva, es decir, el manantial produce más agua de la que la localidad consume, la explotación del acuífero es viable.

Una vez determinada la factibilidad se ubicará la captación del agua del manantial y de manera similar, con la carta topográfica se determinará la ruta de la conducción del agua a la localidad.

Se ubicará el predio para la construcción de la planta de envasado y laboratorio, se recopilarán datos para el diseño arquitectónico y estructural de la obra en cuestión. Se propondrá una

geometría que cumpla con las expectativas de la comunidad y con los requerimientos de seguridad, funcionalidad y estética que la normatividad vigente establezca.

Se realizará el análisis estructural y se establecerán las formas y cantidades de materiales, así como su disposición en los elementos estructurales y arquitectónicos.

Una vez precisada la geometría final, se cuantificarán los distintos materiales propuestos para establecer el costo de la obra.

Se desarrollarán las conclusiones del estudio y las recomendaciones de construcción para la obra propuesta.

OBJETIVOS

- Determinación del volumen de producción del manantial Rancho Viejo, de la comunidad El Porvenir en el estado de Oaxaca.
- Diseño y construcción del laboratorio y planta de envasado para la comunidad El Porvenir en el estado de Oaxaca.
- Aplicación de los conocimientos adquiridos de ingeniería para la solución de una problemática que afecta al país.

ALCANCES.

- Evaluación de la factibilidad de la explotación del manantial Rancho Viejo.
- Diseño de laboratorio y planta de envasado.
- Determinación del costo de la obra propuesta.
- Aplicación de los conocimientos adquiridos para resolver un problema en beneficio de la sociedad.

TABLA DE CONTENIDO

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	1
I.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	1
I.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	1
I.3 MARCO FÍSICO.....	3
I.3.1 Climas.....	3
I.3.2 Precipitación.....	4
I.3.3 Fisiografía.....	5
I.3.4 Hidrología Superficial.....	6
I.3.5 Hidrología Subterránea.....	9
ESTUDIO GEOFÍSICO.....	12
II.1 UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS.....	12
II.2 GEOMORFOLOGÍA.....	12
II.3 GEOLOGÍA.....	13
II.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	14
II.4.1 Granito-Granodiorita, T (Gr-Gd).....	14
II.4.2 Esquisto, P (E).....	14
II.4.3 Gneis, P (Gn).....	15
II.4.4 Mármol, TM (M).....	16
II.4.5 Micaesquisto, TS (ME).....	16
II.4.6 Grafito, J (Gr).....	17
II.4.7 Lutita, K (L.u).....	17
II.4.7 Conglomerado, KI(Cg).....	18
II.4.8 Lechos Rojos.....	18
II.5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	18
II.5.1 Clasificación del Manantial.....	19
II.5.2 Clasificación del Acuífero.....	21
II.5.3 Volumen de Producción del Acuífero.....	26
II.5.4 Obra de Captación.....	29
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....	31
III.1 BASES DE DISEÑO.....	31
III.1.1 Normas Técnicas y Complementarias.....	31
III.1.2 Reglamento de Construcciones.....	31
III.2 ESTRUCTURACIÓN.....	31
III.2.1 Planta Estructural.....	32
III.2.2 Fachada del Laboratorio.....	33
III.2.3 Dimensiones de los Elementos y Cimentación.....	34
III.3 MATERIALES.....	34
III.3.1 Concreto.....	34
III.3.2 Acero de refuerzo.....	34
III.3.3 Suelo.....	35
III.4 DESTINO.....	35
III.5 CARGAS CONSIDERADAS.....	35

III.5.1 Carga Muerta.....	36
III.5.2 Carga Viva.....	40
III.5.3 Análisis Sísmico.....	40
III.5.4 Condiciones de Carga.....	43
III.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	45
III.6.1 Análisis de la Cimentación.....	45
III.6.2 Análisis de la Superestructura.....	46
III.7 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	47
III.7.1 Cimentación.....	47
III.7.2 Sistema de piso.....	56
III.7.3 Vigas.....	60
III.7.4 Columnas.....	64
ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN.....	70
IV.1 CIMENTACIONES.....	70
IV.1.1 Preparación y Limpieza del Terreno.....	70
IV.1.2 Trazos.....	70
IV.1.3 Excavaciones.....	71
IV.1.4 Plantillas y Consolidación.....	72
IV.1.5 Cimbras.....	73
IV.1.6 Acero de Refuerzo.....	77
IV.1.7 Concreto.....	79
IV.1.8 Vibrado del Concreto.....	82
IV.1.9 Cimentaciones.....	83
IV.2 SUPERESTRUCTURA.....	84
IV.2.1 Muros.....	84
IV.2.2 Repellados.....	84
IV.2.3 Aplanados.....	85
IV.2.4 Pulidos.....	86
IV.2.5 Emboquillados.....	86
IV.2.6 Pisos.....	86
IV.2.7 Lambrines.....	87
IV.3 INSTALACIONES.....	89
IV.3.1 Instalaciones Hidráulicas.....	89
IV.3.2 Instalaciones Sanitarias.....	90
IV.3.3 Instalaciones Eléctricas.....	92
IV.3.4 Instalación de Gas.....	95
IV.4 HERRERIA.....	95
IV.5 ACABADOS.....	96
IV.5.1 Pintura.....	96
IV.5.2 Carpintería.....	97
IV.5.3 Impermeabilizantes.....	98
COSTOS.....	99
V.1 PRESUPUESTO BASE.....	99
V.2 CATÁLOGO DE CONCEPTOS.....	99
CONCLUSIONES.....	105

INTRODUCCIÓN.

Esta tesis consta de seis capítulos, en ellos se propone una solución para el aprovechamiento del agua con el que cuenta la comunidad El Porvenir ubicada en la sierra de Oaxaca.

El primer capítulo versa sobre el área de estudio, ubicándola dentro del estado de Oaxaca, describiendo el marco físico, abarcando el clima, la precipitación, fisiografía y la hidrología subterránea y superficial.

En el capítulo dos, se sintetizan las unidades geohidrológicas, la geomorfología de la zona de estudio, su Geología, la descripción física de las unidades que la conforman, su geología estructural, lo cual da pie para desarrollar el análisis hidrológico. La descripción de la obra de captación, clasificación del acuífero que se desea conocer su producción y su volumen de producción.

En el capítulo tres, se desarrolla el diseño de la obra civil, que abarca las bases de diseño, en ellas se definieron los materiales, uso, restricciones de espacio y/o ubicación de los espacios de acuerdo al destino, con ello se realizó la estructuración preliminar, es decir, de acuerdo a reglamento y a su uso, se realizó el proyecto arquitectónico, en el cual se determinaron las medidas de las puertas, ventanas, pasillos, áreas de llenado y análisis de la calidad del agua, así como los espacios para el personal tales como: vestidores, baños, oficinas, área de carga y descarga, etc., dando pie al análisis estructural, en el cual se definieron las diferentes cargas de acuerdo a la normatividad vigente: cargas muertas, vivas y accidentales que con la geometría preliminar, dieron pauta para la obtención de los elementos mecánicos para a su vez poder realizar el cálculo estructural de la cimentación, losas, columnas, vigas.

En el capítulo cuatro se describen las recomendaciones para la construcción de la cimentación, vigas, columnas, losas y muros, así como las especificaciones para realizar correctamente las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas así como la herrería y acabados para el óptimo funcionamiento de la estructura.

En el capítulo cinco se describen los conceptos que se cotizarán para generar el costo de la obra a través de sus números generadores, lo que dará como resultado el presupuesto base y por último el catálogo de conceptos, documento que se presenta en la licitación a las empresas que deseen participar en su construcción.

En el capítulo seis se dan las recomendaciones generales del estudio, y las conclusiones de cada uno de los capítulos, así como la interpretación de los resultados obtenidos en los distintos análisis realizados para la construcción del laboratorio y planta de envasado para la comunidad El Porvenir en el estado de Oaxaca.

Capítulo I

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

A continuación se establece la delimitación del área de estudio, y se realiza la descripción de los aspectos generales del marco físico de la localidad de El Porvenir.

I.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La “Evaluación de la Producción del Manantial Rancho Viejo y Construcción del Laboratorio y Planta de Envasado para la Comunidad, El Porvenir, Oaxaca.” Tiene como área de influencia el municipio de La Reforma, por lo tanto, la zona que será sujeta a una descripción del medio natural será el municipio de La Reforma, en el estado de Oaxaca.

A continuación se presenta la información del medio físico de la comunidad de El Porvenir en forma general, con el fin de establecer una idea clara de los aspectos que involucra la realización y desarrollo de la “Evaluación de la Producción del Manantial Rancho Viejo y Construcción del Laboratorio y Planta de Envasado para la Comunidad, El Porvenir, Oaxaca.”

I.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El Estado de Oaxaca se encuentra en el Suroeste de la República Mexicana y queda en el interior del cuadrángulo geográfico dado por las siguientes coordenadas:

15°32'00" a 18°48'00" latitud Norte.
93°44'00" a 98°43'00" longitud Oeste.



Limita al Norte con los estados de Puebla y Veracruz, al Este limita con el Estado de Chiapas; al Sur tiene como límite el Océano Pacífico y al Oeste con el Estado de Guerrero. El Estado de Oaxaca tiene una superficie de 94,290.32 km², misma que ocupa el 4.8 % del territorio nacional; su altura va desde el nivel del mar hasta las zonas de montañas (más de 3,720 msnm).

El municipio de La Reforma se localiza en la parte Suroeste del Estado de Oaxaca y sus coordenadas geográficas son las siguientes:

16°37' latitud Norte.
97°51' longitud Oeste.



El municipio de La Reforma colinda al Norte con el municipio de San Andrés Cabecera Nueva, al Este con el municipio de Santa Cruz Itundujia, al Sur con los municipios San Andrés Cabecera Nueva y de Santa Cruz Itundujia, al Oeste con el municipio de Santa San Andrés Cabecera Nueva.

La comunidad de El Porvenir, está situada a 1,300 msnm y su ubicación geográfica esta determinada por las siguientes coordenadas:

16°42'30" latitud Norte.
97°50'30" longitud Oeste.



A la comunidad de El Porvenir se llega por la carretera federal No. 125. que va de Pinotepa Nacional a Putla, a 55 km de Santiago-Pinotepa Nacional, rumbo a Putla, existe una desviación de la carretera federal hacia a un camino de terracería que llega a la comunidad de La Reforma. Antes de llegar a La Reforma existe una desviación hacia la Estanzuela, de aquí el camino sigue hasta la comunidad de El Porvenir, el tiempo de viaje de Pinotepa Nacional a la comunidad de El Porvenir es de 6 hr.

I.3 MARCO FÍSICO.

Para conocer las características físicas existentes en la zona de estudio, se recopiló información relativa a la localización geográfica, fisiográfica, geológica, hidrológica y de suelos. Así como su clima y precipitación pluvial. La información recopilada se expone a continuación.

I.3.1 CLIMAS.

El territorio del Estado de Oaxaca presenta una gran variedad climática, hay climas *cálidos, semicálidos, templados, semifríos, semisecos y secos*.

El clima que existe en la localidad El Porvenir; es cálido subhúmedo con lluvias en verano. En la tabla siguiente se enmarcan los tipos de clima con que cuenta el Estado de Oaxaca y su porcentaje en la cobertura territorial.

TABLA I.1 CLIMAS DEL ESTADO DE OAXACA.

TIPO O SUBTIPO	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
Cálido húmedo con lluvias todo el año	4.34
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	13.05
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	32.99
Semicálido húmedo con lluvias todo el año	1.59
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	2.19
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	16.39
Templado húmedo con abundantes lluvias en verano	3.93
Templado subhúmedo con lluvias en verano	14.81
Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	0.19
Semiseco muy cálido y cálido	3.12
Semiseco semicálido	5.66
Semiseco templado	0.97
Seco muy cálido y cálido	0.77

FUENTE: INEGI. Carta de Climas, 1:1 000 000.

Los climas cálidos en conjunto abarcan poco más del 50% de la superficie total de la entidad, se producen en las zonas de menor altitud (del nivel del mar a 1,000 m); se caracterizan por sus temperaturas medias anuales que varían de 22° a 28°C y su temperatura media del mes más frío es de 18°C. Dentro de éstos predomina el cálido subhúmedo con lluvias en verano, que comprende toda la zona costera, desde el límite con el Estado de Guerrero hasta el límite con Chiapas. Además de otras

áreas de menor extensión localizadas de manera discontinua en el Norte; en dichos terrenos se reportan las temperaturas medias anuales más altas (entre 26° y 28°C)¹.

1.3.2 PRECIPITACIÓN.

La distribución de las precipitaciones adopta un esquema asimétrico relacionado estrechamente con la morfología de la zona, permitiendo la distinción de dos amplios sectores. Para el estudio se describirá el Sureste la vertiente oceánica de la Sierra Madre del Sur. Esta porción de la vertiente recibe un promedio anual de lluvias que oscila entre 1,000 y 2,000 mm con láminas de lluvia de 2.5 m tienen lugar en las cuencas altas del Río Verde, lugar donde se ubica la comunidad de “El Porvenir”.

TABLA I.2 PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL.

ESTACIÓN	PERIODO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO	PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS SECO		PRECIPITACIÓN DEL AÑO MÁS LLUVIOSO	
			AÑO	PRECIPITACIÓN	AÑO	PRECIPITACIÓN
Valle Nacional	1988-1997	3,798.0	1997	2,593.8	1995	4,567.1
Tuxtepec	1993-1995	2,316.5	1993	1,744.1	1995	2,889.0
Tehuantepec	1987-1998	800.4	1988	414.4	1991	1,235.0
Villa Alta	1993-1997	1,719.2	1993	1,145.1	1987	2,131.8
Huajuapán de León	1980-1996	725.9	1996	503.1	1991	974.8
Ayutla	1987-1996	1,274.2	1996	785.0	1987	1,837.0
Yautepec	1986-1994	465.8	1990	203.0	1995	817.5
Oaxaca	1951-1997	943.1	1987	459.5	1995	1,118.2
Mihuatlán	1986-1994	419.3	1996	318.6	1986	519.4
Totolopam	1986-1994	543.5	1985	407.0	-	734.0

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.

¹ Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca tomo 1, INEGI.

TABLA I.3 PRECIPITACIÓN MENSUAL TOTAL.

ESTACIÓN Y CONCEPTO	PERIODO	MESES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huajuapán de León	1996	0.0	0.0	12.0	16.2	63.7	179.6	64.8	85.3	117.6	114.1	0.0	1.2
Promedio	1980-1996	7.9	11.5	7.7	12.2	68.1	187.6	117.3	79.9	139.5	87.0	4.8	2.4
Año más seco	1983	5.5	49.1	21.2	0.0	2.6	119.2	107.3	42.0	111.7	31.1	12.9	0.5
Año más lluvioso	1981	3.9	7.1	0.2	7.3	129.3	303.1	253.6	91.0	121.8	52.6	0.0	4.9
Oaxaca	1994	0.0	0.0	2.6	58.9	82.4	201.1	76.4	101.6	31.1	40.7	5.7	0.2
Promedio	1951-1997	4.1	6.4	13.5	52.1	106.1	222.8	149.9	148.0	167.1	57.7	10.9	4.5
Año más seco	1977	0.0	3.0	0.0	36.0	12.7	149.9	20.0	98.7	73.6	51.5	11.6	2.5
Año más lluvioso	1981	0.0	26.8	30.3	16.2	87.4	330.9	283.7	181.1	126.3	35.3	0.2	0.0
Mihuatlán	1994	0.0	0.0	0.0	1.8	101.1	98.7	78.2	108.0	44.5	20.0	1.0	0.0
Promedio	1986-1994	0.0	0.1	4.2	27.3	60.6	81.2	86.9	76.1	47.2	21.9	13.0	0.8
Año más seco	1987	0.0	0.0	0.0	53.0	48.0	72.0	85.6	23.0	27.0	10.0	0.0	0.0
Año más lluvioso	1986	0.0	0.0	0.0	39.7	41.3	90.3	64.5	33.5	95.1	80.0	75.0	0.0

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.

I.3.3 FISIOGRAFÍA.

De acuerdo con la clasificación de las Provincias fisiográficas de Erwin Raisz (1964), el área representada en esta carta se encuentra ubicada en las Subprovincias Flancos o Cuestas del Sur, Tierras Altas de Oaxaca y Planicie Costera del Sur, todas ellas incluidas en la provincia "Sierra Madre del Sur".

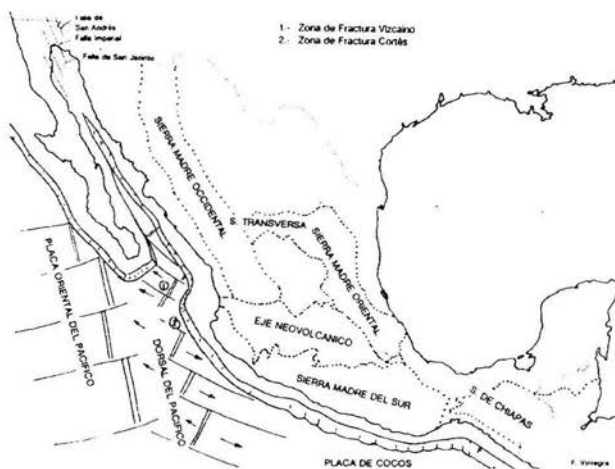
Las formas del relieve son contrastantes, sobresale el complejo edificio de la Sierra Madre del Sur, de orientación paralela a la costa pacífica, con altura máxima de 3,750 m. En la porción Sureste, el relieve es de lomerío suave y hacia la planicie costera predominan las lagunas y zonas de inundación relacionadas con el desarrollo de angostas franjas litorales.

El área cartografiada pertenece a la vertiente del Océano Pacífico, es drenada por una red hidrográfica de moderada densidad, con patrones dentríticos, subdentríticos y subparalelos de diversos grados de integración; las principales corrientes fluviales son los ríos La Arena, Verde, Atoyac y Quiechapa.

La localidad de El Porvenir se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre del Sur.

A) PROVINCIA DE LA SIERRA MADRE DEL SUR.

Esta provincia limita al Norte con la provincia del Eje Neovolcánico, al Este con la Llanura Costera del Golfo Sur, las Sierras de Chiapas y la Llanura Costera Centroamericana del Pacífico, y al Sur con el Océano Pacífico. Abarca parte de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, Veracruz y todo el Estado de Guerrero. Está considerada como la más completa y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la Placa de Cocos (Ortega 1981). Esta es una de las placas móviles que integran la litósfera o corteza exterior terrestre; emerge a la superficie del fondo del Océano Pacífico al Suroeste y Oeste de las costas del Estado de Oaxaca, hacia las que se desplaza lentamente dos o tres centímetros al año para encontrar a lo largo de las mismas el sitio llamado "de subducción" donde buza nuevamente hacia el interior de la Tierra. A ello se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, en particular sobre las costas guerrerenses y oaxaqueñas, siendo la trinchera de Acapulco una de las zonas más activas.



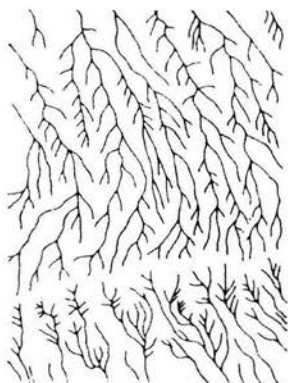
Esta relación es la que seguramente ha determinado que alguno de los principales ejes estructurales de la provincia depresión del Balsas cordilleras costeras, línea de costa, tengan estricta orientación Este-Oeste, condición que tiene importantes antecedentes en la provincia del Eje Neovolcánico, y que contrasta con la predominante orientación estructural Noroeste-Sureste del Norte del país. La provincia tiene una litología muy completa en la que las rocas ígneas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las rocas metamórficas, tienen más importancia que en la mayoría de las provincias del Norte (Ortega 1981).

1.3.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

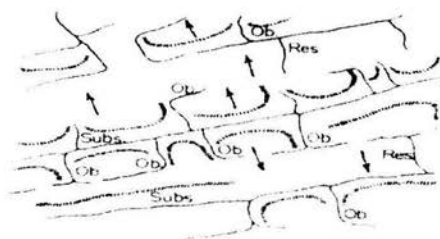
Existen sistemas de fallas y fracturas que controlan la red de drenaje superficial, el sistema principal presenta una tendencia Noroeste-Sureste y es semiparalelo a la costa, algunos ríos que siguen este alineamiento son: Atoyaquillo, Verde, San Pedro, Grande, El Campanario, Sola de Vega y algunos tramos del Atoyac y del San Francisco. El segundo es aproximadamente normal al descrito y controla

los cauces de los ríos Jilcaltepec, El Cangrejo, Colorado, Yutanucoso, Tenate, Cuananá y Ballesteros. Otro sistema menos evidente, aunque subsidiario de los anteriores presenta una dirección aproximada Este-Oeste, seguida por los ríos Salado, Blanco y tramos del Atoyac.

Los patrones de drenaje dependen directamente de la constitución litológica del área drenada; hacia la parte occidental es de tipo subparalelo y enrejado, mientras que en la parte oriental es dentrítico. Predominan numerosos y profundos meandros encajonados, son notables los del Río Atoyac en el tramo comprendido entre la localidad de La Campana y Paso de la Reina, a partir de donde cambia de nombre a Río Verde con meandros de tipo libre, que discurre a través de la planicie aluvial.



Drenaje de configuración paralela ²



Drenaje de configuración enrejada

La región hidrológica Costa Chica-Río Verde, es la más significativa por su extensión y se localiza en el Oeste, su partaguas se extiende en la Sierra en el Este de los valles de Oaxaca y al Sur por la serranía que atraviesa en forma longitudinal el área. La constituyen tres cuencas en forma parcial:

- Río Atoyac, ocupa la mayor extensión y está constituida por las subcuencas completas: Río Atoyac-Paso de la Reyna, Río Atoyac-San Pedro Juchatengo y en forma parcial, Río Atoyac-Oaxaca de Juárez, Río Sordo y Río Yolatepec.
- La cuenca Río La Arena y otros, se localiza en el Suroeste, y abarca la zona costera, comprende parcialmente la subcuenca Río la Arena.
- La cuenca Río Ometepec o Grande, en el límite Oeste, la conforman en forma parcial las subcuencas Río Nuevo o Cortijos y Río Ometepec o Grande.

² Guerra y Piña F. Fotogeología, UNAM, 1980.

TABLA I.4 REGIONES HIDROLÓGICAS.

REGIÓN	CUENCA	% DE LA SUPERFICIE ESTATAL
Balsas	R. Atoyac	7.75
	R. Tlapaneco	1.19
Costa Chica-Río Verde	R. Atoyac	19.24
	R. La Arena y otros	2.34
	R. Ometepec o Grande	2.56
Costa de Oaxaca	R. Astata y otros	2.88
(Puerto Angel)	R. Copalita y otros	3.96
	R. Colotepec y otros	3.77
Tehuantepec	L. Superior e Inferior	8.51
	R. Tehuantepec	10.72
Costa de Chiapas	Mar Muerto	1.29
Papaloapan	R. Papaloapan	24.37
Coatzacoalcos	R. Coatzacoalcos	10.40
Grijalva-Usumacinta	R. Grijalva-Tuxtla Gutiérrez	1.02

FUENTE: INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.

El escurrimiento más relevante por su magnitud e importancia económica es el Río Atoyac, con una longitud de 342 Km, la mayor parte de la cual se desarrolla en el área. Nace al Noroeste de Oaxaca capital del Estado, afuera del área de Zaachila, pasa por la ciudad y entra a la zona, recorre el valle central de Oaxaca con una pendiente suave y cauce indefinido en algunos tramos; en esta parte de su trayecto el caudal atraviesa los valles de Zaachila, Zimatlán y Santa María Ayoquezcó, debido a la interposición de la Sierra Madre del Sur, varía su dirección y aumenta su pendiente, hasta el Noroeste de Ocotlán, aquí cambia bruscamente su sentido hacia el Oeste hasta la unión con el Río Verde. Debido a la orografía particular de la Sierra Madre, el Río Atoyac tiene un gran número de afluentes; por margen derecha recibe a los colectores perennes: San Bernardo, Serrano, Sola de Vega, Minas, Suchil y San Pedro.

El Río Verde tiene sus orígenes en la Sierra Madre del Sur, a 2,400 m de altitud, fuera del área, en parteaguas común con el Río Blanco, está formado por los ríos Putla, Yutacuini, Jicaltepec, Cuananá y El Congreso. En la confluencia con el Río Atoyac conserva su nombre hasta desembocar en el Océano Pacífico.

TABLA I.5 CORRIENTES DE AGUA.

NOMBRE	UBICACIÓN	NOMBRE	UBICACIÓN
Atoyac-Verde	R. Atoyac	Los Perros	L. Superior e Inferior
Grande-Salado	R. Papaloapan	La Arena	R. La Arena y otros
Puxmetacán-Trinidad	R. Papaloapan	Putla	R. Atoyac
Tequisistlán	R. Tehuantepec	Minas	R. Atoyac

FUENTE: INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000.
INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000 (segunda edición).

1.3.5 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

En la zona de estudio las condiciones geológicas adversas y una topografía accidentada, son factores que no favorecen el almacenamiento de cantidades importantes de agua en el subsuelo.

El balance hidráulico en el área es positivo para el agua superficial, ya que se cuenta con numerosos escurrimientos debido a las características del lugar. Únicamente en zona de los valles, el agua subterránea es la fuente principal para la agricultura; a excepción de estos acuíferos, **los caudales superficiales son los únicos elementos para el desarrollo local**. Las cuencas de los ríos Atoyac, Tehuantepec, Colotepec y Copalita, ofrecen un balance positivo debido al régimen de lluvias que la temporada ciclónica propicia en el área (Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca tomo 1, INEGI).

El Río Verde o Atoyac es el elemento más importante para la disposición de agua superficial en el área y actualmente se aprovecha en la zona de los valles; sin embargo, se debe aprovechar en el último tramo de su recorrido para realizar proyectos de infraestructura hidráulica, ya que en esta zona el río reúne características topográficas que son ideales para un almacenamiento.

A) UNIDADES DE ESCURRIMIENTO.

Las “unidades de escurrimiento” son áreas en las que el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media anual. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que escurre o se acumula superficialmente.

De acuerdo con su variación en el país, estos coeficientes se agrupan en cinco rangos, que representan las condiciones del escurrimiento. Los rangos considerados son: 0 a 5%, de 5 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 30% y mayor de 30% (Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca tomo 1, INEGI).

B) PERMEABILIDAD.

La permeabilidad del terreno es un factor determinante en la tasa de escurrimiento, de acuerdo a las características del área de estudio existen tres rangos: alta, media y baja (Tomado de INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000).

Las unidades de permeabilidad baja (0-10%) ocupan la mayor parte del área de estudio y la configuran las zonas montañosas de topografía abrupta, se manifiesta en grandes unidades de rocas metamórficas del tipo gneis, que conforman los parteaguas de la vertiente del Pacífico y el Río Atoyac, en su margen derecha; esta característica permeable también se presenta en serranías de rocas ígneas graníticas y de tobas ácidas, así como en una unidad de rocas sedimentarias (caliza-lutita-arenisca), todas formadoras de la cuenca del Río Verde, antes de su unión con el Río Atoyac; en la margen izquierda del Río Atoyac se localizan rocas ígneas andesíticas que, con sierras de tobas ácidas conforman la cuenca del Río Quiechapa; las sierras y lomas en el Suroeste del área, que pertenecen a la vertiente del Pacífico y a la cuenca del Atoyac, están compuestas por unidades de rocas ígneas intrusivas del tipo granito-granodioritas.

C) CUBIERTA VEGETAL.

La densidad de la cubierta del suelo influye en la cantidad de escurrimiento generado, al actuar como retardador de éste, propiciando la infiltración.

La vegetación estimada como muy densa, ocupa una superficie importante en las zonas montañosas que están cubiertas de bosques de pino, en altitudes mayores de 1,300 msnm y pendientes topográficas muy fuertes. Estas condiciones se localizan en las sierras del Noroeste del área, en la cuenca del Río Verde.

La vegetación densa predomina en el área de estudio, y está caracterizada por bosques de encino y pino-encino, que se localizan en las sierras al oriente del Río Atoyac, dentro de estas unidades existen pequeñas zonas con selva baja caducifolia, que se localizan en las laderas de las sierras de la vertiente del Pacífico. También se consideraron en este rango, bosques mesófilos de montaña y unidades aisladas de selvas medias subcaducifolia y subperennifolia (Tomado de INEGI). Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1:1 000 000).

D) PRECIPITACIÓN.

La precipitación es otro de los factores importantes del escurrimiento, ya que depende de su intensidad y frecuencia la rapidez con que el suelo es saturado y comienza el escurrimiento.

La precipitación media anual varía de 500 a 2,500 mm en el área. Láminas de lluvia de 2 m tienen lugar en las cuencas altas de los ríos Colotepec, San Pedro, La Arena y Atoyaquillo; las máximas precipitaciones, de 2,500 mm anuales, se registran en el Noroeste del área cartografiada.

F) ESCURRIMIENTO.

Tomando en cuenta principalmente la permeabilidad del terreno, el uso que se le está dando y la precipitación media en el área de estudio, se presentan los cinco rangos de escurrimiento considerados.

El escurrimiento cuyos coeficientes son entre 20 y 30% es el más significativo por su extensión, se localiza en las sierras donde la baja permeabilidad, las fuertes pendientes, vegetación densa y precipitación alta, son superior a los 1,500 mm, que propician un alto índice de escorrentía.

Los materiales rocosos presentes en el área, son considerados como barreras, sin embargo existen numerosos manantiales que manifiestan su capacidad de transmitir agua, pero su morfología de montañas con fuertes pendientes, dureza, litología heterogénea, entre otras características, limitan la posibilidad de conformar acuíferos (Tomado del Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca tomo 1, INEGI).

Capítulo II

ESTUDIO GEOFÍSICO.

II.1 UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS.

En la zona de El Porvenir las unidades geohidrológicas predominantes son de materiales consolidados con posibilidades bajas de extracción.

Esta unidad ocupa la mayor parte del área y está formada por un conjunto litológicamente muy heterogéneo, pues agrupa prácticamente a todo el paquete de rocas del basamento cristalino de los complejos Oaxaqueño, Xolapa y Acatlán que afloran en extensas zonas del Centro, Suroeste y Noroeste del área respectivamente. Los batolitos graníticos y granodioríticos del Paleozoico Superior, Mesozoico y Cenozoico Inferior, se encuentran expuestos ampliamente en la zona de estudio (Ortega, 1981).

En general, las rocas de esta unidad presentan topografía muy irregular y fracturamiento intenso; aunque existe desarrollo de minerales arcillosos generados por el intemperismo y alteración de feldspatos y plagioclasas que tienden a disminuir la permeabilidad; sin embargo, el intenso tectonismo de la región Pacífica del continente ha provocado cierta permeabilidad secundaria por fracturamiento y fallamiento, que aunados al profundo intemperismo y alteración de las rocas, les ha conferido ciertas propiedades hidrológicas. **Los aprovechamientos existentes consisten principalmente de manantiales, norias y galerías de filtración practicadas en zonas de intenso fracturamiento de la roca.**

II.2 GEOMORFOLOGÍA.

En el área de estudio se distinguen de los tres elementos geomorfológicos, el más distintivo corresponde a las Montañas Complejas de la Sierra Madre del Sur, constituida por rocas metamórficas, sedimentarias marinas y continentales y por rocas volcánicas, que en conjunto se hallan afectadas por cuerpos intrusivos batolíticos. El desarrollo geomorfológico evidencia una etapa de juventud (Ortega, op. cit.).

Las fases de deformación reconocidas en la región corresponden a un primer evento tectónico contemporáneo a la Orogenia Grenvilliana que en el Precámbrico da origen a las rocas del ahora llamado Complejo Oaxaqueño. Durante el Jurásico-Cretácico sucede una deformación compresional que produce el metamorfismo y el emplazamiento plutónico, ello evidenciado en las unidades del Complejo Xolapa, esta deformación se cree sea contemporánea con el evento Cordillerano. Las rocas plegadas del Mesozoico permiten inferir una etapa compresiva tal vez sucedida en el inicio del Cenozoico y que puede asociarse con el volcanismo Oligo-Miocénico. Una última fase, de carácter distensivo, probablemente Plio-Cuaternaria es la responsable del fracturamiento y fallamiento normal que involucra a todas las unidades de roca (Ortega op. cit.).

II.3 GEOLOGÍA.

Las unidades encontradas en la zona tienen registro en el tiempo geológico en el rango comprendido del Precámbrico al Cenozoico. Las secuencias de rocas metamórficas precámbricas, paleozoicas y mesozoicas, así como las rocas ígneas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, son las que ocupan las mayores extensiones.

El Precámbrico es representado por paragneis y ortogneis de facies granulítica denominados Complejo Oaxaqueño por Ortega, (1981). La edad del complejo, con base en fechamientos isotópicos de K-Ar (Fries et al, 1962; Fries & Rincón Orta, 1965) y de U-Pb (Silver & Anderson, 1981; en Ortega op. Cit, 1981), es de 900 a 1,100 millones de años; que corresponde al Proterozoico Medio o al evento “Grenville”.

El Paleozoico está representado por una secuencia de metasedimentos, esquistos y gneis de facies anfibolítica, eclogítica y de esquistos verdes, denominados Complejo Acatlán por Ortega, (1979). La edad según fechamientos isotópicos (Armstrong, 1979, en De Cserna, 1980), es de 380 millones de años, que corresponde al Paleozoico Inferior. Ortega, 1981, considera que este complejo es la evidencia de la apertura y cierre del océano protoatlántico. La relación entre los complejos Acatlán y Oaxaqueño es por contacto tectónico. Se presenta también, una secuencia detrítica con metamorfismo de facies de esquistos verdes, cartografiada como roca metasedimentaria, se le considera de edad pre-pérmica, solo por relaciones estratigráficas.

En el Mesozoico y durante los Sistemas Triásico y Jurásico, se deposita una secuencia detrítica continental de característico color rojo, constituida por lutitas, limolitas, areniscas y conglomerados, pertenecientes a la Formación Todos Santos. En el Jurásico se desarrolla un complejo metamórfico de gneis, migmatita y granitoides, denominado Complejo Xolapa por De Cserna (1965); las edades isotópicas tienen rango desde el Jurásico hasta el Terciario, (De Cserna 1965; Guerrero et al. 1978; Campa et al; en prensa). Este complejo parece representar raíces de antiguos arcos magmáticos desarrollados en Océano Pacífico; se le relaciona con un régimen tectónico Cordillerano, su relación con los complejos Oaxaqueño y Acatlán es de carácter tectónico. Para el Jurásico Superior-Cretácico Inferior, sobre las unidades metamórficas, se depositan sedimentos marinos y continentales representados por calizas, lutita, areniscas, limolitas y conglomerados, correlacionables con las formaciones superiores del grupo Tecocoyunca. En el Cretácico Inferior ocurre deposición marina con transición de detritos a carbonatos con pedernal y a calizas de plataforma de edad Albaniano-Cenomaniano de la formación Teposcolula. Para el Cretácico Superior se desarrollan unidades calcáreo-arcillosas y el emplazamiento de batolitos granitoides principalmente en la zona de contacto de los complejos Acatlán y Xolapa.

El Cuaternario se caracteriza por el depósito de materiales no consolidados, producto de procesos exógenos (Ortega, 1981).

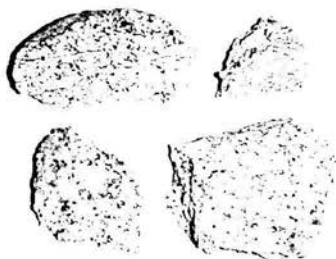
II.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.

Las estructuras principales se ubican de modo general en los terrenos o complejos Metamórficos así como en cubierta de rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas. En el Complejo Oaxaqueño, la dirección general de la foliación gnéissica es hacia el Norte y Noroeste aunque localmente se presenta subhorizontal y el bandeamiento original haya sido deformado por pliegues suaves posteriores con rumbo de ejes aproximadamente al Noreste. En el Complejo Xolapa, la foliación gnéissica y esquistosa se orienta con predominio al Norte-Noroeste y al Norte-Noreste, con echado de foliación al Noreste y Noroeste y valores angulares de 50 a 80 grados. El fallamiento normal tiene rumbos ortogonales Norte-Sur y Este-Oeste con longitudes de dos a quince Km; las fracturas se muestran en sistemas de orientaciones similares al fallamiento, principalmente Este-Oeste y paralelo al "Trend" estructural del complejo. Las rocas sedimentarias mesozoicas presentan pliegues simétricos y asimétricos, principalmente, de escala kilométrica, cuyos ejes de plegamiento se orientan hacia el Norte y Noroeste (Ortega, 1981).

A continuación se describen las unidades geológicas encontradas en la zona de estudio.

II.4.1 GRANITO-GRANODIORITA, T (GR-GD).

Unidad constituida por una asociación no diferenciable de rocas ígneas intrusivas de granito de hornablenda y granodiorita. El color de la roca es gris claro con vivos oscuros, la textura equigranular holocristalina; intemperiza en formas esferoidales.



Las rocas de esta unidad intrusionan a las rocas metamórficas e intrusivas del Paleozoico y del Jurásico-Cretácico. Su morfología corresponde a sierras de pendientes abruptas; su afloramiento se restringe a la zona de estudio (Ortega, 1976).

II.4.2 ESQUISTO, P (E).

Unidad constituida, principalmente, por rocas metamórficas de esquistos de facies de clase química pelítica; el protolito corresponde a una secuencia pelítica-samítica, afectada por metamorfismo regional de bajo grado, presenta una clara foliación y se observa cataclismo en los micropliegues. La

estructura es esquistosa y la textura es afanítica holocristalina poikiloblástica y lepidoblástica; en lámina delgada se observa cuarzo con extinción ondulante, muscovita, biotita, clorita, sericita, epidota y hematita; su color es gris oscuro. Su posición estratigráfica es discordante bajo las rocas marinas del Mesozoico y bajo depósitos clásicos continentales, también es intrusionada por batolitos graníticos del Terciario. Esta unidad puede correlacionarse con las rocas del Complejo Acatlán (Ortega, 1981).



Los afloramientos de esta unidad, geomorfológicamente forman cerros y sierras de baja altitud con pendientes suaves.

II.4.3 GNEIS, P (GN).

Esta unidad consta de gneis de facies anfibolita de almandino; el protolito corresponde a rocas pelíticas, samíticas o calcáreas, y a rocas sedimentarias o ígneas, respectivamente; el tipo de metamorfismo es regional de bajo grado y localmente es dinámico, lo que da origen a milonitas. La composición mineralógica del gneis es cuarzo con extinción ondulante, andesina biotita, clorita y tremolita; como accesorios, esfena, epidota, circón; su textura es granoblástica; su color es gris oscuro con tonos verdes y pardo claro. La unidad se encuentra afectada por fallas normales de dirección N-S y NW-SE e intrusionada por granitos del Terciario y se encuentra en contacto tectónico con las rocas metamórficas del Complejo Xolapa, hecho evidenciado por una zona de milonitas; se correlaciona con las rocas metamórficas del Complejo Acatlán, de edad Paleozoico. Se encuentra cubierta en discordancia por rocas sedimentarias marinas del Mesozoico, así como afectadas por rocas intrusivas del Terciario.



Se localiza sus afloramientos en la porción Noreste de la localidad, con una morfología de cerros con pendientes suaves (Ortega, 1976).

II.4.4 MÁRMOL, TM (M).

Esta unidad no presenta clivaje de roca ni foliación debido a que los granos tienen el mismo color y su alineamiento no es visible, el tipo de metamorfismo es regional de bajo grado. Su color es blanco, su textura sacaroide de grano fino estructura masiva y fracturamiento moderado a intemperismo somero.

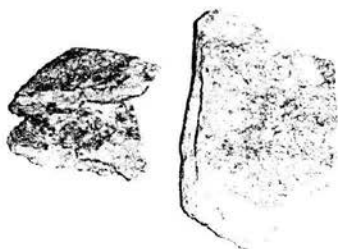


Su ubicación más abundante es cuando está interestratificado entre esquistos de mica o filitas. Su morfología es de sierras de mediana altura.

Se recomienda realizar un estudio geofísico a profundidad para determinar la posibilidad de crear un banco de explotación para su comercialización, a fin de determinar el espesor medio de la formación.

II.4.5 MICAESQUISTO, TS (ME).

Unidad constituida, principalmente, por micas de clase química potásica; afectada por metamorfismo regional de bajo grado, presenta una clara foliación. La estructura es esquistosa y la textura es afanítica holocristalina poikiloblástica y lepidoblástica; en lámina delgada se observa cuarzo con extinción ondulante, muscovita y biotita, su color es amarillo claro y rojo. También es intrusionada por batolitos graníticos del Terciario. Esta unidad puede correlacionarse con las rocas del Complejo Acatlán (Ortega, 1976).



Los afloramientos de esta unidad, geomorfológicamente forman cerros y sierras de baja altitud con pendientes suaves.

II.4.6 GRAFITO, J (GR).

Mineral constituido, por carbón afectado por metamorfismo regional de bajo grado, presenta una clara foliación en una dirección. La estructura es esquistosa y la textura es en lámina delgada, se observa opaco, su color es negro a gris acero. También es intrusionada por batolitos graníticos del Terciario. Esta unidad puede correlacionarse con las rocas del Complejo Acatlán.



Los afloramientos de esta unidad, geomorfológicamente forman cerros y sierras de baja altitud con pendientes suaves.

Se recomienda realizar un estudio geofísico a profundidad para determinar la posibilidad crear un banco de explotación de este mineral (Ortega, 1981).

II.4.7 LUTITA, K (LU).

Con esta clave se designa a la alternancia de terrígenos de origen marino, de textura pelítica y samítica de color pardo claro. Las lutitas son fisibles de color negro y pardo claro, con estratos que presentan micropliegues de arrastre. Contienen feldespato, cuarzo, sílice, arcilla y calcita, también es intrusionada por batolitos graníticos del Terciario.



Los afloramientos de esta unidad, geomorfológicamente forman cerros y sierras de baja altitud con pendientes suaves.

II.4.7 CONGLOMERADO, KI(CG).

Conglomerado de origen continental, textura sefítica contiene fragmentos de gneis, esquistos, cuarcita, granito, arenisca y lutita; el grado de redondez varía de subangulosos a bien redondeados contenidos en una matriz areno-limosa con cementante calcáreo. Se presenta compacto y en capas de un metro de espesor, color pardo claro rojizo. Sobreyace concordantemente a las rocas sedimentarias del Grupo Tecocoyunca y subyace de manera discordante a rocas volcánicas ácidas del Terciario; la unidad aparece interstratificada con limolitas rojas laminares, en capas de cinco a diez centímetros de espesor.

II.4.8 LECHOS ROJOS.

Lo más sobresaliente, o la característica más relevante del período Triásico, es sin lugar a duda, la emersión global de los continentes y con ello la extensa formación de depósitos continentales, de colores predominantemente abigarrados conocidos o denominados en la literatura geológica como “LECHOS ROJOS”. Esta emersión continental produjo un desequilibrio isostático en las masas continentales que trajo consigo, entre otras cosas, una gran actividad volcánica y un sin número de fallas de tensión o normales. Esto aconteció al final del período, y muy especialmente, en el territorio mexicano que más adelante, con las nuevas invasiones marinas intercontinentales de la misma era geológica, daría lugar a la formación de golfos, penínsulas, archipiélagos, etc.

La sedimentación continental Triásica, con sus lechos rojos denominados “Formación Huizachal”, cubre gran parte del oriente de México, sobreyaciendo discordantemente rocas del Paleozoico, rocas intrusivas plutónicas o metamórficas Paleozoicas a Precámbricas.

Los lechos rojos de este período, en su sección columnar, muestran entre sus conglomerados, areniscas de sílice y limolitas, cantos rodados de rocas volcánicas y de cuarzo, que atestiguan un transporte ocasional de tipo fluvial así como las actividades volcánicas. La historia geológica sobre la evolución del paisaje montañoso de las rocas del Paleozoico, degradándose, desnudándose activamente, está ampliamente escrito en esas rocas continentales. El tamaño, esfericidad, dureza, antigüedad de las rocas erosionadas, etc., dan una imagen de la paleotopografía que se transformaba a través del tiempo. Esto necesariamente estaba influenciado por los paleoclimas, el transporte y el medio deposicional de cada área.

II.5 ANÁLISIS HIDROLÓGICO.

El análisis hidrológico se desarrolló con datos del Marco Físico y del estudio geofísico realizado en la zona de estudio. El examen del manantial Rancho Viejo, su clasificación, tipo, características particulares, así como lo relacionado con la cuantificación de su producción de agua, para asegurar el futuro del proyecto también está basado en dicho análisis.

Se incluye la descripción de todo lo relacionado con la obra de captación y conducción que se propone construir, desde el manantial hasta el terreno que la comunidad haya destinado para la planta de envasado y laboratorio.

Un manantial, esta íntimamente relacionado con su acuífero que lo produce, motivo por lo que al realizar el análisis del manantial Rancho Viejo, se tendrá que analizar el acuífero que lo produce.

II.5.1 CLASIFICACIÓN DEL MANANTIAL.

Un manantial puede definirse como un punto o zona de la superficie del terreno en la que, de modo natural, fluye a la superficie una cantidad apreciable de agua, procedente de un acuífero o embalse subterráneo. Los manantiales son, pues, a modo de aliviaderos o desagües por los que sale la infiltración o recarga que reciben los embalses subterráneos.

La descarga de estos embalses no se efectúa únicamente mediante los manantiales, ya que, a veces, la zona saturada, al llegar a la superficie del terreno, no da lugar a un flujo concentrado, sino a una zona de flujo diseminado o zona de infiltración, en la que el agua subterránea alimenta a un río o lago, si la zona de infiltración está bajo el nivel del agua de ese río o lago, o se evapora si queda en contacto con la atmósfera. En ocasiones, es posible que no exista siquiera zona de infiltración y que la descarga del embalse subterráneo se realice mediante la evapotranspiración de plantas freatófitas, cuyas raíces alcanzan la zona saturada.

A) CLASIFICACIÓN DE LOS MANANTIALES.

Los manantiales han despertado el interés de los estudiosos desde hace muchos años y, como consecuencia de ello, se han sugerido clasificaciones de tipos muy distintos, según el aspecto que fuese considerado más característico. Entre esos aspectos pueden señalarse los que se refieren a los materiales geológicos que constituyen el acuífero, o a las relaciones litología-estructura-terreno, o a la cuantía y régimen del caudal, o las características químicas o de temperatura de sus aguas, o a su origen, etc. Fácilmente se comprende que el número de variables que pueden tenerse en cuenta es tal que resultarían con facilidad varios centenares o miles de tipos distintos.

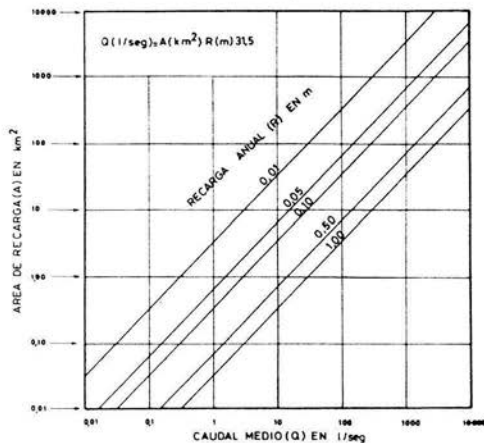
De acuerdo con Davis y De Wiest (1966), se considera que lo más importante es tratar de los principios básicos y describir algunos manantiales representativos, sin perderse en clasificaciones más o menos artificiosas. Por lo que se refiere a la clasificación según el tipo de rocas que constituyen el embalse subterráneo, puede verse la que propone Tolman (1937) y que con algunas modificaciones es resumida por Heath y Trainer (1968). La clasificación de las aguas subterráneas según su temperatura o características químicas puede aplicarse a los manantiales, ya que sus aguas son aguas subterráneas.

En cuanto al origen del agua de los manantiales, a comienzos de siglo se concedió un cierto interés a la posible importancia que en el origen de las aguas subterráneas pudieran tener las aguas congénitas juveniles o magmáticas, pero actualmente, la opinión más común es que, salvo en algunos casos de manantiales minerales o termales por lo general de escaso caudal todas las aguas de los manantiales proceden de la infiltración de las precipitaciones meteóricas (McGuinness, 1963).

En lo que se refiere al caudal medio que tienen los manantiales, ha tenido cierta aceptación entre los hidrogeólogos americanos el sistema propuesto por Meinzer en 1923 (cfr. Meinzer, 1942), que clasifica los manantiales en los ocho grupos siguientes:

Primero:	superiores a 2.80 m ³ /s
Segundo:	entre 0.28 y 2.80 m ³ /s
Tercero:	entre 28 y 280 l/s
Cuarto:	entre 6.3 y 28 l/s
Quinto:	entre 40 y 400 l/min
Sexto:	entre 4 y 40 l/min
Séptimo:	entre 0.5 y 4 l/min
Octavo:	menor de 0.5 l/min

El funcionamiento de los manantiales resulta muy claro si, como antes se ha indicado, se tiene en cuenta que por lo general, son simplemente el desagüe o salida de un medio poroso o embalse subterráneo que recibe una cierta recarga o infiltración. Así pues, los dos factores más importantes a considerar serán los parámetros geométricos e hidrológicos del embalse subterráneo y sus condiciones de recarga, casi siempre dependientes de modo principal de la infiltración de las precipitaciones.



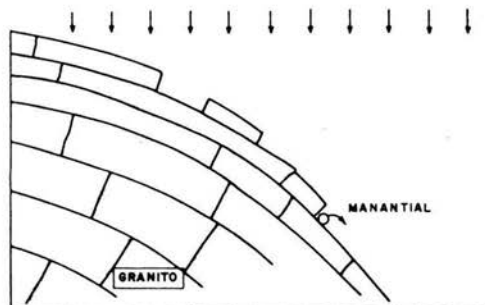
Relación entre el área de recarga, el caudal medio y la recarga media anual de un manantial.

En la figura anterior se ha representado la relación que existe entre el área de recarga del embalse subterráneo, la recarga anual por unidad de área y el caudal medio anual del manantial. La simple consideración de dicha figura explica que sean escasos los manantiales de primer orden según la clasificación de Meinzer, pues requieren áreas de recarga de más de 100 km², aún suponiendo una infiltración eficaz del orden de medio metro, que no suele ser usual, incluso en los climas templados.

Al mismo tiempo puede explicar también, la existencia de los pequeños manantiales que con frecuencia se encuentran en zonas relativamente elevadas de las montañas, ya que basta una superficie de unas pocas hectáreas para que en estas zonas, por lo general lluviosas y con recarga importante, pueda darse una fuente con un caudal de algunos litros por minuto, que son suficientes para abastecer a una familia.

En las rocas ígneas y metamórficas con excepción de la zona meteorizada la circulación y almacenamiento de agua se hace fundamentalmente a través de y en las diaclasas y zonas fracturadas.

Por lo general, los manantiales son de pequeño caudal y se extinguen cuando los períodos sin lluvias tienen cierta duración. En la figura siguiente se representa un tipo de pequeños manantiales que se pueden originar merced a las diaclasas de una masa de granito.



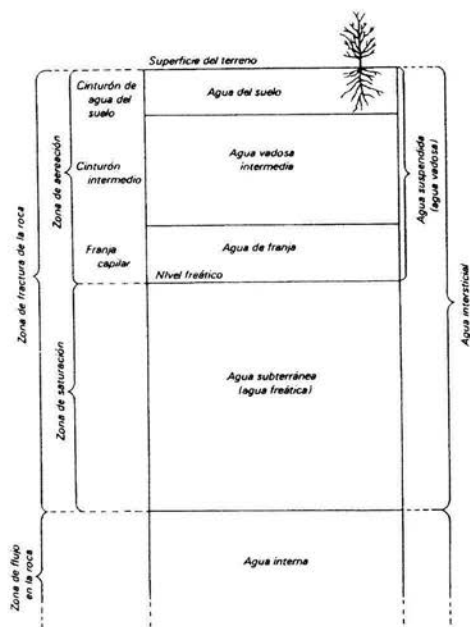
Las diaclasas de descompresión del granito suelen dar lugar a manantiales pequeños.

En resumen, el estudio de la litología y de la estructura de una zona puede dar indicaciones muy interesantes sobre la localización y caudal de los manantiales, o si se conocen estos datos, sobre las características geométricas e hidrológicas del embalse subterráneo que alimenta ese manantial. Así, por ejemplo, en zonas de geología uniforme, la existencia de manantiales pequeños y abundantes en las laderas de los valles o colinas, indica generalmente una zona saturada poco profunda y una permeabilidad pequeña; por el contrario, los manantiales grandes y situados en el fondo de los valles suelen indicar una permeabilidad grande y un nivel superior de la zona saturada más profundo en los interfluvios.

La evaluación de la descarga de un manantial esta relacionada con la producción de agua de un acuífero, debido a que el agua que expulsa el manantial proviene de un acuífero. Razón por la cual se describe a continuación las características de los acuífero, así como las expresiones para determinar el caudal del manantial Rancho Viejo.

II.5.2 CLASIFICACIÓN DEL ACUÍFERO.

El agua que se infiltra en el subsuelo inicia un recorrido a través de él, con un movimiento preferentemente vertical causado por el efecto de la gravedad hasta alcanzar el acuífero o roca almacenante caracterizada por la saturación de agua en sus intersticios. En el trayecto del agua, antes de alcanzar su destino en el subsuelo, pueden reconocerse tres subzonas que se citan en orden descendente desde la superficie del terreno: subzona de agua del suelo, subzona intermedia y subzona capilar. Estas subzonas se agrupan y conforman la llamada zona de aireación.



Principales subdivisiones del agua subterránea (según Meinzer).

El agua contenida en la zona de aereación se designa como agua suspendida o vadosa.

La subzona del agua del suelo tiene una extensión variable, su espesor quedará definido por el tipo de suelo y la vegetación del lugar, pero para fijar límites se puede decir que esta subzona tiene una dimensión que va desde la superficie del terreno hasta la profundidad de las raíces de las plantas.

Parte del agua contenida en la primera subzona será capaz de drenar por acción de la gravedad, a esta agua se le conoce como agua gravitacional, la parte restante queda retenida en la superficie de las partículas del suelo, en forma de una película fina alrededor de ellas por acción de la tensión superficial. Esta agua denominada agua pelicular es utilizada en gran medida por las plantas y es precisamente en agricultura donde se define como "capacidad de campo" a la máxima cantidad de agua pelicular que es capaz de retener un suelo por unidad de volumen.

La subzona intermedia ocupa un terreno comprendido entre el límite inferior de la subzona de agua y el límite superior de la subzona capilar (figura anterior).

La subzona más profunda de la zona de aereación se le denomina subzona capilar. Esta se extiende por encima de la zona de saturación en donde el agua se eleva a causa de la atracción capilar; así, el espesor de la subzona por encima del nivel freático está definido por el límite de la elevación capilar del agua. Este límite es función de la granulometría de esta zona. A menor diámetro de las partículas mayor será la altura de la zona capilar y viceversa.

En la zona de saturación el agua llena completamente los intersticios (poros, fisuras y fracturas) de la roca y acusa un movimiento fundamental en dirección horizontal diferenciándose del movimiento vertical que se establece en la zona de aireación.

Los límites superiores de esta zona son variables, es decir, las subzonas anteriores bien pueden no existir si el nivel freático se encuentra situado muy cerca de la superficie del terreno. Así, es en las rocas que constituyen esta zona donde se almacenan cantidades de agua, tan grandes según la porosidad existente en ellas y las características geológicas generales propias de la zona.

A) TIPOS DE ACUÍFEROS.

Se denomina acuífero a aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

Si se analiza detenidamente esta definición, (del latín *aqua* = agua y *fero* = llevar), se aprecia que el agua encerrada en una formación geológica cualquiera (gravas de un río, calizas muy agrietadas, areniscas porosas) puede estar ocupando ya sea los poros o vacíos intergranulares que presenta la misma, ya sean las fracturas, diaclasas o grietas que también pueden darse.

En estrecha relación con los acuíferos hay otros tipos de rocas que se clasifican de acuerdo a su funcionamiento y capacidad para almacenar agua y cederla a las zonas de drenado natural, a las captaciones artificiales o a los mismos acuíferos. Estas rocas o formaciones geológicas que sobreyacen, subyacen o limitan lateralmente a los acuíferos se conocen como acuícludos, acuíardos y acuífugos.

Un acuícludo (del latín *claudere* = encerrar o cerrar) se define como aquella formación geológica que conteniendo agua en su interior, incluso hasta la saturación no la transmite y por lo tanto no es posible su explotación. Dentro de este grupo pueden incluirse los cienos y léngamos (arcillas por lo general) de origen deltaico y/o de estuario, que a pesar de poseer enormes cantidades de agua (superiores al 50% en volumen) no son hidrogeológicamente aptos para la construcción de captaciones de aguas subterráneas.

El segundo de estos términos, acuíardo, (del latín *tardare* = retardar) hace referencia a la existencia de numerosas formaciones geológicas que, conteniendo apreciables cantidades de agua la transmiten muy lentamente por lo que tampoco son aptos para el emplazamiento de captaciones, pero sin embargo, bajo condiciones especiales permiten una recarga vertical de otros acuíferos, que puede llegar a ser muy importante en ciertos casos. Por ejemplo, un nivel de arcillas limosas o arenosas puede comportarse como un acuíardo, si está dispuesto encima o debajo de un acuífero más importante al cual puede recargar o incluso recibir agua del mismo.

Finalmente, se denomina acuífugo (del latín *fugere* = huir) a aquellas formaciones geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir, como por ejemplo, un macizo granítico no alterado, o unas rocas metamórficas sin apenas meteorización ni fracturación.

No todas las formaciones geológicas, o rocas en general, poseen la misma facilidad para transmitir y proporcionar económicamente agua en cantidades apreciables. Las diferencias en este aspecto entre los aluviones de un río y un macizo granítico poco alterado por ejemplo, son muy evidentes.

Los acuíferos que se presentan con mayor frecuencia están formados por depósitos no consolidados de materiales sueltos, tales como arenas, gravas, mezclas de ambos, etc., pudiendo ser su origen geológico muy distinto: fluvial, como los que forman los materiales aluviales de los ríos o las terrazas de los mismos; deltaico, si se trata de depósitos acumulados en la desembocadura de los ríos; depósitos sedimentarios ocasionados por la acumulación de partículas transportadas por la gravedad (piedemontes), viento (dunas y/o loess), hielo (depósitos glaciares), etc.

Debido, en general a sus buenas condiciones de recarga (buena porosidad, existencia de masas o corrientes de agua que los recargan), a su permeabilidad y poca profundidad de su nivel piezométrico, suelen dar notables caudales de agua si se explotan convenientemente.

En las rocas volcánicas es difícil establecer una clasificación de las mismas respecto si constituyen o no buenos acuíferos, puesto que depende de las características físicas y químicas y de las propias rocas, y de la erupción que las originó, del grado de alteración, edad, etcétera, ya que si aquella es escoriácea, con grandes intersticios, puede constituir excelentes acuíferos. Hasta la fecha, los valores más altos de la transmisibilidad han hallado en basaltos recientes (Davis y De Wiest), pero si es densa y compacta, como algunas riolitas y basaltos, por ejemplo, sus propiedades serán muy pobres.

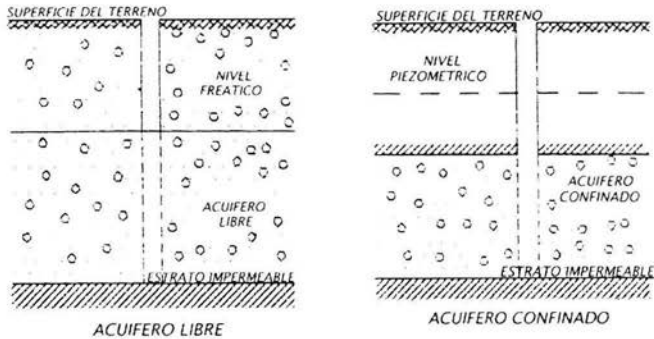
Finalmente, **en las rocas ígneas y metamórficas (granitos, dioritas, gabros, pizarras y esquistos) las únicas posibilidades de formar buenos acuíferos residen en la zona alterada superficial, o en las regiones muy fracturadas por fallas y diaclasas que permitan una apreciable circulación de agua**, pero de todos modos, constituyen los peores acuíferos en cuanto a rendimiento en caudal. Como antes se ha indicado, cuando ambos tipos de rocas poco o nada alterados pueden considerarse como acuíferos.

El acuífero en la zona de estudio puede clasificarse como un acuífugo. Como se vio en los apartados anteriores, dicho acuífero subyace en su mayoría bajo granitos y esquistos, que son rocas ígneas y metamórficas que presentan un intemperismo severo, debido al fracturamiento intenso ocasionado por diversos procesos geológicos, pero sólo se aprecia en la capa superficial del macizo, lo que da pie al nacimiento del manantial Rancho Viejo.

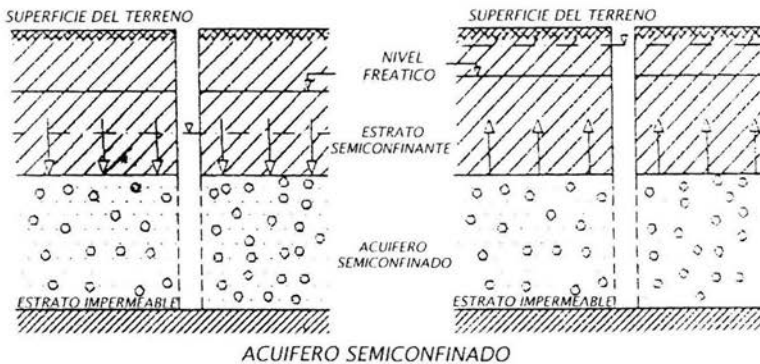
Desde el punto de vista de funcionamiento hidráulico y según el grado de confinamiento de las aguas que contiene, los acuíferos también se clasifican en tres tipos:

- Acuíferos libres o freáticos.
- Acuíferos confinados.
- Acuíferos semiconfinados.

Los acuíferos libres son aquellos en que el agua subterránea presenta una superficie libre sujeta a la presión atmosférica. Esta superficie libre es el límite superior de la zona de saturación y se le conoce como superficie freática.



Un acuífero limitado superior e inferiormente por formaciones impermeables y que contiene agua a mayor presión que la atmosférica se le clasifica como acuífero confinado. Cabe aquí hacer mención que en la naturaleza, raramente se encuentran formaciones completamente impermeables, por lo que algunos autores mencionan de manera muy atinada al referirse a estos acuíferos que las capas que los limitan son "relativamente impermeables". La compresión del agua en estos acuíferos confinados se debe a la transmisión de la presión de la carga hidráulica a altura de la columna de agua al seno del acuífero y al peso de la columna litostática que éste soporta. Por ello, cuando se perfora un pozo en estos acuíferos, al agua asciende dentro del pozo por encima del techo del acuífero, y si la presión de confinamiento es mayor, el agua puede brotar como en los pozos surgentes o artesianos.



Los acuíferos semiconfinados son también estratos completamente saturados y sometidos a presión, limitados en su parte superior por un estrato menos permeable a través del cual puede recibir o cederá recarga vertical.

El acuífero en la zona de estudio puede clasificarse como un acuífero libre. Como se vio en los apartados anteriores, dicho acuífero subyace en su mayoría bajo granitos y esquistos intemperizados. En las zonas inferiores del macizo rocoso, la roca se encuentra sin fracturas, formando una de barrera, (estrato impermeable), a las infiltraciones del agua hacia el subsuelo. Además no existe otro estrato de roca que confine al acuífero.

II.5.3 VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DEL ACUÍFERO.

Las formaciones que contienen y transmiten agua del subsuelo, se conocen como acuíferos. La cantidad o volumen de agua del subsuelo que puede obtenerse en una cierta área, depende del carácter del acuífero subyacente y de la cantidad y frecuencia de la recarga. La capacidad que tiene una formación para contener agua se mide con la porosidad o relación entre el volumen de poros y el volumen total de la formación. Los poros varían de tamaño desde aberturas submicroscópicas en la arcilla y esquistos, hasta las grandes cavidades o cavernas y galerías de las formaciones calcáreas y de lava.

En la siguiente tabla se indica la variación de la porosidad para los materiales más comunes de las formaciones del subsuelo según Meinzer.

MATERIALES	POROSIDAD %	RENDIMIENTO ESPECÍFICO %	PERMEABILIDAD		PERMEABILIDAD INTRÍNSECA D
			UNIDADES MEINZER	m ³ /día/m ²	
Arcilla	45	3	0.001	0.0004	0.0005
Arena	35	25	1000.0	41.0	50.0
Grava	25	22	100000.0	4100.0	5000.0
Grava y Arena	20	16	10000.0	410.0	500.0
Arenisca	15	8	100.0	4.10	5
Calizas densa y Esquistos	5	2	1	0.041	0.05
Cuarzita y Granito	1	0.5	0.001	0.0004	0.0005

Para el análisis de un acuífero se requiere de técnicas de cálculo eficaces. Las ecuaciones que gobiernan el flujo de agua subterránea son las mismas que gobiernan el modelo análogo de flujo viscoso y la ecuación que describe su comportamiento es la siguiente:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{S_c}{T} \frac{\partial h}{\partial t}$$

donde:

$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2}$ Variación de la altura del acuífero en las direcciones "x", "y" respectivamente.

S_c Constante de almacenamiento (volumen de agua removida en una columna unitaria del acuífero).

T Trasmisibilidad de un acuífero (T = ksY).

ks Coeficiente de permeabilidad

Y Espesor del zona saturada dentro del acuífero.

t tiempo.

Dicha ecuación necesita que se alimente con datos de pozos aledaños a la zona de estudio tales como: espesor del acuífero, permeabilidad del subsuelo y el coeficiente de almacenamiento. Si estas propiedades no se definen con suficiente precisión, la solución obtenida será inadecuada.

Con los datos obtenidos del acuífero de El Porvenir sería erróneo el cálculo con la expresión anterior debido a la carencia de datos precisos. Por lo que se plantea para la determinación de la producción de acuífero se aplique el concepto de Rendimiento Seguro.

El Rendimiento Seguro es la cantidad de agua que el subsuelo puede extraerse sin perjudicar al acuífero como una fuente alimentadora de agua, causar contaminación o problemas de extracción o descarga del agua a la superficie.

El **Rendimiento Seguro** se expresa como:

$$R_s = P - R - E - G$$

donde:

R_s = Rendimiento Seguro.

P = Precipitación media anual.

E = Evapotranspiración para el área tributaria del acuífero.

R = Escurrimiento medio anual del área tributaria, y

G = Descarga Subsuperficial media anual del acuífero.

La evapotranspiración se calcula con la siguiente expresión:

$$Et_R = \frac{P}{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}$$

Et_R = Evapotranspiración real media anual mm.

P = Precipitación media anual mm.

$L = 300 + 25 + t^3$.

t = temperatura media anual °C.

Con los datos de la comunidad de El Porvenir, se tiene.

$P = 2000$ mm (Precipitación pág. 4, 10).

$t = 20^\circ\text{C}$.

$$L = 300 + 25 + 20^3$$

$$L = 725$$

$$Et_R = \frac{2000}{0.9 + \frac{2000^2}{725^2}}$$

$$Et_R = 685.6 \text{ mm}$$

Calculado el R_s :

$E = 685.6$ mm.

$R = 750$ mm.

$G = 20 \text{ mm}$ (1% de la precipitación media anual).

$$R_s = 2000 - 750 - 685.6 - 20$$

$$R_s = 544.4 \text{ mm}$$

$$R_s = 0.54 \text{ m}$$

La cuenca de donde la localidad de el Porvenir extrae agua para su consumo es de 30.525 ha, es decir, 305,250 m², (producto del análisis de la carta topográfica 1:50,000 de La Reforma), por lo que el volumen anual es:

$$V = 0.54 * 305250$$

$$V = 164,835 \text{ m}^3$$

Con un consumo de agua por habitante en clima cálido y para poblaciones menores a 2500 habitantes es de 150 l/hab/d y con 900 habitantes, el consumo de agua al año de la población de El Porvenir se determina de la siguiente manera.

Calculando el Volumen media anual de consumo de agua es:

$$V_{ma} = \frac{D \times P \times 365}{1000}$$

$$V_{ma} = \frac{150 \times 900 \times 365}{1000}$$

$$V_{ma} = 49,275 \text{ m}^3$$

Generando un saldo a favor del acuífero se tiene:

$$V_R = V - V_{ma}$$

$$V_R = 164835 - 49275$$

$$V_R = 115,560 \text{ m}^3$$

Concluyendo, el acuífero no presenta problemas de abastecimiento de agua para la comunidad.

Por otra parte, el caudal de extracción que necesita la localidad para su propio consumo de agua es:

Con un consumo de agua por habitante en clima cálido y con poblaciones menores a 2500 habitantes es de 150 l/hab/d.

Calculando el Caudal medio por segundo de consumo de agua, se tiene:

$$Q_m = \frac{D \times P}{86400}$$
$$Q_m = \frac{150 \times 900}{86400}$$
$$Q_m \approx 1.57 \text{ l/s}$$

En la visita realizada al manantial Rancho Viejo, se midieron los caudales de descarga del manantial Rancho Viejo obteniendo un caudal promedio de 3.5 l/s. Por lo que el manantial no presenta problemas para la implementación de la planta de envasado, aunado a dichas características el río que forma el manantial Rancho Viejo, es afluente del río La Cañada y este a su vez es afluente del río Atoyac en sus inicios, y no existe localidad agua abajo antes de la confluencia con este río por lo que se asegura que la planta de envasado no tendrá afectaciones en las comunidades de agua abajo.

En conclusión, en la localidad “El Porvenir”, el abastecimiento de agua para consumo humano proviene de la extracción del manantial Rancho Viejo. El área drenada por el manantial es de 30.525 ha y no presentará problemas de extracción y recarga para la construcción y operación de la planta de envasado de agua potable.

A continuación se realizará la descripción de la obra de toma. Cabe mencionar que en la visita al lugar de estudio, se encontró que la obra de captación y conducción ya existía, por lo que se procederá a su descripción y se planteará las recomendaciones para su óptimo funcionamiento.

II.5.4 OBRA DE CAPTACIÓN.

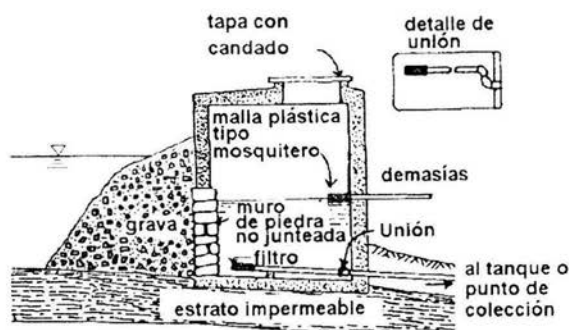
Cuando las aguas de un río están relativamente libres de materiales de arrastre en toda época del año, el dispositivo de captación más sencillo es un tubo sumergido. Es conveniente orientar la entrada del tubo de tal forma, que no quede enfrente de la dirección de la corriente, y protegerla con malla metálica contra el paso de objetos flotantes.

Aunado a este dispositivo la comunidad de El Porvenir cuenta con una cisterna recolectora cuyo objetivo principal es el almacenamiento, además de ser un dispositivo para adquirir carga para iniciar la conducción de agua hacia la localidad.

En cuanto a la conducción del agua de la caja derivadora, la comunidad El Porvenir cuenta con una línea de conducción de fierro galvanizado de 3” de diámetro, hasta la cisterna de la comunidad de la cual se distribuye a las viviendas a través de tuberías de “Polietileno de Alta Densidad” (PEAD) de distintos diámetros que van de 2” a 3/4” (5 cm a 19 mm) en las tomas domiciliarias.

La conducción que tiene la comunidad El Porvenir, satisface la demanda de agua de la población y de la planta de envasado, por lo que no se propondrá una nueva línea de conducción.

En la siguiente figura, se muestra un corte de la caja derivadora de agua hacia la comunidad.



Caja de manantial. El detalle muestra la unión de la tubería con codos de 90°, con el fin de permitir que el filtro sea levantado sobre el nivel del agua para su limpieza.

Las recomendaciones adicionales para un mejor funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable a la comunidad de El Porvenir son las siguientes:

Dar mantenimiento a la caja derivadora para el retiro de las arenas depositadas en el fondo de la caja una vez en época de estiaje y por lo menos dos veces en época de lluvias.

En la entrada de los tubos de llegada y salida de la caja derivadora se recomienda poner un tapón con mosquitero para impedir el paso de sólidos grandes o de que se introduzcan ranas o cangrejos en las tuberías.

Capítulo III

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL.

III.1 BASES DE DISEÑO.

La construcción de la estructura será para el alojamiento de un laboratorio de análisis de la calidad del agua a envasar y para la implementación de una planta de envasado de agua potable. Dichas estructuras estarán sujetas a las recomendaciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente (RCDF, 4 de junio de 1997) en el apartado de proyecto arquitectónico, para contemplar los espacios mínimos y dimensiones para el óptimo funcionamiento de la obra en su conjunto.

La resistencia de cualquier estructura estará en función de sus características geométricas y de refuerzo. La práctica de la ingeniería civil en la construcción ha dado recomendaciones para un dimensionamiento preliminar, las secciones obtenidas deberán verificarse en el análisis y posteriormente en el diseño estructural para determinar las geometrías definitivas, estas dimensiones darán elementos de juicio para la verificación de su resistencia en condiciones de trabajo y en combinación con efectos externos. Si la estructura cumple con los criterios establecidos en los reglamentos y normas vigentes, la geometría analizada será la definitiva.

III.1.1 NORMAS TÉCNICAS Y COMPLEMENTARIAS.

Las normas empleadas fueron las siguientes:

- ❖ Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.
- ❖ Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones
- ❖ Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

III.1.2 REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES.

Se eligió el reglamento de construcciones del Distrito Federal por ser uno de los reglamentos más completos de la República Mexicana.

III.2 ESTRUCTURACIÓN.

La estructuración es la disposición de los espacios, elementos de soporte y materiales en un determinado espacio, a fin de dar cabida a la conjunción de la seguridad, resistencia y funcionalidad de cualquier obra.

El laboratorio y planta de envasado, serán agrupados dentro tipo de estructuras del grupo A, debido a la importancia del equipo y al uso que se le dará a la obra.

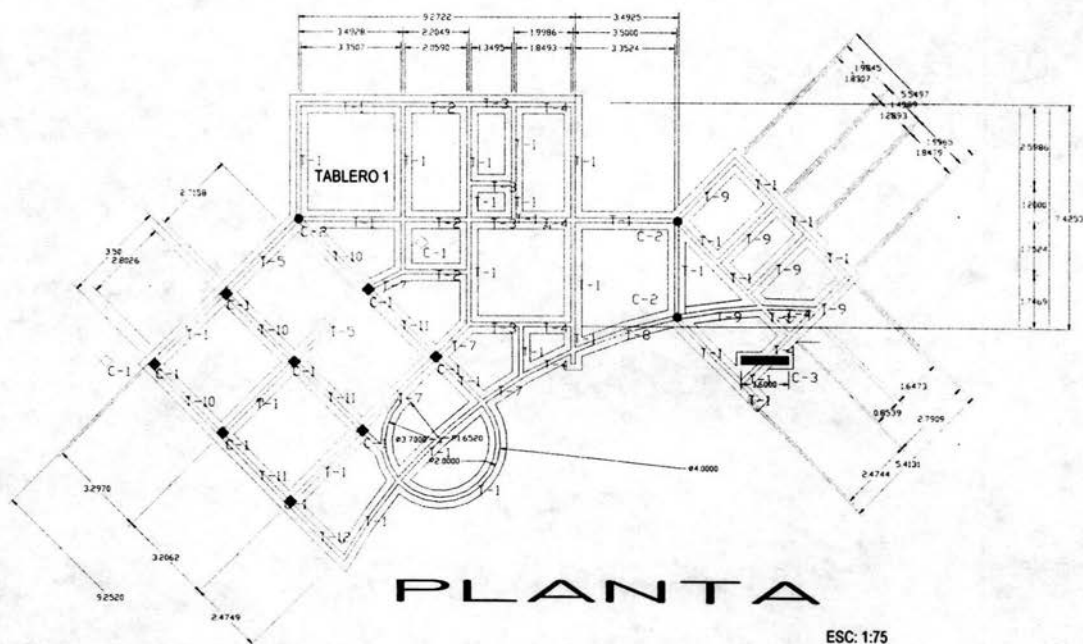
Un solo nivel con 3 m de altura con techo plano (solo se dará una pendiente del 5% para evitar encharcamientos).

La estructura será de marcos de concreto reforzado y los muros de tabique ligero, vigas, losas, cimentación y columnas serán de concreto reforzado. La cimentación será somera, basándose en zapatas aisladas de forma cuadrada. Las losas se diseñarán en dos direcciones. Las contratabes también serán de concreto reforzado.

III.2.1 PLANTA ESTRUCTURAL.

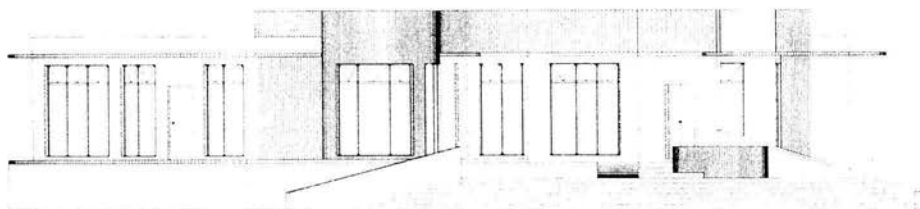
En la planta de cimentación se puede observar las trabes que se emplearán para la estructuración, estas trabes son superpuestas sobre las zapatas.

FIGURA III.1 PLANTA DEL LABORATORIO.



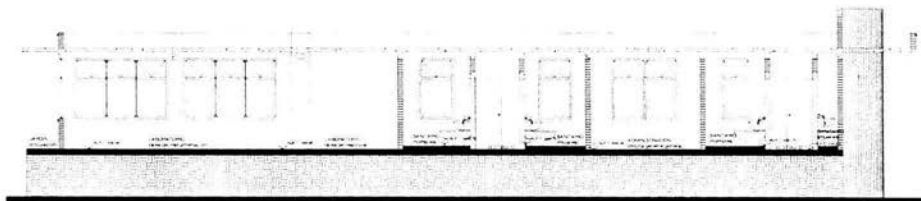
III.2.2 FACHADA DEL LABORATORIO.

FIGURA III.2 FACHADA DEL LABORATORIO.



FACHADA PRINCIPAL

(ZONA DE LABORATORIO Y ADMINISTRACIÓN) ESC: 1:75



CORTE A - A

(ZONA DE LABORATORIO Y ADMINISTRACIÓN) ESC: 1:75

III.2.3 DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS Y CIMENTACIÓN.

Para la primera aproximación se proponen zapatas aisladas de 1.40 x 1.40 m.

La losa se propone con un peralte de 10 cm de espesor.

Las columnas se proponen con una geometría de 30 x 30 cm y con una altura de 3 m.

Las vigas y las traveses de liga se proponen con una sección de 30 x 15 cm de geometría.

III.3 MATERIALES.

Los materiales destinados a la construcción de la planta de envasado y laboratorio son: concreto y acero.

III.3.1 CONCRETO.

A) LOSA DE ENTREPISO.

Concreto clase 2.

$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Tamaño Máximo de Agregado (TMA) = $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

Cemento Portland tipo III.

Los materiales pétreos deberán cumplir con los requisitos de la norma C 111.

B) ZAPATAS.

Concreto clase 2

$f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$

Cemento Portland tipo III.

TMA = $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

Los materiales pétreos deberán cumplir con los requisitos de la norma C 111.

III.3.2 ACERO DE REFUERZO.

A) FLEXIÓN Y TEMPERATURA.

Varillas del número 3, 4 y 6.

Tipo A615.

Grado 60.

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

B) CORTANTE.

Varillas del número 3.

Tipo A615.

Grado 60.

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

III.3.3 SUELO.

En la visita de campo se observó que el suelo donde se desplantará la estructura es una toba semicompacta; esta se puede clasificar como una arena mediana a gruesa, uniforme, con poca grava (SP), y el valor de presiones admisibles del suelo fluctúa de 30 a 40 t/m², por lo que tomaremos el menor valor, es decir, 30 t/m², y con un peso específico será de 1.8 t/m³, según los apuntes y ayudas de diseño para cimentaciones, editadas por la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

III.4 DESTINO.

Envasadora de El Porvenir.

La obra civil comprende el edificio que albergará el equipo y la maquinaria empleada para purificar y envasar el agua del manantial, además contempla áreas para almacenamiento y carga a camión, embotellado, control de calidad, sanitarios, regaderas y vestidores para hombres y mujeres, un área de instrumentación y otra para los tableros de control de la instalación eléctrica, oficina con un una área gerencial, vestíbulo y área secretarial.

Las áreas fueron determinadas con las dimensiones mínimas para no encarecer el costo de la obra pero considerando el espacio suficiente para que la instrumentación funcione de manera óptima con los demás espacios de trabajo para lograr una jornada con el más alto rendimiento.

III.5 CARGAS CONSIDERADAS.

Según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente, las condiciones de carga se dividen en tres: Cargas Vivas, Cargas Muertas y Cargas Accidentales. El reglamento en su artículo 196 especifica las cargas muertas son todos los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que un cambia sustancialmente con el tiempo. A continuación se presenta de forma tabular el cálculo de la carga muerta.

III.5.1 CARGA MUERTA.

A) LOSA DE CONCRETO EN TECHOS.

Empleado un programa de dibujo técnico se determinó el área precisa de la losa superior teniendo como resultado un área de 238.8 m².

Empleando un espesor de 10 cm se tiene el siguiente volumen:

$V = 238.8 \times 0.1 = 23.88 \text{ m}^3$, multiplicado por el peso específico del concreto se tiene:

$$W_{\text{losa}} = 2.2 \times 23.88 = 52.536 \text{ t.}$$

Incremento por RCDF (artículo 197).

Por colarse en sitio se incrementa 20 kg/m².

Por una capa de mortero 20 kg/m².

Peso total de 40 kg/m².

$$W_{\text{Reglamento}} = 0.040 \times 238.8 = 9.55 \text{ kg.}$$

$$W_{\text{losa total}} = 52.536 + 0.009 = 52.545 \text{ t.}$$

B) MUROS LATERALES.

Se empleó el programa de computadora “Autocad” para determinar la longitud y con su altura el área de cada muro, dando como resultado 359.89 m² menos 250.1 m² de la cancelería da un área total de muros de 109.79 m².

Se empleará un peso específico de 1.5 t/m³ para muros, considerando aplanados haciendo el espesor total de 15 cm.

Por lo que se tiene un volumen de:

$$V = 109.79 \times 0.15 = 16.468 \text{ m}^3.$$

$$W_{\text{muros}} = 1.5 \times 16.468 = 24.702 \text{ t.}$$

C) COLUMNAS.

Se consideró que la geometría de las columnas sean de sección cuadrada de 30 cm por lado.

Obteniendo el peso resultado de producto del volumen por el peso específico se tiene:

$$V = 0.3 \times 0.3 \times 3.0 = 0.27 \text{ m}^3.$$

$$W = 0.27 \times 2.2 = 0.594 \text{ t}$$

por 25 columnas es igual a:

$$W_t = 0.594 \times 25 = 14.85 \text{ t.}$$

D) CASTILLOS.

Se consideró que la geometría de los castillos sean de sección rectangular de 15x30 cm.

Obteniendo el peso resultado de producto del volumen por el peso específico se tiene:

$$V = 0.3 \times 0.15 \times 3.0 = 0.135 \text{ m}^3.$$

$$W = 0.135 \times 2.2 = 0.297 \text{ t}$$

por 21 castillos es igual a:

$$W_t = 0.297 \times 21 = 6.237 \text{ t.}$$

E) TRABES (LONGITUD TOTAL).

Empleando el programa de computadora “Autocad” obtenemos toda la longitud de desarrollo de todas las trabes empleadas en laboratorio teniendo como resultado de 114.7 m.

Para obtener el volumen se calcula el valor de la sección que es de 30 x 20 cm multiplicada por la longitud. Se empleará la misma sección para las trabes de liga.

$$W_{\text{Trabes}} = 0.30 \times 0.20 \times 114.7 \times 2.2 = 15.140 \text{ t}$$

F) APLANADOS.

Muros.

Se considera que los muros se encontrarán aplanados por los dos lados con un espesor de 1.5 cm y tomando como base el área calculada para los muros menos el área de cancelería, se tiene:

$$W_{\text{muros}} = 0.015 \times (359.89 - 250.1) \times 2 \times 1.5 = 4.94 \text{ t.}$$

Plafones.

Se considera un aplanado total de la losa, la cual tiene una área de 238.80 m², con un espesor de 1.5 cm, por lo que el peso de plafones de:

$$W_{\text{plafones}} = 238.8 \times 1.5 \times 0.015 = 5.38 \text{ t}$$

G) CANCELERÍA PUERTAS Y VENTANAS (ÁREA TOTAL).

Para considerar el peso de la herrería generada por puertas y ventanas se obtuvo el área total que involucra a estos elementos teniendo en total una área de 250.1 m². Empleando un peso de 35 kg/m².

$$W_{\text{herrería}} = 250.1 \times 0.035 = 8.75 \text{ t}$$

H) VIDRIOS.

Para cuantificar el peso del vidrio se determinó el área empleada de vidrio (62 m²) por el peso específico de este material que es de 2.6 t/m³ de 6 mm de espesor.

Por lo que el peso es de:

$$W_{\text{vidrios}} = 2.6 \times 62 \times 0.006 = 0.967 \text{ t.}$$

I) PISOS DE CONCRETO.

Los pisos serán de concreto simple construidos con un espesor de 0.07 m, se considera la misma área de la losa para la construcción del piso; el peso del concreto simple lo tomaremos igual a 2.2 t/m³.

$$W_{\text{piso}} = 0.07 \times 238.80 \times 2.2 = 36.775 \text{ t.}$$

J) RELLENO SOBRE LA CIMENTACIÓN.

Para el diseño de las zapatas de cimentación se considera el peso del relleno del material que se encontrará sobre la cimentación. El área que contendrá el relleno es de 1.21 m², por 80 cm de espesor y por 41 zapatas aisladas; el peso específico del relleno es de 1.8 t/m³, por lo que se tiene:

$$W_{\text{relleno}} = (1.4 - 0.3)^2 \times 0.80 \times 41 \times 1.8 = 71.438 \text{ t.}$$

K) ZAPATA DE CIMENTACIÓN.

Se emplearon zapatas aisladas en la cimentación de 1.40 m por 1.40 m, con un espesor de 20 cm, respecto a la profundidad de la cimentación esta será de 1.0 m. Por lo que el volumen de cada zapata es de 1.4 x 1.4 x 0.2 = 0.392 m³, mientras que el volumen de la columna sobre la zapata es de 0.3 x 0.3 x 0.80 = 0.072 m³.

$$W_{\text{Zapatas}} = (0.392 + 0.072) \times 2.2 = 1.020 \text{ t.}$$

$$W_t = 1.020 \times 41 = 41.852 \text{ t}$$

Para realizar el análisis de la estructura se dividirá en dos partes, en la primera se realizará el análisis para el cálculo de la cimentación, y la segunda parte del análisis será para el cálculo de la trabe y columna, castillo y tablero de losa más desfavorable.

A continuación se presenta una tabla con el resumen del cálculo de las cargas muertas marcadas por el reglamento.

TABLA III.1 RESUMEN DE CARGAS MUERTAS PARA LA CIMENTACIÓN.

CARGA MUERTA	ELEMENTO	CANTIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO ESPECIFICO (t/m ³)	PESO (ton)
	Losas de concreto en techos	1	variable	238.8	0.1	2.2	52.536
	Incremento por Reglamento (artículo 197)	1		238.8	-	0.04	9.552
	Muros laterales	1	variable	variable	variable	1.5	24.703
	Columnas	25	0.3	0.3	3	2.2	14.850
	Castillos	21	0.30	0.15	3	2.2	6.237
	Trabes (longitud total.)	2	114.7	0.2	0.3	2.2	30.281
	Aplanados en muros	2	359.89	-250.1	.015	1.5	4.941
	Aplanados en plafones	1	variable	238.8	0.015	1.5	5.375
	Cancelaría puertas y ventanas	1	variable	variable	variable	0.035	8.75
	Vidrios	1	variable	variable	variable	2.6	0.967
	Pisos de concreto.	1	variable	238.8	0.07	2.2	36.775
	Tinacos	1			0.75	1.1	1.1
Zapata de cimentación	41	1.40	1.40	0.20	2.2	35.358	
Columna de cimentación	41	0.30	0.30	0.80	2.2	6.494	
Total							237.917

TABLA III.2 RESUMEN DE CARGAS MUERTAS PARA LA SUPERESTRUCTURA.

CARGA MUERTA	ELEMENTO	CANTIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	PESO ESPECIFICO (t/m ³)	PESO (ton)
	Losas de concreto en techos	1	variable	238.8	0.1	2.2	52.536
	Incremento por Reglamento (artículo 197)	1		238.8	-	0.04	9.552
	Muros laterales	1	359.89	-250.1	0.12	1.5	19.762
	Columnas	25	0.3	0.3	3	2.2	14.85
	Castillos	21	0.3	0.15	3	2.2	6.237
	Trabes (longitud total.)	1	114.7	0.3	0.2	2.2	15.140
	Aplanados en muros	2	359.89	-250.1	0.015	1.5	4.941
	Aplanados en plafones	1	variable	238.8	0.015	1.5	5.373
	Tinacos	1	1	1.1	1	1	1.1
	Total						

De la misma manera el RCDF, en su artículo 198 especifica que las cargas vivas son todas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.

III.5.2 CARGA VIVA.

En la determinación de las cargas vivas, se empleó la recomendada por el RCDF marcado en el artículo 199, apartado b, que es de 250 kg/m^2 para diseño estructural por fuerzas gravitacionales; esta carga se puede reducirse si se cuenta con un área tributaria mayor de 36 m^2 , W_m podrá reducirse tomándola igual a $180 + 420/A$ donde (a es el área tributaria), que para nuestro caso, la reducción aplica al valor de 208 kg/m^2 , 180 kg/m^2 será para el diseño de cargas accidentales y 100 kg/m^2 para el cálculo de asentamientos diferidos.

Por lo que al multiplicarlo por el área construida de 238.80 m^2 . La carga viva calculada resulta ser de $238.8 \times 0.208 = 49.67 \text{ t}$ y además la carga viva considerada en el techo del laboratorio es de 100 kg para cubiertas con pendiente menor al 5% .

Por lo que el peso $238.8 \times 0.1 = 23.88 \text{ t}$

A continuación se presenta una tabla con el resumen del cálculo de las cargas vivas para las distintas condiciones de carga marcadas por el reglamento.

	CARGA VIVA (ARTÍCULO 199) (kg/m^2)	SUPERFICIE (m^2)	PESO (t)	CARGA VIVA EN AZOTEA (kg/m^2)	PESO TOTAL (t)
W_m	208	238.8	49.670	100	73.550
W_a	180	238.8	42.984	75	59.700
W	100	238.8	23.880	15	27.462

III.5.3 ANÁLISIS SÍSMICO.

Existen diversos procedimientos para calcular las solicitaciones que el sismo de diseño introduce en la estructura. Los métodos aceptados por las normas tienen distinto nivel de refinamiento y se subdividen en dos grupos: los de tipo estático y los dinámicos.

El análisis sísmico que se empleará es el método estático. En este se aplica a la estructura un sistema de cargas laterales cuyo efecto estático se supone equivalente al de la acción sísmica, es decir, -se determina la fuerza lateral total (cortante en la base) a partir de la fuerza de inercia que se introduce en un sistema equivalente de un grado de libertad, para después distribuir esta cortante en fuerzas concentradas a diferentes alturas de la estructura.

Como la estructura se encuentra en el estado de Oaxaca y por la información recabada en el lugar, la obra esta ubicada en la zona sísmica D del mapa de regiones sísmicas de la República Mexicana, de acuerdo a la clasificación hecha por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Los valores recomendados en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad para la zona D en un suelo tipo 1 (terreno firme) son:

a_0	0.50
C	0.50
T_1	0.0
T_2	0.6
r	1/2

Donde:

- a Ordenada espectral
- a_0 Ordenada espectral para $T=0$
- C Coeficiente sísmico básico.
- R Coeficiente adimensional.
- T_1, T_2 Periodos naturales que definen la forma del espectro [s]

Las ordenadas espectrales reportadas son para las estructuras del grupo B, para las estructuras del grupo A, deberán incrementarse en un 50%, por lo que se considera un coeficiente sísmico de $C=0.75$.

Si se desea obtener una reducción en el coeficiente sísmico, las ordenadas en el espectro de diseño emitido por la CFE, deben ser mayores que el periodo de la estructura, es decir, el periodo de la estructura deberá estar en la ascendente del espectro, para poder realizar una reducción considerable.

Para emplear esta opción es necesario conocer el periodo natural de la estructura. Para su determinación debería realizarse, estrictamente, un análisis dinámico de la misma; sin embargo, son admisibles, para estructuras regulares, estimaciones aproximadas del periodo. Un procedimiento sencillo es el siguiente.

Cuando la rigidez a cargas laterales es proporcionada exclusivamente por marcos rígidos de concreto o acero, el periodo se podrá estimar con:

$$T = C_T H^{0.75}$$

Donde: C_T es una constante que vale 0.08 para marcos de concreto y 0.06 para marcos de acero; H es la altura total en metros.

Sustituyendo:

$$T = 0.08 \times 3.0^{0.75}$$

$$T = 0.182$$

De donde se observa que el periodo T, es mayor que T_1 , por lo que no procede la reducción del coeficiente sísmico.

DETERMINACIÓN DEL CORTANTE BASAL.

La fuerza cortante basal se determina como:

$$V_0 = C_s W$$

en donde W es el peso total de la estructura, C_s es el coeficiente de cortante basal reducido:

$$C_s = \frac{C}{Q'}$$

y

$$Q' = Q \quad \text{si } T \text{ es mayor que } T_1$$

El valor de Q' , depende de los factores de comportamiento sísmicos, para el caso del laboratorio $Q=4$ en ambas direcciones (artículo 207 del RCDF y la sección 4 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño de Estructuras de Concreto) debido a que la resistencia será suministrada exclusivamente por marcos no contraventados de concreto reforzado.

$$C_s = \frac{0.75}{4}$$

$$C_s = 0.1875$$

Una vez determinada la fuerza cortante en la base, debe definirse cuales son las fuerzas individuales aplicadas en cada nivel, las que sumadas dan lugar a dicha cortante total.

Con la expresión siguiente se determinan las fuerzas aplicadas en cada nivel:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} V = \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i} C_s W$$

Las condiciones de la estructura de un solo nivel, simplifica el análisis, el peso W_i , será el considerado para la condición de sismo, $W_i=189.191$ ton, y la altura es de 3 m, sustituyendo:

$$F_i = \frac{189.91 \times 3}{567.573} \times 0.1875 \times 189.191$$

$$F_i = 35.474 \text{ ton}$$

Que se encontrará distribuido en toda la planta estructural, además debe revisarse la estructura para la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno, se considerará actuando simultáneamente el valor de diseño de una componente más el 30% del valor de diseño del componente ortogonal.

Por otro lado la fuerza de sismo será resistida por 7 y 12 columnas en los ejes “x” y “y” respectivamente depreciando la resistencia sísmica de los muros, por lo que la fuerza sísmica quedaría de la siguiente manera:

EJE	CONDICIÓN SÍSMICA [ton]	
	1 ^{RA}	2 ^{DA}
X	5.068	2.956
Y	0.887	1.520

III.5.4 CONDICIONES DE CARGA.

Para las acciones permanentes con las acciones variables las cuales son afectadas por un factor, para estructuras del grupo A dicho factor es de 1.5.

TABLA III.3 CONDICIONES DE CARGAS.

CONDICIÓN	TIPO DE FUERZAS	ACCIONES	TIPO DE CARGAS	FACTOR DE CARGA	CARGA (ton)	CARGAS AFECTADAS (ton)	
CIMENTACIÓN	Gravitacionales	Permanentes	Muerta	1.5	237.917	356.876	
		Variables	Viva	1.5	73.55	110.325	
						Suma	467.201
	Asentamientos	Permanentes	Muerta	1.5	237.917	356.8755	
		Variables	Viva	1.5	27.462	41.193	
						Suma	398.069
	Sismo	Permanentes	Muerta	1.1	196.065	215.6715	
		Variables	Viva	1.1	59.7	65.670	
						Suma	281.342
	SUPERESTRUCTURA	Gravitacionales	Permanentes	Muerta	1.5	129.491	194.237
Variables			Viva	1.5	73.55	110.325	
					Suma	304.562	
Asentamientos		Permanentes	Muerta	1.5	129.491	194.2365	
		Variables	Viva	1.5	27.462	41.193	
					Suma	235.430	
Sismo		Permanentes	Muerta	1.1	129.491	142.440	
		Variables	Viva	1.1	59.7	65.670	
					Suma	208.110	

En la segunda condición de carga se consideran cargas permanentes, variables y accidentales, se emplea el factor de carga de 1.1 y de la misma forma se cuantifican las componentes ortogonales.

Para determinar las cargas por metro que serán introducidas a la estructura, es necesario obtener las áreas de tributarias de cada elemento, es decir, aquella área que, multiplicada por la carga uniforme, define la carga total que se debe considerar actuando sobre el elemento y que produce efectos iguales a los de la distribución real de cargas sobre la estructura. Las áreas tributarias de dos elementos son separadas mediante las bisectrices de los ángulos que éstos forman; y para su determinación se emplea el método gráfico, y con la ayuda de un programa de dibujo se reportan las siguientes áreas por eje:

EJES												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	A	B
3.584	8.252	9.564	4.54	1.66	10.224	4.86	1.784	3.281	3.28	3.045	5.836	1.108
C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P
14.878	2.8	4.819	2.495	6.4004	2.638	14.453	13.02	13.212	6.065	6.805	13.324	11.54

Las áreas reportadas son en m².

La combinación de carga muerta, viva y accidentales, está considerada en toda el área de la estructura, por lo que su desglose, estará en función del área tributaria de cada eje, para cada condición de carga de la cimentación y superestructura respectivamente.

TABLA III.4 CARGAS DE DISEÑO, CIMENTACIÓN.

CONDICIÓN DE CARGA	EJES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	A	B
Gravitacionales	1.8	3.4	2.9	2.3	1.8	3.9	2.8	1.2	2.3	2.3	1.2	1.7	1.4
Asentamientos	1.6	2.9	2.5	2.0	1.6	1.2	2.3	1.1	2.0	2.0	1.1	1.5	1.2
Sismo	1.1	2.0	1.5	1.4	1.1	2.3	1.7	0.8	1.4	1.4	0.8	1.0	0.9
	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Gravitacionales	2.7	2.5	2.7	1.0	2.6	1.4	1.5	3.2	3.4	1.7	1.6	3.4	2.8
Asentamientos	2.3	2.1	2.3	0.8	2.2	1.2	1.5	2.7	2.9	1.5	1.4	2.9	2.4
Sismo	1.6	1.5	1.6	0.6	1.6	0.8	1.0	1.9	2.0	1.0	1.0	2.1	1.7

Las cargas reportadas son en t/m.

TABLA III.5 CARGAS DE DISEÑO, ESTRUCTURA.

CONDICIÓN DE CARGA	EJES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	A	B
Gravitacionales	1.2	2.2	1.9	1.5	1.2	2.5	1.8	0.8	1.5	1.5	0.8	1.1	0.9
Asentamientos	0.9	1.7	1.5	1.2	0.9	1.9	1.4	0.6	1.2	1.2	0.6	0.9	0.7
Sismo	0.8	1.5	1.3	1.0	0.8	1.7	1.2	0.6	1.0	1.0	0.5	0.8	0.6
	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Gravitacionales	1.8	1.6	1.8	0.6	1.7	0.9	1.1	2.1	2.2	1.1	1.0	2.2	1.8
Asentamientos	1.4	1.3	1.4	0.5	1.3	0.7	0.9	1.6	1.7	0.9	0.8	1.7	1.4
Sismo	1.2	1.1	1.2	0.4	1.2	0.6	0.8	1.4	1.5	0.8	0.7	1.5	1.2

Las cargas reportadas son en t/m.

Para el manejo práctico de las cargas, estas fueron redondeadas al medio punto siguiente, y las cargas con menor frecuencia, redondeadas al entero siguiente.

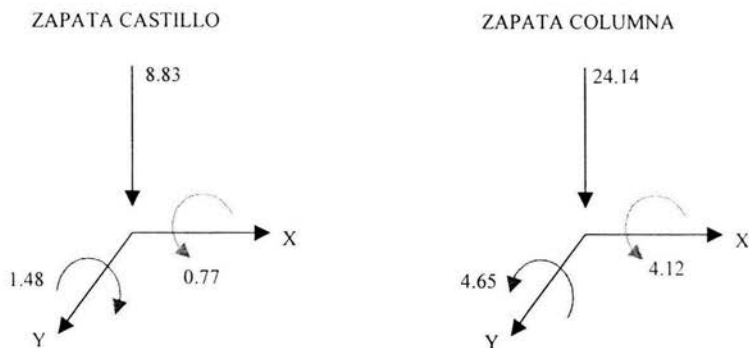
III.6 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

La aplicación de cargas a una estructura produce fuerzas y deformaciones en ella. La determinación de estas fuerzas y deformaciones se llama análisis estructural.

III.6.1 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN.

El análisis estructural para la cimentación se realizó empleando el programa de computadora SAP2000.

Los datos de la geometría, las propiedades de los materiales y las diferentes cargas con las que se realizó el análisis y que se mencionan en las secciones anteriores, dan como resultado los siguientes elementos mecánicos en la cimentación.



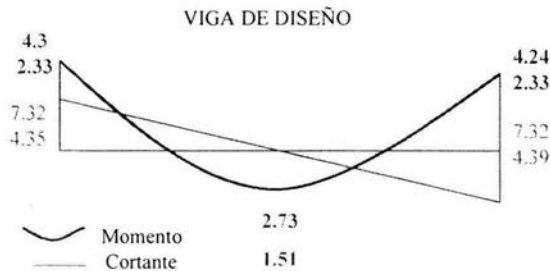
Dichos resultados son la interacción de las condiciones de carga para la cimentación en donde la carga P_u proviene del análisis de cargas gravitacionales, mientras los momentos M_x y M_y , provienen de los análisis sísmicos.

III.6.2 ANÁLISIS DE LA SUPERESTRUCTURA.

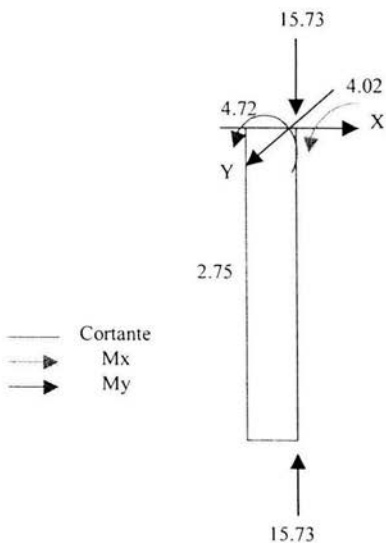
El análisis estructural para la superestructura se realizó empleando el programa de computadora SAP2000.

Los datos de la geometría, las propiedades de los materiales y las diferentes cargas con las que se realizó el análisis y que se mencionan en las secciones anteriores, dan como resultado los siguientes elementos mecánicos en la superestructura.

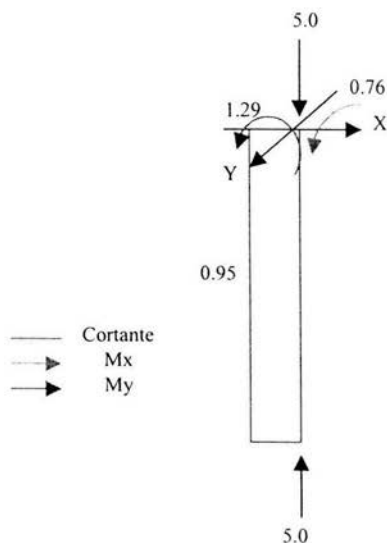
Dichos resultados son la interacción de las condiciones de carga para la superestructura en donde la carga los cortantes provienen del análisis de cargas gravitacionales, mientras los momentos M_x y M_y , provienen de los análisis sísmicos.



COLUMNA DE DISEÑO



CASTILLO DE DISEÑO



III.7 DISEÑO ESTRUCTURAL.

El diseño estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, es decir, de aquella parte de una construcción que tiene como función absorber las sollicitaciones que se presentan durante las distintas etapas de su existencia.

Toda estructura y cada una de sus partes deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

1. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo editado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y
2. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

Se considera como estado límite de falla, cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualesquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación o, al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de cargas.

En el estado límite de servicio, se revisará la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

III.7.1 CIMENTACIÓN.

En un cimiento somero, como en toda cimentación, se debe revisar su estabilidad tanto para estados límite de falla como para los estados límite de servicio. Es decir, se debe verificar que se tenga una seguridad razonable para evitar que se presente una falla por resistencia al corte del terreno de cimentación, y que las deformaciones que sufra este, no afecten el comportamiento de los elementos de cimentación y de la propia estructura.

A) ESTADO LÍMITE DE FALLA.

El área de un cimiento somero es aquella para la cual la cimentación cumple con los requisitos de seguridad correspondientes.

El área de la zapata se obtiene empleando la expresión:

$$A = \sum \frac{Q}{q_{an}}$$

Cuando existen momentos se tiene que trabajar con las dimensiones reducidas B' y L' ; y con excentricidades:

$$B' = B - 2e_x ; \quad L' = L - 2e_y$$

Donde B es el ancho del cimiento y L es la longitud del mismo.

$$e_x = \frac{M_y}{\sum Q} ; \quad e_y = \frac{M_x}{\sum Q}$$

Consideremos inicialmente que no existen momentos, y que las dimensiones B y L son iguales por tratarse de zapatas cuadradas, entonces:

$$B' = L' ; \quad A' = B' \times L'$$

$$A = \frac{24.140}{30} = 0.8046 \text{ m}^2$$

$$B' = 0.89 \cong 0.90 \text{ m}$$

Por tratarse de una toba cementada $q_{an} = 30 \text{ t/m}^2$.

La revisión debe realizarse a nivel de desplante de la cimentación, por lo que hay que calcular las cargas a esta elevación:

$$\begin{aligned} \text{fuerza vertical al nivel de la superficie del terreno } \Sigma Q &= 24.14 \text{ t} \\ \text{Peso del relleno} &= 1.360 \text{ t} \\ \Sigma Q' &= 25.500 \text{ t} \end{aligned}$$

Ahora se tomarán en cuenta los efectos de los momentos. Considerando que solamente existe momento alrededor del eje y:

$$\begin{aligned} e_x &= \frac{4.65}{25.500} ; \quad e_y = \frac{4.12}{25.500} \\ e_x &= 0.182 \text{ m} ; \quad e_y = 0.162 \text{ m} \\ B &= B' + 2e_x ; \quad L = L' + 2e_y \\ B &= 0.90 + 2 \times 0.182 ; \quad L = 0.90 + 2 \times 0.162 \\ B &= 1.27 \text{ m} ; \quad L = 1.23 \text{ m} \\ B &= L \cong 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Como se trata de un cálculo aproximado, se inicia la revisión de la seguridad de la cimentación con un ancho intermedio entre 90 cm y 1.30 m.

Procediendo por tanteos, se obtiene que para $B = 1.2 \text{ m}$, no excede el estado límite de falla del suelo, con una buena aproximación. A continuación se presenta el cálculo para dicho ancho.

Los nuevos anchos reducidos por efectos de los momentos ortogonales son:

$$B' = B - 2e_x; \quad L' = L - 2e_y$$

$$B' = 1.2 - 2 \times 0.182; \quad L' = 1.2 - 2 \times 0.162$$

$$B' = 0.837 \text{ m}; \quad L' = 0.876 \text{ m}$$

$$B = L \cong 0.90 \text{ m}$$

en suelos puramente friccionantes (tobas) se debe satisfacer la siguiente desigualdad:

$$\sum_{A'} \frac{QFc}{A'} < \left[P_V (f_q N_q - 1) + \frac{\gamma B' f \gamma N \gamma}{2} \right] F_R + P_V$$

$$q_{CU} = \sum_{A'} \frac{QFc}{A'}$$

$$q_{Rf} = \left[P_V (f_q N_q - 1) + \frac{\gamma B' f \gamma N \gamma}{2} \right] F_R + P_V$$

$$Q_{CU} < Q_{Rf}$$

Donde:

- ΣQFc Suma de las acciones verticales a tomar en cuenta.
- A' Área reducida del cimiento, por efecto del momento $B'L' = 0.81 \text{ m}^2$.
- P_V Presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo = $1.8 \times 0.90 = 1.62 \text{ t/m}^2$.
- P_V Presión vertical efectiva a la profundidad misma profundidad = 1.62 t/m^2 .
- γ Peso volumétrico del suelo = 1.8 t/m^3 .
- $\theta = 33^\circ$ (Valor promedio, Apuntes de Cimentación, F. I. UNAM):

N_q , Coeficiente de capacidad del carga está dado por:

$$N_q = e^{\pi \tan \theta} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\theta}{2} \right)$$

$$N_q = e^{\pi \tan 33} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{33^\circ}{2} \right)$$

$$N_q = 26.092$$

El factor de forma f_q vale por tratarse de una zapata cuadrada:

$$f_q = 1 + \tan \theta$$

$$f_q = 1 + \tan 33^\circ$$

$$f_q = 1.649$$

El coeficiente de capacidad de carga está definido por :

$$N\gamma = 2(Nq + 1)\tan\theta$$

$$N\gamma = 2(26.092 + 1)\tan 33^\circ$$

$$N\gamma = 35.187$$

El factor de forma $f\gamma$ vale: 0.6 por tratarse de una zapata cuadrada.

Sustituyendo en las desigualdades:

$$\frac{\sum QFc}{A} < \left[P_r (f_q N_q - 1) + \frac{\gamma B' f\gamma N\gamma}{2} \right] FR + P_v$$

$$\frac{25.500}{0.81} < \left[1.62(1.649 \times 26.092 - 1) + \frac{1.8 \times 0.9 \times 0.6 \times 35.187}{2} \right] 0.35 + 1.62$$

$$31.483 < 31.651$$

Por lo que cumple con el estado límite de falla.

B) ESTADO LÍMITE DE SERVICIO.

Los asentamientos instantáneos en los suelos se pueden calcular de manera aproximada utilizando las expresiones que proporciona la teoría de la elasticidad.

Terzaghi, (1943) propuso que el asentamiento (δ) de la superficie de un medio semiinfinito, homogéneo e isotrópico, bajo la esquina de un rectángulo sometido a carga uniformemente repartida q , esta dado por:

$$\delta = \frac{q(1-\nu^2)}{\pi E} \times \left(L \ln \frac{B + \sqrt{B^2 + L^2}}{L} + B \ln \frac{L + \sqrt{L^2 + B^2}}{B} \right)$$

donde:

- q Incremento de presión.
- B Ancho de la zapata.
- L Longitud de la zapata.
- E Módulo de elasticidad del medio.
- ν Relación de Poisson del medio.

Nótese que el área cargada se divide entre cuatro. Sustituyendo valores para la zapata de las columnas queda de la siguiente manera:

$$q = 25.5/1.2^2 = 17.709 \text{ t/m}^2$$

$$B = 1/2 = 0.6 \text{ m}$$

$$L = 1/2 = 0.5 \text{ m}$$

$$E = (500 \text{ kg/cm}^2)^3$$

$$\nu = 0.25^3$$

³ Valor recomendado por las Ayudas de Cimentación para una toba cementada.

Sustituyendo valores, queda:

$$\delta = \frac{17.709(1-0.25^2)}{3.1416 \times 5000} \times \left(0.9 \ln \frac{0.9 + \sqrt{0.9^2 + 0.9^2}}{0.9} + 0.9 \ln \frac{0.9 + \sqrt{0.9^2 + 0.9^2}}{0.9} \right)$$

$$\delta = 0.11 \text{ cm}$$

El asentamiento de toda el área se obtiene multiplicando por cuatro el asentamiento calculado:

$$\delta_1 = 4 \delta$$

$$\delta_1 = 0.447 \text{ cm}$$

Que resulta menor que el asentamiento permitido de 30 cm.

El giro de la zapata se puede calcular de manera aproximada empleando el artificio que consiste en obtener el momento de inercia del rectángulo I_r en la dirección que se este analizando, y determinar el radio equivalente a un círculo.

$$I_r = \frac{LB^3}{12}$$

$$R = \left(\frac{4I_r}{\pi} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Con el radio equivalente R, el giro se determina con la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{3(1-\nu)M}{8GR^3}$$

Sustituyendo valores en la dirección Y.

$$I_r = \frac{1.2 \times 1.2^3}{12} = 0.1728 \text{ m}^4$$

$$R = \left(\frac{4 \times 0.1728}{3.1416} \right)^{\frac{1}{4}} = 0.684 \text{ m}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{5000}{2(1+0.25)} = 2000 \text{ t/m}^2$$

$$\theta = \frac{3(1-0.25)4.65}{8 \times 2000 \times 0.684^3} = 0.002035 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.20\%$$

El reglamento permite un giro de: $\frac{100}{100 + 3H}$

$$\frac{100}{100 + 3 \times 300} \% = 10.0\%$$

Que es mayor que el giro obtenido en la zapata, por lo que la geometría cumple con el estado límite de servicio.

De manera análoga se calcularon los estados límite de falla y servicio para la zapata de los castillos, obteniendo una geometría de una zapata cuadrada de 90 cm, con un asentamiento de 0.22 cm y un giro de 0.15%.

C) PENETRACIÓN.

De acuerdo con las Normas Técnicas para Diseño y Construcción de Cimentaciones, la sección crítica forma una figura semejante a la definida por la periférica del área cargada, a una distancia de esta igual a $d/2$, siendo d el peralte efectivo de la zapata.

Cuando haya transferencia de momento se supondrá que una fracción del momento dada por:

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \cdot (c_1 + d)/(c_2 + d)}$$

Empleando los siguientes valores:

$$c_1 = 0.30 \text{ m.}$$

$$c_2 = 0.30 \text{ m.}$$

$$d = 0.15 \text{ m.}$$

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \cdot (0.3 + 0.15)/(0.3 + 0.15)}$$
$$\alpha = 0.4012.$$

Se transmite por excentricidad de la fuerza cortante total, con respecto al centroide de la sección crítica definida antes. El esfuerzo cortante máximo de diseño V_u se obtendrá tomando en cuenta el efecto de la carga axial y del momento, suponiendo que los esfuerzos cortantes varían linealmente, es decir:

$$v_u = \frac{V_u}{AC} + \frac{\alpha M_u C_{AB}}{J_c}$$

Donde:

v_u = Esfuerzo cortante de diseño

V_u = Fuerza cortante.

α = Porcentaje de momento transmitido al esfuerzo de diseño.

J_c = Momento polar de inercia.

$$Ac = 2d(c_1 + c_2 + 2d)$$

$$Ac = 2 \times 15 \times (30 + 30 + 2 \times 15)$$

$$Ac = 2700 \text{ cm}^2$$

$$J_c = \frac{d(c_1 + d)^3}{6} + \frac{(c_1 + d)d^3}{6} + \frac{d(c_2 + d)(c_1 + d)^2}{2}$$

$$J_c = \frac{15(30+15)^3}{6} + \frac{(30+15)15^3}{6} + \frac{15(30+15)(30+15)^2}{2}$$

$$J_c = 936562.5$$

Para calcular el cortante último se aplica la siguiente expresión:

$$V_{AB} = \frac{V}{Ac} + \frac{\alpha(MC_{AB})}{J_c}$$

$$C_{AB} = \frac{c_1 + d}{2}$$

$$C_{AB} = \frac{30+15}{2}$$

$$C_{AB} = 22.5 \text{ cm}$$

La fuerza cortante V, actúa en toda el área de la sección crítica, la cual la obtenemos a partir de la reacción q_v de la siguiente forma:

$$q_v = 17.709 - 0.3 \times 2.2 - 0.7 \times 1.8$$

$$q_v = 15.789 \text{ t/m}^2$$

$$V_u = \frac{15.789}{0.81} = 19.496 \text{ t}$$

$$V_{AB} = \frac{19493}{2700} + \frac{.4012(412000 \times 22.5)}{936562.5}$$

$$V_{AB} = 3.978 \text{ kg}$$

El esfuerzo cortante máximo de diseño obtenido con los criterios anteriores no debe exceder ninguno de los dos siguientes valores:

$$V_{CR1} = F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f_c^*}$$

$$V_{CR2} = F_R \sqrt{f_c^*}$$

$$\gamma = \frac{c_1}{c_2} = \frac{0.3}{0.3} = 1$$

$$V_{CR1} = 0.7(0.5 + 0.3 \times 1) \sqrt{160} = 13.28 \text{ kg}$$

$$V_{CR2} = 0.7 \sqrt{160} = 8.854 \text{ kg}$$

$$V_{AB} < V_{CR1} \text{ y } V_{CR2}$$

$$3.978 < 13.28 \text{ o } 8.854$$

Por lo que la geometría cumple y no existe riesgo de penetración.

D) TENSION DIAGONAL (CORTANTE).

La sección crítica por tensión diagonal se presenta a una distancia "d" del paño de la columna. Para esto se calcula el cortante último en esta sección y se compara con el cortante resistente del concreto.

La sección crítica es de 30 cm, la $q_{neta}' = 28.102 \text{ t/m}^2$, por lo que V_u :

$$V_u = q_{neta}' \times \text{sección crítica}$$

$$V_u = 28.102 \times 0.3 = 8.43 \text{ t}$$

$$M = V_u \times \frac{\text{sección crítica}}{2}$$

$$M = 8.43 \times \frac{0.3}{2} = 1.264 \text{ t} \cdot \text{m}$$

En elementos anchos, como losas, zapatas y muros, en los que el ancho b no sea mayor que cuatro veces el peralte efectivo, d, con espesor hasta de 60 cm y donde la relación M/Vd no exceda de 2.0, la resistencia V_{CR} puede tomarse igual a:

$$V_{CR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c'}$$

$$b < 4d ; 120 < 4 \times 15 = 60$$

$$b < 60 ; 15 < 60$$

$$\frac{M}{Vd} < 2 ; \frac{1.264}{8.43 \times 0.15} = 0.99 < 2$$

Como se cumplen las desigualdades, la zapata es un elemento ancho, y la resistencia es:

$$V_{CR} = 0.5 \times 0.8 \times 120 \times 15 \sqrt{160}$$

$$V_{CR} = 9.107 \text{ t}$$

Y se cumple la desigualdad: $8.43 < 9.107$, por lo que, la sección no presenta problemas de tensión diagonal.

E) FLEXIÓN.

La sección crítica por flexión se presenta al paño de la columna. La sección crítica es de 45 cm, la $q_{neta}' = 28.102 \text{ t/m}^2$, por lo que M_u :

$$M_u = q_{neta}' \times \frac{\text{sección crítica}^2}{2}$$

$$M_u = 28.102 \times \frac{0.45^2}{2} = 2.845 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Se revisará para la geometría propuesta, la cantidad mínima de acero y se comparará el momento resistente con el momento último.

$$A_{s_{\min}} = 0.7bd \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.7 \times 120 \times 15 \frac{200}{4200} = 4.243 \text{ cm}^2$$

$$q_{\min} = \frac{A_s f_y}{bd f'_c}$$

$$q_{\min} = \frac{4.243}{120 \times 15} \times \frac{4200}{136} = 0.073$$

$$M_R = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

$$M_R = 0.9 \times 120 \times 15^2 \times 136 \times 0.073 (1 - 0.5 \times 0.073)$$

$$M_R = 2.324 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Como el momento resistente es menor que el momento último, el acero mínimo no es suficiente, por lo que se reforzará con más acero. El momento resistente se igualará con el momento último para poder despejar la cuantía de acero y así saber la cantidad de acero necesaria.

$$M_U = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

$$q^2 - 2q + \frac{2M_U}{F_R b d^2 f'_c} = 0$$

$$q^2 - 2q + \frac{2 \times 10^5 \times 2.845}{0.9 \times 120 \times 15^2 \times 136} = 0$$

$$q^2 - 2q + .1721 = 0$$

$$q = 0.0901$$

$$A_s = qbd \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_s = 0.0901 \times 120 \times 15 \times \frac{136}{4200}$$

$$A_s = 5.25 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas del No. 4 con un área de 1.27 cm², la separación queda de:

$$S = \frac{A_{sb}}{a_s}$$

$$S = \frac{5.25 \times 120}{1.27}$$

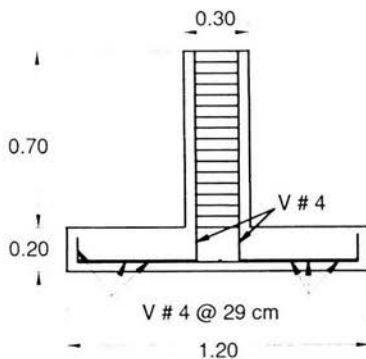
$$S \cong 29.0 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se utilizarán 5 varillas del número 4 @ 29.0 cm.

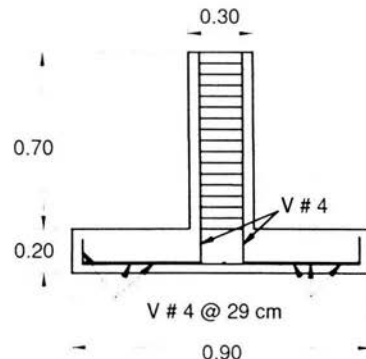
En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.50 m, se reforzará con acero por cambios volumétricos. Las dimensiones de la zapata en cualquier dirección son menores a 1.50 m (1.20 m), razón por la cual el refuerzo por cambios volumétricos no es necesario.

De manera análoga, se procedió con el diseño de la zapata para los castillos.

Las geometrías finales de las zapatas cuadradas de concreto reforzado quedaron de la siguiente manera:



Zapata de la columna Z-1



Zapata del castillo Z-2

III.7.2 SISTEMA DE PISO.

La función estructural de un sistema de piso es transmitir las cargas verticales hacia los apoyos, que a su vez las bajan hasta la cimentación.

El concreto reforzado es el material más empleado para sistemas de piso por su durabilidad, moldeabilidad y economía. La losa maciza apoyada en dos direcciones es el sistema más típico para claros pequeños, como los usuales en la vivienda económica. El diseño se ha simplificado mediante coeficientes que permiten determinar los momentos promedio en franjas de cierta longitud y que se deriva del análisis de placas. Procedimientos de este tipo se encuentran en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y es el que se empleará en el diseño del sistema de piso.

Para ejemplificar el diseño de losa se empleó el tablero 1, ya que el armado de toda la losa es el mismo. Todos los apoyos son monolíticos, el espesor de la losa es de 10 cm y esta expuesta a la intemperie.

A) ANÁLISIS DE CARGA.

CONCEPTO	UNIDAD	PESO
Peso propio	kg/m ²	220
Reglamento	kg/m ²	40
Impermeabilizante	kg/m ²	10
Carga viva	kg/m ²	100
Instalaciones	kg/m ²	20
Suma		390

De acuerdo con el análisis de carga se tiene que la carga total la losa $W = 390 \text{ kg/m}^2$, El área total de la losa es de 12.23 m^2 y el factor de carga es de 1.50.

Por lo que la carga última por unidad de área es:

$$W_u = 390 \times 1.5$$

$$W_u = 585 \text{ kg/m}^2$$

B) ESTIMACIÓN DEL PERALTE EFECTIVO.

Si se desea omitir el cálculo de deformaciones, el peralte efectivo no deberá ser menor que el perímetro del tablero entre 180. Para este calculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará en un 50% si los apoyos de la losa no son monolíticos a ella y 25% cuando lo sean.

Longitud de losas paños interiores.

$$a_1 = 3.5 \text{ m.}$$

$$a_2 = 3.8 \text{ m.}$$

Se incrementan 2 lados en 25 % por tratarse de lados discontinuos:

LADO	INCREMENTO	LADO INCREMENTADO	UNIDAD
L1=3.5	25%	4.37	m
L2=3.8	25%	4.75	m
L3=3.5	0%	3.5	m
L4=3.8	0%	3.8	m
suma		16.42	m

Por tratarse de una losa monolítica se emplea un perímetro igual a 16.42 m. El peralte efectivo del tablero es:

$$d = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$d = \frac{1642}{180}$$

$$d = 9.12 \text{ cm.}$$

Dicho peralte deberá cumplir con las siguientes desigualdades.

$$f_s \leq 2000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.6f_y$$

$$f_s = 0.6 \times 4200.0$$

$$f_s = 2520.$$

$$2520 > 2000 \therefore \text{no cumple}$$

y

$$w \leq 380 \text{ kg/cm}^2$$

$$585 > 380 \text{ kg/cm}^2$$

Debido a que no se cumplen las dos desigualdades, el peralte se debe afectarse por un coeficiente, dicho coeficiente es el siguiente:

$$0.034^4 \cdot f_{sw}$$

$$0.034^4 \cdot 2520 \times 585 = 1.184$$

Por lo que el peralte mínimo es:

$$d_{min} = d \times 0.034^4 \cdot f_{sw}$$

$$d_{min} = 9.12 \times 1.184$$

$$d_{min} = 10.80 \text{ cm}$$

Empleando 2 cm de recubrimiento y cerrando a números enteros, se tiene una losa de 13 cm de espesor.

C) REVISIÓN POR FLEXIÓN.

Se revisará con el momento negativo en el claro corto de tablero considerado de esquina.

$$M = a_1/a_2 = 3.5/3.8 = 0.92$$

De la tabla 4.1 de las Normas Técnicas y Complementarias, interpolando linealmente se obtienen los coeficientes que multiplicados por $10^{-4} Wua_1^2$, dan momentos por unidad de ancho. Para las franjas extremas se multiplicará por 0.60.

TABLERO	MOMENTO	LADO	0.9	1	0.92	MOMENTO	FRANJA	
							CENTRAL	EXTREMO
De esquina dos lados adyacentes discontinuos	Neg. en bordes	corto	371	324	361.6	0.25913	-	0.15548
		largo	360	324	352.8	0.25283	-	0.15170
	Neg. en bordes discontinuos	corto	219	190	213.2	0.15278	-	0.09167
		largo	206	190	202.8	0.14533	-	0.08720
	Positivo	corto	176	137	168.2	0.12054	0.12054	-
		largo	138	137	137.8	0.09875	0.09875	-

Se revisará para la geometría propuesta, la cantidad mínima de acero y se comparará el momento resistente contra el momento último.

$$A_{s_{\min}} = 0.7bd \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{\min}} = 0.7 \times 100 \times 11 \frac{200}{4200} = 2.59 \text{ cm}^2$$

$$q_{\min} = \frac{A_s f_y}{bd f'_c}$$

$$q_{\min} = \frac{2.59}{100 \times 11} \times \frac{4200}{136} = 0.07$$

$$M_{R_{\min}} = F_R b d^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

$$M_{R_{\min}} = 0.9 \times 100 \times 11^2 \times 136 \times 0.07 (1 - 0.5 \times 0.07)$$

$$M_{R_{\min}} = 1.04 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Como el momento resistente mínimo es mayor que el momento último, el acero mínimo es el que rige. Utilizando varillas del No. 3 con un área de 0.71 cm², la separación queda de:

$$S = \frac{A_s b}{a_s}$$

$$S = \frac{2.59 \times 100}{0.71}$$

$$S \cong 27.0 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se utilizarán varillas del número 3 y la separación para fines prácticos se empleará @ 25.0 cm.

D) REVISIÓN POR FUERZA CORTANTE.

la fuerza cortante ocurre en este caso, en el claro corto del tablero y se calcula con la siguiente expresión:

$$Vu = \frac{(a_1 - d)Wu}{2} \left[1 + \left[\frac{a_1}{a_2} \right]^6 \right]$$

$$Vu = \frac{(3.5 - 0.11)585}{2} \left[1 + \left[\frac{3.5}{3.8} \right]^6 \right]$$

$$Vu = 595.70 \text{ kg}$$

y la resistencia del concreto es:

$$V_{CR} = 0.5F_Rbd\sqrt{f^*c}$$

$$V_{CR} = 0.5 \times 0.8 \times 100 \times 11 \times \sqrt{160}$$

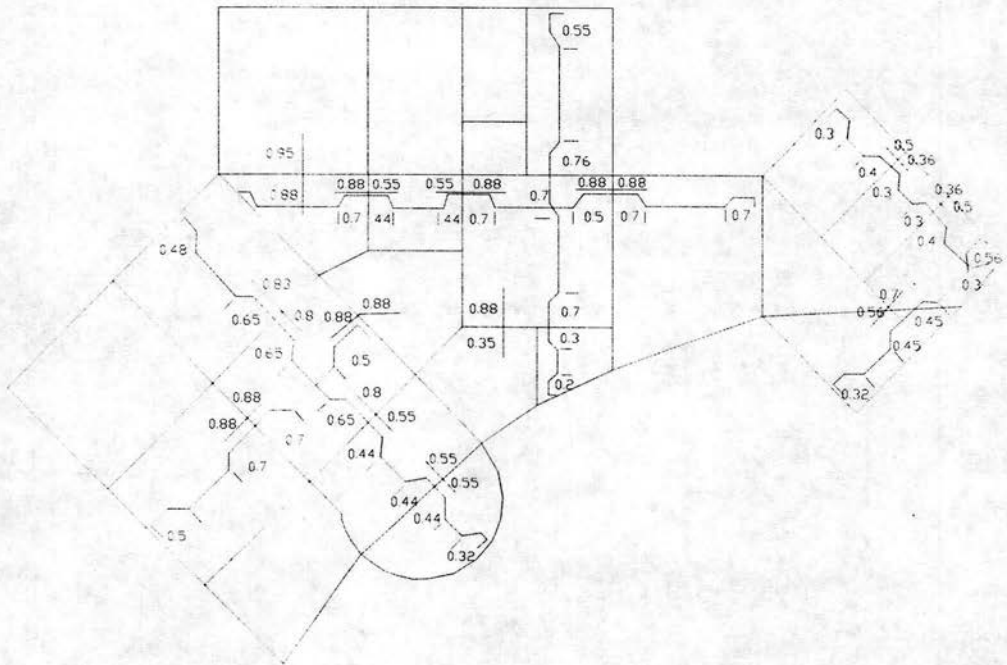
$$V_{CR} = 5565.6 \text{ kg}$$

Se verifica que:

$$Vu < V_{CR}$$

Por lo que la losa no presentará problemas por cortante.

Finalmente, el armado tipo de la sección transversal en la losa del laboratorio queda de la siguiente manera:



III.7.3 VIGAS.

Para el diseño de la trabe se verifican los elementos mecánicos más desfavorables de las posibles combinaciones de Carga Viva, Muerta y Accidentales. Del procedimiento dimensional se tiene:

Ancho de la viga $b = 20 \text{ cm}$.

Altura de la viga $h = 30 \text{ cm}$.

3 cm de recubrimiento.

Peralte efectivo $d = 27$ cm.

Momento último en los extremos $M_{u_{ext}} = 4.3$ t m.

Momento último en el centro $M_{u_{cl}} = 1.51$ t m.

Cortante último $V_u = 4.39$ t.

A) REVISIÓN POR FLEXIÓN.

Se revisará para la geometría propuesta, la cantidad mínima y máxima de acero y se comparará el momento resistente con el momento último.

$$A s_{min} = \left(\frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} \right) (bd)$$

$$A s_{min} = \frac{0.7 \sqrt{200}}{4200} (20)(27) = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$q_{min} = \frac{A s}{bd} \frac{f_y}{f_c}$$

$$q_{min} = \frac{1.27}{20 \times 27} \times \frac{4200}{136} = 0.0727$$

$$M_{R_{min}} = F_R b d^2 f'' c q (1 - 0.5q)$$

$$M_{R_{min}} = 0.9 \times 20 \times 27^2 \times 136 \times 0.0727 (1 - 0.5 \times 0.0727)$$

$$M_{R_{min}} = 1.251 \text{ t} \cdot \text{m}$$

La cuantía de acero máxima para condición sísmica es del 75% de la falla balanceada, es decir:

$$q_{max} = 0.75 \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$q_{max} = 0.75 \times \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.3525$$

$$M_{R_{max}} = F_R b d^2 f'' c q (1 - 0.5q)$$

$$M_{R_{max}} = 0.9 \times 20 \times 27^2 \times 136 \times 0.3525 (1 - 0.5 \times 0.3525)$$

$$M_{R_{max}} = 5.181 \text{ t} \cdot \text{m}$$

Como el momento último es mayor que el momento mínimo y menor que el momento máximo. El momento resistente se igualará con el momento último para poder despejar la cuantía de acero y así saber la cantidad de acero necesaria.

$$M_U = F_R b d^2 f'' c q (1 - 0.5q)$$

$$q^2 - 2q + \frac{2M_U}{F_R b d^2 f'' c} = 0$$

$$q^2 - 2q + \frac{2 \times 10^5 \times 2.33}{0.9 \times 20 \times 27^2 \times 136} = 0$$

$$q^2 - 2q + .2611 = 0$$

$$q = 0.13587$$

$$As = qbd \frac{f''c}{fy}$$

$$As = 0.13587 \times 20 \times 27 \times \frac{136}{4200}$$

$$As = 2.37 \text{ cm}^2$$

Utilizando 2 varillas del No. 4 con un área de 1.27 cm², el área total es de 2.54 cm² y el momento resistente es de 2.4 t m, que es mayor que el momento último, es decir, el armado es adecuado.

Para el momento central Mu_{Cl} = 1.51 t m, también se revisará la cantidad mínima y máxima de acero y se comparará el momento resistente contra el momento último. La geometría es la misma que en el cálculo del momento resistente en los extremos, por lo que el M_{Rmin} y M_{Rmax}, no varían. Como el momento último es mayor que el momento mínimo y menor que el momento máximo. El momento resistente se igualará con el momento último para poder despejar la cuantía de acero y así conocer la cantidad de acero necesaria.

$$M_{l'} = F_r b d^2 f'' c q (1 - 0.5q)$$

$$q^2 - 2q + \frac{2Mu}{F_r b d^2 f'' c} = 0$$

$$q^2 - 2q + \frac{2 \times 10^5 \times 1.51}{0.9 \times 20 \times 27^2 \times 136} = 0$$

$$q^2 - 2q + .1692 = 0$$

$$q = 0.0885$$

$$As = qbd \frac{f''c}{fy}$$

$$As = 0.0885 \times 20 \times 27 \times \frac{136}{4200}$$

$$As = 1.54 \text{ cm}^2$$

Utilizando 2 varillas del No. 4 con un área de 1.27 cm², el área total es de 2.54 cm² y el momento resistente es de 2.4 t m, que es mayor que el momento último, es decir, el armado es adecuado.

B) REVISIÓN POR CORTANTE.

Del análisis estructural el cortante crítico es Vu = 4.39 t.

Porcentaje de acero.

Donde A_s es el área de acero resultado de la flexión.

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$
$$\rho = \frac{2.37}{27 \times 20}$$
$$\rho = 0.0044$$

Contribución del concreto.

Por ser $\rho < 0.01$ la fuerza cortante se calcula con la siguiente expresión:

$$V_{CR} = F_R bd(0.2 + 30\rho) \sqrt{f^* c}$$
$$V_{CR} = 0.8 \times 20 \times 27(0.2 + 30 \times 0.0044) \sqrt{160}$$
$$V_{CR} = 1820.0 \text{ kg}$$

Además se debe verificar que:

$$\text{Si } \frac{l}{h} \geq 5 \quad ; \quad \frac{350}{30} = 11.67 > 5$$
$$h \leq 70 \text{ cm} \quad ; \quad 30 < 70$$
$$\frac{h}{b} \leq 6 \quad ; \quad \frac{30}{20} = 1.5 < 6$$

Por cada criterio que no se cumpla, V_{CR} , se reducirá en un 30%, en nuestro caso no aplica ninguna reducción.

Debido a que el cortante que actúa en la sección crítica es mayor que el resistente:

$$V_u > V_{CR}$$

V_C no debe exceder los siguientes valores:

$$1.5F_R bd \sqrt{f^* c}$$
$$1.5(0.8)(20)(27) \sqrt{160}$$
$$8200 \text{ kg}$$
$$2F_R bd \sqrt{f^* c}$$
$$2(0.8)(20)(27) \sqrt{160}$$
$$10930 \text{ kg}$$
$$1820 < 8200 \leq 10930$$

Como se cumple la condicionante la separación de estribos perpendiculares al eje de elemento no deberá ser mayor que $d/2$.

$$S = \frac{d}{2}$$

$$S = \frac{27}{2}$$

$$S = 14.5 \text{ cm}$$

Por otra parte, se colocaran estribos del número 3, perpendicularmente al lecho por flexión y la expresión es la siguiente:

$$S = \frac{F_R A_V f_y d}{V_u - V_{CR}}$$

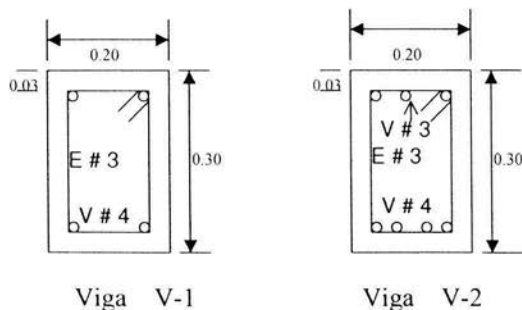
$$S = \frac{087 \times 1.32 \times 4200 \times 27}{2570.0}$$

$$S = 50.12 \text{ cm}$$

Entonces la separación mínima es de 14 cm en los extremos hasta 85 cm después del paño, mientras que al centro se tiene que la separación es de 28 cm.

De manera análoga, se obtiene el refuerzo para la viga de $M_{u_{ext}}=4.3 \text{ t m}$ en los extremos y $M_{u_{cl}}=2.73 \text{ t m}$; y de cortante $V_u=7.32 \text{ t}$.

En la figura siguiente se muestran los diagramas transversales de los armados por flexión y cortante:



III.7.4 COLUMNAS.

En el diseño de columnas, se verifican los elementos mecánicos más desfavorables de las posibles combinaciones de carga viva, muerta y accidentales para determinar las solicitaciones y compararlas con las resistencias calculadas, debiendo ser mayores que las anteriores. Del procedimiento dimensional se obtiene:

Ancho de la columna $b = 30$ cm.

Altura de la columna $h = 30$ cm.

Recubrimiento $r = 3$ cm.

Peralte efectivo $d = 27$ cm.

Momento último en la dirección "x" $Mu_x = 4.02$ t m.

Momento último en la dirección "y" $Mu_y = 4.72$ t m.

Cortante último $V_u = 2.75$ t.

A) REVISIÓN A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN BIAIXIAL.

Cálculo de las excentricidades:

$$e_x = \frac{M_x}{P}$$

$$e_x = \frac{4.02}{15.73}$$

$$e_x = 25.56 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P}$$

$$e_y = \frac{4.72}{15.73}$$

$$e_y = 30.01 \text{ cm}$$

Empleando la fórmula de Bresler, (sección 2.1.3-b de las Normas Técnicas Complementarias para Construcción y Diseño de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 1997).

$$P_R = \frac{1}{\frac{1}{P_{RX}} + \frac{1}{P_{RY}} - \frac{1}{P_{RO}}}$$

donde:

P_R = Carga axial nominal resistente de diseño, aplicada con las excentricidades e_x y e_y .

P_{RO} = Carga axial resistente de diseño suponiendo $e_x = e_y = 0$.

P_{RX} = Carga normal de diseño aplicada con la excentricidad e_x .

P_{RY} = Carga normal de diseño aplicada con la excentricidad e_y .

Utilizando seis varillas, cuatro del número 6 y dos del número 4, se obtiene un área de 13.94 cm^2 .

$$\therefore \rho = \frac{13.94}{30 \times 27} = 0.0172$$

$$q = \rho \frac{f_y}{f'_c} = 0.0172 \frac{4200}{136} = 0.479$$

Determinación de la resistencia de P_R .

Cálculo de P_{RO} .

$$P_{RO} = F_R(f'''cAc + Asfy)$$

$$P_{RO} = 0.7(136 \times 810 + 13.94 \times 4200)$$

$$P_{RO} = 126,660 \text{ kg}$$

Cálculo de P_{RX} .

$$\frac{d}{h} = \frac{27}{30} = 0.9 \therefore \text{utilizando la figura 5 de las ayudas de diseño.}$$

$$\frac{e_x}{h} = \frac{25.56}{30} = 0.852$$

$$q = 0.479$$

$$\text{Entonces } K_x = 0.37$$

$$P_{RX} = F_R K_x b d f''' c$$

$$P_{RX} = 0.7 \times 0.37 \times 30 \times 27 \times 136$$

$$P_{RX} = 37,273 \text{ kg}$$

Cálculo de P_{RY} .

$$\frac{d}{b} = \frac{27}{30} = 0.9 \therefore \text{utilizando la figura 5 de las ayudas de diseño.}$$

$$\frac{e_y}{h} = \frac{30.01}{30} = 1.0$$

$$q = 0.479$$

$$\text{Entonces } K_y = 0.3$$

$$P_{RY} = F_R K_y b d f''' c$$

$$P_{RY} = 0.7 \times 0.3 \times 30 \times 27 \times 136$$

$$P_{RY} = 25,704 \text{ kg}$$

Cálculo de P_R .

$$P_R = \frac{1}{\frac{1}{P_{RX}} + \frac{1}{P_{RY}} - \frac{1}{P_{RO}}}$$

$$P_R = \frac{1}{\frac{1}{31,273} + \frac{1}{25,704} - \frac{1}{126,660}}$$

$$P_R = 15,877 \text{ kg}$$

$$\text{Como } P_R > P$$

$$15,877 > 15,730$$

\therefore La sección propuesta es adecuada.

B) REFUERZO TRANSVERSAL.

La sección debe cumplir con los siguientes condicionantes para que su análisis proceda como el de una columna garantizando no tener problemas de esbeltez:

$$\begin{aligned} \frac{b}{h} < 4 & ; \quad \frac{30}{30} = 1 < 4 \\ \rho > \frac{20}{f_y} & ; \quad \rho = q \frac{f'_c}{f_y} \\ \rho & = 0.479 \frac{136}{4200} = 0.015 \\ \frac{20}{4200} & = 0.004 < 0.015 \\ \rho < 0.06 & ; \quad 0.015 < 0.06 \end{aligned}$$

Por lo tanto la sección se analiza como columna y a separación del refuerzo transversal será el menor de los tres criterios siguientes:

El mayor diámetro de la barra que se utiliza es de 1.27 cm y el diámetro del estribo es de 0.95 cm, correspondiente a las varillas del No. 4 y 3 respectivamente.

$$\begin{aligned} \phi_B \frac{850}{f_y} & ; \quad 1.27 \times \frac{850}{4200} = 16.7 \text{ cm} \\ 48\phi_E & ; \quad 48 \times 0.95 = 45.6 \text{ cm} \\ \frac{b}{2} & ; \quad \frac{30}{2} = 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

La menor de las tres posibles separaciones es la de 15 cm, esta separación se reduce a la mitad y se distribuye a una distancia del paño, en el mayor de los siguientes criterios:

$$\begin{aligned} \frac{H}{6} & ; \quad \frac{300}{6} = 50.0 \text{ cm} \\ h & ; \quad 30 \text{ cm} \\ 60 \text{ cm} & ; \quad 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

En los extremos la separación de los estribos es de 7.5 cm en una franja de 60 cm a partir de cada paño, y en la franja central la separación es de 15 cm.

C) REVISIÓN POR CORTANTE.

En elementos a flexocompresión en los que P_U no exceda:

$$0.7 f_c' A_c + 2000 A_s$$

Sustituyendo valores:

$$\begin{aligned} & 0.7 \times 160 \times 900 + 2000 \times 13.94 \\ & 128,680.0 \text{ kg} \\ & 128,680.0 > 15,730.0 \end{aligned}$$

La fuerza cortante que toma el concreto se obtendrá multiplicando V_{CR} por

$$\begin{aligned} & 1 + 0.007 \frac{Pu}{A_c} \\ & 1 + 0.007 \frac{15730.0}{900} \\ & 1.122 \end{aligned}$$

Para evaluar ρ se usará el área de las varillas de la capa más próxima a la cara de tensión o compresión.

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A_s}{db} \quad ; \quad \rho = \frac{6.97}{900} = 0.0086 < 0.01 \\ V_{CR} &= F_b db (0.2 + 30\rho) \left[f_c' \left(1 + 0.007 \frac{Pu}{Ag} \right) \right] \\ V_{CR} &= 0.8 \times 30 \times 27 \times (0.2 + 30 \times 0.0086) \cdot 160 \times 1.122 \\ V_{CR} &= 4210.0 \text{ kg} \end{aligned}$$

Además se debe cumplir que:

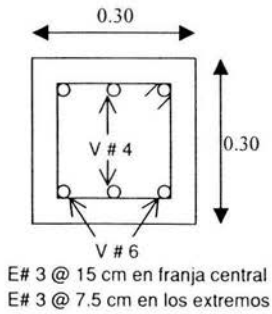
$$\begin{aligned} \frac{l}{h} &> 5 \quad ; \quad \frac{3}{0.3} = 10 > 5 \\ b &< 70 \text{ cm} \quad ; \quad 30 < 70 \text{ cm} \\ \frac{b}{h} &< 6 \quad ; \quad \frac{30}{30} = 1 < 6 \end{aligned}$$

Las tres condicionantes se cumplieron, por lo que V_{CR} no se reduce, en caso contrario, por cada criterio incumplido V_{CR} se reduciría un 30%.

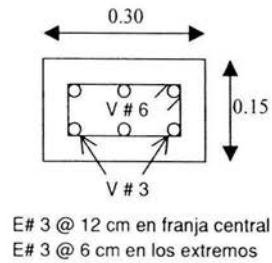
Como $V_u < V_{CR}$, no se requiere acero por tensión diagonal.

De manera análoga, se obtiene el refuerzo para el castillo, con $M_u = 5.0 \text{ t m}$; y de cortante $V_u = 0.95 \text{ t}$.

En la figura siguiente se muestran los diagramas transversales de los armados por flexión biaxial y cortante.



Columna C-1



Castillo K-1

Los estribos de menor separación serán colocados en los extremos hasta una distancia de 60 cm a partir de los paños, de la columna y castillo y los estribos de mayor separación serán colocados en la franja central de cada columna o castillo respectivamente.

Capítulo IV

ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN.

IV.1 CIMENTACIONES.

IV.1.1 PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DEL TERRENO.

Antes de proceder a hacer los trazos sobre el terreno, con el fin de iniciar las excavaciones necesarias, es indispensable revisar minuciosamente la superficie del mismo, haciendo las demoliciones necesarias y retirando de inmediato el escombros, producto de dichas demoliciones; los árboles, si existen y estorban a la construcción, es necesario derribarlos, así como destroncarlos y desenraizarlos. Si como consecuencia de esto último hay necesidad de rellenar, se hará por capas no mayores de 20 cm, consolidadas con el sistema que apruebe el Director de Obra, debiendo considerar especialmente el material adecuado para el relleno por consolidar. En aquellos casos en que el terreno haya sido utilizado como tiradero, en el cual exista escombros, basura o desperdicio en general, se procederá en primer lugar a retirar de inmediato dichos escombros, basura o desperdicios de la zona por cimentar. En las partes donde puedan aprovecharse como relleno los escombros antes mencionados, se consolidarán como se recomienda en páginas subsiguientes.

Para proceder a ejecutar la cimentación de una construcción por pequeña que sea, debe efectuarse una excavación a criterio del constructor con objeto de quitar la capa superficial de tierra vegetal (humus), y hacer el desplante sobre una capa terreno resistente, ya sea de tipo arcilloso o preferiblemente río tipo volcánico, bien roca o conglomerados tepetatosos. Es conveniente, de ser posible que la capa sobre la cual se va a desplantar cimentación, quede arriba del nivel de aguas freáticas, pues en este caso el terreno no perderá su humedad constitutiva a la vez que la excavación será ejecutada más fácilmente por no tener que hacer ni drenaje ni bombeo.

Antes de iniciar cualquier trabajo en la obra deberá construirse una bodega que sirva para almacenar los materiales, herramientas, etc. Se hará en el lugar que marca el plano de conjunto y será a prueba de filtraciones, debiendo ser su pavimento de concreto pobre, de tierra perfectamente apisonada o arena. Los materiales para los muros y techos serán de acuerdo con las necesidades y las posibilidades económicas. El bodeguero estará encargado del material y la herramienta durante el día y el velador durante la noche.

IV.1.2 TRAZOS.

Uno de los aspectos más importantes de la construcción es el trazo correcto y minucioso tanto de ejes de la cimentación y sus anchos, como de los ejes principales del edificio, ya que de ello dependerá la exactitud en todo el desarrollo de la obra.

Para ejecutar esta operación generalmente se ayuda al constructor de diversos elementos de acuerdo a la magnitud del problema. En obras de poca importancia el trazo se efectúa por medio de estacas de madera e hilo con los cuales se marcan los anchos de cimentación para efectuar así la excavación. Las estacas usadas generalmente son, de madera de 2.5 a 5 cm por lado y 30 cm de largo.

Sobre la cabeza de estas estacas se clave una tachuela o clavo que marca el centro de la línea o el vértice de un ángulo. Para el trazo de ángulos rectos, generalmente se utiliza al sistema basado en un triángulo rectángulo cuyos catetos son múltiplos respectivamente de 3 y 4 y su hipotenusa múltiplo de 5 o sea la conocida regla del "3-4-5" en donde el ángulo recto, queda formado entre los lados múltiplos de 3 y 4.

Una vez efectuadas las excavaciones de los cimientos, las estacas se substituyen por tiros de madera colocados a ambos lados de la excavación y coronados por una tira horizontal llamada niveleta. Las niveletas generalmente se colocan en los extremos y al centro de una cepa, todas a un mismo nivel, el cual se marca por medio de un nivel montado topográfico o simplemente con ayuda de un nivel de manguera basado en el principio de los vasos comunicantes. El objeto de estas niveletas es poder proporcionar un plano horizontal nivelado o todo, la excavación, a la vez que marcar el centro de las cepas y los anchos de cimiento por medio de plomadas.

IV.1.3 EXCAVACIONES.

De acuerdo con el tipo de terreno y el volumen de ella una excavación puede ser hecha por diferentes métodos.

A) A MANO.

El sistema más sencillo es aquél en que se utiliza la pala y el pico como herramienta que y la carretilla o el "chunde" (canastilla) mimbre como elementos de transporte. Generalmente los operarios se organizan por parejas, ocupándose uno del ataque y otro del transporte del material excavado. Este sistema tiene el defecto de ocupar gran cantidad de mano de obra, cuando la excavación es de cierta importancia, y de no permitir la ejecución económica de excavación de gran profundidad. No obstante esto, dado que en México la mano de obra es relativamente barata, es éste el procedimiento más usado poro la excavación en predios urbanos limitados por colindantes. La excavación efectuada por un hombre debe tener un ancho mínimo de 60 cm en profundidades no mayores de 1.50 m y, si la profundidad es mayor, el ancho deberá ir aumentando 50 cm más por cada metro de profundidad. La profundidad máximo para que el individuo que excava pueda traspalar la tierra a la superficie sea de 2.50 a 3 m

Cuando se hagan excavaciones, como ya se dijo, en predios urbanos de pequeñas dimensiones en que, por su tamaño, no es posible trabajar con máquinas, se usa entonces el sistema de pala y pico ya descrito. Debe, en este caso, proyectarse perfectamente la circulación de peones, evitando todo tipo de cruces entre los que van llenos a descargar hacia el tiradero y los que vienen de regreso, procurando que los carriles de tránsito tengan la suficiente amplitud y presten seguridad para así evitar accidentes tan comunes en este tipo de trabajos. Es también conveniente estudiar y determinar la

forma en que será sacado el producto de la excavación del lugar de la misma, y establecer el circuito en tal forma que sufra las menores interrupciones posibles por cruces o mal proyecto.

B) MECÁNICAS.

Si la excavación por hacer es de grandes dimensiones y de gran profundidad, el procedimiento más económico, sin duda alguna, es hacerla con máquinas. Las máquinas más usuales para este tipo de trabajos en construcción urbana son las excavadoras de tipo de pala mecánica o las dragas. Estas máquinas generalmente están accionadas por motores de gasolina o diésel, y su herramienta de ataque es un cucharón de acero con fondo, movable y provisto de dientes. Este cucharón, en el caso de las excavadoras de pala mecánica, esto colocado al extremo de un brazo rígido que mueve por medio de cables sobre una pluma a la caseta motor. La capacidad de los cucharones varía desde 1/2 m³, hasta 4 m³ de acuerdo con la potencia de la máquina; el acarreo del material producto de la excavación se efectúa generalmente por medio de camiones. En el caso de zanjas de gran longitud y profundidad, pero de pequeña anchura, la herramienta más económica es una máquina llamada zanjadora la cual efectúa la excavación por medio de una banda de canchales. El acarreo del material excavado se realiza por medio de camiones y es propio para usarse en terrenos blandos y aún en terrenos arenosos o conglomerados de poca resistencia. Algunas veces para la construcción de terrapleno, o grandes; rellenos, se utiliza, en la excavación de los bancos de préstamo, otro tipo de maquinaria, que consiste en un elemento automóvil que arrastra una escarpa, la cual, a la vez, sirve para excavar y transportar el material.

IV.1.4 PLANTILLAS Y CONSOLIDACIÓN.

Es condición indispensable para la estabilidad de una construcción, que las cargas que sus elementos transmiten al terreno produzcan en él una fatiga constante en toda su superficie. Como es bien sabido la resistencia de las capas geológicas a una misma profundidad no siempre es constante, debido a las inclusiones de materiales extraños a la formación, siendo conveniente proporcionar a la construcción una placa uniforme que transmita las presiones a las capas inferiores lo más uniformemente posible. Esta placa puede lograrse apisonando la superficie que va a recibir la cimentación, o colocando sobre ella una plantilla de material extraño aglutinado que reparta más proporcionalmente los esfuerzos.

Generalmente para construcciones pequeñas, una vez realizado la excavación para encontrar terreno sano y resistente, se procede a la consolidación de esta capa por medio de riegos de agua y apisonado a mano. Este trabajo efectúa una consolidación aproximadamente de unos 8 a 10 cm a continuación se tiende una capa de pedacera de tabique arena grave o piedra triturada generalmente con algún aglutinante de mortero pobre, que también se apisona.

Esto se hace con objeto de llenar los vacíos superficiales del terreno, emparejar la superficie de desplante, proporcionar una superficie lisa sobre la cual trazar los armados o las dimensiones de las placas de cimentación si éstas son de concreto y hacer que sirva de molde inferior al colado de ellas. Esta plantilla, si está bien ejecutada puede ser un aislante contra la humedad del subsuelo y ayudar a repartir los cargas que transmiten las aristas de las piedras si los cimientos que se ejecutan son de

mampostería de piedra lógicamente la plantilla no aumenta en absoluto la resistencia del terreno, y únicamente ayuda a una repartición más uniforme de los esfuerzos.

Es conveniente que estas plantillas no sean excesivamente gruesas, ya que en ese caso sobrecargarían al terreno restándole la consiguiente capacidad de carga derivada del peso propio de la construcción.

IV.1.5 CIMBRAS

Para poder colar todos aquellos elementos como: dalas de repartición, zapatas de cimentación, contratraves, castillos, columnas, trabes, losas, etcétera, se emplean moldes. Estos moldes pueden ser de acero de refuerzo o de madera, principalmente además de aquellos hechos con materiales muy diversos como fibras comprimidas asbesto cemento, etcétera.

1. Se usan moldes de acero de refuerzo cuando se desea un acabado perfecto. Por lo elevado del costo de la cimbra metálica, su uso es restringido, utilizándose sobre todo cuando se tienen elementos modulados, es decir, cuando se tienen columnas o trabes tipo, etcétera, y en cantidad tal que amerite hacer el gasto de formas metálicas.

2. Los moldes de madera son los más usados, por su fácil adaptabilidad y manejo. Todas las formas, sean metálicas, de madera o de cualquier otro material, deberán llenar ciertos requisitos, como los que a continuación se indican para cimbras de madera:

Deberá cuidarse que la madera que se emplee sea de primera calidad, exenta de nudos que comprometan la estabilidad de los moldes. En todos los casos, el diseño se ajustará a especificaciones que se anotarán en los planos de detalle.

- a) Las dimensiones de las formas estarán anotadas claramente en los planos de diseño correspondientes. Dichas formas deben reforzarse para evitar que se deformen. Cuando se construyan de madera deberá tener el mismo grueso evitando irregularidades mayores de 3 mm y aberturas entre tabla y tabla de 5 mm como máximo.
- b) La escuadría de las piezas de madera por usar deberá ser tal, que tenga la resistencia y rigidez necesarias y suficientes para soportar las cargas verticales y los empujes laterales: asimismo al calcular el espesor de la cimbra, deberán tomarse en cuenta las cargas adicionales propias de las operaciones que se ejecutan al vaciar y compactar el concreto.
- c) Los moldes deben sujetarse firmemente a fin de evitar deformaciones en la superficie del concreto así mismo, deben evitarse todas aquellas hendiduras por las cuales pueda escaparse la lechada de cemento evitando así defectos.
- d) Todos los amarres o soportes que sean utilizados para sujetar firmemente los deben removerse y sacarse una vez vaciado el concreto, con excepción de los soportes metálicos que pueden dejarse ahogados en él.
- e) Cuando se usen moldes de debe protegerse con una mano de (lubricante y/o aceite mineral incoloro, diessel, etc.) para conservar la cimbra y evitar que se adhiera el concreto a ella. Antes de vaciar el concreto en los moldes deben estar perfectamente mojados para evitar que la madera absorba agua del concreto.
- f) Antes de que se lleve a cabo el colado deben revisarse meticulosamente todos los moldes, puntales, amarres, distribución y colocación de acero, etcétera, a fin de percatarse que las

operaciones propias del colado de concreto se harán en un plan de absoluta seguridad y, asimismo, deberán removerse o modificarse aquellos que se encuentren defectuosos. Antes del colado todo molde deberá barrerse, limpiarse y lavarse perfectamente, dejando además la superficie libre de cualquier material extraño. Cuando la de superficie del concreto no vaya a ser aplanada por el contrario, se pretenderá dejarla aparente, se cimbrarán con madera de labrada aquellas partes que estén en contacto con el concreto, cuidando que el colado se haga con minuciosidad y esmero para que el aspecto final sea uniforme. Se evitarán en todos los casos remiendos y desportilladuras.

- g) La cimbra podrá quitarse después de veinte días en todos aquellos elementos como losas y trabes, siempre y cuando se apuntalen siete días más. Un día cuando se trate de "cachetes" de cadenas, cinco días después del colado en elementos como columnas, castillos, cachetes de trabes, etcétera y diez días para postes aislados, tomándose las precauciones necesarias con el objeto de no perjudicar el acabado. Una vez descimbrado no deben colocarse cargas sobre el concreto fresco.

En losas de concreto para techos y entrepisos, el cimbrado se hará con la madera y en la forma que indican las especificaciones generales de concreto, apoyándose exclusivamente en puntales y puentes, sin deteriorar los muros con perforaciones de ninguna especie ("machinales"). Los puntales se contraventearán y acuñarán descansando en su base sobre vigas no menores de 1.00 m, como arrastre. En caso de apoyarse en piso de tierra se apisonara previamente. La cimbra se nivelará y mojará hasta antes de iniciar el colado, habiendo sido clavada con anterioridad, dejando la separación necesaria en caso de usarse madera nueva. Toda la madera será del mismo grueso en cada losa. Cuando el colado de losas de entrepiso se lleve a cabo con cemento de fraguado rápido, podrá decimbrarse después de 7 días, apuntalando tres días más. Tratándose de losas de entrepiso de edificios de varios niveles, en todos los casos, las losas de los inmediatos inferiores al que se está colando, deben ser apuntaladas.

Normalmente la madera que se utiliza para cimbrar cualquier elemento estructural, es pino de segunda sin nudos, estufada y entregada labrada de acuerdo con las necesidades y escuadría particulares. En aquellos casos en los que se necesite mejor acabado, el llamado aparente se usa madera de primera de pino inclusive triplay de 16 mm de espesor.

Es necesario hacer la consideración especial para la llamada obra falsa en la cual la madera se armará siguiendo en forma estricta el diseño, dimensiones y demás especificaciones que aparecen en los planos respectivos, tomando muy en cuenta que todos y cada uno de sus elementos deben satisfacer los requisitos siguientes.

En todos los casos las superficies horizontales deben quedar a nivel y a hilo, las verticales a plomo y a hilo y aquellas que por el diseño deban conservarse inclinadas, deberán estar a hilo y con la pendiente que marquen los planos respectivos.

La flecha máxima permisible de cualquiera de los casos anteriores deberá ser de 1/500. La superficie que deba quedar aparente será cepillada y fijada.

En vigas y trabes interiores se considerará una contraflecha igual a 1/400 del claro libre. En las losas la contraflecha medida desde el centro de los apoyos largos al centro del tablero será de 1/400 del lado corto. Cuando se trate de lados discontinuos, cuando menos en un apoyo y en tableros en

esquina el valor anterior 1/400 se aumentará a 1/200. Cuando se trate de voladizos el aumento será de 1/400 a 1/180 tomando en cuenta el punto de empotramiento hasta el extremo libre.

A) CIMBRAS EN CIMENTACIÓN.

ZAPATAS O LOSAS DE CIMENTACION.

Para cimbrar zapatas o losas de concreto armado, el molde lateral queda formado por una tabla de 10 a 20 cm, según el peralte de la losa, fijándolo al piso mediante estacas con separación aproximada de 50 cm, y fijos a la tabla por medio de dos. Se usa tabla de 2.5 cm (1") si se piensa usar esta cimbra de una a tres veces y de 3.81 cm (1 1/2 ") 5.08 cm (2") si se le piensa dar un mayor número de usos.

TRABES DE CIMENTACION O CONTRATRABES.

El sistema ordinario presenta serios defectos por la cantidad de obra de mano que requiere, es la cimbra hecha a base de tablas, dichas tablas son unidas entre sí mediante costillas, a las cuales son clavadas las tablas usando clavos de 6.25 cm (2 1/2") A estas tarimas así formadas se les agregan unas patas con objeto de ponerlas al nivel superior de la zapata, y que se pueda colar al mismo tiempo la zapata con la contratrabe. Dentro de este sistema el atroquelamiento de las tarimas se hace por medio de polines corridos, los cuales son troquelados mediante cuñas de madera.

Se puede mejorar este sistema usando en vez de este atroquelamiento, uno hecho a base de horquetas y piezas entre las tarimas, que impidan que éstas se puedan cerrar antes de recibir el concreto. Estas horquetas se colocan aproximadamente a 65 cm una de otra, y pueden ser retirados al día siguiente del colado.

El sistema probablemente más correcto y que mayores economías reporta tanto en la obra de mano como en desperdicio de material, en la manufactura de cimbras en contratrabes, como en general para otros elementos, tales como losas de entepiso, es el usar cajones hechos a base de tabla de 2.5 cm (1"), con refuerzos laterales hechos con tablas de 3.81 cm (1 1/2") y en tamaños que varían alrededor de un metro de acuerdo con el módulo que se haya escogido y que se crea el más conveniente para la ejecución de la obra. Este tipo de piezas evita el desperdicio de madera, ya que no hay que estar cortando continuamente para obtener diversos tamaños, y solamente es necesario el hacer las piezas especiales para ajustar las diferencias entre los módulos y los claros de cimentación o entrejes.

B) COLUMNAS.

Para cimbrar una columna de sección cuadrada o rectangular, se procede a construir cuatro costados, iguales a las dimensiones laterales de la pieza a colar, en los cuales la duela o madera de contacto se clava permanentemente sobre travesaños colocados a 40 o 50 cm de separación y cuya longitud excede en 40 cm, aproximadamente al ancho del costado. Estos travesaños se colocan de canto en tal forma que al hacerse la caja de la columna, los correspondientes a dos caras opuestas monten exactamente sobre los de las caras laterales. En esta forma se obtiene en las esquinas, una serie de

ángulos rectos formados por los salientes de los travesaños en los cuales se pueden colocar cuatro polines que servirán para amacizar entre sí por medio de sargentos, ya sean metálicos o de madera, la cimbra completa. Se usan diversos tipos de sargentos, siendo los más usuales los metálicos del tipo de golpe, o por medio de tirantes metálicos, que pasan a través de perforaciones en los polines. También se usan pernos que sujetan costados paralelos mediante disposición de roscas y tuercas. La caja así formada, se plomea por medio de cuatro puntales inclinados apoyados en cuñas empotrados en la losa o en el terreno. En esta forma se logra la construcción de una pieza cuyo descimbrado es sencillo, rápido, y sobre todo, sin destruir la madera de contacto. Las dimensiones de las piezas coladas, con objeto de aprovechar al máximo la madera de 10 cm de ancho, deben ser múltiplos de 10 menos 2.5 cm o menos 5 cm dependiendo de la forma en que sean colocadas las tarimas.

Para los travesaños que unirán las diferentes tablas de los costados, se marcó ya una separación de 40 a 50 cm pero es conveniente el dar algunas especificaciones a este respecto derivados de la práctica: Para columnas con sección hasta de 30 x 30 cm se pueden colocar a cada 50 cm; para las de 45 x 45 a cada 40 cm y de esta sección en adelante, a cada 35 cm Es muy importante este detalle, pues al resolverlo correctamente se evita el flambéo derivado de la presión que ejercerá el concreto sobre la tarima, mismo que se aumente en el caso de que se use vibrado para un perfecto colado de la pieza.

Para estos travesaños comúnmente se usa madera de 3.81 cm (1 1/2 ") o 5.04 cm (2") de espesor. Es muy conveniente en las esquinas de las cimbras formadas por dos tarimas poner chaflanes de madera de un centímetro con objeto de evitar que al descimbrar y posteriormente, puedan romperse las aristas vivas que quedarían en otra forma.

Para columnas redondas el procedimiento normalmente usado es el uso de cerchas, piezas que se hacen por lo general de tablón de 3.81 cm (1 1/2") o 5.08 cm (2") en los cuales se cuele media circunferencia cuyo diámetro es igual al diámetro de la columna más dos veces el ancho de la tira que se uso. La tira que formará a superficie de contacto con el concreto, con el fin de hacer cimbras perfectas, debe usarse de 2.5 cm (1"). La mano de obra de este tipo de cimbras es sumamente laboriosa, y su costo muy elevado. La técnica de la construcción ha hecho que se empleen otros sistemas para el colado de estas piezas, como el empleo de tubos de asbesto-cemento, tubos de cartón (Sonotubos), o bien el empleo de lámina metálica del No. 12 al 10.

C) TRABES.

En el caso de estar proyectado la estructura con trabes por arriba, la cimbra de estos elementos es similar a los de las trabes de cimentación.

Si las trabes están por abajo de la losa, se procede a construir por separado el fondo y los costados.

Es conveniente utilizar para la construcción del fondo madera más gruesa que para los costados y la madera de contacto que constituye el fondo se clava sobre travesaños de canto, colocados de 40 a 50 cm de distancia uno de otro, los cuales tienen 60 cm más de longitud que el ancho del fondo mismo con objeto de permitir el atroquelamiento de las tarimas de costados. Los costados se clavan en la misma forma que el fondo, sobre travesaños que sobresalgan en la parte inferior 10 cm quedando al paño en la parte superior. Para soportar el fondo en su posición se construyen los elementos de sustentación por medio de un polín en cuya cabeza va colocado una cruceta, apuntalada por dos

tirantes transversales. Sobre estas crucetas, colocados a un metro de separación y apuntalados entre sí convenientemente, se colocan dos polines o una viga acostada sobre la que se monta el fondo y, a continuación los costados, los cuales se mantienen en su posición por medio de una pieza clavada en el saliente de los travesaños del fondo y que se denomina "charrancha". En esta forma se evita que los costados se abran en su parte inferior al recibir la carga del colado. Con objeto de evitar que se deformen en su parte superior deben clavarse con clavo apuntado una serie de travesaños inclinados, uniendo la parte superior del soporte del costado con el saliente correspondiente del soporte del fondo.

D) LOSAS.

Para proceder al cimbrado de la losa, como ya se indicó, conviene construir una serie de tarimas o cajones de dimensiones apropiadas, de acuerdo con los claros a cubrir, constituidos por un forro de cimbra de contacto clavado sobre un armazón rígido de madera más gruesa colocada de canto. Estas tarimas se pueden hacer con todo cuidado, escuadrándolas y cepillando su superficie, con objeto de obtener un mejor acabado en el colado. Se colocan una junto a otra sobre una estructura inferior constituida por polines o largueros, espaciados entre sí un metro como máximo, que descansan sobre vigas normales colocadas de canto y espaciadas convenientemente, los cuales a su vez, se apoyan en los polines o pies derechos, a los cuales quedan unidas por medio de cachetes. En esta forma se construye la tarima lo más ajustada posible al tamaño del claro por cubrir y los ajustes se ejecutan por medio de tiras de madera colocadas entre el extremo de la tarima y la parte superior del cachete de la trabe. Estas tiras de ajuste son originadas por los salientes de las columnas con respecto al ancho de la trabe y presentan la facilidad de retirarlas y tener así un espacio suficiente para proceder a despegar las tarimas centrales. Tanto los puntales que soportan la cimbra de la losa, como los que soporten el fondo de las trabes, deben quedar apoyados en su parte baja sobre piezas de arrastre que transmiten la carga ya sea al terreno o a la losa de apoyo, ajustándolos por medio de cuñas, las cuales se quitan al efectuar el descimbrado y evitar así que las tarimas se desprendan y deterioren al caer al suelo.

Para efectuar el descimbrado del conjunto, primeramente se quitan los cachetes de las trabes; a continuación se retiran las tiras de ajuste de la cimbra de la losa, se quitan las cuñas de los puntales que sostienen la estructura inferior de dicha cimbra y se procede a despegar cuidadosamente las tarimas de la losa, por último se retiran los puntales del fondo de la trabe y el fondo mismo.

IV.1.6 ACERO DE REFUERZO.

El acero de refuerzo que se use para todos aquellos elementos que componen una estructura de concreto, debe llenar ampliamente las especificaciones de la American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.), así como acatar ampliamente lo enunciado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 1997. El refuerzo debe estar formado por barras de acero de refuerzo corrugado de cualquiera de los diámetros comerciales aprobados por las autoridades, debe estar antes de su colocación, libre de moho o de cualquier recubrimiento que perjudique la adherencia.

El acero para reforzar concreto se utiliza en distintas formas. La más común es la barra o varilla que se fabrica tanto en acero laminado en caliente como acero trabajando en frío. Todas las barras con

excepción del alambro de ¼ de pulgada que generalmente es liso, tienen corrugaciones en la superficie para mejorar la adherencia al concreto.

DIÁMETROS, PESOS, ÁREAS Y PERÍMETRO DEL ACERO DE REFUERZO.

BARRA NÚMERO	DIÁMETRO		PESO kg/m	ÁREA cm ²	PERÍMETRO cm
	PULGADA	mm			
2	¼	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	½	12.7	0.993	1.27	3.99
5	5/8	15.9	1.552	1.98	5.0
6	¾	19	2.235	2.85	6
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 ¼	31.8	6.207	7.92	9.99
11	1 3/8	34.9	7.511	9.58	10.96
12	1 ½	38.1	8.938	11.4	11.97

En aquellos casos en que deban dejarse varillas de refuerzo libre a la intemperie, como previsión para ligarlas con ampliaciones futuras, deben protegerse a fin de evitar la corrosión de las mismas.

Si hay necesidad de doblar el acero esto puede hacerse con grifos o en su defecto utilizar pernos u otro elemento con el que pueda ejecutarse el doblado, siempre y cuando tenga un diámetro mínimo de cuatro veces el de la varilla, en ningún caso debe recurrirse a calentar el acero de refuerzo para facilitar el doblado. Debe vigilarse que todo acero sea recto, admitiendo que sea doblado sólo en aquellas partes que los cálculos lo indiquen.

Los cálculos darán en todos los casos los lugares donde deberá colocarse el refuerzo, debiendo sujetarse firmemente con espaciadores o siletas metálicas. Debe exigirse que la distancia entre varilla y varilla sea como mínimo de dos veces el diámetro de la misma. Sin embargo, debe vigilarse que la distancia libre entre varilla y varilla sea como mínimo de 2.5 cm. En función del tamaño del agregado grueso, la separación mínima de varillas debe ser de vez y media.

En losas y trabes principalmente, no deberán hacerse empalmes en puntos de esfuerzos máximos sin la autorización del Director de Obra, en aquellos casos en que se permitan dichos empalmes, la superposición deberá ser tal que transmita los esfuerzos entre las barras por adherencia y esfuerzo cortante.

En todos los casos de empalmes, deberán arriarse perfectamente bien con alambre recocado de primera calidad. Las varillas empalmadas deberán llevar un traslape mínimo de 40 diámetros. Los traslapes de la malla soldada serán, cuando menos en la longitud de una rejilla. Cuando los traslapes se suelden el contratista deberá presentar con anticipación, varias uniones al laboratorio de ensaye de materiales para que ejecute las pruebas y determine las fatigas máximas de trabajo.

El Director de Obra deberá tener la seguridad de las fatigas máximas de trabajo a que puedan sujetarse los diferentes diámetros de varilla corrugada que se reciba en una obra, ya sea solicitando

directamente del laboratorio de las laminadoras dichas fatigas, o enviando muestras a los laboratorios de ensaye de materiales.

Los materiales de refuerzo a emplear son: varilla no.3, 4 y 6 con $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ libre de oxidación, deformaciones, grasa o aceite.

IV.1.7 CONCRETO.

El concreto es un material pétreo artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, agregados y agua. El cemento y el agua mezclados forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un material heterogéneo. En ciertas ocasiones se agregan determinadas sustancias llamadas aditivos que mejoran alguna característica del concreto.

Se debe tener especial empeño en vibrar o picar correctamente el concreto y evitar huecos o vacíos que perjudiquen la rigidez del elemento, asimismo se vigilará que las varillas queden perfectamente alineadas y con un recubrimiento mínimo de 1.5 cm.

El concreto a emplear tendrá una resistencia a la compresión $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y será hecho en obra.

A) AGREGADOS.

Son aquellos materiales que se emplean en las revolturas de concreto y mortero, con el fin de reducir los cambios volumétricos, así como el consumo del cemento. Por "mortero" se entiende una mezcla de agua, cemento y arena sin agregado grueso. En cuanto a su tamaño, los agregados se dividen en dos grandes grupos: fino y grueso. La arena es la forma más común del agregado fino y la grava y piedra triturada, las formas más comunes del agregado grueso.

Los requisitos que deben llenar en general los agregados son que deben estar constituidos por minerales durables, resistentes y duros, exentos de partículas detriminentales que motiven alteraciones volumétricas o que afecten la hidratación del cemento y estar bien graduados y clasificados de acuerdo con los tamaños que las especificaciones de la obra estipulen. Los tamaños en que usualmente se clasifican los agregados son los que a continuación se indican:

AGREGADOS	TAMAÑOS	
	MÍNIMO	MÁXIMO
Arena	0	5 mm (3/16")
Grava muy pequeña	5 mm (3/16")	10 mm (3/8")
Grava pequeña	10 mm (3/8")	19 mm (3/4")
Grava mediana	19 mm (3/4")	38 mm (1 1/2")
Grava grande	38 mm (1 1/2")	76 mm (3")
Grava extra grande	76 mm (3")	152 mm (6")

La eficiencia de la clasificación o del cernido deberá ser tal que, cualquiera de los agregados clasificados no contenga más de 10% de partículas menores del tamaño mínimo estipulado, ni más de 5% de partículas mayores del tamaño máximo respectivo.

Su densidad no será menor de 2.45 t/m^3 , excepto cuando se trate de agregados para concretos ligeros. Los agregados no deberán contener minerales atacables por los álcalis que motiven expansión en el concreto, como ópalo, calcedonia, pedernal, vidrio volcánico, etc. Cuando se tenga algún indicio, duda o sospecha acerca de la indeseable presencia de estos minerales, se someterán muestras representativas de los agregados a la investigación de un laboratorio competente.

En general, los agregados deberán lavarse para remover la arcilla, el limo y la materia orgánica. En la prueba colorimétrica, la arena deberá acusar un contenido de materia orgánica que no exceda el máximo permitido. El contenido del material más fino que el cedazo 200, no deberá exceder de 5 % en la arena, ni del 1 % en los agregados gruesos.

AGREGADO FINO.

Se llama arena al material granular fino (generalmente menor de 5 mm de diámetro) que resulta de la desintegración o de la trituración de las rocas. Debe satisfacer los requisitos correspondientes a los agregados en general y además los siguientes:

1. No deberá contener más de 1 % en el peso de terrones de arcilla.
2. En general su granulometría deberá satisfacer o aproximarse a los límites que a continuación se indican:

MALLAS NO.	% RETENIDO ENTRE LAS MALLAS INDICADAS	
	MÍNIMO	MÁXIMO
3/8" a 4	0	5
4 a 8	5	20 ⁴
8 a 16	10	20
16 a 30	10	30
30 a 50	15	35
50 a 100	12	20
Pasa 100	3	7

Se llama arena a un conjunto de partículas de tamaño inferior a 6.5 mm que se desprenden de las rocas compuestas por la acción de las lluvias y demás meteoros. Según el tamaño de sus granos reciben las arenas varias denominaciones tales como: gruesa, mediana, fina y muy fina. Según su procedencia se dividen en: de río, de mar, de mina, de hoyo, etc. Sus granos son unas veces redondos y angulosos otras, con menos frecuencia, cristales enteros o incompletos.

Según la naturaleza de sus elementos resisten las arenas a la acción disolvente de los agentes atmosféricos o cambian gradualmente su constitución bajo la influencia de aquellos. Las que se mantienen invariables (por ejemplo, las de cuarzo puro) y lo mismo las que no contienen más que elementos solubles (ejemplo, las calizas) son impropias para el cultivo; por el contrario, las que contienen mezclados los elementos estables y los solubles pueden reunir las condiciones necesarios para la vida de las plantas.

⁴ Si lo retenido entre los cedazos No. 4 y 8 no excede de 15 %, lo retenido entre los No. 8 y 16 puede subir hasta 25%.

AGREGADO GRUESO.

El agregado grueso consiste generalmente en piedra triturada, grava, escoria de altos hornos u otro material inerte de características similares a los antes citados y que satisfaga los requisitos indicados.

Deberán satisfacer los requisitos correspondientes a los agregados en general y además los siguientes: los contenidos de terrones de arcilla, fragmentos suaves y partículas de sílice amorfa de fácil desintegración, no deberán exceder los siguientes límites máximos, expresados en tanto por ciento en peso: 0.25, 5.0 y 1.0 respectivamente.

Cuando se trate de concretos sujetos al desgaste como pavimentos y pisos en la prueba que se haga (según método ASTM-C131), no deberá producirse un desgaste mayor de 10% después de 100 revoluciones ni mayor de 50% después de 500. Además de los agregados anteriormente mencionados también se emplean agregados ligeros, cuando se quiere obtener un concreto de poco peso. Los agregados ligeros que consisten principalmente en piedra pómez, lava, tobas y escorias, vermiculita, carlita y arcilla expansionada, deben estar constituidas por partículas durables, de baja densidad, limpias, bien graduadas y que no motiven cambios volumétricos detrimentales en el concreto.

AGUA.

No deberán emplearse aguas de desperdicio de plantas industriales: curtidería, vinatería, rastro, empacadora de alimentos, ingenio azucarero, etc.

La resistencia de 7 a 28 días de probetas de mortero o de concreto, hechas con el agua cuya calidad se investigó, no deberán ser menores que el 90% de las que se obtengan con los mismos materiales y proporciones pero empleando agua destilada, recientemente hervida para eliminar el gas carbónico.

Generalmente el agua potable es buena para emplearla en el concreto. El agua que se emplee para el mezclado no deberá contener cantidades perjudiciales de gas carbónico libre, limo, materia orgánica, azúcar, aceite, álcalis, sales u otras impurezas. Su pH no será menor de 7 y no se excederán los siguientes límites:

COMPONENTES	PARTES POR MILLÓN (ppm)
Sulfatos (SO ₄)	300
Cloruros (Cl)	300
Sales de Magnesio (MgO)	150
Matena Orgánica (oxígeno requerido para oxidarlo)	10
Sólidos solubles	1500
Sólidos en Suspensión (SS)	1000

Estos últimos (SS) pueden reducirse o eliminarse por sedimentación en tanque de reposo.

IV.1.8 VIBRADO DEL CONCRETO.

La acción producida por los vibradores no sólo facilita el uso de revolturas de consistencia más espesa, sino que también permite emplear el material fino en proporciones menores a las requeridas en las revolturas colocados a mano. Además de la reducción en la cantidad de agregado fino, puede aumentarse la proporción del agregado grueso con disminución en la cantidad de agua de mezclado; pues es sabido que el agregado grueso presenta menor superficie por cubrir y necesita por lo tanto menor cantidad de pasta, o sea que para cantidades fijas de cemento, habrá que disminuir el agua de mezclado para tener menor cantidad de pasta.

El reducir el agua de mezclado en la fabricación del concreto, tiene las siguientes ventajas:

- Aumento la resistencia a la flexión y a la compresión.
- Aumenta la densidad y la impermeabilidad.
- Disminuye la absorción.
- Aumenta la resistencia a la intemperie.
- Mejora la adherencia entre capas de concreto sucesivas.
- Mejora la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.
- Disminuye los cambios volumétricos, especialmente durante el período de endurecimiento.
- En las revolturas de consistencia espesa es menor la tendencia a la segregación de los ingredientes y se evita que el agua suba y se acumule en la superficie del colado.

Manejando apropiadamente los vibradores, es posible descimbrar en un tiempo más corto. Además, se evita estar haciendo uniones entre el concreto fresco y el concreto ya fraguado. Otra ventaja de los vibradores es la de que el colado puede hacerse más rápido, además de que se consigue vibrar el concreto en lugares en los que es imposible varillarlos a mano.

Si se tiene una revoltura de concreto de una posibilidad de trabajo tal que pueda ser fácilmente colocada a mano, no tiene ninguna ventaja aplicar el vibrado, si no todo lo contrario, puede ser perjudicial ya que ello produciría segregaciones en la revoltura. Sólo será ventajoso aplicar el vibrado cuando se usen revolturas de consistencia espesa.

A) TIPO DE VIBRADORES.

Los vibradores de molde se usarán cuando las secciones que se están colando sean demasiado pequeñas para los vibradores de tipo interno.

Los vibradores internos se usarán en todos los trabajos en que haya secciones suficientemente grandes y se complementarán con vibradores del tipo de plataforma, en el caso de no obtener superficies satisfactorias con los vibradores del tipo interno.

B) NÚMERO Y TAMAÑO DE VIBRADORES.

Los vibradores deberán ser de sólida construcción, con la capacidad adecuado a sus dimensiones y susceptibles de transmitir al concreto no menos de 7,000 revoluciones por minuto en pleno trabajo. La vibración deberá ser lo suficientemente intensa de manera que la revoltura de concreto fluya o se asiente dentro de las formas y afectar visiblemente a la revoltura en un radio de por lo menos 45 cm (18"), al usarse en revolturas de concreto con 2.5 cm (1") de revenimiento.

El número de vibradores que deban emplearse será el necesario para que la vibración se reparta en el volumen total de concreto colado en cada capa. Debe tenerse por lo menos, un vibrador extra para casos de emergencia.

C) MANEJO DE LOS VIBRADORES.

Los vibradores de molde se sujetarán a las formas de modo que trasmitan efectivamente la vibración al concreto. Se colocarán horizontalmente, separados a una distancia no mayor que el radio al través de la cual el concreto es visiblemente afectado. Los vibradores internos se mantendrán moviéndolos constantemente dentro del concreto y se aplicarán en puntos uniformemente distribuidas y separados a una distancia no mayor que el radio dentro del cual el vibrador es visiblemente efectivo.

No deberá mantenerse el vibrador en un sólo punto demasiado tiempo para evitar que se formen charcos.

Con los vibradores internos a con los de molde la vibración debe ser tal que el concreto llegue a ser uniformemente plástico. Los vibradores superficiales se aplicarán solamente para introducir el agregado grueso y hacer salir el mortero dando así un acabado satisfactorio.

La vibración no debe aplicarse directamente al acero de refuerzo que se extienda dentro del concreto parcialmente colado.

IV.1.9 CIMENTACIONES.

Entendemos por cimentación los elementos usuales de transmisión de carga de los partes estructurales de un edificio al terreno. Como generalmente las cargas que se transmiten al terreno producirían fatigas mayores que las permisibles para soportarlas sin hundimiento apreciable, la mayoría de los dispositivos de transmisión consisten en una ampliación de las superficies transmisoras de dichas cargas.

Designamos con el nombre de cimentaciones superficiales aquellas que se apoyan en las capas superficiales del terreno, por tener éstas la suficiente capacidad de carga para soportar las construcciones así apoyadas.

En la manufactura de las cimentaciones de tipo superficial los materiales que más comúnmente se emplean en nuestro país para realizarlos son: la piedra braza (recinto basáltico) u otras piedras y concreto simple o reforzado, el acero de refuerzo y para obras provisionales la madera.

IV.2 SUPERESTRUCTURA.

IV.2.1 MUROS.

La función de estos elementos es la de repartir y transmitir uniformemente las cargas verticales y ayudar a la estructura a trabajar correctamente en caso de sismos o asentamientos.

El tabique o block, así como la cimbra, debe mojarse perfectamente en los lugares en donde previamente fue tratado el muro para recibir las cadenas con el fin de que este no absorba el agua del concreto.

Antes de colocar los muros de tablaroca, deberán trazarse estos en las losas y en los pisos, verificando que este trazo quede a plomo.

Para fijar las canales de amarre utilizaremos tornillos para madera y taquetes de fibra de vidrio, con una separación máxima de 40 cm. La fijación de postes metálicos se hará con una separación de 61 cm.

La tabla roca será de 13 mm y será colocada de manera que queden cuatrapeadas las juntas de estas, en una cara del muro con respecto a la otra cara.

Las juntas recibirán un tratamiento a base de cinta de papel de refuerzo (Perfacinta) y un compuesto de diseño especial (Redimix).

Las juntas llevarán una capa de compuesto, una capa de cinta y dos capas de compuesto, justo en el orden aquí escrito.

Para el caso de las dos últimas capas de compuestos, se deberá esperar a que seque la primera para aplicar la segunda.

La fijación de la tablaroca a los perfiles galvanizados se hará a través de tornillos autorroscantes.

IV.2.2 REPELLADOS.

El repellado es un recubrimiento tosco que se da a los muros, como base para aplicar el aplanado fino o de pasta, o el recubrimiento de acabado que se requiera. Consiste en aplicar directamente sobre el muro el mortero que se desee utilizar. El muro debe estar perfectamente mojado antes de aplicar el repellado para evitar que absorba el agua del mortero y éste se desprenda. El mortero debe irse emparejando o alisando con una regla. Evitando repellados demasiado gruesos, pues cuando mucho deben permitirse 2 cm de espesor.

Cuando se desee repellar superficies de concreto, éstas deben picarse con anticipación para lograr adherencia perfecta, de todos los morteros, de preferencia debe escogerse aquel que es a base de cal-grasa apagada y arena, y el de calhidra-arena, agregándoseles un poco de cemento para mayor consistencia. La preferencia por estos dos morteros se debe a que así los repellados presentan mayor resistencia a la intemperie. Todos los demás tienen el inconveniente de que se agrietan fácilmente con los cambios de temperatura.

IV.2.3 APLANADOS.

El aplanado se ejecuta sobre un repellado, que debe estar suficientemente mojado para evitar agrietamientos, usando en la operación final arena cernida, aplanando con plana de madera para lograr una textura adecuada y uniforme. Debe vigilarse que las esquinas queden redondeadas boleados para evitar deterioros. Por ser una secuencia continua del repellado, debe observarse lo que se dijo con anterioridad sobre éste.

Cuando se necesite aplanar volados, se tendrá especial cuidado de dejar goteros en la orilla del volado para evitar que se filtre el agua, asimismo debe redoblar la vigilancia en el picado de la superficie por aplanar.

A) APLANADOS DE YESO.

Los aplanados de yeso se usaran exclusivamente en elementos interiores.

Cuando se ejecuten sobre superficies de concreto, estas se picaran y humedecerán previamente y cuando se ejecuten sobre muros de tabique estos humedecerán previamente.

Las maestras a nivel y/o a plomo, se colocaran a una distancia máxima de 2 metros y sobre ellas se correrá la regla. En ningún caso el espesor del aplanado de yeso será mayor a dos centímetros.

Los aplanados de yeso se ejecutaran empleando una pasta fresca y manejable preparada en pequeñas cantidades con yeso deshidratado en polvo y agua.

La preparación de la pasta se hará en una pequeña artesana hecha de madera y con dimensiones tales, que faciliten la maniobra de un sólo operario y que la cantidad de pasta fabricada sea empleada dentro de un lapso menor al del fraguado de la misma.

El acabado final será terso, no aceptándose superficies o aristas con ondulaciones, cualquier parte podrida o suave, que presente chupaduras, que este hueca o falsamente adherida, será removida y repuesta con cargo al contratista.

B) APLANADOS DE PASTA.

La pasta en fachadas, como acabado final de un muro que previamente se ha repellido, consiste en aplicar con un espesor de 5 mm una mezcla compuesta por calhidra, cemento blanco, grano fino de mármol y grueso y colorante mineral. El repellido deberá estar perfectamente mojado para evitar que se desprenda la pasta una vez aplicada. La pasta deberá ser impermeable y de color perfectamente uniforme para lograr lo primero basta agregarle cualquiera de los impermeabilizantes integrales que previamente sean aprobados por el Director de Obra.

IV.2.4 PULIDOS.

El pulido es un acabado más fino y se da sobre el repellido de mezcla bien mojado consiste en dar una terminación de cemento, roseando directamente la superficie por pulir y dándole un acabado con cuchara o llana metálica para lograr una superficie tersa. Puede además rayarse vertical u horizontalmente a cada 40 o 50 cm con el objeto de evitar grietas.

En las operaciones antes mencionadas debe vigilarse que durante el secado del repellido, del aplanado y del pulido, se tenga el cuidado de mojar 2 o 3 veces las superficies recién trabajadas con el objeto de reponer el agua evaporada y evitar grietas.

IV.2.5 EMBOQUILLADOS.

El emboquillado puede hacerse con cualquier tipo de mortero, en las mochetas y cerramientos donde se haya repellido o aplanado. Las aristas deben ser francas, a plomo o a nivel, boleadas o vivas.

Deben vigilarse todos los pequeños rincones de la unión entre los contramarcos de puertas y ventanas, evitando que queden hoquedades por donde pueda filtrarse el agua, produciendo humedades.

IV.2.6 PISOS.

Antes de colar el piso, se verificará la colocación de las instalaciones que vayan a quedar ahogadas en el firme tomando las siguientes precauciones:

- a) Comprobar que las tuberías hayan sido probadas satisfactoriamente.
- b) Verificar la correcta colocación, localización y niveles de alimentaciones y desagües.
- c) Verificar que los rellenos donde se apoya el piso se encuentren desprovistos de materias orgánicas o cualesquiera otras que le pudieran ser dañinas a las tuberías.

Se colocaran reglas de madera cuando sea necesario, para dividir la superficie en tableros y colar el firme en tramos, alternados para tener juntas frías y evitar su agrietamiento.

Una vez vaciado y extendido el concreto, deberá picarse con cuchara de albañil y se emparejará con una regla de madera. Finalmente deberá vibrarse para evitar burbujas de aire y apisonarse con pisón de madera.

El piso se curará con agua durante tres días, si antes no se impermeabiliza o recubre con el acabado que vaya a tener el piso.

El acabado del piso será rugoso y enrasado a regla para pisos que tendrán como acabado final mosaico, loseta de barro cerámica o terrazo.

El acabado del piso será pulido terminado con llana metálica para pisos que tendrán como acabado final loseta vinílica, linóleo, parquet o alfombra.

El concreto será de resistencia $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, fabricado en obra.

IV.2.7 LAMBRINES.

La finalidad principal de los lambrines es la de proteger al muro, ayudar a la limpieza y conservación del mismo pueden ser de cemento pulido, de mosaico (liso o marmoleado) de granito de azulejo, etcétera.

Lambrín de cemento pulido. Se hará sobre muros que previamente se hayan mojado. Primero se aplica un aplanado de mortero cemento-arena 1:3, el espesor máximo de este aplanado deberá ser de 3 cm. El acabado final se hará puliendo con llana metálica toda la superficie, debiendo quedar a riguroso plomo, evitando asperezas. Es muy conveniente para evitar que el pulido de cemento se parta hacer juntas o sencillamente rayarlo formando cuadros, con lo que se evita en gran parte que se parta por la dilatación del mortero.

Lambrín de azulejo, cintilla vidriada de $2 \times 6 \times 20$ cm El azulejo que se use en lambrines puede ser del país o importado, de 10×10 , 11×11 o 15×15 cm, blanco y de color, de primera o de segunda. Debe vigilarse la uniformidad en color y en tamaño puede colocarse indistintamente sobre muros o columnas. El mortero que se use, será a base de cemento y arena en proporción 1:4, con un espesor de 2 cm picándolo con cuchara para evitar los huecos, la arena debe ser fina o en su defecto, cernida. Se procurará que el mortero sea lo más seco posible. Antes de colocar el azulejo debe empaparse perfectamente el muro o columna, así como tener el azulejo sumergido en agua, hasta su saturación (doce horas antes de ser colocado es suficiente), para que no absorba el agua del mortero. Las hiladas pueden colocarse cuatrapiadas a cartabón, o al hilo, siendo esta última la más aceptada.

A) COLOCACIÓN DEL AZULEJO.

Deben vigilarse los paños que sirvan de base, asegurándose que las superficies por revestir queden a plomo. Procúrese que las juntas queden uniformes con espesor aproximado a 1 mm a paño y a plomo las verticales y a nivel las horizontales.

Deben considerarse en las esquinas y rincones de muros y mochetas, vaguetas interiores y exteriores según el caso. En la parte superior de todo lambrín deben colocarse remates, así como esquinas de remate y rincones. Todas estas piezas pueden ser del mismo color del lambrín o combinarse con azulejo de otro color. Así mismo cuando se combinan colores, se prevé en la base del lambrín una cenefa.

En todos los lugares donde no quepan piezas enteras de azulejos, deberán recortarse éstas al tamaño necesario, debiendo ser las aristas de corte perfecto, rechazándose las piezas estrelladas. En ningún caso debe recurrirse al resanado de lambrines. En todo lambrín el acabado final consiste en lechadear con cemento blanco las juntas, limpiándolo inmediatamente después de terminado el lechadeado, con aserrín de madera.

Deberá tenerse especial cuidado en que las hiladas vayan a nivel, no admitiéndose desniveles ni desplomes mayores de 1/500.

Sobre la superficie preparada, se colocará una capa de mezcla de cemento-arena en la proporción volumétrica 1:3 no menor de 1.5 cm de espesor

Se humedecerá cada pieza sumergiéndola en agua durante las doce horas previas a su colocación y se asentará sobre el mortero fresco de manera que las juntas queden alineadas en ambos sentidos, a tope y al ras, verificando el nivel por medio de hilos tensos (reventones).

Los cortes del material se harán con máquina de corte especializada.

Conforme se avance en la colocación de las piezas estas se deberán de ir limpiando para evitar que se adhiera la mezcla o pasta y las manche.

Las piezas flojas (mal pegadas) o huecos, se detectaran golpeando las piezas con el mango de una cuchara de albañil aquellas que no estén firmemente adheridas, se retiraran junto con la pasta (mezcla seca), y se colocaran de nuevo empleando pasta o mezcla fresca.

Durante los tres días siguientes a la terminación del trabajo, no se permitirá el tránsito de personas directamente sobre el piso, debiéndose colocar tablonces que sirvan como andaderos.

El material a emplear será loseta cerámica en pisos de la marca Porcelanite modelo Magnum gris de 30 x 30 cm.

La unidad de medida es el metro cuadrado y se mide en obra.

Sobre la superficie preparada, se colocara una capa de mezcla de cemento-arena en la proporción volumétrica 1:4 no menor de 1.5 cm de espesor

IV.3 INSTALACIONES.

IV.3.1 INSTALACIONES HIDRÁULICAS.

Se refiere al conjunto de tuberías, conexiones, dispositivos y equipo cuyo objeto es la alimentación, almacenamiento, distribución y regulación del agua potable en las construcciones.

Las tuberías y piezas especiales, deberán ser nuevas, estar en buen estado y ser de sección uniforme. Los tubos se emplearán siempre por tramos enteros y solamente se permitirán uniones en aquellos casos en que la longitud de la tubería necesaria, rebasa la dimensión comercial.

Los cortes se realizarán en ángulo recto respecto al eje longitudinal del tubo, de tal manera que este no se deteriore.

Las piezas especiales deberán tener el diámetro estipulado en el proyecto, tales que ajusten a las tuberías que correspondan, con extremos totalmente circulares, uniformes sin rajaduras, golpes o enmendaduras.

Cuando haya necesidad de romper pisos, recubrimientos, plafones, muros y en general cualquier elemento de un edificio, por no haberse realizado las obras conforme al proyecto o se hayan realizado en forma defectuosa, estos trabajos y la reposición de los elementos destruidos será por cuenta del contratista.

Para evitar que las tuberías reciban materias extrañas, durante la construcción, deberán taparse las bocas con material fácil de removerse hasta ser instalados los muebles o equipos.

Las conexiones entre tubos y/o piezas especiales, se hará entre elementos del mismo material, o con conectadores fabricados expofeso.

La separación entre las tuberías paralelas de cualquier material, deberá ser tal que permita efectuar fácilmente los trabajos de reparación en casos de descompostura.

Se deberá tener cuidado de no instalar las tuberías cerca de conducciones eléctricas. Se tendrá especial cuidado de que la tubería entre en contacto con recubrimientos de yeso.

Las tuberías y conexiones de cobre deberán ser sin costuras, estiradas en frío, sin pliegues, dobleces, ondulaciones ni zonas porosas. Las tuberías se unirán con las conexiones a través de soldadura de estaño.

Al finalizar la instalación de la tubería hidráulica, para que esta sea aceptada, se procederá a efectuar las pruebas de fuga con agua potable a una presión de 10 kg/cm^2 durante un periodo no menor a tres horas y a presión constante.

La prueba de funcionamiento hidráulico en instalaciones sanitarias consistirá en revisar que las tuberías y conexiones no estén taponadas y acto seguido, se agregará agua por la parte mas alta y en la

cantidad suficiente para poder observar que esta corra libremente hasta el extremo final del tramo probado.

Durante la prueba se hará una inspección ocular de la tubería, conexiones y válvulas, para asegurar que no halla fugas ni filtraciones.

Los materiales a emplear en estas instalaciones serán de los diámetros establecidos en el proyecto, para instalación hidráulica, tubería de diámetro de 25 mm, 19 mm, y 13 mm.

Las instalaciones hidráulicas serán de productos de cobre de la marca Nacobre.

IV.3.2 INSTALACIONES SANITARIAS.

Se refiere al conjunto de tuberías, conexiones, dispositivos y equipo cuyo objeto es evacuación de aguas negras, blancas y/o pluviales en una edificación.

Las tuberías y piezas especiales, deberán ser nuevas, estar en buen estado y ser de sección uniforme.

Los tubos se emplearán siempre por tramos enteros y solamente se permitirán uniones en aquellos casos en que la longitud de la tubería necesaria, rebase la dimensión comercial.

Los cortes se realizarán en ángulo recto respecto al eje longitudinal del tubo, de tal manera que este no se deteriore.

Las piezas especiales deberán tener el diámetro estipulado en el proyecto, tales que ajusten a las tuberías que correspondan, con extremos totalmente circulares, uniformes sin rajaduras, golpes o enmendaduras.

Cuando haya necesidad de romper pisos, recubrimientos, plafones, muros y en general cualquier elemento de un edificio, por no haberse realizado las obras conforme al proyecto, o se hayan realizado en forma defectuosa, estos trabajos y la reposición de los elementos destruidos será por cuenta del contratista.

Para evitar que las tuberías reciban materias extrañas durante la construcción, deberán taparse las bocas con material fácil de removerse hasta ser instalados los muebles o equipos.

Cuando la unión del tubo sea del tipo macho y campana los tubos se colocarán con las campanas aguas arribas.

Las tuberías sanitarias se probaran dos veces, la primera vez se hará para la recepción de la tubería cuando este totalmente instalada y la segunda a la entrega final de obra cuando estén instalados los muebles.

Las uniones de los tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) se harán mediante conexiones de PVC con empaques de hule o por medio de algún cementante, según sea el tipo de conexión.

La prueba de hermeticidad en instalaciones sanitarias, consistirá en taponar el extremo inferior y salidas intermedias del tramo por probar, acto seguido se empezará a llenar la tubería con agua desde el punto mas alto del extremo que se está probando hasta que esta quede completamente llena y se dejará así por un periodo no menor de tres horas, tiempo durante el cual deberán realizarse inspecciones oculares para detectar posibles fugas o fallas.

Las conexiones entre tubos y/o piezas especiales, se hará entre elementos del mismo material, o con conectadores fabricados exprofeso.

La separación entre las tuberías paralelas de cualquier material, deberá ser tal que permita efectuar fácilmente los trabajos de reparación en casos de descompostura. Se deberá tener cuidado de no instalar las tuberías cerca de conducciones eléctricas. Se tendrá especial cuidado de que la tubería entre en contacto con recubrimientos de yeso.

Los materiales a emplear en estas instalaciones serán de los diámetros establecidos en el proyecto, para instalación sanitaria, diámetros de 150 mm, 100 mm, y 51 mm.

Las tuberías y conexiones de las instalaciones sanitarias serán de PVC rígido, de la marca Duralón, Tuboplas o similar.

A) MUEBLES SANITARIOS.

Operación que tiene por objeto presentar, fijar y amacizar, los elementos, muebles sanitarios y accesorios en su lugar correspondiente y conectarlos a las tuberías de alimentación, salidas y/o desagües.

Los inodoros, asientos, mingitorios, lavabos, regaderas, vertederos, fregaderos, lavaderos, accesorios para baños, botiquines y llaves así como los materiales necesarios para su colocación, fijación, amacizado y junteo, deberán cumplir con lo especificado en el proyecto y en el catálogo de conceptos.

Los muebles se sujetarán, amacizaran o empotraran, según corresponda, en piso o en muro, previa nivelación del mueble, que garantice su correcto funcionamiento y desagüe.

En los muros se colocaran las cajas o se preparan los taquetes para atomillar los soportes necesarios para cubrir los muebles correspondientes.

En el piso se harán las perforaciones para alojar las pijas, anclas o tornillos que sujetarán sólidamente el mueble al piso.

En la fijación de inodoros se pondrá especial cuidado en la junta selladora de piso en la cual asienta el mueble, y este se fijara con pijas y taquetes de plomo, empotrados en el piso.

Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica (céspol de latón de plomo) con diámetro de 38 mm para lavabo y 38 mm para vertedero, cromados y con sistema para dar mantenimiento y limpieza de los mismos.

Los fregaderos deberán estar provistos de sifón con obturación hidráulica (céspol) con diámetro de 38 mm de plomo y con sistema para dar mantenimiento y limpieza de los mismos.

Colocados los muebles y para efectos de recepción del trabajo de instalación, se probarán sus alimentaciones y sus desagües, verificando que no existan fugas y que todos los accesorios correspondientes funcionen correctamente, de no ser así se procederá a su arreglo desmontando si es necesario el mueble cuya instalación se encuentre defectuosa.

Los lugares de colocación de los accesorios de baño serán localizados respetando ubicación, cotas y niveles de proyecto.

Los muebles a usar serán de la marca Ideal Standard en los modelos y colores especificados en el catálogo de conceptos.

IV.3.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Las tuberías Conduit pueden ser metálicas o no metálicas según se indique en el catálogo de conceptos.

Previamente a su instalación, el contratista, deberá verificar que las tuberías estén exentas de materiales extraños adheridos tanto en su interior como en su exterior.

No deberá instalarse tubería Conduit con diámetro interior menor de 13 mm (1/2”).

La sujeción de las tuberías Conduit instaladas en forma aparente se deberá hacer mediante abrazaderas tipo “u” o de “uña”. Las abrazaderas quedarán a una distancia no mayor a 1.5 metros y junto a cada caja de conexión deberá quedar una abrazadera.

Previamente a la unión o acoplado de las tuberías se deberá tener especial cuidado en suprimir las rebabas ocasionadas al efectuar cortes en las mismas, con objeto de evitar el deterioro del material aislante de los conductores durante la operación de cableado.

Cuando el tubo termine en una caja, ducto o gabinete, para su sujeción debe colocarse un monitor o boquilla que evite las raspaduras o posibles daños en el aislamiento de los conductores y proporcione un modo seguro de sujeción.

Cuando sea necesario hacer curvas o dobleces en una tubería Conduit metálica, se deberán ejecutar con dobladores especiales que garanticen mantener la misma sección útil interior del tubo.

Las cajas de conexión (incluyendo chالupas) no deberán presentar daños en las bocas o entradas, agrietamientos en el cuerpo de las mismas, materiales adheridos a ellos o cualquier otro tipo de imperfección que no garantice seguridad a la instalación. Por ningún motivo se instalarán cajas troqueladas con láminas menores al calibre 16.

Previamente al vaciado de concreto, se deberán rellenar con papel las cajas registro, de tal forma que la caja asiente perfectamente en la cimbra y no se inunde de mezcla.

Cuando las instalaciones eléctricas queden alojadas en el interior de muros falsos, las cajas de registro se deberán fijar al bastidor del muro mediante elementos que le proporcionen la rigidez necesaria para que se evite su movilidad durante el uso.

En canalizaciones ocultas, las cajas de conexiones se deberán instalar de modo que los conductores contenidos en ellas sean accesibles sin necesidad de remover parte alguna del acabado.

Las conexiones eléctricas entre conductores, deberán hacerse precisamente en las cajas de registro colocadas para tal objeto, no se admitirá que conexiones eléctricas queden en el interior de tubos Conduit aun en casos en que estas estuvieran perfectamente aisladas.

Previamente a ser introducidos en la tubería, deberán arreglarse de tal forma que se eviten enredos, así mismos sus extremos deben quedar perfectamente identificados para evitar confusiones en las conexiones.

Al alambrear una tubería será necesario que la introducción de los conductores se realice mediante las acciones conjuntas de jalado de alambre y guía de los conductores a través de los registros intermedios para evitar que estos sufran deterioros en sus forros.

Cuando la longitud, el área y el número de conductores así lo requiera, se usará talco, grafito o algún material adecuado como lubricante que no resulte perjudicial para el aislamiento de los conductores, no se permitirá el uso de aceites o grasas lubricantes para facilitar la colocación de los conductores en el tubo Conduit.

Los accesorios eléctricos se instalarán de tal manera que queden completamente fijos y pueda colocarse sobre ellos una placa de recubrimiento y acabado para protegerlos.

La sujeción de los accesorios en las casas, se realizará únicamente con tornillos evitándose que estos lleguen a soportar y/o tener contacto con los conductores que ahí se encuentren. Por ningún motivo se permitirá el alambre como medio de sujeción de accesorios en las cajas.

Una vez instalados los accesorios eléctricos, se deberá probar la continuidad eléctrica así como su eficiente funcionamiento además de las pruebas indicadas en el propio proyecto.

Los materiales a emplear serán tubos Conduit galvanizados de pared delgada como se especifique en catálogo de conceptos. Cajas, chالupas de conexión galvanizadas, contactos, apagadores, placas y accesorios de la marca Quinzñio en color negro, cables eléctricos en los diámetros que especifique el proyecto con forro THW de la marca Condulac o Condumex.

Aquellas salidas que no incluyan el cableado deberán quedar guiadas con alambre recocido calibre 16 o 18.

Se incluyen en esta especificación a todos los equipos necesarios para la conexión, desconexión, protección y control en instalaciones eléctricas tanto en su distribución como en sus elementos de arranque y de paro. Como son los interruptores, los tableros de control y los arrancadores para motores, incluyendo los accesorios de estos.

En todos los tableros de control y protección se deberá dejar una lista de los interruptores con una leyenda claramente escrita y protegida que indique los circuitos controlados, por cada interruptor.

Se deberán usar las perforaciones previstas en los equipos de control y protección para el acoplamiento de tuberías. En caso que por el tipo de tuberías indicado en el proyecto, no sea posible emplear las perforaciones marcadas, por el fabricante de los equipos, estos se perforarán en obra debiendo cuidar que no queden rebabas y que la perforación sea exactamente del diámetro necesario de acuerdo a los requerimientos del proyecto y presenten en términos generales las mismas condiciones que las perforaciones originales.

Dentro de los tableros de control y protección, los conductores deberán quedar perfectamente alineados, sujetos y marcados. En los tableros de distribución, los conductores y barras alimentadores, deberán quedar sujetos rígidamente, e instalados de tal forma que estén a salvo de daños mecánicos. Previamente al arranque u operación del o los equipos instalados, el contratista deberá efectuar las pruebas de medición del voltaje de alimentación, resistencia de aislamiento, continuidad de los equipos y demás que indique el proyecto.

Todos los equipos serán de la marca Square' D.

Esta especificación se refiere a los trabajos necesarios para colocar, fijar y alimentar de corriente eléctrica a elementos destinados para iluminar áreas específicas.

Los encintados de las conexiones se deberán hacer dentro de la unidad de iluminación o dentro de la caja de conexiones mediante cinta plástica.

Se debe tener especial cuidado de que el montaje y los medios de sujeción del mismo, se realicen de tal manera que se garantice la seguridad de la unidad de iluminación y por lo tanto de la conexión.

La colocación de las unidades de iluminación incandescentes y/o fluorescentes de sobreponer para alumbrado interior dentro de falso plafón, debe contemplar como conceptos básicos, el suspender la luminaria debajo de su caja de alimentación y soportarlo de los elementos estructurales mediante anclas, taquetes, alambre galvanizado, o cadena, tomando en cuenta que por ningún motivo el falso plafón debe soportar el peso de la luminaria.

Será requisito de aceptación de los trabajos de colocación y conexión de unidades de iluminación, que las luminarias queden montados sólidamente a los elementos de soporte, así como su funcionamiento en el apagado y encendido, debiendo contar con un nivel uniforme de iluminación y sin encender y apagar en forma repetitiva (parpadeos) en los periodos de prueba acordados.

Una vez instaladas y probadas las unidades de iluminación, se deberán limpiar todos sus elementos, especialmente los acrílicos o micas para asegurar el máximo nivel de iluminación de las unidades.

Todos los conceptos de trabajo a que hace mención esta especificación incluyen los focos o balastos necesarios para el funcionamiento de estos equipos.

Los nombres y marcas de las unidades de iluminación se encuentran detallados en cada descripción del catálogo de conceptos.

IV.3.4 INSTALACIÓN DE GAS.

Se incluye en esta especificación, todos los equipos necesarios, para la conexión y desconexión, protección y control de las instalaciones de gas tanto en la distribución, como en los elementos de consumo y control como son: los medidores, reguladores, válvulas, llenados y presiones que incluyen cada uno de los accesorios de estos.

Los materiales a emplear serán tubería de cobre rígido tipo L de gas L. P. reguladores B. P, válvulas doble check, válvula de paso, de globo, como se especifique en catálogo de conceptos. Además de tubería de cobre flexible, tanque estacionario, calentador y algunos otros accesorios. En los diámetros que especifique el proyecto y tramos de tubería.

Todas las tuberías se pintarán de color amarillo, y donde se localicen válvulas de control, se deben de indicar, letreros de seguridad así como, memorias que, indiquen su perfecto funcionamiento. Los recipientes estacionarios deben de quedar en áreas restringidas, con acceso sólo para personal autorizado y su llenado a través de las acometidas que cumplan con las normas de instalaciones de gas.

IV.4 HERRERIA.

Los elementos componentes, deberán ser perfiles de una sola pieza, no aceptándose el empleo de pedacería o uniones intermedias de perfiles en un mismo elemento.

La unión definitiva entre los elementos que formen una pieza, deberá realizarse con la tornillería especializada en puertas y ventanas cuando un elemento deba deslizarse apoyándose en otro de la misma pieza, la forma y acabado de las superficies de contacto, deberán ser tales que el movimiento pueda efectuarse suavemente y sin tropiezos, debiendo ser lubricados y contando con sus respectivos rodamientos o carretillas.

Las hojas de puertas y ventanas, no presentaran deformaciones, se deberán colocar a plomo y ajustaran con precisión en los marcos de manera que al estar cerradas no permitirán el paso del aire, agua ni polvo al interior los marcos de puertas, ventanas y cancelaría, se fijaran a los muros, castillos o columnas, por medio de anclas, pijas o tornillos.

La holgura máxima entre los elementos fijos y los elementos movibles, será de 3 milímetros en cada junta.

Las piezas de ventanas, puertas y cancelas, deberán construirse de manera tal que la limpieza, cambio o reposición de vidrios se haga con facilidad desde el interior.

El material de fabricación será de aluminio adonizado natural o aluminio pintado con laca desde fábrica, color negro satinado según se especifique en el catálogo de conceptos.

Para cancelas y ventanas fijas, será fabricado de perfiles tipo bolsa de 2" (5 cm).

Para puertas y ventanas corredizas con perfiles para corredizas de 2” (5 cm) para puertas abatibles, los perfiles de abatir de 2” (5 cm) reforzados.

El cristal será claro de 3, 6 ó 9 mm según se especifique en el catálogo de conceptos.

Se deberán incluir todos los herrajes y elementos de fijación así como vinilos y felpas que garanticen sellado y hermeticidad.

Las chapas para puertas serán de la marca Phillips o similar en el tono del aluminio de la puerta.

IV.5 ACABADOS.

IV.5.1 PINTURA.

Es la aplicación de una película de productos líquidos, resinosos sobre superficies, con fines decorativos y/o de protección contra el uso, intemperismo y otros agentes exteriores que pueden perjudicar a dichas superficies.

Las superficies por cubrir deberán estar completamente secas, libres de aceite, grasa, polvo y cualquier otra sustancia extraña que impida la adherencia del recubrimiento.

Durante la aplicación el ambiente deberá estar libre de polvo y la temperatura mínima deberá ser de 5°C, asimismo cuando las superficies por recubrir sean exteriores, se aplicaran cuando el tiempo este sin lluvias o humedad.

Las superficies llevarán dos capas o dos manos de acabado y cada una de las capas que formen el recubrimiento, deberán presentar un aspecto uniforme, libre de ondulaciones, escurrimientos, gotas, discontinuidades; ampollamientos y otros defectos de acabado.

La aplicación de la pintura de acabado deberá realizarse en lugares ventilados, por aspersión o brocha de pelo. Deberá aplicarse debidamente homogeneizada sobre la superficie, en condiciones adecuadas de viscosidad y deberá presentar buenas características de flujo para la brochada.

La pintura de acabado se aplicará de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En muros y plafones se resanaran los golpes, oquedades y otros defectos con el mismo material que este constituido el elemento y de acuerdo con la textura de la superficie. Las zonas resanadas deberán quedar bien integradas con las zonas adyacentes y con textura igual a ellas.

En superficies porosas previamente a la aplicación de la pintura, deberán usarse bases, imprimidores, selladores, o tapaporos adecuados.

Los productos a emplear según sea el caso y el tipo de la superficie serán:

- Pintura vinílica VINIMEX de COMEX o similar.
- Sellador vinílico COMEX 5 x 1, o similar.

- Pintura de esmalte COMEX 100 o similar.
- Práimer anticorrosivo COMEX o similar.
- Laca automotiva COMEX o similar.
- Sellado con silicón transparente.
- Pasta COMEX TEXTURI.

La unidad de medida es el metro cuadrado o la pieza, según se especifique en el catálogo de conceptos, y será medido en obra.

IV.5.2 CARPINTERÍA.

Las dimensiones de puertas y muebles de madera serán las indicadas en proyecto, pero deberán verificarse en la obra antes de fabricarse, cualquier diferencia existente debe ser notificada por escrito.

La madera que se emplee deberá estar perfectamente estufada, desflemada y con un contenido de humedad máxima del 11%, bajo ninguna circunstancia se permitirá el uso de madera verde o que contenga resinas.

Toda la madera que lleve acabado de laca, pintura o plástico, deberá ser de primera, sin importar la uniformidad en vetas la madera que vaya a quedar con acabado aparente o con barniz natural, deberá tener veta recta y uniforme. En ambos casos estará exenta de nudos y ralladuras.

La unión de dos o más piezas de madera se efectuarán a través de la combinación de ensambles, herrajes, adhesivos y tornillos.

Cuando la unión sea por medio de ensambles los cortes deberán efectuarse con precisión, mediante el uso de la herramienta adecuada, los cortes más profundos se harán en la pieza de menor longitud.

Cuando la unión sea por medio de herrajes, estos se colocaran de tal manera que la apariencia del elemento que los lleve no se dañe.

Cuando la unión sea por medio de adhesivos, las caras de contacto deberán estar completamente secas y libres de polvo u otras materias extrañas. Los adhesivos se extenderán en una capa continua, de espesor uniforme y en la cantidad necesaria para cubrir las caras de contacto y dar la capacidad adherente requerida. Las piezas unidas deberán sujetarse por medio de prensas, hasta que el adhesivo adquiera la resistencia necesaria.

Cuando la unión sea por medio de tornillos, la cabeza de estos deberá quedar oculta y se tapaná por medio de clavacotes de la misma madera, siguiendo la veta de la madera que sujetan.

Las zonas del bastidor que estarán en contacto con la madera del terminado deberán seguir la misma forma del diseño de los elementos además debe estar plomeada, nivelada y cortada.

La sujeción de los elementos de madera a muros, pisos, techos, podrá ser por medio de tornillos y taquetes.

El bastidor de puertas y muebles de madera podrá ser de madera de pino de segunda y deberán tener refuerzos de madera en aquellos lugares donde se sujetarán chapas y herrajes.

Los forros de triplay que cubran una cara del elemento serán de una sola pieza, del mismo espesor en ambas caras y sujetados al bastidor a través de adhesivo y clavos pequeños con cabeza especial.

El marco de la puerta abarcará el ancho de muro y el batiente será sobrepuesto.

Las hojas de las puertas quedarán alineadas con el marco de las mismas, no presentando torceduras e irán colocadas a plomo y nivel.

Cuando los herrajes, muebles o accesorios sean de empotrar, los rebajes se harán con precisión sin permitir holgura visible entre estos.

Los cantos de las hojas de las puertas, irán forrados de chapa de madera.

Las cajoneras irán sobre correderas metálicas y de carretilla.

Las jaladeras de cajones y puertas serán de tipo bola o esféricas de bronce.

Las chapas de las puertas de intercomunicación serán de modelo Novo A-40S de Privacía, acabado latón brillante.

IV.5.3 IMPERMEABILIZANTES.

Previamente al tendido de cualquier capa del sistema de impermeabilización se deberá limpiar la superficie, removiendo los materiales que se encuentren sueltos y de ser necesario se efectuaran los resanes correspondientes.

Se deberán tomar las precauciones necesarias para no ocasionar daños a los elementos constructivos próximos a las superficies que deben impermeabilizarse.

Las reparaciones y reposiciones por este motivo serán por cuenta del contratista.

Se calafatearan las grietas y poros grandes que se localicen en la superficie con el mismo material que se impermeabilice, y de ser necesario este puede rebajarse a fin de que penetre bien las grietas y los poros.

- Se colocará una capa de material para sellar poros de la marca FESTER.
- Se colocará una capa de malla de refuerzo.
- Se colocará una capa de material.
- Se dará acabado al sistema con un riego de arena cernida.

Capítulo V

COSTOS.

V.1 PRESUPUESTO BASE.

El importe de la construcción de la obra civil que contendrá un área de laboratorio, de oficinas, de envasado, bodega, regaderas y sanitarios, en la comunidad de El Porvenir es de \$ 585,194.90 pesos moneda nacional, sin IVA. Este monto incluye 5% del desarrollo de la ingeniería de detalle tal como: memorias de cálculo, planos de: instalaciones hidrosanitarias, arquitectónicos, estructurales, gas. Un juego del proyecto ejecutivo. También incluye el 5% de supervisión de la construcción y el 2% de contingencias.

GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.	
MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.	
LOCALIDAD: EL PORVENIR	PRECIOS UNITARIOS DEL
MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.	CATALOGO CNA - 2003
OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO.	ZONA 1

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
LAB-001	Desarrollo de la ingeniería	%*	5%	25,780.97*	25,780.97
LAB-002	Obra civil	Lote	1	515,619.49	515,619.49
LAB-003	Informe	Lote	1	5,000.00	5,000.00
	SUBTOTAL 1				546,400.46
	Supervisión de construcción.	%**	5%		27,320.02
	SUBTOTAL 2				573,720.49
	Contingencias.	%***	2%		11,474.41
	SUBTOTAL 3				585,194.90
*	Este porcentaje se aplica al monto de la obra civil.				
**	Este porcentaje se aplica al subtotal 1				
***	Este porcentaje se aplica al subtotal 2				
Nota	El precio final no incluye IVA.				585,194.90

V.2 CATÁLOGO DE CONCEPTOS.

A continuación se describen los costos que involucran la obra civil:

**GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.
MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.**

LOCALIDAD: EL PORVENIR	PRECIOS UNITARIOS DEL
MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.	CATALOGO CNA - 2003
OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO	ZONA 1

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (con letra)	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
1002 00	Desmonte, desentraice, deshierbe y limpia de terreno para propósitos de construcción en vegetación tipo..					
1002 01	Manglar, selva o bosque.	ha	0.082		4,374.48	358.71
1004 01	Carga a camión de material producto de excavación.	m ³	26.90		8.00	215.20
9000 00	Acarreo 1er km de materiales producto de la excavación en camión de volteo, descarga en camino...					
9000 03	Plano Brecha, lomerío suave terracerías, lomerío pronunciado revestido, montañoso pavimentado.	m ³	26.90		28.54	767.73
9002 00	Acarreo km subsecuentes de materiales producto de la excavación en camión de volteo, descarga en camino...					
9002 03	Plano Brecha, lomerío suave terracerías, lomerío pronunciado revestido, montañoso pavimentado.	m ³ /km	53.70		3.10	166.47
1100 00	Excavación con equipo para zanjas en material común, en seco.					
1100 01	En zona A de 0 a 6.00 m de profundidad.	m ³	117		9.74	1,139.58
1130 00	Plantilla apisonada al 85% Proctor en zanjas.					
1130 01	Con material producto de la excavación.	m ³	9.23		40.59	374.64
SUBTOTAL						3,022.33
ACUMULADO						3,022.33

**GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.
MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.**

LOCALIDAD: EL PORVENIR

MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.

OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO.

PRECIOS UNITARIOS DEL

CATALOGO CNA - 2003

ZONA 1

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (con letra)	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
8031 00	Suministro de tubería de concreto simple clase I, en obra.					
8031 01	De 15 cm de diámetro.	m	56		16.5	924.00
3020 00	Instalación de tubería de concreto reforzado de ...					
3010 01	Instalación de tubería de concreto reforzado de 150 mm de diámetro.	m	56		18.6	1041.60
1131 00	Relleno en zanjas.					
113103	Compactada al 90% Proctor, con material producto de la excavación.	m ³	40		35.07	1,402.80
4020 00	Muros de tabique rojo recocido, hasta 6 m de altura, juntados con mortero arena-cemento 1:5...					
4021 01	De 14 cm de espesor.	m ²	210		122.62	25,750.20
4030 00	Fabricación y colado de concreto vibrado y curado...					
4030 01	De f'c = 100 kg/cm ² .	m ³	12		881.57	10,578.84
4030 05	De f'c = 200 kg/cm ² .	m ³	62		1,163.90	72,161.80
4032 00	Fabricación y colocado de concreto en paredes, pisos y plafones.					
4032 01	De f'c = 150 kg/cm ² .	m ³	24		882.60	21,182.40
				SUBTOTAL		133,041.64
				ACUMULADO		136,063.97

GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.

MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.

LOCALIDAD: EL PORVENIR	PRECIOS UNITARIOS DEL
MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.	CATALOGO CNA - 2003
OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO.	ZONA 1

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (con letra)	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
4080 00	Cimbra de madera para acabados no aparentes en...					
4080 02	En dala, castillos y cerramientos.	m ²	333		72.67	24,199.11
4080 04	Losas con altura de obra falsa hasta 3.6 m	m ²	239		85.38	20,405.82
4090 01	Suministro y colocación de acero de refuerzo.	kg	6800		8.00	54,400.00
4090 02	Suministro y colocación de acero de refuerzo de 1/4" de diámetro (alambón).	kg	1500		10.5	15,750.00
4100 00	Aplanados y emboquillados, con todos los materiales y mano de obra ...					
4100 02	Aplanado con mortero arena-cemento 1:3 de 1.5 cm de espesor.	m ²	35		49.37	1,727.95
4100 06	Emboquillados con mortero arena-cemento.	m	110		20.88	2,297.79
4140 02	Impermeabilización de azoteas a base de sellador e impermeabilizador, 2 capas de revestimiento impermeable con membrana de textura intermedio y acabado aparente.	m ²	239		106.08	25,353.12
6001 01	Suministro y colocación de tinaco horizontal de 400 l.	Pza.	2		1,141.3	2,282.60
SUBTOTAL						146,416.39
ACUMULADO						282,480.39

GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.

MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.

LOCALIDAD: EL PORVENIR

MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.

OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO.

PRECIOS UNITARIOS DEL

CATALOGO CNA - 2003

ZONA I

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (con letra)	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
6005 00	Registro de albañal con muro de tabique 14 cm aplanado con mortero arena-cemento 1:3 y tapa de concreto con marco de fierro.					
6005 01	De 0.4x 0.6 y 0.5m de profundidad.	Pza	5		681.16	3,405.80
6005 02	Incremento por cada 0.5 m de profundidad.	Incremento	5		252.25	1,261.25
6008 00	Instalación de muebles sanitarios con colocación y suministro de alimentación de agua, con tubería de cobre.					
6008 01	De lavabo, WC, regadera, fregadero o tinaco.	Pza.	15		993.85	14,907.75
6010 00	Salida para centro de luz o contacto.					
6010 01	Salida para centro de luz o contacto con tubería de poliducto 3/4" de diámetro.	Pza.	71		392.7	27,881.70
7001 00	Suministro e instalación de puertas.					
7001 01	De herrería tubular, perfiles Z, T y L.	m ²	108		554.42	59,877.36
7002 00	Suministro e instalación de ventanas ...					
7002 02	De herrería tubular, perfiles Z, T, y L.	m ²	142		554.42	78,727.64
7003 01	Suministro y colocación de vidrio medio doble 6 mm.	m ²	62		523.84	32,478.08
7004 00	Suministro y colocación de pintura.					
7004 01	Vinílicas en interiores y exteriores (tres manos).	m ²	382		21.56	8,235.92
SUBTOTAL						226,775.50
ACUMULADO						509,255.86

GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA.

MUNICIPIO DE LA REFORMA, PUTLA.

LOCALIDAD: EL PORVENIR

MUNICIPIO: LA REFORMA, PUTLA OAXACA.

OBRA: LABORATORIO Y PLANTA DE ENVASADO.

PRECIOS UNITARIOS DEL

CATALOGO CNA - 2003

ZONA 1

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (con letra)	PRECIO UNITARIO \$	IMPORTE \$
7004 03	Esmaltes en herrería.	m ²	16		23.08	369.28
4122 01	Suministro y colocación de base de concreto troncopiramidal de f'c= 200 kg/cm ² , de 50 cm de altura y 60 cm, la base inferior y 40 cm en la base superior, incluye suministro de materiales, mano de obra y todo lo necesario para su correcta instalación.	Pza.	11		130	1,430.00
4120 07	Suministro y colocación de malla ciclónica de 2.5 m por 2.0 m de altura calibre 8, con tubería galvanizada de 2", apoyada en dados de concreto, incluye todo lo necesario para su correcta colocación.	m	26.46		150	3,969.00
4122 06	Suministro y colocación de barrera formada por base y tres hilos de alambre de púas calibre 12 1/2 con 4 púas @ 76 mm, incluye suministro y todo lo necesario para su correcta instalación en la parte superior de la malla ciclónica.	m	79.38		7.50	595.35
SUBTOTAL						6,363.63
ACUMULADO						515,619.49

Capítulo VI

CONCLUSIONES.

En la zona de estudio las condiciones geológicas adversas y una topografía accidentada, son factores que no favorecen el almacenamiento de cantidades importantes de agua en el subsuelo.

El balance hidráulico en el área es positivo para el agua superficial, ya que se cuenta con numerosos escurrimientos debido a las características del lugar. Únicamente en zona de los valles, el agua subterránea es la fuente principal para la agricultura, a excepción de estos acuíferos, **los caudales superficiales son los únicos elementos para el desarrollo local.**

Las unidades de permeabilidad que predominan en la zona de estudio es baja (0-10%) debido a que la localidad de “El Porvenir” se encuentra enclavada en una zona montañosa, de topografía abrupta y por las unidades litológicas de las que está formada, dichas unidades se manifiestan en grandes bloques de gneis, serranías graníticas y de tobas ácidas.

Considerando principalmente la permeabilidad del terreno, el uso que se le está dando y la precipitación media, en el área de estudio se presenta un coeficiente de escurrimiento entre 20 y 30%, propiciando un alto índice de escorrentía.

Los materiales rocosos presentes en el área, son considerados como barreras, sin embargo existen numerosos manantiales que manifiestan su capacidad de transmitir agua, pero su morfología de montañas con fuertes pendientes, dureza, litología heterogénea, entre otras características, limitan la posibilidad de conformar acuíferos de gran capacidad.

En la zona de estudio se encuentran posibles bancos de minerales, uno de ellos es el grafito, mineral constituido, por carbón afectado por metamorfismo regional de bajo grado, presenta una clara foliación en una dirección. Se recomienda realizar un estudio geofísico amplio para determinar la factibilidad de crear un banco de explotación de este mineral.

Otro estudio geofísico que se recomienda realizar es para determinar la factibilidad de crear un banco de explotación de la roca de mármol que fue encontrada camino a y en la localidad.

En general, las rocas de la zona de estudio presentan topografía muy irregular y fracturamiento intenso, aunque existe desarrollo de minerales arcillosos generados por el intemperismo y alteración de feldespatos y plagioclasas que tienden a disminuir la permeabilidad, sin embargo, el intenso tectonismo de la región Pacífica del continente ha provocado cierta permeabilidad secundaria por fracturamiento y fallamiento, que aunados al profundo intemperismo y alteración de las rocas, les ha conferido ciertas propiedades hidrológicas. **Los aprovechamientos existentes consisten principalmente de manantiales**, norias y galerías de filtración practicadas en zonas de intenso fracturamiento de la roca.

La cuenca de donde la localidad de “El Porvenir” extrae agua para su consumo es de 30.525 ha.

En la actualidad, la localidad de El Porvenir, el abastecimiento de agua para consumo humano proviene de la extracción del manantial Rancho Viejo.

La población de El Porvenir es de 900 habitantes.

El caudal de agua para consumo humano de la población de “El Porvenir” es de 1.57 l/s (49,511.52 m³ anuales) y el volumen de producción del manantial es de 164,835 m³ anuales, (5.22 l/s).

Las recomendaciones para un mejor funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable a la comunidad de El Porvenir son las siguientes:

Dar mantenimiento a la caja derivadora para el retiro de las arenas depositadas en el fondo de la caja una vez en época de estiaje y por lo menos dos veces en época de lluvias.

Reparar las fugas de agua en las uniones de los tubos y si la fuga se debe a un daño irreparable en la tubería, reemplazar el tubo y sellar perfectamente las uniones entre tubos.

Las terrecerías que sirven de acceso a la comunidad están en buenas condiciones. Si se desea establecer un flujo de mercancía, es recomendable mejorar el camino principal para que sea transitable todo el año.

En el proceso de embasamiento es necesario la realización de pruebas continuas las cuales nos determinan la calidad del agua envasada, razón por lo que es necesario la construcción de un laboratorio, el cual esta formado de una área donde se realizaran las pruebas de la calidad del agua y una bodega de los reactivos, botellas y etiquetas, así como un área para la administración, baños y regaderas.

El control humano sobre las fuerzas de la naturaleza a través de la ingeniería implica también responsabilidad hacia las comunidades y ambiente afectados. A continuación se presenta un resumen general de impactos ambientales que pueden provocarse con el proyecto en las etapas de planeación, construcción y operación. Se citan como puntos de interés que conviene tomar en consideración en la evaluación de los impactos ambientales.

Aunque en la planeación no se generan acciones físicamente en el sitio del proyecto, se identifican impactos en el ambiente socioeconómico por ejemplo, al seleccionar el sitio del proyecto se originan fenómenos como la especulación del valor de la tierra.

Durante la construcción se provocan modificaciones en el ambiente producidas por los movimientos de la población, construcción de caminos y líneas de transmisión de energía eléctrica, formación de bancos de materiales y construcción de la obra civil.

En las etapas de operación y mantenimiento, en las descargas de aguas residuales del laboratorio se deben considerar aquellos fenómenos que afectan el manejo y conservación de la obra, tales como la erosión y contaminación producidas por las descargas de agua residuales que alteran las características fisicoquímicas originales e incorpora en ocasiones materiales tóxicos. Si no se controla la contaminación aguas arriba se causan problemas ecológicos en los embalses que se manifiestan principalmente en la aparición de malezas acuáticas, mortalidad de peces incluso desaparición de

especies, disminución en la calidad de los productos acuícolas comestibles y acumulación de materiales tóxicos que pueden producir a largo plazo un deterioro ecológico general en el embalse, con repercusiones aguas abajo.

Un manejo integral de los desechos y reactivos que se utilicen en el mismo, el laboratorio deberá contar con un sistema de tratamiento para sus aguas residuales a fin mitigar las descargas a los causes naturales.

Aguas abajo del proyecto se presentan la mayor parte de las modificaciones ambientales debido a que las entradas de agua son diferentes en cantidad y calidad a las que existían antes del proyecto, además, aquí es donde tiene lugar el uso del agua que justifica el embalse. La disminución en los gastos tiene efectos sobre la vegetación riparia natural, y llega a provocar en algunos casos su desaparición y una mayor exposición de las márgenes a la erosión; en otros casos, la vegetación invade el lecho del río, dicha disminución afecta también la migración y la dispersión de las poblaciones de los peces. Estas variaciones en los gastos, aunadas a los cambios en la calidad del agua, afectan la productividad biótica en los pantanos, manglares y lagunas litorales de aguas abajo, lo que a su vez puede afectar la producción pesquera en estas últimas y en el área marina adyacente.

Los retornos de agua tales como los urbano-industriales y agrícolas pueden tener acciones sinérgicas o multiplicativas del impacto ecológico por la contaminación que provocan afectando al río, a las lagunas litorales y en menor grado a los pantanos y manglares. La operación de los proyectos mencionados puede orientarse de manera que se eviten los efectos negativos aguas abajo.

El importe de la construcción de la obra civil que contendrá un área de laboratorio, de oficinas, de envasado, bodega, regaderas y sanitarios, en la comunidad de El Porvenir es de \$ 585,194.90 pesos moneda nacional, sin IVA.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Anuario Estadístico del Estado de Oaxaca*, Tomo I y II, edición 2000, INEGI.
2. *Carta Topográfica 1:50,000 de La Reforma*, INEGI.
3. *Carta Geológica 1:250,000 de Zaachila*, INEGI.
4. *Carta de Hidrología Superficial*, 1:250,000 de Zaachila, INEGI.
5. *Carta de Hidrología Subterránea*, 1:250,000 de Zaachila, INEGI.
6. *Condensado Estatal, 1:700,000*, Oaxaca, INEGI.
7. Macías González Héctor L. *Geología del Agua Subterránea*. F. I. UNAM, *VIII Curso Internacional de Contaminación de Acuíferos*, México, 1996.
8. Crespo Villalaz Carlos. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*, Limusa Noriega, México, 1998.
9. Juárez Badillo Eulalio y Rico Rodríguez Alfonso. *Mecánica de Suelos*, Tomo I, Limusa Noriega, México, 1992.
10. González Cuevas Oscar M. y Fernández Villegas Francisco. *Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado*, Limusa Noriega, México, 1990.
11. Meli Piralla Roberto. *Diseño Estructural*, Limusa Noriega, México, 2001.
12. Gobierno del Distrito Federal. *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*, SISTA, México, 2002.
13. Gobierno del Distrito Federal. *Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones*, CICM, México, 2002.
14. Viniegra Francisco. *Geología Histórica de México*, UNAM, México, 1992.
15. César Valdez Enrique. *Abastecimiento de Agua Potable*, UNAM, México, 1994.
16. César Valdez Enrique y Vázquez González Alba. *Impacto Ambiental*, UNAM, IMTA México, 1993.
17. Lett and Judson. *Fundamentos de Geología Física*, Limusa Noriega, México, 1993.
18. Legget and Karrow. *Geología Aplicada a la Ingeniería Civil*, Mc Graw-Hill, México, 1986.
19. Linsley and Franzini. *Ingeniería de los Recursos Hidráulicos*, CECSA, México, 1984.
20. Linsley, Kohler, Paulus. *Hidrología para Ingenieros*, Mc Graw-Hill, México, 1977.
21. Suárez Salazar Carlos. *Costo y Tiempo en Edificación*, Limusa Noriega, México, 1977.
22. Bárbara Zetina Fernando. *Materiales y Procedimientos de Construcción*, Tomo I y II, Herrero, 1979.
23. Plazola Cisneros Alfredo. *Normas y Costos de Construcción*. Tomo I y II, Limusa Noriega, 1980.