

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



TRABAJO DE GRADO

**“DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO
ESCOLAR ALFREDO ESPINO, MUNICIPIO DE
AHUACHAPÁN”**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:
KARLA PATRICIA ARÉVALO RIVERA
OSCAR ALEXANDER ESCOBAR GARCÍA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

FEBRERO, 2013

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

INGENIERO MARIO ROBERTO NIETO LOVO

VICERRECTORA ACADEMICA

MAESTRA ANA MARIA GLOWER DE ALVARADO

SECRETARIA GENERAL

DOCTORA ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FISCAL GENERAL

LICENCIADO FRANCISCO CRUZ LETONA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

DECANO

LICENCIADO RAUL ERNESTO AZCUNAGA LOPEZ

VICEDECANO

INGENIERO WILLIAM VIRGILIO ZAMORA GIRON

SECRETARIO

LICENCIADO VICTOR HUGO MERINO QUEZADA

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ING. Ms. SORAYA LISSETTE BARRERA DE GARCIA

DOCENTE DIRECTOR

INGENIERO RODOLFO ANTONIO SANCHEZ CORTEZ

AGRADECIMIENTOS GENERALES

A todas las personas que desinteresadamente contribuyeron y ayudaron a culminar este proyecto, aportando sus conocimientos que a lo largo de la experiencia laboral han adquirido.

Prof. Elmer Enrique Cortez

Director del Centro Escolar Alfredo Espino

Por haber facilitado el acceso a las instalaciones del centro escolar y proporcionar la información y documentación necesaria.

Ing. Rolando Cente

Ingeniero Civil

Por la asesoría brindada en la elaboración del diseño estructural.

Tec. Pedro Rodríguez García

Técnico en Ingeniería Eléctrica

Por la asesoría brindada en la elaboración del diseño eléctrico.

Ing. Rodolfo Antonio Sánchez

Ingeniero Civil

Por aceptar ser el docente director del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso

Gracias a ti Señor Dios Padre por todas las gracias y bendiciones recibidas durante estos años de estudio; gracias Señor Jesús por acompañarme siempre en mi camino, brindándome la fortaleza necesaria para superar todos los retos; gracias Señor Espíritu Santo por ser mi guía e iluminar mis pasos. Gracias a ti único Dios verdadero por todo lo que me has dado, por estar siempre conmigo y levantarme cuando mis fuerzas se acaban.

A mis padres

Miriam García y Oscar Escobar, gracias por todo lo que me han dado, gracias por el apoyo, cariño y confianza que han puesto en mi, por todo el esfuerzo y sacrificio realizado durante toda mi vida para sacarme adelante, en especial a mi querida madre a quien amo más que a nadie, infinitas gracias a ambos por su amor y comprensión, que Dios los siga bendiciendo como hasta hoy.

A mi familia

Gracias a todos mis familiares que de una u otra forma me apoyaron durante este tiempo; a mi abuela, mis tíos, primos y en especial a mi hermana Jessica Escobar quien es la más cercana, gracias por tu apoyo y sobre todo por tu paciencia.

A mis amigos y compañeros

Gracias a todas las personas con las que a lo largo de mi carrera compartimos salones de clase, y que me brindaron su apoyo y sobre todo su valiosa amistad. Gracias a

mis amigos, los mejores, con los que compartimos muchos momentos entre buenos y malos pero que siempre estuvieron ahí para brindar su ayuda, amigos los quiero y les debo mucho.

A mi compañera de Trabajo de grado

Gracias Karla Arévalo, por tu amistad, cariño, comprensión y paciencia que me has brindado en estos años, en especial durante este periodo en que hemos trabajado juntos. Hemos pasado por muchas dificultades pero llegamos a la meta, he aquí el resultado de nuestros sacrificios y esfuerzos, ahora es momento de disfrutar del éxito. Gracias por todo, te quiero y recuerda que siempre estaremos apoyándonos mutuamente en lo que se venga.

Dedicatoria

Este éxito lo dedico a mi Señor, mi Precioso Jesús, a Él sea toda la Gloria; a su madre y madre nuestra, la Santísima Virgen María y a mis padres a quienes amo y agradezco por todo.

Oscar Alexander Escobar García

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios

Por haberme permitido concluir con mi carrera, por haberme acompañado durante todos estos años en mi lucha por ser una persona de provecho, y a la vez por Bendecirme grandemente en todo momento.

A mis Padres Jaime David Arévalo y Martha Aracely de Arévalo

Por haberme brindado su apoyo incondicional durante mis años de estudio, como también por ser el pilar más importante durante toda mi vida, gracias a ellos he cumplido con una meta más, a través de sus consejos y oraciones pero sobre todo el Amor que me expresaron en todo momento.

A mis Hermanas Kelly Arévalo y Verónica Arévalo

Por apoyarme durante todo el trayecto como estudiante, personas que no me dejaron que me venciera ante los obstáculos que se me presentaron, que han gozado junto a mi tanto mis triunfos como derrota demostrándome ante todo, su amor incondicional.

A mi Familia

Que de una u otra forma estuvieron presentes durante mi trayecto como estudiante, por estar siempre pendientes de mí en todo momento y sobre todo por demostrado su cariño.

A mis Amigos y Compañeros

Que han estado presentes durante todo momento, así como también por haber depositado toda su confianza en mí demostrando su apoyo sin esperar nada a cambio y agradezco por considerarme parte de sus vidas.

A mi Compañero de Tesis Alexander Escobar

Por haberme tenido paciencia durante los años de estudio, apoyarme durante los momentos difíciles que se presentaron demostrándome su cariño durante todo este tiempo a través de sus consejos, gracias por haberme acompañado en esta etapa muy importante, permitirme ser la persona que luchara junto a ti, y por considerarme parte de tu vida.

Dedicatoria

Triunfo dedicado a Mis Padres, Hermanas y familia, personas a las que amo mucho, en especial a esa persona que está cerca de Dios que siempre mediante sus oraciones, pidió sabiduría y Bendición ante toda situación que se me presento, María Celia Rivera Rivera (QDDG).

Karla Patricia Arévalo Rivera

CONTENIDO CAPITULAR

RESUMEN EJECUTIVO	i
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 INTRODUCCIÓN	4
1.2 ANTECEDENTES	4
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.4 ALCANCES	11
1.5 OBJETIVOS	12
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.6 JUSTIFICACIÓN	13
1.7 LIMITACIONES.....	14
CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA INSTITUCIÓN Y NORMAS TÉCNICAS.....	15
2.1 INTRODUCCIÓN	16
2.2 GENERALIDADES DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO.....	17
2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
2.3.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN	19
2.3.2 TOPOGRAFÍA	19
2.3.3 CONDICIONES AMBIENTALES.....	19
2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA INFRAESTRUCTURA	20
2.5 PROGRAMA DE ESCUELA INCLUSIVA DE TIEMPO PLENO	21
2.6 NORMATIVA DE DISEÑO PARA ESPACIOS EDUCATIVOS (NDEE).....	23
2.6.1 CONDICIONANTES GENERALES DEL SITIO	24
2.6.2 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA EDUCATIVA	25
2.6.3 ILUMINACIÓN	28
2.6.4 VENTILACIÓN	30
2.6.5 NORMAS PARA EL DISEÑO ESPECÍFICO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS	31

2.6.6	NORMAS GENERALES A APLICAR EN ESPACIOS EXTERIORES	36
2.7	NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO POR SISMO	39
2.7.1	DISPOSICIONES GENERALES	39
CAPÍTULO III.	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	41
3.1	INTRODUCCIÓN	42
3.2	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL INTERNA DE LA INFRAESTRUCTURA A CONSTRUIR	42
3.2.1	AULAS	42
3.2.2	BIBLIOTECA.....	43
3.2.3	LABORATORIO	43
3.2.4	OFICINAS ADMINISTRATIVAS.....	44
3.2.5	PLAZA CÍVICA.....	45
3.2.6	BODEGA.....	45
3.2.7	BAÑOS.....	45
3.2.8	OTRAS INSTALACIONES	46
3.3	PROPUESTA DE DISEÑO.....	47
CAPÍTULO IV.	DISEÑO ESTRUCTURAL	49
4.1	INTRODUCCIÓN	50
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEFINITIVA.....	51
4.3	MÉTODOS DE DISEÑO	53
4.3.1	REGLAMENTO PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES	54
4.3.2	NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO POR SISMO	56
4.3.3	CÓDIGO DEL ACI 318 - 05	60
4.4	PREDIMENSIONAMIENTO	61
4.4.1	PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS	62
4.4.2	PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS	68
4.5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN SAP2000	72
4.5.1	INFORMACIÓN PRELIMINAR DE DISEÑO.....	73
4.5.2	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	75

4.6 DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	76
4.6.1 DISEÑO DE VIGAS	78
4.6.2 DISEÑO DE COLUMNAS	87
4.6.3 DISEÑO DE ZAPATAS.....	96
CAPÍTULO V. SISTEMA ELÉCTRICO E HIDRÁULICO	106
5.1 INTRODUCCIÓN.....	107
5.2 SISTEMA ELÉCTRICO	107
5.2.1 ILUMINACIÓN	108
5.2.3 ALIMENTACIÓN DE TABLEROS Y SUBTABLEROS.....	120
5.3 SISTEMA HIDRÁULICO.....	121
5.3.1 AGUA POTABLE.....	121
5.3.2 AGUAS NEGRAS.....	123
5.3.3 AGUAS LLUVIAS.....	125
CAPÍTULO VI. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	130
SECCIÓN 1. OBRAS PRELIMINARES	131
SECCIÓN 2 TERRACERÍA	138
SECCIÓN 3. CONCRETO ESTRUCTURAL.....	147
SECCIÓN 4. ALBAÑILERÍA.....	171
SECCIÓN 5. OBRAS METÁLICAS	176
SECCIÓN 6. CARPINTERÍA	181
SECCIÓN 7. CUBIERTAS Y PROTECCIONES	183
SECCIÓN 8. PUERTAS, VENTANAS Y DIVISIONES	187
SECCIÓN 9. ACABADOS	193
SECCIÓN 10. ARTEFACTOS SANITARIOS	207
SECCIÓN 11. INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	209
SECCIÓN 12. OBRAS EXTERIORES	233
SECCIÓN 13. JARDINERÍA Y ENGRAMADOS	236
SECCION 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	239
CONCLUSIONES	256
RECOMENDACIONES	257

BIBLIOGRAFÍA	258
---------------------------	------------

ANEXOS

ANEXO 1 MUESTREO DEL SUELO

ANEXO 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS EN SAP2000

ANEXO 3 DISEÑO DE VIGAS

ANEXO 4 DISEÑO DE COLUMNAS

ANEXO 5 DISEÑO DE ZAPATAS

ANEXO 6 CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN INTERIORES

ANEXO 7 PLANOS CONSTRUCTIVOS

ANEXO 8 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

ANEXO 9 PROGRAMACIÓN DE LA OBRA

RESUMEN EJECUTIVO

El sector educación del país actualmente enfrenta una serie de problemas que impiden un adecuado desempeño en su labor de preparar a las nuevas generaciones para lograr un mayor nivel de desarrollo social. Uno de estos problemas a los que la mayoría de centros escolares públicos tanto de la zona urbana como rural se han enfrentado desde su creación, es la calidad de la infraestructura física con la que cuentan, ya que la mayoría de estos centros educativos cuentan con infraestructuras temporales e improvisadas que no reúnen las condiciones necesarias para un desarrollo óptimo de la educación.

El Centro Escolar Alfredo Espino de la ciudad de Ahuachapán es uno de estos centros de estudio, que desde su fundación no ha gozado de instalaciones propias para el desarrollo de las diferentes actividades escolares; las autoridades que han estado encargadas del Centro Escolar han tratado de resolver la problemática de falta de infraestructura sin tener hasta la fecha un resultado satisfactorio.

Producto de las gestiones realizadas, se obtuvo un terreno donado en comodato por 75 años de parte de la Alcaldía Municipal de Ahuachapán a través de su Consejo, aportando de esta forma a la posible solución definitiva del problema. Mediante la realización del proyecto Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, se pretende complementar la solución de falta de instalaciones propias, siendo este una propuesta de solución al problema de infraestructura del centro de estudios.

Para la realización del proyecto se han tomado en cuenta las necesidades primordiales que como centro de estudios se requiere, esto con el fin de realizar un diseño adecuado, complementándolo con la aplicación de los requerimientos mínimos de espacios, dimensiones, cargas y diseños establecidos en los reglamentos y normas técnicas vigentes que el Ministerio de Educación establece.

La aplicación de la tecnología facilita y simplifica enormemente los cálculos en cuanto a diseño se refiere, este proyecto no ha sido la excepción; incluyendo la utilización de un software para diseño estructural, que a través de los resultados obtenidos y la aplicación de normativas nacionales e internacionales, facilitó la elaboración del diseño de los edificios proyectados con el fin de brindar ante todo seguridad y funcionalidad.

Asimismo se elaboraron los diseños Arquitectónico, Hidráulico y Eléctrico, complementando así la infraestructura básica que todo Centro Escolar requiere para funcionar adecuadamente.

Se incluye una serie de especificaciones técnicas, indispensables en la ejecución de todo proyecto para garantizar la calidad de la infraestructura de manera que sea duradera, segura y funcional.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Capítulo I muestra un poco de la historia del Centro Escolar Alfredo Espino, desde su fundación hasta el presente, haciendo énfasis en la principal problemática que a lo largo de los años no se ha podido solventar: el contar con instalaciones propias y adecuadas para funcionar como un centro educativo de calidad.

Se presenta un planteamiento del problema, basado como ya se ha mencionado en la falta de instalaciones e infraestructura propia, así como la justificación del por qué es necesaria la realización del diseño de las mismas teniendo en cuenta ciertos objetivos y alcances que se pretenden lograr con la ejecución del proyecto.

1.2 ANTECEDENTES

En el año 1946 en la ciudad de Ahuachapán se fundó en un mesón del Barrio San Juan de Dios, la Escuela Urbana Mixta de Ahuachapán, siendo el profesor José Ernesto Vizcarra Brito el director fundador. Desde su fundación este centro educativo ha tenido que enfrentar la problemática de no gozar de unas instalaciones e infraestructura propias que reúnan las condiciones necesarias para su adecuado funcionamiento y así poder brindar una educación integral.

“Es así que el local que ocupaba el plantel en mayo de 1946, no reunía las cualidades pedagógicas requeridas; una de las aulas carecía de puertas a orilla de la calle siendo interceptada la luz por los adobes que tapaban los sitios destinados para puertas; la letrina que era común para los habitantes y huéspedes del Mesón “Mi Casa” estaba en

ruinas y en ella no podían satisfacer sus necesidades fisiológicas ni los profesores ni los alumnos por las razones dichas; además no había recipientes para almacenar agua aunque contaba con el servicio de agua potable. El monto del arrendamiento de dicho local, era de cincuenta colones (¢50.00) mensuales.”¹

En ese entonces la junta directiva del centro escolar tomando en cuenta que la renta que se pagaba al propietario del edificio era apreciable, acordó nombrar una comisión para que visitara a Don Julio Abel Morán, propietario de la casa, para que procediera a repellar las aulas que a la fecha no habían sido terminadas y a poner en condiciones de ser habitada la casa por una comunidad como la que en ese entonces la ocupaba; esto era: construyendo letrinas, sanitarios, la pila para recibir agua y un corredor que se obligó a construir cuando se ajustaba el arrendamiento. La misma comisión visitaría al señor Alcalde Municipal para solicitar la instalación de luz eléctrica en el aula que servía a la vez de Dirección del plantel, aula designada por la junta para sesionar.

Desde el año de su fundación, el centro escolar se ha esforzado por adquirir un local que albergue las instalaciones del mismo, siendo dichos esfuerzos infructuosos. Tanto así que “en julio de 1946 cuando a la escuela la denominaban Escuela Urbana Mixta del Barrio de San Juan de Dios, se nombró una comisión para entrevistar a Don Raúl Salaverría a fin de ver la posibilidad de alquilar la casa opuesta a la Farmacia “San Juan” para la escuela. En agosto del mismo año se comisionó a Don José Ernesto Vizcarra, entrevistar al Sr.

¹ Tomado del Acta de la Junta Directiva del Centro Escolar Alfredo Espino

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

Alcalde Municipal, para hablar del solar denominado “Plazuela Morazán”, para ver si la daba para ubicar la escuela nueva del Barrio San Juan de Dios.”²

El 13 de mayo de 1947 como un acto de reconocimiento a los méritos y a la obra artística del poeta Alfredo Espino, salvadoreño que rindió tributo de admiración y cariño ejemplar al país, el Poder Ejecutivo acordó designar la Escuela Urbana Mixta de la ciudad de Ahuachapán, con el nombre de Escuela Urbana Mixta Alfredo Espino.

Durante el año 1946 se ofreció solamente 1° y 2° grado. En 1947 se ofreció 1°, 2° y 3° grado. Desde mayo de 1947 hasta 1952 se llamó Escuela Urbana Mixta Alfredo Espino, cambiándose el 6 de febrero de 1953 a Escuela de Varones Alfredo Espino, lo que significa que ese año se comenzó a atender solo a varones. A partir de 1954 se le comenzó a denominar Escuela Oficial de Varones Alfredo Espino.

Con el paso de los años volvió a funcionar como escuela mixta pasando a ocupar el local que hasta finales del año 2012, era utilizado en calidad de alquiler o arrendamiento desde hace 35 años. Dicho edificio pertenece a la Alcaldía Municipal de la ciudad de Ahuachapán y lo brindaba en alquiler por la simbólica cantidad de ciento catorce dólares con treinta centavos (\$114.30) mensuales. Está ubicado sobre la décima calle poniente, frente al Mercado Municipal Uno, Ahuachapán.

² Tomado del Acta de la Junta Directiva del Centro Escolar Alfredo Espino

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO, MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

Figura 1: Entrada del antiguo local del Centro Escolar Alfredo Espino.



A inicio del presente año, como parte de un programa de ordenamiento del comercio informal de la ciudad de Ahuachapán, la municipalidad se vio obligada a pedir el desalojo del Centro Educativo para cumplir con dicho plan de ordenamiento, por lo que temporalmente el Centro Escolar Alfredo Espino se ha trasladado a las instalaciones donde funcionaba la Dirección Departamental de Educación, Regional Ahuachapán ubicada sobre la 4ª Avenida norte, #1-15, siempre en la ciudad de Ahuachapán. Su director actual es el Profesor Elmer Enrique Cortez.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante estos últimos años se han realizado las gestiones necesarias para intentar darle una solución definitiva a la problemática de falta de un local adecuado para el funcionamiento del centro escolar; resultado de estas gestiones es la obtención de un terreno para la construcción de dicho centro educativo, concedido en comodato a 75 años por el Consejo Municipal de la ciudad de Ahuachapán.

Como se mencionó anteriormente esto se debe a que el local que actualmente ocupa el centro escolar, propiedad de la municipalidad, será utilizado para cumplir con un plan de reordenamiento del comercio informal en la ciudad y será utilizado para albergar vendedores informales del sector. Razón por la cual se necesitaba desalojar cuanto antes las instalaciones donde funcionaba el centro de estudios lo que hace que la construcción de la infraestructura escolar se realice lo más pronto posible.

Teniendo en cuenta la situación en la que se encuentra el centro escolar, es indispensable elaborar el diseño y la posterior construcción de unas instalaciones adecuadas a las necesidades del mismo, que actualmente brinda educación a niños desde parvularia hasta 9° grado, que son atendidos por un plantel de 23 profesores para un total de 680 alumnos distribuidos en dos turnos: el matutino en el que se imparten clases de 1° hasta 5° grado y el vespertino en el que se atienden de 6° a 9° grado, incluyendo además a los niños de parvularia; llegando a un total en los dos turnos de 22 secciones. Además cuenta con 2 aulas de apoyo para alumnos con problemas de aprendizaje.

Figura 2: Adecuación de un aula de clase.



El centro escolar además de las aulas para impartir clases, en su anterior local contaba con oficinas administrativas, cocina, bodega y un salón principal que hacía las veces de cancha deportiva además del patio principal.

Es de recordar que el local que ocupaba el centro de estudios es propiedad de la alcaldía, por lo tanto no fue construido para funcionar como centro educativo, razón por la cual se había tenido que adecuar para funcionar como tal; generando cierta incomodidad de los alumnos y el cuerpo docente y administrativo, si a esto se le suma la ubicación del centro educativo (frente al Mercado Municipal número uno), la incomodidad aumentaba ya que para lograr ingresar a las instalaciones se debía atravesar una calle llena de puestos de vendedores informales y ambulantes que reducen el espacio de circulación de los peatones incluyendo a los alumnos.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO, MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

De la misma forma el local que ahora utilizan, tampoco fue construido para funcionar como un centro de estudios, nuevamente se debe adecuar el espacio disponible para el funcionamiento del mismo.

Además de todo lo anteriormente mencionado, relacionado con las necesidades del centro escolar, el Ministerio de Educación (MINED) ha tomado a bien considerar en el diseño de la infraestructura la aplicación del Programa Piloto “Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno”.³

³ Ver Sección 2.5

1.4 ALCANCES

Se busca que el diseño de la edificación que servirá de alojamiento al Centro Escolar Alfredo Espino reúna las condiciones necesarias para funcionar como tal, de manera que posea la capacidad suficiente para soportar tanto la demanda actual de 680 alumnos como la demanda futura de estudiantes.

Todo esto siguiendo los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación, en especial del Programa de “Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno” el cual busca aumentar el periodo de tiempo semanal de permanencia en los centros educativos por parte de los estudiantes, por medio de actividades relacionadas con el desarrollo físico y mental de estos. Para ello debe lograrse la participación en conjunto de los docentes, la comunidad y los mismos alumnos.

Pero lo más importante es el beneficio a la población estudiantil del Centro Escolar Alfredo Espino, al proveérseles las instalaciones adecuadas para el desarrollo de su educación de una forma integral y más completa; de tal forma que desarrollen sus habilidades artísticas e intelectuales siempre dentro del marco educativo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- ✓ Beneficiar a los estudiantes y al cuerpo docente y administrativo del Centro Escolar Alfredo Espino con la elaboración del diseño de su propia infraestructura física.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el diseño de la infraestructura física de manera que el centro escolar posea la capacidad suficiente para soportar una cantidad de estudiantes superior a la actual por futuras incorporaciones.
- ✓ Adecuar las instalaciones del centro educativo a diseñar dentro del terreno con el que se cuenta para su posterior construcción.
- ✓ Elaborar el diseño tomando en cuenta los diferentes niveles educativos con los que cuenta el centro escolar.
- ✓ Seguir los lineamientos establecidos en el Programa Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno relacionados con la infraestructura física del Centro Escolar, así como las Normativas nacionales aplicables al proyecto.

1.6 JUSTIFICACIÓN

Todo centro educativo, llámese escuela, centro escolar o colegio debe contar con una serie de elementos que garanticen una buena educación, uno de los más importantes es la infraestructura física del centro de estudios, que es el punto de reunión de maestros y alumnos, es donde se comparten conocimientos que pueden servir para la vida diaria.

Una buena educación depende tanto del maestro como del alumno pero además de esto la infraestructura del lugar de enseñanza juega un papel muy importante en la recepción de la información que se transmite, ya que si la infraestructura no es la adecuada, difícilmente el alumno se interesara por recibir esa información; de manera contraria si las instalaciones donde se imparte la enseñanza presentan unas condiciones bastante buenas, el alumno se interesara por la enseñanza y fomentará en él ciertos hábitos educativos.

Es por lo tanto muy importante tener en cuenta las condiciones en las que se encuentra la infraestructura física de los centros escolares, esto no solo para garantizar una mejor educación, sino también para garantizar la seguridad tanto de los maestros como de los alumnos.

Por esto es necesario que una institución como el Centro Escolar Alfredo Espino, de la ciudad de Ahuachapán cuente con las instalaciones adecuadas para albergar a los casi 700 alumnos, personal docente y administrativo que actualmente forman parte de la institución, así como para las nuevas generaciones de estudiantes desde parvularia hasta 9° grado.

Con unas instalaciones nuevas y modernas para atender a la población estudiantil y con la implementación del Programa Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno se logrará que los alumnos aprovechen más el tiempo realizando otras actividades aparte de las académicas a fin de evitarles el ingreso a grupos pandilleriles.

1.7 LIMITACIONES

- ✓ La imposibilidad de realizar un adecuado estudio de suelos por parte de la Universidad de El Salvador, que si bien cuenta con un muy bien equipado laboratorio de suelos, no cuenta con el personal técnico suficiente para cubrir la demanda tanto de los propios estudiantes como de instituciones públicas que requieren sus servicios; lo que ha llevado a la elaboración de un diseño preliminar y no definitivo de la infraestructura física del centro escolar.
- ✓ El Centro Escolar Alfredo Espino no cuenta con un presupuesto asignado por parte del Ministerio de Educación para la ejecución del proyecto, por lo que la realización del mismo dependerá de alguna fuente externa de financiamiento.

**CAPÍTULO II. ANÁLISIS DE LA
SITUACIÓN ACTUAL DE LA
INSTITUCIÓN Y NORMAS TÉCNICAS**

2.1 INTRODUCCIÓN

Después de describir las generalidades que se definieron en el Capítulo I, donde se dio a conocer cuál es la situación que viene enfrentando desde hace muchos años el Centro Escolar Alfredo Espino y la que actualmente atraviesa.

El Capítulo II, “Análisis de la Situación Actual de la Institución y Normas Técnicas” se considera parte fundamental del proyecto, ya que en él se establecen los requisitos de diseño para la infraestructura de centros escolares, de manera que se cumplan las necesidades requeridas, así como el cumplimiento de las normas implantadas por el Ministerio de Educación.

La distribución de los espacios en el área determinada se hará mediante la normativa que rige el Ministerio de Educación, para diseños de Infraestructura Educativa, dándose a conocer las áreas que son de mayor importancia y necesarias para un buen desempeño de todas las actividades programadas en un centro de estudios.

El diseño de las edificaciones se hará según el Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones a través de la Norma Técnica para Diseño por Sismo, esto con el fin de brindar la mayor seguridad estructural a las nuevas instalaciones del Centro Escolar.

2.2 GENERALIDADES DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO

El Centro Escolar Alfredo Espino, ahora ubicado en la 4ª Avenida Norte, #1-15 en la Ciudad de Ahuachapán, fundado en el año de 1946 por el Profesor José Ernesto Vizcarra Brito, desde su fundación no ha gozado de instalaciones propias.⁴

La propiedad en la que actualmente funciona el centro educativo, (ex local de la Dirección Departamental de Educación) al igual que el anterior local, no fue construido para tal fin, como se ha venido recalando. Por ello la situación actual del Centro Escolar Alfredo Espino está basada especialmente en la calidad de la infraestructura con la que cuenta, que además de no ser propia, no se encuentra en condiciones óptimas y no se logra una total adaptación a las mismas.

Estando desde hace 35 años en el local mencionado, el centro de estudios fue desalojado nuevamente, intentado adecuarse al nuevo local temporal donde ha iniciado el presente año escolar, de manera que sea lo más parecido a un Centro Educativo, pero prácticamente es imposible debido a que dicho lugar no fue construido con ese fin como el resto de los locales en los que ha funcionado.

Con alrededor de setecientos (700) alumnos actualmente el Centro Escolar imparte desde el nivel de parvularia hasta el noveno grado, abarcando así dos turnos, matutino y vespertino, contando con un plantel de veintitrés (23) Docentes y veintidós (22) secciones

⁴ Ver la sección 1.2, Antecedentes.

por atender.⁵ La población estudiantil es considerable, razón por la cual es de suma importancia realizar el diseño de las instalaciones del Centro Educativo para su posterior ejecución.

**Figura 3: Nuevo local del CEAE,
en las antiguas instalaciones de la Dirección Departamental de Educación.**



2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

La descripción general pretende dar a conocer el estado actual del lugar de estudio, identificando su ubicación, geografía, condiciones actuales, entre otras, las cuales serán parte fundamental para el tipo de diseño a realizar.

⁵ Datos según matrícula del corriente año 2013.

2.3.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El lugar de estudio es un terreno ubicado en el Lote Uno, Zona verde, Lotificación los Tulipanes, en el Municipio y Departamento de Ahuachapán, contando con un área de 3,647.48m², equivalentes a 5,218.81vr².⁶

2.3.2 TOPOGRAFÍA

En la dirección Este – Oeste, que es la de mayor longitud, el terreno presenta una pendiente del 6.43% suficiente y necesaria para lograr evacuar las aguas lluvias de la zona. En su parte más elevada, el terreno es de topografía plana formando una terraza de dimensiones que abarcan aproximadamente un tercio del área total.⁷

2.3.3 CONDICIONES AMBIENTALES

El terreno en estudio carece de abundancia en la vegetación, solamente se puede encontrar pasto y escasos árboles ubicados únicamente paralelos a la orilla del cordón de la calle. En las zonas circundantes el terreno igualmente carece de vegetación, ya que existen edificaciones exceptuando el lado sur donde se encuentran plantaciones de maíz y algunos árboles de mango.

Las calles se encuentran pavimentadas, lo cual significa que las escorrentías superficiales se crean en abundancia pero la variación de la pendiente es la indicada para lograr evacuarlas.

⁶ Según cálculo del levantamiento del terreno.

⁷ Pendiente calculada según plano topográfico.

2.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA INFRAESTRUCTURA

Es importante la identificación primordial de las necesidades que tiene el Centro Escolar Alfredo Espino, de entre las cuales la principal es contar con una infraestructura física propia y que además de ello contenga todas las áreas necesarias para realizar una mejor función educadora, dichas áreas se mencionan a continuación:

- ✓ Área de estacionamiento.
- ✓ Áreas de recreación.
- ✓ Aulas de parvularia y educación básica.
- ✓ Baños para educación básica, parvularia y maestros.
- ✓ Biblioteca.
- ✓ Bodega general y secundaria.
- ✓ Cancha de básquetbol.
- ✓ Centro de Cómputo.
- ✓ Chalet o cafetería.
- ✓ Cocina.
- ✓ Enfermería.
- ✓ Laboratorio.
- ✓ Oficina para dirección.
- ✓ Oficina para secretaria.
- ✓ Oficina para subdirección.
- ✓ Sala de maestros.

Estas son las áreas que se necesitan en la distribución de la Infraestructura, pero además de ello también se debe de contar con:

- ✓ Aceras.
- ✓ Área de corredores.
- ✓ Arriates.
- ✓ Bancas.
- ✓ Mesas.
- ✓ Muro perimetral.
- ✓ Piletas.

2.5 PROGRAMA DE ESCUELA INCLUSIVA DE TIEMPO PLENO

En el Plan Social Educativo 2009-2014 “Vamos a la Escuela” se contempla el programa de Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno (EITP), la escuela operando bajo esta modalidad, se entiende como aquel “Centro Educativo que ofrece a sus estudiantes variadas opciones educativas, para el fortalecimiento de aprendizajes significativos y pertinentes en el ámbito académico, formativo y cultural, satisfaciendo a la vez las necesidades e intereses de la comunidad local y trabajando de forma flexible, organizada, armoniosa y participativa.”

Con la implementación del proyecto piloto EITP, casi se duplica la cantidad de horas a la semana que los estudiantes permanecerán en los centros educativos recibiendo

clases y desarrollando una serie de actividades orientadas a fortalecer los aprendizajes en los ámbitos académico, formativo y cultural.

De un horario de 25 horas semanales del sistema actual se pasará a 40 horas semanales en estas escuelas inclusivas, y serán grupos de docentes, y no maestros únicos, quienes trabajen con alumnos y alumnas en una enseñanza más integral que incorporará incluso qué hacer en el tiempo libre.

El tiempo pleno lo que hace es aumentar el tiempo en que el alumno está en su formación, lo cual no significa aumentar el tiempo en que está sentado en el pupitre en la escuela, sino que es otro tipo de utilización de tiempo que va más con su propia formación; actividades extracurriculares, fuera de la escuela, incluso algunas más dentro de la escuela.

Los centros escolares podrán fortalecer áreas como la innovación curricular, tecnologías de la información y la comunicación, idioma extranjero como segundo idioma, arte y cultura, recreación y deporte, alimentación, escuela de padres y madres, educación para la vida, educación física, aulas integradas, laboratorios, entre otros.

El Plan Social Educativo propone una serie de factores para asegurar el éxito de una EITP. De estos factores los que están relacionados con la infraestructura física de la Escuela son:

Los laboratorios de informática

Estos se activan a partir de los siete años. Con ello, los estudiantes estructuran y experimentan sus propios proyectos, incentivados por las valoraciones hechas por la

escuela en su conjunto. Los alumnos adquieren e integran competencias técnicas y desarrollan hábitos de desarrollo personal.

El uso de los espacios

Aquí se combinan aulas para las lecciones, bibliotecas multimedia, aulas de informática, aulas de actividad psicomotora y de música, aulas polivalentes, (pintura, experimentos de ciencias, etc.), aulas para actividad individual, salas comedor y de cocina, campos de juego. Esto permite a los alumnos permanecer dentro de la escuela toda la jornada en una diversidad de actividades formativas e informativas, conformando así un desarrollo equilibrado.

Biblioteca de trabajo

Dentro de esta se incluyen bibliotecas duras y virtuales, equipamiento tecnológico y de demostración, documentos, revistas y variada tipología textual. Todo esto para proporcionarles a los alumnos un mejor y completo acceso a la información ya sea por medio de libros, información digital o cualquier tipo de documentos y revistas estimulen la producción y diversificación del conocimiento adquirido.

2.6 NORMATIVA DE DISEÑO PARA ESPACIOS EDUCATIVOS (NDEE)

El Ministerio de Educación (MINED) en su Plan Nacional de Educación 2021 ha tenido a bien crear una normativa que regule el diseño de los espacios educativos de cualquier centro de estudios, dependiendo del nivel de enseñanza que en estos se brinde.

De entre todos los criterios que integran esta normativa, se han seleccionado solamente aquellas que son aplicables al proyecto.

2.6.1 CONDICIONANTES GENERALES DEL SITIO

2.6.1.1 ACCESIBILIDAD

El terreno deberá tener las mejores facilidades de acceso y evacuación. En vista de que el emplazamiento de un terreno puede tener diversas alternativas con respecto al sistema vial, el acceso principal deberá ubicarse en la calle del menor tráfico vehicular (en el área urbana) o en vías secundarias, evitando que los alumnos crucen vías de tráfico intenso.

Cuando los terrenos estén dispuestos en niveles superiores o inferiores a las vías de comunicación, los accesos deberán ser solucionados mediante gradas y/o rampas.

Cuando se trate de gradas (exteriores) éstas deberán diseñarse de acuerdo a la relación huella-contrahuella, de acuerdo a la siguiente fórmula:⁸

$$2 (CH) + H = 66\text{cms}$$

Ch = contrahuella

H = huella

Las gradas en edificios deberán tener descansos a la mitad de la altura entre los niveles de los pisos.

⁸ Ver Sección 2.4.1 de la NDEE, pág. 22.

2.6.1.2 ORIENTACIÓN

La orientación del terreno deberá ser de tal forma que permita la ubicación del edificio con sus vanos orientados Norte-sur.

2.6.1.3 TAMAÑO DEL TERRENO

El tamaño del terreno está subordinado a varios aspectos en la planificación de la planta educativa. Este dependerá de la población escolar y el nivel educativo que se pretende atender, así como al porcentaje de ocupación que se defina para el terreno o si plantea un futuro crecimiento. Para el caso se ha realizado una fusión de todos estos criterios con la finalidad de obtener un producto flexible (tamaño del terreno).

2.6.2 CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA PLANTA EDUCATIVA

2.6.2.1 CRITERIOS GENERALES

DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS

Uno de los propósitos del diseño de la planta educativa es la búsqueda de la estandarización de sus espacios. La vía para buscar esta estandarización es la definición de un módulo básico que permita el adecuado acoplamiento espacial tanto en la planificación inicial de un proyecto como sus futuras ampliaciones. Aún cuando ya de hecho el módulo de 1.20 x 1.20 es el módulo que más se ha utilizado en los espacios se han estudiado otros módulos con el objetivo de definir uno más adecuado y/o validar el de 1.20 x 1.20mts. Al realizar el análisis se concluyó que los módulos que permiten mayores posibilidades al ser descompuestos en sus factores fueron los módulos de 1.20mts y de 1.50mts., lógicamente

es más adecuado tomar el menor por sus posibilidades de ser contenido mayor número de veces.

Los múltiplos de 1.20 coinciden con las dimensiones de muchos materiales o componentes constructivos. Partiendo del módulo 1.20 x 1.20mts. Se ha establecido que el área más adecuada para el aula será la conformada por 36 módulos de 1.20 x 1.20mts. (51.83m²), esta aula permite adecuadamente contener grupos de 30 y/o 40 alumnos, asignando 1.728m²/alumno y 1.296m²/alumno respectivamente. La planta del aula será cuadrada ya que de las experiencias obtenidas del análisis dimensional efectuado en diversos estudios, se concluye que esta forma es la que ofrece mayor posibilidades de distribución de mobiliario y la que mejor cumple, por la uniformidad de sus dimensiones, con las condiciones visuales, acústicas, térmicas, etcétera.

Tomando el módulo base de 1.20mts. Las dimensiones del aula para educación Parvularia, Básica y Media serán de 6 x 6 módulos o sea 7.20 x 7.20mts entre ejes libres.⁹

La altura del aula podrá variar entre 2.60 a 2.80 y 3 metros dependiendo de la situación climática. Cuando sea conformado por losas de entrepiso la altura de 2.60 será la altura mínima entre el nivel de piso y el rostro interior de las vigas.

CIRCULACIONES

Las normas de diseño para las circulaciones horizontales y verticales: Pasillos, gradas y escaleras en los edificios será: El ancho de los pasillos tendrá una dimensión mínima de 2.40mts. Cuando se sitúe junto a una fila de aulas y su longitud será de un

⁹ Ver Sección 4.4.1 de la NDEE, pág. 30.

máximo de 30.00mts, y cuando se trate de la unión de dos filas de aulas, el ancho del pasillo será de 3.60mts; deberán facilitar una rápida evacuación en casos de emergencia. No se deberán ubicar puertas frente a frente en el caso de pasillos dobles. Las escaleras se ubicarán preferentemente al centro de la longitud del pasillo de circulación evitándose su colocación directa frente a la puerta de un aula y el acabado del piso será de una superficie rugosa y antiderrapante, debiendo dárseles el tratamiento adecuado para la circulación de minusválidos o alumnos con problemas psicomotrices.

No se recomienda la construcción de boceles salientes en el límite de contrahuella y huella que entorpezcan los movimientos de paso o apoyo de muletas. En las áreas de escaleras deberán diseñarse pasamanos y cuando el ancho sea mayor de 2.00 metros deberá agregarse un pasamano intermedio y deberá ubicarse un descanso a la mitad de la altura entre los diferentes niveles de las plantas de aulas. El cubo de escaleras deberá protegerse contra el viento y la lluvia. Los elementos con los techos y paredes respectivas distribuyendo los vanos correspondientes para iluminación y ventilación. El ancho mínimo de las escaleras será de 1.50mts.

Para seguridad y control de los alumnos, los pasillos de las aulas de los niveles superiores se deberán proteger con pretilas o barandales debidamente asegurados.

2.6.3 ILUMINACIÓN

2.6.3.1 ILUMINACIÓN NATURAL

La iluminación de los diferentes espacios, tanto natural como artificial será distribuida de tal forma que presente el mismo nivel lumínico en el plano de trabajo de los alumnos y será la adecuada para el uso al cual ha sido destinado cada espacio.

La calidad de la iluminación natural en los espacios docentes estará condicionada por la cantidad de luz exterior que se reciba así como por el tamaño y la altura de las ventanas, la relación de las dimensiones del local y los factores de reflexión de las superficies interiores.

Los espacios escolares deberán dotarse de aleros racionalmente distribuidos, de tal forma que no permitan la penetración directa de los rayos solares. La luz natural deberá ser abundante y uniformemente distribuida evitándose las sombras proyectadas. Deberá procurarse la difusión máxima de la luz es decir deberá evitarse los contrastes muy marcados.

Cuando en el mismo terreno se distribuyan varios edificios deberá considerarse que la separación entre ellos sea igual a dos veces la altura del edificio opuesto al área de ventanas que permite la iluminación del espacio que se diseña.

Cuanto más altas se encuentren localizados las ventanas, el promedio de iluminación será mayor y la distribución de la luz será mejor. La luz que incide sobre el plano de trabajo está compuesta tanto por la luz que penetra directamente como por la luz

reflejada por las superficies interiores, como el cielo falso, paredes, techos, mobiliario, etcétera.

Para favorecer la iluminación del aula las paredes se pintarán con colores claros y lavables, deberá pintarse con pintura de aceite el área de paredes entre la repisa de las ventanas y el piso, los acabados no deberán representar peligro para los alumnos.

2.6.3.2 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Para la iluminación artificial se consideran tres tipos de luminarias: Incandescentes, de mercurio y fluorescentes; se utilizarán de preferencia lámparas fluorescentes, ya que emiten de dos a tres veces más luz que las incandescentes de la misma potencia y su uso es más económico.

Las luminarias de los espacios docentes se ubicarán en el techo de manera que no produzcan reflejos en la superficie de trabajo ni en el pizarrón.

Niveles de iluminado requeridos para los diferentes tipos de espacios, a nivel de plano de trabajo.

<u>ESPACIO</u>	<u>LUXES</u>
Aulas	300 a 500
Biblioteca	200 a 500
Sala de dibujo	500 a 700
Talleres	150 a 200
Laboratorios	500 a 600
Oficinas	300 a 500

Salas de reunión	300
Pasillos	100
Sanitarios	50

2.6.4 VENTILACIÓN

La ventilación de los espacios docentes deberá asegurarse mediante una apropiada orientación de los locales con respecto a los vientos y deberá ser constante, alta, cruzada y sin corrientes de aire. Dentro del aula, el volumen de aire por alumno será de 3.5m^3 .

Para proporcionar una renovación constante del aire en los espacios principales, deberá considerarse una superficie de ventanas del 20% (o mayor) del área del piso del local. Para optimizar la renovación del aire, en consonancia con las mejores condiciones de la iluminación, deberá racionalizarse las dimensiones de los vanos de ventanas, diseñándose las ventanas con mayor superficie en el área de las paredes donde la incidencia de los vientos es mayor, y dejándose las áreas menores de ventanas en las paredes opuesta para lograr de esa manera el efecto de succión del aire (ventilación cruzada).

En vista de que el aire caliente tiende a concentrarse en la mitad superior del volumen del espacio, deberá aprovecharse en su totalidad el área superior de las paredes para la ubicación de las ventanas. La altura del dintel de la ventana será proporcional a la profundidad del salón, pero en ningún caso será inferior a 2.40mts y la altura de repisa será de 1.20mts en las ventanas más bajas.

El área promedio de ventana en cada pared lateral será de 6.50m² para garantizar el control térmico del aula. El diseñador efectuará los ajustes necesarios aumentando o disminuyendo esta superficie en cada pared, de acuerdo a la orientación del edificio sin afectar la norma de confort necesaria, es decir, el área de ventanas no podrá ser menor que el 20% del área del piso. Para efectivo control térmico, de seguridad y aseo se recomienda el uso de mecanismos de regulación en el abrir o cerrar de ventanas, para impedir el paso del polvo y control de las corrientes fuertes de los vientos.

2.6.5 NORMAS PARA EL DISEÑO ESPECÍFICO DE LOS ESPACIOS EDUCATIVOS

2.6.5.1 EDUCACIÓN BÁSICA

AULA

Espacio de forma cuadrada con dimensiones de 7.20m x 7.20m a ejes, con iluminación y ventilación naturales suficientes y control de corrientes de aire a través de ventilas en las ventanas. La iluminación artificial será de 300 a 500 luxes. Se deberá instalar alumbrado localizado sobre la pizarra.

La distribución de ventanas, los materiales y la configuración volumétrica del aula de acuerdo a su capacidad deberán proveer un control climático que facilite el desarrollo de las actividades educativas.

La capacidad del aula será de 40 alumnos y el tamaño del mobiliario se ajustará a las medidas antropométricas de los alumnos en los diferentes niveles; y se distribuirá en el aula permitiendo la circulación y dejando una separación entre el pizarrón y los primeros

pupitres de 2.10mts. Esta área se denomina área de labor docente, y se ubicará inmediata al acceso del aula.

BIBLIOTECA

A partir de las escuelas de seis aulas (240 alumnos) en la planta física se incluirá un local diferenciado para biblioteca, que contará con los espacios de depósito de libros y sala de lectura.

Prestará los servicios de consulta de libros, textos y publicaciones para la ampliación de conocimientos, así como para la realización de trabajos de investigación documental.

En el área de depósito de libros deberá controlarse la humedad, así como la penetración de luz solar directa a los libros. La iluminación artificial en la sala de lectura será de 500 luxes.

El área se calculará a razón de 0.32m² por alumno, para escuelas de 240 alumnos y de 0.43m² por alumno, para escuela de 360 y 720 alumnos.

LABORATORIO

En el nivel de tercer ciclo (7°, 8°, y 9° grado) se agregará un espacio de laboratorio para las prácticas experimentales de las asignaturas de física, química y biología, con una capacidad de 20 alumnos por práctica, y contará con un área para bodega y un mueble o gabinete para almacenaje de sustancias, materiales, equipo, etc. Tendrá iluminación y ventilación natural suficiente. La iluminación artificial será de 500 luxes.

Se proveerá de instalación de agua potable y drenaje de aguas servidas, tomas de corriente, y cuando los programas de estudio lo requieran se adaptarán salidas de gas y aire para los experimentos, la mesa de trabajo se dotará con un fregadero de una poceta para limpieza de los instrumentos de laboratorio y aseo de los alumnos.

El área del Laboratorio será de 77.76m², para escuelas con capacidad de 360 y 770 alumnos.

DIRECCIÓN

Espacio destinado a las funciones administrativas de Dirección, Planificación, Coordinación y Supervisión de todas las actividades que se desarrollan en el plantel.

Los usuarios del espacio son: el director y cuatro personas a atender, entre profesores, alumnos, padres de familia y miembros de la comunidad.

El área se calcula en 12.96m² equivalente a ¼ del área del aula.

Tendrá suficiente iluminación y ventilación natural.

La iluminación artificial será de 300 a 500 luxes.

SUBDIRECCIÓN

La actividad que se desarrolla en este espacio es de apoyo a la dirección en actividades administrativas en coordinación y control de las actividades académicas, mayor relación con el personal docente, seguimiento a los planes y programación de estudios.

Representa al director durante su ausencia.

El área será de 9.72m², igual a 3/16 del módulo de un aula.

La oficina de la Subdirección tendrá suficiente iluminación y ventilación natural. La iluminación artificial será de 300 a 500 luxes.

Capacidad para 1 persona y 4 visitantes.

SECRETARÍA

Espacio destinado a las labores de transcripción de notas, mecanografía, archivo de documentos, atención y recepción de visitantes, así como personal docente y alumnos para las reuniones o entrevistas con el director o subdirector.

Capacidad mínima para 1 secretaria, 1 ordenanza, y 5 visitantes. En un área de 8.64m², aumentándose esta área a medida que se aumente sustancialmente el número de aulas.

PLAZA CÍVICA

Consiste en un área abierta, para juegos y celebración de actos cívicos al aire libre.

Los acabados del piso serán baldosas, adoquín o concreto simple. Se le dotará de una base y asta para bandera, así como jardineras.

El área se calcula en 0.86m² por alumno para escuelas de 240 a 360 alumnos, disminuyéndose este factor a 0.64m² por alumno para escuelas de 720 alumnos.

BODEGA GENERAL

Deberá disponerse de un local para depósito de materiales, equipo, muebles en mal estado, archivo, etc. Será un espacio cerrado con un solo acceso y ventilación mínima.

Las ventanas se ubicarán en la parte superior de las paredes. Se proveerá de la estantería necesaria. Su área será de 25.92m² equivalente a un medio módulo de un aula.

CAFETERÍA

En este espacio se preparan y se sirven alimentos y bebidas como refrescos, sodas, café, etc. Contará con un área de trabajo para dos personas, un área con estantes para exhibición de productos, despacho y área de mesas.

La capacidad de la cafetería aumentará mayormente en función del aumento del área de mesas.

SERVICIOS SANITARIOS

Los servicios sanitarios en el nivel de Educación Básica se construirán diferenciándose los espacios para niñas y varones dentro de un mismo módulo.

Cuando se construyan sanitarios de foso, la distancia mínima al edificio de aulas será de 18.00 metros y la máxima de 40.00 metros, deberá ubicarse equidistante a los diferentes edificios y en un lugar visible para efectos de control.

Se deberá construir un servicio sanitario para el personal administrativo y docentes, diferenciado para damas y caballeros y se construirán pocetas de aseo con su área para guardar detergentes y trapeadores.

Deberá tener iluminación y ventilación suficiente.

Para las cantidades menores o iniciales de alumnos se considera:

- ✓ Un inodoro por cada 40 varones
- ✓ Un inodoro por cada 30 niñas
- ✓ Un lavamanos para 50 alumnos
- ✓ Se recomienda la construcción de lavamanos colectivos ubicados en la fachada frontal del sanitario.
- ✓ Un urinario por cada 40 varones.

2.6.6 NORMAS GENERALES A APLICAR EN ESPACIOS EXTERIORES

2.6.6.1 PORTONES, MUROS, TAPIALES Y CERCAS

Considerando que en todo centro educativo se utilizan objetos de valor como equipos, mobiliario, materiales, utensilios, libros, documentos, etc. Se deberá garantizar su seguridad, tanto en el edificio como en las obras a construir en los linderos, por lo que es necesaria la construcción de cerramientos que permitan proteger y aislar relativamente toda el área educativa de las áreas aledañas.

PORTONES

Deberán facilitar el acceso peatonal y vehicular, y en el caso de portones principales estos deberán tener un claro mínimo de 4mts. El piso bajo el portón será tratado con concreto simple, baldosas, lajas o adoquines, conjugándose con los materiales, que se empleen en vestíbulos exteriores, acera, sendas, pasillos cubiertos, estacionamientos, etc. Comunicara con los vestíbulos de acceso y distribución de circulaciones, a las diferentes áreas, y se orientara direccionalmente hacia la zona administrativa. En las áreas urbanas los materiales para su fabricación serán ángulos y laminas de hierro soldados, con su respectiva

cerrajería. Para las áreas rurales el portón se fabricará con tubo galvanizado y forro de malla ciclón.

MUROS

Los muros a construir tendrán el dimensionamiento, configuración (secciones) y los materiales producto del cálculo estructural del profesional responsable. En el diseño de los muros deberá considerarse su combinación con taludes para reducir costos. Se construirá con piedras de aristas viva, bloques de concreto, ladrillo de barro con estructura de concreto, debiendo aprovecharse los materiales del lugar o de fácil adquisición. Deberá considerarse juntas de dilatación a cada 30mts o en los puntos de cambio de dirección, así como los drenajes a través de pasatubos o sisa abierta en el caso de paredes de bloque.

2.6.6.2 CIRCULACIONES

El diseño de las circulaciones deberá ser fluido, directo, dirigido y su alineamiento geométrico deberá seguir las tendencias de circulación de las personas evitándose recorridos innecesarios.

El ancho de las sendas, acera y pasillos de circulación principales será de 2.00mts como mínimo y su acabado será de una superficie rugosa y antiderrapante.

Preferentemente los pasillos que comunican el vestíbulo de acceso con los edificios o pasillos entre edificios deberán techarse, dotándose de aleros a ambos lados para mayor protección. Los tipos de circulación mencionados deberán diseñarse con las pendientes

adecuadas de manera que drenen el agua lateralmente y su nivel deberá estar como mínimo 10cms superior al nivel de los engramados.

Para superar las diferencias de nivel desde el acceso al terreno o entre diferentes terrazas donde se emplazan los edificios, se diseñaran gradas o rampas conforme las dimensiones de huella, contrahuella y pendientes mencionadas, debiendo dárseles el tratamiento adecuado para la circulación de minusválidos o alumnos con problemas psicomotrices. No se recomienda la construcción de boces salientes en el límite de contrahuella y huella que entorpezcan los movimientos de paso o apoyo de muletas. En las áreas de escalera deberán diseñarse pasamanos y cuando el ancho sea mayor de 2.00mts deberá agregarse un pasamanos intermedio.

2.6.6.3 ÁREAS ENGRAMADAS

En aquellos lugares en donde el área del terreno lo permita se dejaran áreas engramadas, combinadas en lo posible con plantas ornamentales y donde sea necesario se delimitaran con setos de 0.80cms de alto.

En el caso de que sea necesario circular a través de áreas engramadas deberán diseñarse las circulaciones siguiendo la tendencia del uso de las personas. Estas circulaciones podrán construirse con losetas separadas 0.25mts o bien con piso de lajas, baldosas de concreto u otro material antiderrapante. El tipo de grama a utilizar será nacional o cualquier otra de mejor o igual resistencia al uso. Deberá proveerse de los grifos para riego con manguera distribuidos proporcionalmente.

2.6.6.4 JARDINERAS

En aquellas áreas de distribución de circulaciones exteriores. Junto al portón de acceso junto a los edificios y en las plazas, donde no se entorpezca la formación de los alumnos, se construirán jardinera, las cuales podrán ser combinadas con bancas en áreas de estar.

2.7 NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO POR SISMO

2.7.1 DISPOSICIONES GENERALES

Toda estructura y cada parte de la misma deberá ser diseñada y construida para resistir los movimientos sísmicos del terreno de acuerdo a lo establecido en esta Norma Técnica.

Cuando se produzcan mayores efectos por viento que por sismo, el diseño por viento debe prevalecer pero deben cumplirse los requisitos de detallado y las limitaciones prescritas en esta Norma Técnica.

La memoria de cálculo y los planos estructurales deben contener los criterios adoptados para el diseño sísmico e incluirán la siguiente información:

- ✓ Identificación y ubicación de la construcción.
- ✓ Zona sísmica en que se ubica.
- ✓ Parámetros del sitio.
- ✓ Categoría de ocupación.
- ✓ Descripción e identificación del sistema resistente a fuerzas laterales.

- ✓ Coeficiente(s) sísmico(s) usado(s) para el diseño.

Cuando se utilicen programas de computación, la memoria de cálculo debe incluir además la siguiente información:

- ✓ Esquema del modelo matemático completo usado para representar la estructura en el análisis.
- ✓ Descripción del programa que contenga la información necesaria que permita determinar la naturaleza y extensión del análisis.
- ✓ Datos de entrada y resultados, claramente diferenciados entre sí.

**CAPÍTULO III. DISEÑO
ARQUITECTÓNICO**

3.1 INTRODUCCIÓN

Luego de haber descrito la situación actual de la institución y las normativas aplicables que regulan el diseño de infraestructuras en El Salvador, en este capítulo se presenta la distribución de espacios arquitectónicos que conformarán la infraestructura requerida.

El capítulo III, denominado Diseño Arquitectónico, es fundamental para el proyecto Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, Municipio de Ahuachapán; ya que en esta etapa se establecen las dimensiones para una infraestructura que cumpla tanto con las necesidades y requerimientos de la institución, como con las normativas y reglamentos de construcción en El Salvador, para hacer una instalación segura y funcional.

El dimensionamiento de todos los espacios que conformarán el Centro Escolar se hará en base a la Normativa para Diseño de Espacios Educativos.

3.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL INTERNA DE LA INFRAESTRUCTURA A CONSTRUIR

3.2.1 AULAS

Espacio de forma cuadrada con dimensiones de **7.20 m x 7.20 m** a ejes, con iluminación y ventilación naturales suficientes y control de corrientes de aire a través de ventilas en las ventanas.

Se diseñarán 10 aulas para el uso exclusivo del nivel de educación básica y 2 aulas para el nivel de educación parvularia. Además, se diseñarán 4 aulas destinadas al uso exclusivo de talleres y/o cursos que el centro escolar considere según la aplicación del Programa “Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno”.¹⁰

Todas las aulas a diseñar (16 en total) tendrán las dimensiones previamente mencionadas.

3.2.2 BIBLIOTECA

El área se calculará a razón de 0.32m² por alumno, para escuelas de 240 alumnos y de 0.43m² por alumno, para escuelas de 360 y 720 alumnos.

Tomando el promedio de 350 alumnos por turno se tiene:

$$0.32\text{m}^2/\text{alumno} \times 350\text{alumnos} = 112\text{m}^2$$

Según el área dada, las dimensiones de la biblioteca serán: 14 x 8 = 112m²

3.2.3 LABORATORIO

El área del Laboratorio será de 77.76m², para escuelas con capacidad de 360 y 770 alumnos.

¹⁰ Ver Sección 2.5.

La cantidad promedio de alumnos es de 350, por lo que el área destinada será un poco menor a la estipulada por la norma, además estas instalaciones serán utilizadas exclusivamente por los alumnos de tercer ciclo, reduciéndose así la cantidad de estudiantes.

Las dimensiones serán: $9.6 \times 7.2 = 69.12\text{m}^2$

3.2.4 OFICINAS ADMINISTRATIVAS

3.2.4.1 DIRECCIÓN

El área se calcula en 12.96m^2 equivalente a $\frac{1}{4}$ del área del aula.

Las dimensiones propuestas son:

$$3.60 \times 3.60 = 12.96\text{m}^2$$

3.2.4.2 SUBDIRECCIÓN

El área será de 9.72m^2 , igual a $\frac{3}{16}$ del módulo de un aula.

$$3.60 \times 2.70 = 9.72\text{m}^2$$

3.2.4.3 SECRETARÍA

Capacidad mínima para 1 secretaria, 1 ordenanza, y 5 visitantes. En un área de 8.64m^2 , aumentándose esta área a medida que se aumente sustancialmente el número de aulas.

Secretaría: $3.60 \times 2.40 = 8.64\text{m}^2$

3.2.5 PLAZA CÍVICA

El área se calcula en 0.86m^2 por alumno para escuelas de 240 a 360 alumnos, disminuyéndose este factor a 0.64m^2 por alumno para escuelas de 720 alumnos.

Tomando siempre el promedio de 350 alumnos el área sería de: 301m^2 (350×0.86); pero debido a las reducidas dimensiones del terreno y la falta de espacios suficientes se ha optado por utilizar la misma área destinada a actividades físicas y deportivas para la ubicación de la plaza cívica, teniendo esta un área de 435.20m^2 .

3.2.6 BODEGA

Su área será de 25.92m^2 equivalente a un medio módulo de un aula.

Bodega: $7.20 \times 3.60 = 25.92\text{m}^2$

Además de la bodega principal se diseñarán 2 pequeñas bodegas destinadas al almacenamiento de utensilios de aseo y limpieza, teniendo cada una las dimensiones de:
 $1.95 \times 1.50 = 2.925\text{m}^2$

3.2.7 BAÑOS

Para las cantidades menores o iniciales de alumnos se considera:

- ✓ Un inodoro por cada 40 varones.
- ✓ Un inodoro por cada 30 niñas.
- ✓ Un lavamanos para 50 alumnos.

- ✓ Se recomienda la construcción de lavamanos colectivos ubicados en la fachada frontal del sanitario.
- ✓ Un urinario por cada 40 varones.

3.2.8 OTRAS INSTALACIONES

Además de las instalaciones mencionadas, el centro escolar requiere de otras para funcionar adecuadamente, estas son:

COCINA

Sus dimensiones serán de: $2.80 \times 3.60 = 10.08\text{m}^2$

PARQUEO

El parqueo por razones de espacio se diseñará solamente para 5 vehículos, siendo las dimensiones de: $10.0 \times 8.0 = 80.0\text{m}^2$

CORREDORES

Los corredores serán amplios y se ubicarán frente al acceso de todas las edificaciones, de tal manera que todas estén interconectadas y que se facilite el desplazamiento dentro del centro escolar. Sus dimensiones tendrán un ancho de: 2.40m en todo su largo y se diseñarán 10cm sobre el nivel del patio.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

3.3 PROPUESTA DE DISEÑO

Según las dimensiones calculadas para cada uno de los espacios requeridos por la institución educativa y teniendo en cuenta tanto las dimensiones del terreno como la topografía del mismo se presenta la siguiente propuesta de diseño arquitectónico:

Se propone el diseño de 9 edificaciones distribuidas de forma ordenada para facilitar el acceso a cada una de ellas, detallándose a continuación:

Tabla 1: Descripción de los Edificios propuestos para la nueva infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino.

Edificio	Área (m²)	Dimensiones (m)	Niveles	Contenido
1	155.52	(21.6 x 7.20) + (21.6 x 2.4)	2	3 aulas para educación básica en cada nivel + corredor
2	105.12	(14.4 x 7.20) + (14.4 x 2.4)	2	2 aulas para educación básica en cada nivel + corredor
3	105.12	(14.4 x 7.20) + (14.4 x 2.4)	2	2 aulas para cursos y talleres en cada nivel + corredor
4	105.12	14.4 x 7.20	1	2 aulas para educación parvularia
5	73.92	8.80 x 8.40	1	Oficinas administrativas: dirección, subdirección, secretaría, sala de maestros, enfermería y s. sanitario.
6	112.0	14.0 x 8.0	1	Biblioteca
7	120.96	16.8 x 7.20	1	Centro de computo y laboratorio
8 y 9	20.25	4.5 x 4.5	1	Sanitarios para niños y niñas

Figura 4: Diseño preliminar, edificio 1, CEAE.



CAPÍTULO IV. DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 INTRODUCCIÓN

El área estructural es una de las partes esenciales en el diseño de las estructuras o edificaciones, ya que estas se diseñan para poder resistir todas las cargas de los elementos que las componen en base al diseño arquitectónico, todo esto para garantizar la seguridad y estabilidad de las mismas.

Tomando como base el diseño arquitectónico del Centro Escolar Alfredo Espino descrito en el capítulo anterior se procederá a realizar el diseño estructural a partir de un Software de diseño estructural conocido como SAP2000, el cual toma como base para la realización de los cálculos el Código del Instituto Americano del Concreto (ACI).

Como todo Software, este requiere de cierta información adicional basada en cálculos preliminares que funcionen como datos de entrada, como por ejemplo el pre-dimensionamiento de los elementos que componen la estructura y las diferentes combinaciones de carga a tomar en cuenta para el diseño. Toda esta información requerida por el Software se detalla en el presente capítulo.

A partir de la información generada por el Programa se procederá a realizar los cálculos finales de los elementos estructurales llámense vigas, columnas y zapatas. Detallando tanto las dimensiones como el refuerzo requerido por cada uno de ellos.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEFINITIVA

Es importante definir el tipo de edificación a diseñar pues esto puede ser determinante al momento de realizar el diseño como tal. Cada uno de los edificios que forman parte de las nuevas instalaciones del Centro Escolar Alfredo Espino se describen a continuación:¹¹

- **Edificio 1:** estructura de dos niveles a base de marcos de concreto reforzado en ambas direcciones. Se compone por 3 módulos adyacentes de 7.2x7.2mts en cada nivel y 3 módulos de 7.2x2.4mts (corredor) de igual forma en cada uno de los dos niveles. El primer entepiso contará con una altura de 3.24mts y el segundo con una altura de 3.20mts. y su uso será para aulas educativas.
- **Edificio 2 y 3:** ambas edificaciones serán similares; ambas estructuras de dos niveles a base de marcos de concreto reforzado en ambas direcciones. Cada una compuesta por 2 módulos adyacentes de 7.2x7.2mts en cada nivel y 2 módulos de 7.2x2.4mts (corredor) asimismo en cada nivel. Al igual que el Edificio 1, estos contarán con una altura de 3.24mts en el primer entepiso y 3.20mts en el segundo. Ambos edificios funcionarán como aulas educativas y talleres.
- **Edificio 4:** estructura de un nivel a base de paredes de carga en ambas direcciones compuesta por 2 módulos adyacentes de 7.2x7.2mts y 2 módulos de 7.2x2.4mts que

¹¹ Ver Tabla ¡Error! Sólo el documento principal.. Capítulo III, Diseño Arquitectónico.

funcionarán como corredores. El edificio será a dos aguas con una altura máxima de 3.40mts. en la parte más elevada. Al igual que los anteriores, el uso que se le dará será para aulas educativas.

- **Edificio 5:** estructura de un nivel a base de paredes de carga en ambas direcciones compuesta por los siguientes módulos: un módulo de 3.6x3.6m para funcionar como Dirección, un módulo de 2.8x3.6m para funcionar como Sub-dirección, un módulo de 3.6x2.4m destinado para Secretaría, un módulo de 3.6x4.8m para funcionar como Sala de maestros y un módulo de 3.6x2.4m destinado para Enfermería. La estructura será a dos aguas y contará con una altura de 3.70mts. en su parte más alta.

- **Edificio 6:** estructura de un nivel a base de paredes de carga en ambas direcciones, compuesta por un único módulo de 14.0x8.0m con una altura de 3.60mts. en su parte más alta, siendo la edificación de dos aguas. El uso que se le dará será para Biblioteca.

- **Edificio 7:** estructura de un nivel a base de paredes de cargas en ambas direcciones, compuesta por un módulo de 7.2x7.2mts y otro de 9.6x7.2mts para funcionar como Centro de computo y Laboratorio respectivamente. Tendrá una altura en su parte más alta de 3.60mts siendo el edificio a dos aguas.

- **Edificio 8 y 9:** ambas estructuras de un nivel a base de paredes de cargas en ambas direcciones, compuestas cada una por un solo modulo de 4.5x4.5m destinadas a funcionar como servicios sanitarios para niños y niñas respectivamente. La altura de los dos edificios será de 3.80mts en la parte más alta, siendo ambos de una sola agua.

El detallado final de todas y cada una de las estructuras antes descritas, así como su distribución en planta, elevaciones y cortes se muestran en los planos constructivos.¹²

4.3 MÉTODOS DE DISEÑO

Los métodos de diseño, factores de seguridad, requisitos mínimos y demás elementos que intervienen en el Diseño Estructural estarán basados en las siguientes normas:

- Reglamento para la Seguridad Estructural de las Edificaciones (RSEC).
- Norma Técnica para Diseño por Sismo (NTDS).
- Código del Instituto Americano del Concreto (ACI 318 – 05).

¹² Ver Anexo #7, Planos Constructivos.

4.3.1 REGLAMENTO PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES

Las cargas gravitacionales a considerar en el Análisis Estructural serán las siguientes:

- Cargas Muertas
- Cargas Vivas
- Cargas Sísmicas

4.3.1.1 CARGAS MUERTAS

Se consideran como cargas muertas 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 no cambia sustancialmente con el tiempo.¹³ Las cargas muertas a utilizar en el análisis se describen a continuación:

○ Concreto reforzado -----	2.4ton/m ³
○ Paredes de Bloque de concreto 15x20x40 -----	270kg/m ²
○ Paredes de Bloque de concreto 10x20x40 -----	220kg/m ²
○ Piso de ladrillo o cerámico -----	120kg/m ²
○ Ventanería y herrería -----	50kg/m ²
○ Peso de losa COPRESA VT1-20 -----	260kg/m ²
○ Lamina Zinc-Alum -----	20kg/m ²

¹³ Art. 23, Capítulo II, Cargas Muertas, RSEC.

- Polín C ----- 3kg/ml
- Cielos falsos e instalaciones eléctricas ----- 20kg/m²

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales.

4.3.1.2 CARGAS VIVAS

Se consideran como cargas vivas los pesos que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en la Tabla de Cargas Vivas Unitarias Mínima.¹⁴

Según la Tabla y teniendo en cuenta el tipo de edificación, se tomarán los siguientes valores:

- Oficinas, despachos, aulas y laboratorios_____180kg/m²
- Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público_____150kg/m²

4.3.1.3 CARGAS SÍSMICAS

En el capítulo IV de la NTDS se establece que el peso sísmico utilizado para el cálculo del Cortante Basal, será igual a la sumatoria de las Cargas Muertas y Las Cargas Vivas Instantáneas. Estas últimas se definen mediante los valores de la tabla que

¹⁴ Art. 24, Capítulo III, Cargas Vivas, RSEC.

corresponden a Cargas Vivas Mínimas Unitarias del RSEC, definidos en la sección anterior.

4.3.2 NORMA TÉCNICA PARA DISEÑO POR SISMO

La norma de diseño por sismo es una de las más importantes que componen el RSEC, además no puede pasarse por alto si se desea que la edificación a diseñar soporte estas cargas adicionales debidas a los sismos, pues lo que se desea es que la estructura sea segura.

4.3.2.1 CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño sísmico de la estructura debe efectuarse considerando la zonificación sísmica, las características del sitio, la categoría de ocupación, la configuración, el sistema estructural y la altura, de acuerdo con los criterios establecidos en el Capítulo 3 de la NTDS.

ZONA SÍSMICA

De acuerdo a la ubicación de la estructura deberá utilizarse el factor de zona A dado por la Tabla 1 de la NTDS.

La ubicación del Centro Escolar Alfredo Espino esta dentro del municipio y departamento de Ahuachapán, que se encuentra en la zona sísmica I correspondiéndole un factor de zona de:

$$A = 0.40 \text{ (zona I)}$$

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO DEL LUGAR

Para cada perfil de suelo, los coeficientes de sitio C_o y T_o , deberán establecerse de acuerdo a la Tabla 2 de la NTDS.

Las características del suelo del terreno donde se pretende construir el Centro Escolar no se conocen debido a la imposibilidad de realizar un adecuado estudio de suelos, por lo que según la Norma, en sitios donde las propiedades del suelo no se conocen con detalle como para poder establecer el tipo de perfil de suelo, deberá usarse un perfil de suelo tipo S_3 . Donde los coeficientes a utilizarse son:

$$C_o = 3.0 \text{ y } T_o = 0.6$$

CATEGORÍAS DE OCUPACIÓN

Cada construcción debe clasificarse en una de las categorías de ocupación y asignársele los factores de importancia (I) correspondientes de las Tablas 3 y 4 respectivamente.

Si bien es cierto la edificación a construir es para fines escolares, por lo que entraría en la categoría de ocupación I, pero no se requiere que la edificación sirva como albergue ante una emergencia de este tipo, por lo tanto se ha tenido a bien ubicar la edificación dentro de la categoría III. A esta categoría corresponde un factor de importancia de:

$$I = 1.0$$

SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales, así como los correspondientes factores de modificación de respuesta (R), de amplificación de desplazamiento (Cd) y los límites de altura (H), se establecen en la Tabla 7 de la NTDS.

El sistema a utilizar para el diseño sísmico (en ambas direcciones) del Centro Escolar será el Sistema A.1: Marcos de acero o concreto con detallado especial, al que corresponden los siguientes factores:

$$\mathbf{Cd = 8, R = 12 \text{ y } H = \text{sin límite}}$$

SELECCIÓN DEL MÉTODO DE ANÁLISIS DE FUERZAS LATERALES

Se utilizará el procedimiento para fuerzas laterales estáticas del Capítulo 4 de la NTDS, ya que no se encuentran limitantes para su aplicación.

4.3.2.2 FUERZAS LATERALES ESTÁTICAS DE DISEÑO

Puntos de Partida:

- a) Las Fuerzas Sísmicas actúan en cualquier dirección horizontal.
- b) Puede suponerse que las Fuerzas Sísmicas no actúan simultáneamente en la dirección de cada eje principal de la estructura, sin embargo deberá considerarse una excentricidad mínima del 5%, ocasionando por la diferencia de posición en el plano X-Y del Centro de masa y el Centro de Rigidez de un entrepiso “x”.
- c) La Carga Sísmica “W” es la Carga Muerta más la Carga Viva Instantánea.

CORTANTE BASAL DE DISEÑO Y COEFICIENTE SÍSMICO

El cortante basal de diseño en una dirección deberá determinarse a partir de la siguiente expresión:

$$V = C_s * W \quad (\text{Ecuación 1})$$

El valor del coeficiente sísmico C_s debe determinarse por la siguiente ecuación, en donde el periodo T no debe tomarse menor que T_o ni mayor que $6T_o$:

$$C_s = (A * I * C_o / R) * (T_o / T)^{2/3} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde: $T_o < T < 6T_o$

PERÍODO DE LA ESTRUCTURA

El valor del periodo T se determinará por el siguiente método:

Método A. Para todos los edificios, el valor de T puede determinarse aproximadamente por la siguiente fórmula:

$$T = C_t * h n^{3/4} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde C_t es igual a 0.073 para sistemas A con marcos de concreto reforzado.

Para el diseño de los edificios 1, 2 y 3 descritos en la sección 4.2 y tomando los factores y coeficientes de la NTDS anteriormente descritos, se utilizarán los siguientes valores del periodo y coeficiente sísmico (ecuación 3 y 2 respectivamente):

$$T = C_t * h n^{3/4} = 0.073 * 6.34^{3/4} = 0.29 \text{seg}$$

$T < T_o$ por lo tanto se usará $T_o = 0.6$

$$C_s = \left(0.4 * 1.0 * \frac{3.0}{12} \right) * \left(\frac{0.6}{0.6} \right)^{2/3} = 0.1$$

4.3.3 CÓDIGO DEL ACI 318 - 05

El código del ACI define la resistencia requerida (U) que deben resistir las edificaciones; estas deben ser por lo menos igual al efecto de las cargas mayoradas en las ecuaciones siguientes:¹⁵

$$U = 1.4 (D + F) \quad \text{Ec. 4}$$

$$U = 1.2 (D + F + T) + 1.6 (L + H) + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{Ec. 5}$$

$$U = 1.2 D + 1.6 (Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (1.0 L \text{ o } 0.87 W) \quad \text{Ec. 6}$$

$$U = 1.2 D + 1.6 W + 1.0 L + 0.5 (Lr \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{Ec. 7}$$

$$U = 1.2 D + 1.0 E + 1.0 L + 0.2 S \quad \text{Ec. 8}$$

$$U = 0.9 D + 1.6 W + 1.6 H \quad \text{Ec. 9}$$

$$U = 0.9 D + 1.0 E + 1.6 H \quad \text{Ec. 10}$$

Donde: U = Resistencia requerida para soportar las cargas amplificadas o sus momentos y cargas internas.

D = Carga Muerta.

F = Carga debida a líquidos o presiones laterales de los mismos.

T = Efecto de temperatura, contracción de fragua, deformación por el tiempo, asentamientos diferenciales o deformaciones debidas a concreto con deformación controlada.

H = Carga debida a terrenos o presión lateral de los mismos.

L = Carga Viva.

¹⁵ ACI 318 – 05, Capítulo 9, sección 9.2.

Lr = Cargas Vivas en azoteas o tejados.

S = Cargas debidas a nieve.

R = Cargas debidas a la lluvia.

W = Cargas debidas al viento.

E = Cargas debidas a los sismos.

De todos los distintos tipos de carga mostrados, solamente se utilizarán para el diseño del centro escolar las siguientes:

D = Carga Muerta

L = Carga Viva

E = Carga debido a los sismos

Por lo tanto las combinaciones a utilizar son (de las cuales se tomará la condición mas critica para el diseño):

$$U = 1.4 D \quad \text{Ec. 4}$$

$$U = 1.2 D + 1.6 L \quad \text{Ec. 5}$$

$$U = 1.2 D + 1.0 E + 1.0 L \quad \text{Ec. 8}$$

$$U = 0.9 D + 1.0 E \quad \text{Ec. 10}$$

4.4 PREDIMENSIONAMIENTO

Antes de introducir los valores al programa SAP2000, deben pre-dimensionarse los elementos estructurales (vigas y columnas). La estructura principal será a base de marcos

de concreto reforzado, por lo tanto, las dimensiones de las vigas y columnas se pre-diseñarán en base a lo siguiente:¹⁶

4.4.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

Consideraciones para zonas de alto riesgo sísmico:

- a) Según la discusión de algunos resultados de investigación en Japón debido al sismo de TOKACHI 1968, donde colapsaron muchas columnas por:
- Fuerza cortante.
 - Deficiencia en el anclaje del acero en las vigas.
 - Deficiencia en los empalmes del acero en las columnas.
 - Por el aplastamiento.
 - Refuerzo de viga hacia columna.

De los resultados se tienen:

- Si $hn/D < 2$ → Fallarán de manera frágil por fuerza cortante.
(Columna extremadamente corta, no se admiten en zonas de alto riesgo).
- Si $2 < hn/D < 4$ → Falla frágil o falla dúctil.
- Si $hn/D > 4$ → Falla dúctil.

Se recomienda que: → $hn/D > 4$

¹⁶ Diseño En Concreto Reforzado, Ing. Roberto Morales Morales, 3ra Edición, Capítulo 12.

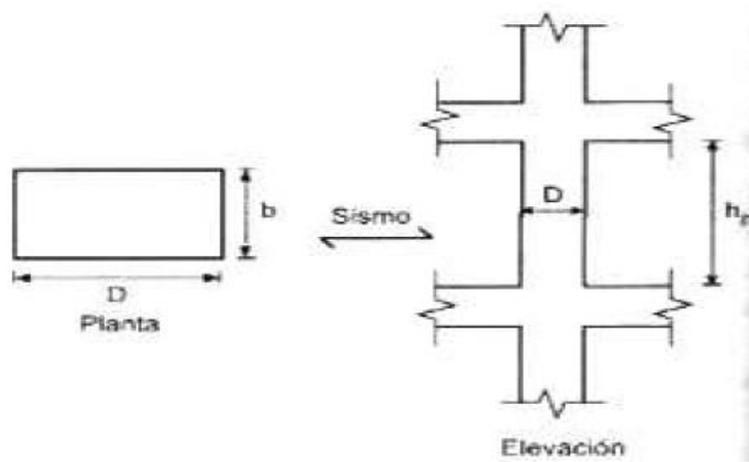


Figura 5: Dimensiones de la sección y luz libre de una columna

b) Según ensayos experimentales en Japón:

$$n = \frac{P}{f'c * b * D}$$

Donde: n = índice de aplastamiento

Si $n > 1/3 \rightarrow$ Falla frágil por aplastamiento debido a cargas axiales excesivas.

Si $n < 1/3 \rightarrow$ Falla dúctil

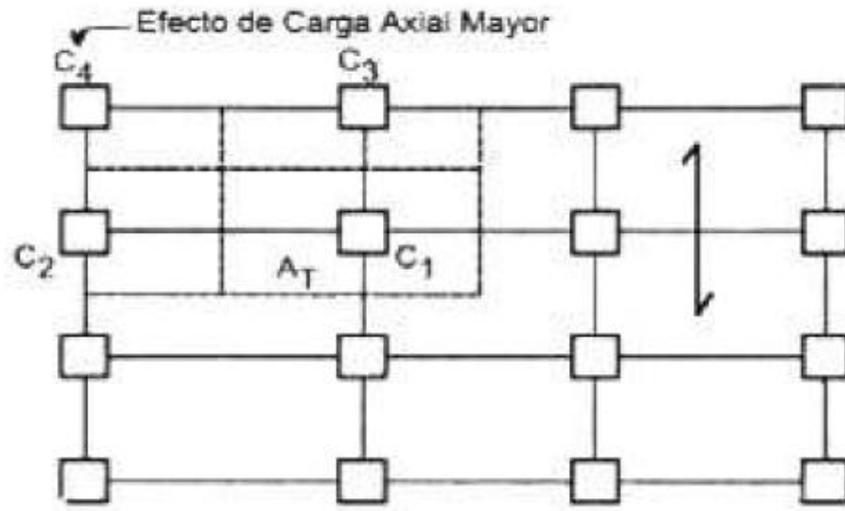


Figura 6: Tipos de columna y su respectiva área tributaria.

AT: Área Tributaria

C1: columna central

C2: columna extrema de un pórtico principal interior

C3: columna extrema de un pórtico secundario interior

C4: columna en esquina

Las columnas se pre-dimensionan con:

$$b * D = \frac{P}{n * f'c}$$

Donde:

D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna.

b = la otra dimensión de la sección de la columna.

P = carga total que soporta la columna (ver tabla).

n = valor que depende del tipo de columna (ver tabla).

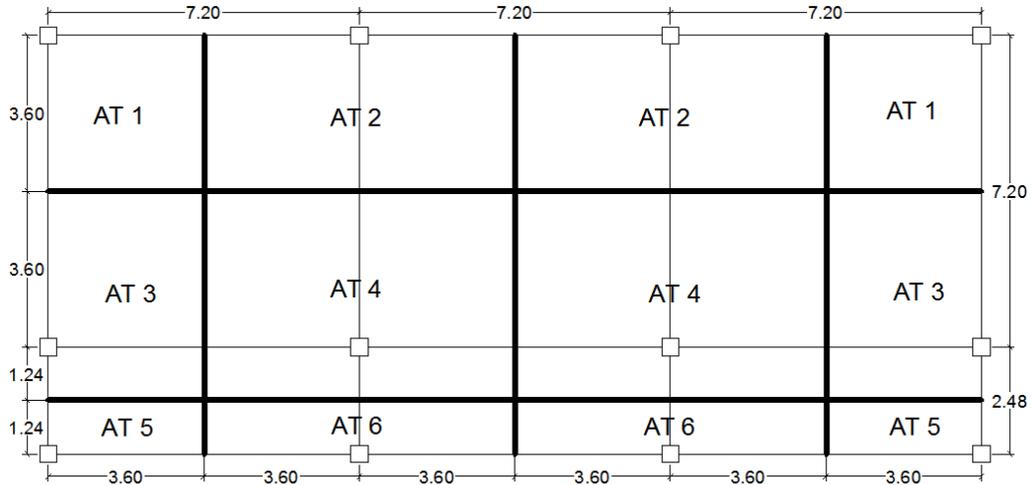
f'c = resistencia del concreto a la compresión simple.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

P_G = carga de gravedad.

P = carga de sismo.

Figura 7: Áreas Tributarias para columnas, edificio 1 CEAE



Áreas tributarias de la Figura 7:

AT1: 12.960m ²	AT2: 25.920m ²
AT3: 17.424m ²	AT4: 34.84m ²
AT5: 4.464m ²	AT6: 8.928m ²

Se realiza el metrado de cargas de la estructura:

Peso de vigas: -----	100kg/m ²
Peso de columnas: -----	60kg/m ²
Peso de losa tipo COPRESA: -----	260kg/m ²
Paredes de Bloque de concreto 15x20x40 -----	270kg/m ²
Piso de ladrillo o cerámico -----	120kg/m ²
Ventanería y herrería -----	50kg/m ²

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

Lamina Zinc-Alum -----	20kg/m ²
Cielos falsos e instalaciones eléctricas -----	20kg/m ²
Sobrecarga: -----	180kg/m ²

Tabla 2: valores de P y n para el pre-dimensionamiento de columnas

Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior N < 3 pisos	P = 1.10P _G n = 0.30
Tipo C2 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior N > 4 pisos	P = 1.10P _G n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórticos interiores	P = 1.25P _G n = 0.25
Tipo C4	Columna de esquina	P = 1.50P _G n = 0.20

Entonces: **PG = P_{muerto} + P_{vivo}**

$$PG = 900 + 180 = \mathbf{1080kg/m^2}$$
 (Carga a considerarse por piso)

Carga para columna tipo C1, edificio 1 (AT4 = 34.84m²):

$$P = 1080kg/m^2 * 34.84m^2 = 37627.2kg$$

Este peso se multiplica por el factor P dependiendo del tipo de columna (C1), y este a la vez por el número de pisos de la estructura (en este caso son 2 pisos):

$$P = 1.10 * 37627.2kg * 2 = 82779.84kg$$

Este valor se introduce en la ecuación:

$$bD = \frac{P}{n * f'c} = \frac{82779.84}{0.3 * 210} = 1314.27 \text{ cm}^2$$

Asumiendo una sección cuadrada: (b = D)

$$b = D = \sqrt{1314.27} = 36.25 \text{ cm}$$

Se usará una sección de 40 x 40cm.

El mismo procedimiento se realiza para todos los tipos de columna, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3: Resultados del pre-dimensionamiento de columnas

Tipo de columna	P _G (kg/m ²)	P	n	AT (m ²)	b*D (cm ²)	Sección (cm x cm)
C1	1080	1.10	0.30	34.848	1314.27	40 x 40
C2	1080	1.25	0.25	17.424	896.09	30 x 30
C3	1080	1.25	0.25	25.92	1333.03	40 x 40
C3	1080	1.25	0.25	8.928	459.15	25 x 25
C4	1080	1.50	0.20	12.960	999.77	35 x 35
C4	1080	1.50	0.20	4.464	344.37	20 x 20

Comprobando que la falla sea dúctil:

$$\frac{hn}{D} > 4 = \frac{2.6}{0.4} = 6.5 > 4$$

Para simplificar el diseño de los elementos se uniformizará la estructura tomando una sola dimensión para todas las columnas, la sección a considerar para el diseño será de 40x40cm para todas las columnas, excepto las que sirvan de soporte a los corredores, las cuales tendrán una sección de 30x30cm.

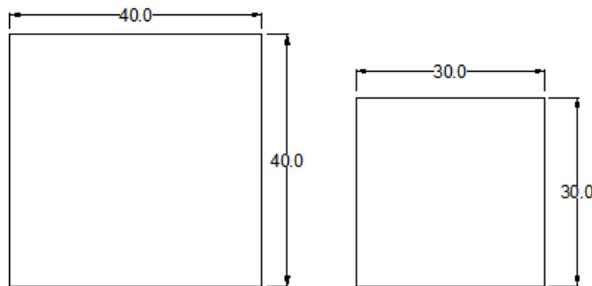


Figura 8: Secciones de columnas a utilizar en el diseño.

Las mismas dimensiones se utilizarán en el diseño de los edificios 2 y 3, del Centro Escolar Alfredo Espino, que son las estructuras que cuentan con dos niveles.

4.4.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

Para pre-dimensionar las vigas se utilizan los siguientes criterios:¹⁷

$$b = \frac{A}{20} \quad h_A = \frac{A}{\alpha} \quad h_B = \frac{B}{\beta}$$

Donde: b = ancho de la viga

h = peralte de la viga

¹⁷ Diseño En Concreto Reforzado, Ing. Roberto Morales Morales, 3ra Edición, Capítulo 12.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

A = menor dimensión de la losa

B = mayor dimensión de la losa

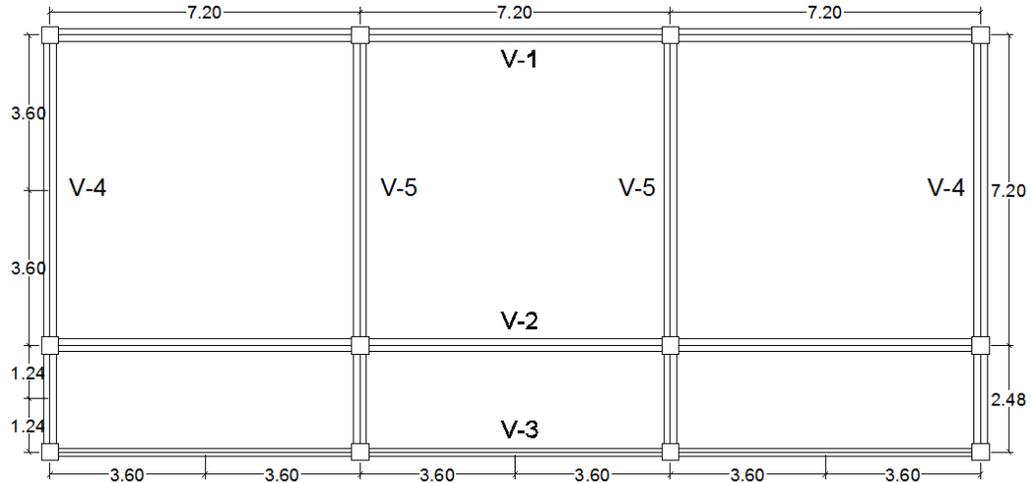
α y β = coeficientes de la Tabla 3

Hay que tomar en cuenta que el coeficiente α es utilizado para realizar el pre-dimensionamiento de las vigas secundarias, en la estructura descrita en la sección 4.2 no se consideran vigas secundarias, por esta razón no se utilizará este coeficiente.

Tabla 4: Coeficientes para el pre-dimensionamiento de vigas de una relación A/B y un valor específico de sobrecarga.

A/B	Sobrecarga (kg/m ²)	α	β
A/B > 0.67 o A/B = 1	250	13	13
	500	11	11
	750	10	10
	1000	9	9
A/B < 0.67	250	13	12
	500	11	11
	750	10	10
	1000	9	9

Figura 9: Vigas correspondientes al edificio 1, CEAE



El procedimiento que conlleva al pre-dimensionamiento de vigas principales es el siguiente:

El coeficiente de la relación A/B a utilizar para el pre-dimensionamiento de las vigas será:

$$A/B = 1.24/6.8 = 0.18 < 0.67$$

Según tabla 4 y considerando una sobrecarga de 250kg/m²: $\beta = 12$

Para la viga V-1:

$$b = \frac{A}{20} = \frac{3.6}{20} = 0.18m \qquad h_B = \frac{B}{\beta} = \frac{6.8}{12} = 0.57m$$

Usar: b=20cm y h= 60cm

El mismo procedimiento se realiza para el cálculo de las dimensiones preliminares de las vigas restantes, mostrando los resultados en la Tabla 5:

Tabla 5: Resultados del pre-dimensionamiento de vigas

Tipo de viga	A (m)	B (m)	β	h (cm)	b (cm)
V-1	3.60	6.80	12	60	20
V-2	4.80	6.80	12	60	25
V-3	1.24	6.90	12	60	10
V-4	3.60	6.80	12	60	20
V-5	7.20	6.80	12	60	40

Al igual que con las columnas, se busca uniformizar la estructura para efectos de simplicidad en el cálculo, por lo que se usará una sección de 60x30cm para todas las vigas, excepto para aquellas que soporten la carga de los corredores que tendrán una sección de 60x20cm.

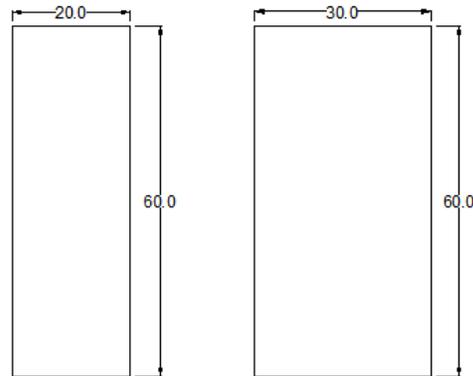


Figura 10: Secciones de vigas a utilizar en el diseño.

Este análisis es válido tanto para el edificio 1 como para los edificios 2 y 3, de la misma forma que las columnas. Siempre buscando uniformizar la estructura y simplificar los cálculos.

4.5 ANALISIS ESTRUCTURAL EN SAP2000

Para desarrollar el análisis gravitacional y sísmico, además de cada uno de los elementos estructurales que conformarán las estructuras, se ha hecho uso del software para diseño SAP2000 en su versión 11.0.0 (ver figura 11).

El programa SAP2000 es un software líder en la ingeniería estructural. Se pueden analizar cualquier tipo de estructuras con este programa, e incluso diseñar elemento por elemento de manera precisa con los reglamentos más conocidos. Se trata de un excelente programa de cálculo estructural en tres dimensiones mediante elementos finitos.

Mediante SAP2000 es posible modelar complejas geometrías, definir diversos estados de carga, generar pesos propios automáticamente, asignar secciones, materiales, así como realizar cálculos estructurales de hormigón y acero basados, entre otras normativas, en los códigos vigentes (entre ellos el código del ACI 318).

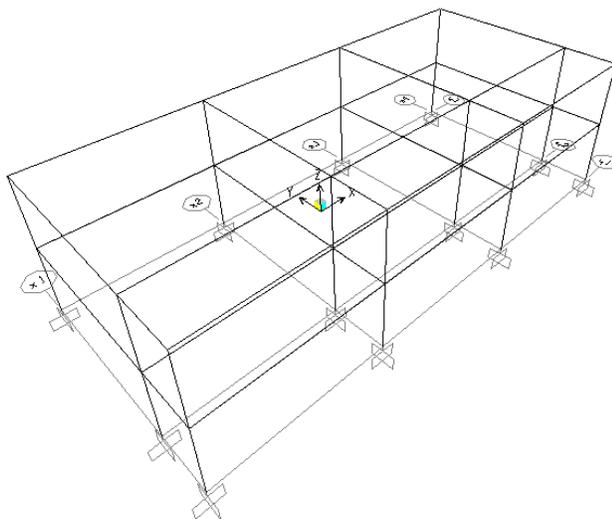


Figura 11: modelo del edificio 1, CEAE, en SAP2000

4.5.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR DE DISEÑO

El programa SAP2000 requiere de cierta información para proceder al diseño de la estructura definitiva, dicha información se detalla a continuación:

✓ **Distancia entre ejes en ambos sentidos.**

Las distancias entre ejes están consideradas a partir de los criterios establecidos en la Normativa para Diseño de Espacios Educativos, tal como se definió en el Capítulo III, sección 3.3.

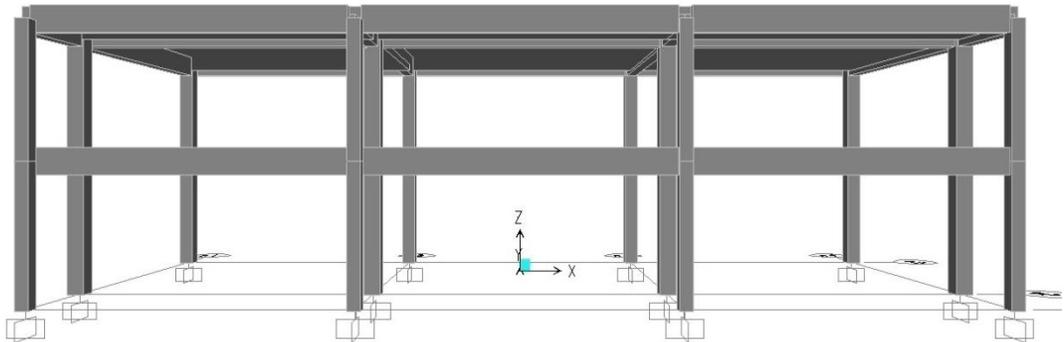


Figura 12: Modelo del Edificio 1, CEAE

✓ **Combinaciones de carga.**

Las combinaciones de cargas a considerarse en el diseño de la Estructura son las que establece el Código del ACI 318-05. De todas estas combinaciones se tomarán únicamente las señaladas en la sección 4.3.3 del presente Capítulo.

✓ **Cargas a aplicar en los elementos y áreas.**

Los tipos de cargas que se aplicaran en todos los elementos estructurales que conforman la edificación son:

- Cargas Muertas
- Cargas Vivas
- Cargas Sísmicas

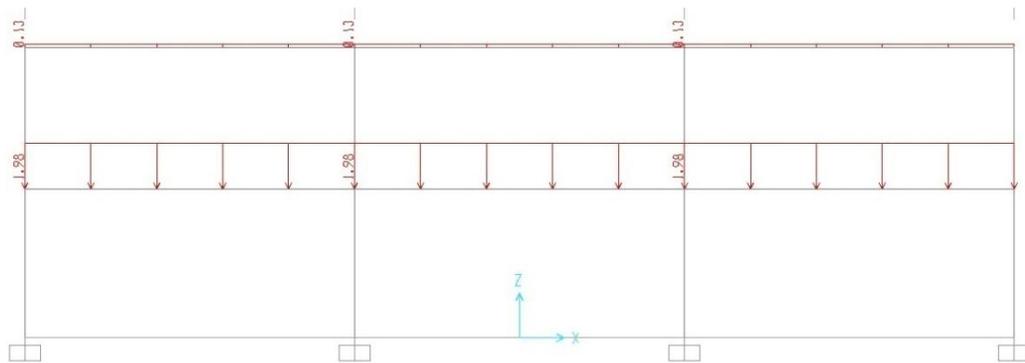


Figura 13: Cargas aplicadas a las vigas de un pórtico.

El detalle de las cargas que se aplican a cada elemento se muestra en el Anexo #2.

✓ **Pre-dimensionamiento de los elementos estructurales.**

El proceso de cálculo para el pre-dimensionamiento de vigas y columnas se detalla en la sección 4.4 del presente Capítulo.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO, MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

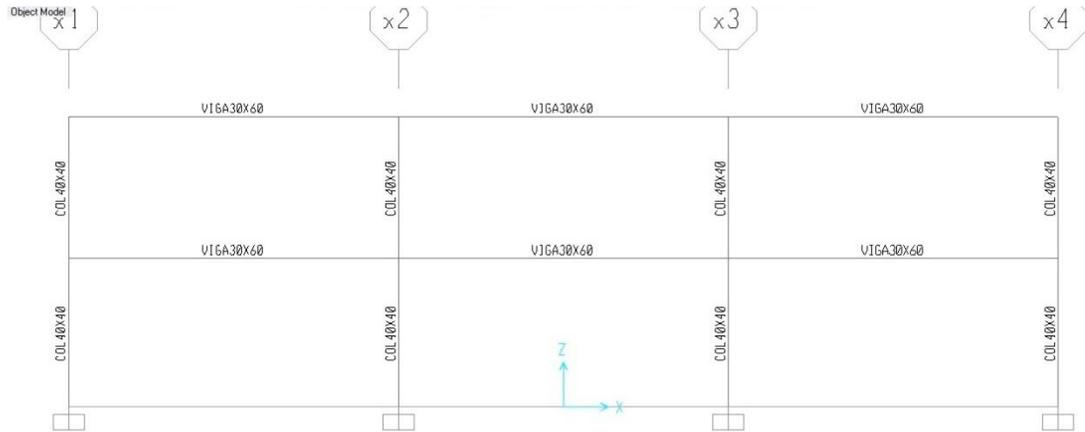


Figura 14: Secciones de Elementos Estructurales de un pórtico.

✓ Características del material.

El material que conformará la Estructura será de concreto reforzado, la información que el programa requiere para el cálculo son algunas de las características principales del mismo, siendo estas las siguientes:

- Peso Volumétrico = 2400kg/m^3
- Módulo de Elasticidad = 2100000kg/cm^2
- Módulo de Poisson = 0.2
- Resistencia a la compresión = 210kg/cm^2

4.5.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS

SAP2000 genera una valiosa información del diseño estructural realizado en base a los datos introducidos, por ejemplo diagramas de cortante, momento flector, momento

torsionante y fuerza axial de cada uno de los elementos que componen la estructura; mostrando valores máximos y mínimos para todas y cada una de las combinaciones de carga introducidas.

Específicamente para el diseño, el programa muestra las áreas de acero de refuerzo requeridas por cada sección y la cuantía correspondiente. Los resultados completos del programa se muestran en las tablas del Anexo #2.

4.6 DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Si bien es cierto el programa SAP2000 genera información muy útil para el diseño de estructuras en este caso de concreto armado, facilitando el cálculo de los elementos que las componen; sin embargo los resultados mostrados por el programa no corresponden a un diseño final y definitivo, por lo que se hace necesario complementar la información facilitada por el software.

El procedimiento para el diseño final de los elementos estructurales: vigas, columnas y zapatas, será el especificado en el código del ACI-318.

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN**

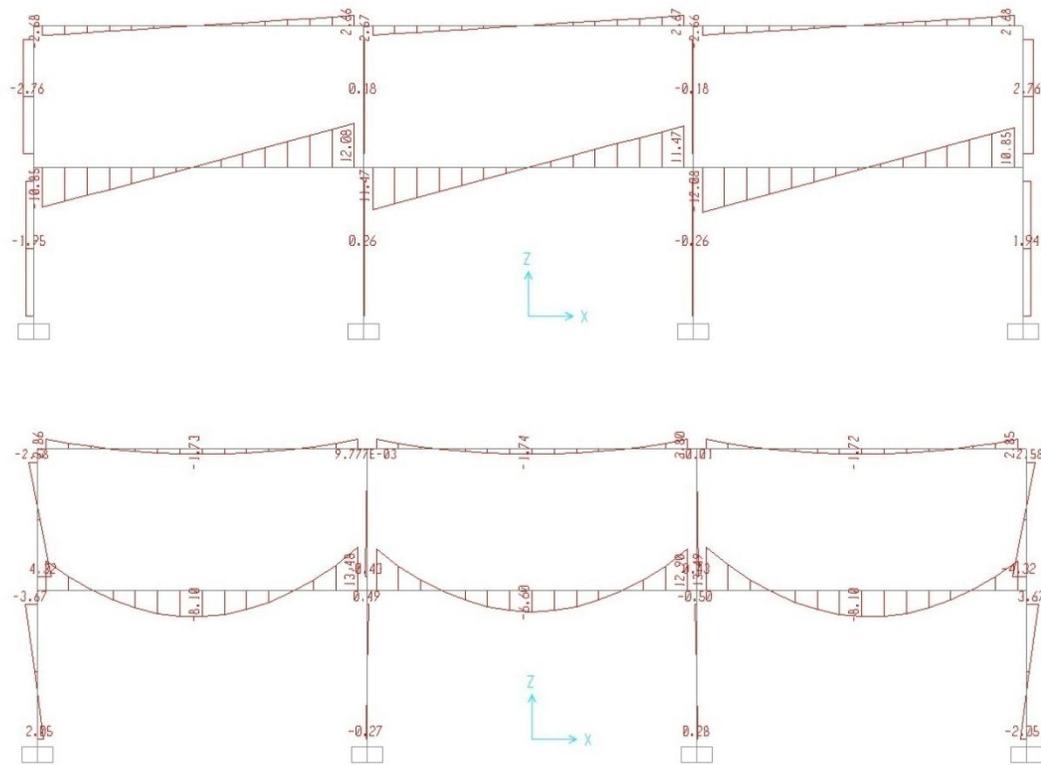


Figura 15: Diagramas de Fuerza Cortante y Momento Flector de un pórtico del Edificio 1, CEAE.

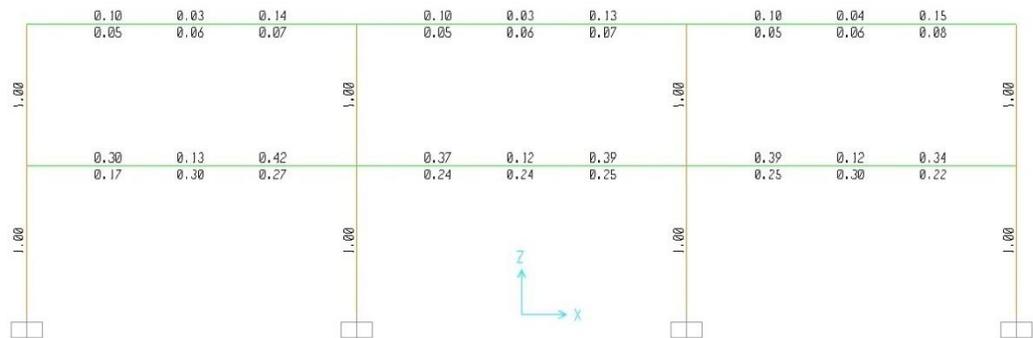


Figura 16: Cuantías de acero de refuerzo requeridas por cada sección de un pórtico del Edificio 1, CEAE.

4.6.1 DISEÑO DE VIGAS

4.6.1.1 DISEÑO DE VIGAS SOMETIDAS A FLEXIÓN

Los elementos sometidos a flexión como lo son las vigas se diseñan para fallar por tensión pues es el tipo de colapso más conveniente dada la ductilidad que desarrolla.

Partiendo de la distribución de esfuerzos mostradas en la figura 13 se establece la condición de equilibrio:

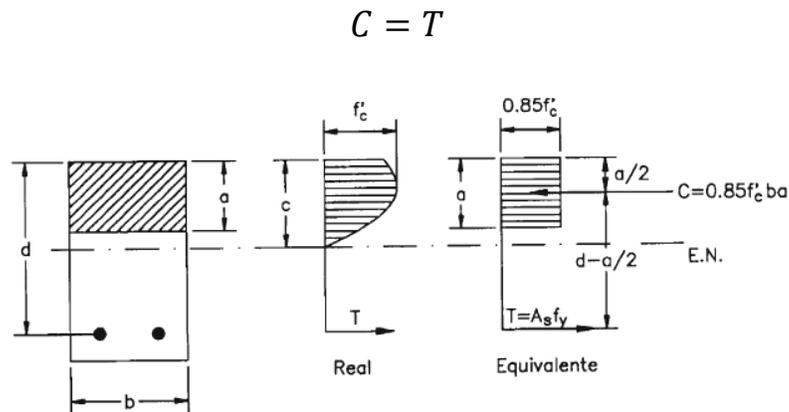


Figura 17: esfuerzos en una sección rectangular con refuerzo en tensión sometida a flexión

$$0.85f'c ba = A_s f_y$$

Donde: b = Ancho de la sección de concreto

 a = Altura del bloque rectangular de esfuerzos de compresión en el concreto

A_s = Área de refuerzo en tensión de la sección

Despejando de la ecuación anterior se obtiene: $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b}$

Se define índice de refuerzo, w , como:

$$w = \frac{\rho f_y}{f' c}$$

Donde: ρ = cuantía de acero en tensión, definida a través de la siguiente expresión:

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

$$\overline{\rho_b} = \left(\frac{0.85 f' c \beta_1}{f_y} \right) \left(\frac{6117}{f_y + 6117} \right)$$

Las expresiones anteriores son válidas siempre que el esfuerzo en el acero sea igual a su esfuerzo de fluencia. Esto se verifica siempre que la cuantía de la sección sea menor o igual que la cuantía básica.

Por razones de seguridad el Código de ACI limita la cuantía de acero ρ a $0.75\overline{\rho_b}$ de la cuantía balanceada o básica.

En la práctica, una sección con este refuerzo es antieconómica, por lo que normalmente se procura usar cuantía menores a $0.5\overline{\rho_b}$ en la tabla 6 se muestran los valores de $\overline{\rho_b}$, $0.75\overline{\rho_b}$ y $0.5\overline{\rho_b}$ para diferentes calidades del concreto.

Tabla 6: cuantía básica para concretos de diferentes calidades

f 'c (kg/cm²)	210	280	350	420
β₁	0.85	0.85	0.80	0.75
$\bar{\rho}_b$	0.0214	0.0285	0.0335	0.0377
0.75$\bar{\rho}_b$	0.0160	0.0214	0.0252	0.0283
0.5$\bar{\rho}_b$	0.0107	0.0143	0.0167	0.0189

En algunas ocasiones, ya sea por razones arquitectónicas o funcionales, se emplea elementos cuyas secciones tienen dimensiones mayores que las requeridas para resistir las cargas que les son aplicadas. Las cuantías de refuerzo disminuyen propiciando que el momento crítico sea superior a la resistencia nominal de la sección. En estos casos, la falla se presenta al superar el momento crítico y es súbita y frágil. Para evitarla, es conveniente definir una cuantía mínima de acero que garantice que el momento crítico de la sección sea superior a su momento resistente.

El código del ACI recomienda un refuerzo mínimo igual a:¹⁸

$$A_{smin} = 0.8 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d$$

Pero no deberá ser menor que:

$$A_{smin} \geq \frac{14.1}{f_y} b_w d$$

¹⁸ ACI 318 sección 10.5.1

Donde: b_w = ancho del alma de la viga. Para vigas de sección rectangular corresponde al ancho de la sección.

El término b_w se define para generalizar la expresión propuesta para la determinación de refuerzo mínimo y hacerla extensiva a secciones no rectangulares.

La cantidad de acero requerida por una sección también puede ser determinada por otro procedimiento más práctico, donde se define el parámetro R_u :

$$R_u = \frac{M_u}{bd^2}$$
$$R_u = \phi \rho f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right)$$

4.6.1.2 VIGAS CON REFUERZO EN COMPRESIÓN

El comportamiento de una sección rectangular con refuerzo en compresión puede considerarse como la superposición de dos efectos. El primero corresponde a una viga rectangular simple, para garantizar el comportamiento dúctil del elemento, se asume que el acero fluye. El segundo efecto de la superposición considerada corresponde al acero en compresión.

Asumiendo que el acero en compresión ha fluido, se puede establecer una relación para obtener el valor de este esfuerzo de fluencia en el acero:

$$f'_s = 6117 \left(1 - \frac{d'}{d} \frac{6117 + f_y}{6117} \right)$$

Donde: d' : distancia del borde en compresión de la sección al centroide del área de refuerzo en compresión.

Si $f's$ resulta mayor que el esfuerzo de fluencia entonces el acero en compresión trabaja a f_y .

Se define la cuantía de refuerzo en compresión, ρ' , a través de la siguiente expresión:

$$\rho' = \frac{A'_s}{b d}$$

Como en el caso de las secciones con refuerzo en tracción, el código del ACI recomienda una cuantía máxima (ρ_{max}) para secciones con acero en compresión:

$$\rho \leq \rho_{max} = 0.75\bar{\rho}_b + \rho' \frac{f'_s}{f_y}$$

El término reducido corresponde a la porción del refuerzo en tensión que equilibra la compresión con el concreto.

4.6.1.3 DISEÑO DE VIGAS SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE

En la mayoría de los casos, los elementos de concreto armado se dimensionan para resistir las solicitaciones de flexión y posteriormente se verifica su resistencia de corte. En caso que la sección no resista el corte aplicado, se le refuerza con acero transversal. Solo en el caso de vigas cortas en las que predomina el peralte a la luz libre, las dimensiones del

elemento se definen en función a las solicitaciones de corte. En ellas, los esfuerzos originados por la flexión no dominan el diseño.

RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA FUERZA CORTANTE

La resistencia del concreto ante la fuerza de corte varía de acuerdo al tipo de falla del elemento, puesto que no ha sido posible establecer expresiones prácticas que determinen convenientemente el incremento de la resistencia del concreto, el Código del ACI ha tenido a bien despreciar este aporte adicional, que en muchos casos no existe, y considerar que la resistencia del concreto al corte es igual a la carga que produce la primera fisura inclinada.¹⁹ Esta se denomina V_c y el Código del ACI sugiere una expresión simplificada para la determinación de esta:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_wd$$

RESISTENCIA AL CORTE APORTADA POR EL ACERO TRANSVERSAL

La resistencia al corte del refuerzo transversal se determina analizando la fuerza ejercida por el acero a lo largo de una fisura diagonal. El refuerzo está inclinado un ángulo α respecto al eje del elemento y está sometido a su esfuerzo de fluencia.

La fuerza cortante resistida por los estribos es igual a la componente vertical de la fuerza en ellos:

$$V_s = A_v f_y \frac{d}{s} (\cos \alpha + \sin \alpha)$$

¹⁹ Fisura debida a tracción diagonal, principal efecto ocasionado por la presencia de la fuerza cortante.

Donde: A_v = Área de acero transversal

d = Peralte efectivo

s = Separación del refuerzo transversal

Si el refuerzo transversal es perpendicular al eje del elemento, $\alpha = 90^\circ$ y la expresión anterior se transforma en:

$$V_s = A_v f_y \left(\frac{d}{s} \right)$$

La falla por corte es frágil y debe ser evitada siempre. Por ello, el Código recomienda colocar una cantidad mínima de refuerzo transversal para brindar mayor seguridad al diseño y para garantizar que el elemento sea capaz de resistir los esfuerzos que se presentan después de producirse el agrietamiento diagonal. El refuerzo mínimo sugerido por el Código debe colocarse siempre que $0.5\phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$ y es igual a:

$$A_{vmin} = 0.2 \sqrt{f'_c} \left(\frac{b_w s}{f_y} \right)$$

Pero no será menor que:

$$A_v \geq 3.5 \left(\frac{b_w s}{f_y} \right)$$

Para definir el espaciamiento máximo del refuerzo transversal es necesario considerar que cada fisura diagonal potencial debe de ser atravesada por lo menos por una varilla de acero.

El Código del ACI recomienda, que para estribos perpendiculares al eje del elemento, el espaciamiento máximo sea:

$$s \leq 60cm$$

$$s \leq \frac{d}{2}$$

Los espaciamientos máximos precisados en las expresiones anteriores son validos siempre que:

$$V_s \leq 1.1\sqrt{f'c} b_w d$$

En caso que se exceda estos límites, los espaciamientos máximos deberán reducirse a la mitad, es decir:

$$s \leq 30cm$$

$$s \leq \frac{d}{4}$$

APORTE MÁXIMO DEL REFUERZO TRANSVERSAL

El refuerzo longitudinal tiene una cuantía máxima que no debe superarse para garantizar el comportamiento dúctil del elemento. Del mismo modo, el refuerzo transversal tiene una limitación similar que busca evitar la falla del concreto comprimido, ubicado en el extremo superior de las fisuras diagonales, antes de la fluencia del acero transversal. Esta limitación también provee un efectivo control del ancho de las rajaduras inclinadas. El código del ACI recomienda que:

$$V_s \leq 2.1\sqrt{f'c} b_w d$$

En caso que se requiera un aporte mayor del refuerzo transversal es necesario incrementar las dimensiones de la sección del elemento o aumentar la resistencia del concreto.

4.6.1.4 ELEMENTOS SOMETIDOS A TORSIÓN

Los elementos de concreto armado sometidos solo a torsión son muy escasos. Esta sollicitación generalmente actúa en combinación con flexión y corte y se presentan en vigas perimetrales, vigas curvas, vigas cargadas excéntricamente, columnas exteriores en edificios sometidos a cargas laterales, etc. La torsión se presenta, en la mayoría de los casos, por compatibilidad de deformaciones en las estructuras continuas. En estos casos, la torsión no ocasiona el colapso de la estructura pero si puede generar un agrietamiento excesivo de sus elementos.

El concreto armado sometido a torsión trabaja como concreto simple, hasta que se produce el agrietamiento de la sección. En los elementos de concreto armado sometidos a momentos torsores pequeños, el efecto de la torsión podrá ser despreciado ya que no afectará mayormente la estructura y no tendrá efecto en su resistencia a la flexión y al corte. El código del ACI propone una fórmula para calcular el momento torsor último por debajo del cual es posible despreciar el efecto de la torsión:²⁰

$$T_u \leq 0.27\phi\sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Donde: A_{cp} : Área de la sección bruta de concreto

P_{cp} : Perímetro de la sección bruta de concreto

ϕ : 0.75

²⁰ Ver Anexo #3, Diseño de Vigas.

4.6.2 DISEÑO DE COLUMNAS

Las columnas son elementos utilizados para resistir básicamente solicitaciones de compresión axial aunque, por lo general, esta actúa en combinación con corte, flexión o torsión ya que en las estructuras de concreto armado, la continuidad del sistema genera momentos flectores en todos sus elementos.

Una columna sometida a flexo-compresión puede considerarse como el resultado de la acción de una carga axial excéntrica o como el resultado de la acción de una carga axial y un momento flector. Ambas condiciones de carga son equivalentes.

Para el análisis, la excentricidad de la carga axial se tomará respecto al centro plástico. Este punto se caracteriza porque tiene la propiedad de que una carga aplicada sobre él produce deformaciones uniformes en toda la sección. En secciones simétricas el centro plástico coincide con el centroide de la sección bruta y en secciones asimétricas coincide con el centroide de la sección transformada.

Al igual que las secciones sometidas a flexión pura, las columnas pueden presentar falla *por compresión, por tensión, o falla balanceada*. Sin embargo, a diferencia de ellas, una columna puede presentar cualquiera de los tres tipos de falla dependiendo de la excentricidad de la carga axial que actúa sobre ella. Si esta es pequeña, la falla será por compresión; si la excentricidad es mayor, la falla será por tensión. Además, cada sección tiene una excentricidad única, denominada *excentricidad balanceada* de la sección y estará dada por:

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}}$$

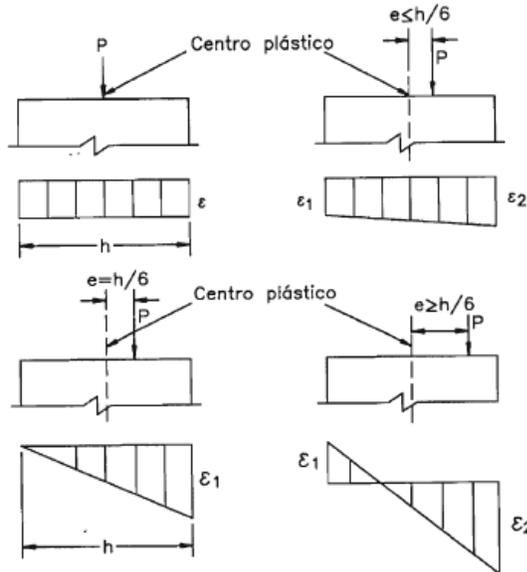


Figura 18: Variación de la distribución de deformaciones en la sección de acuerdo a la ubicación de la carga axial.

4.6.2.1 DIAGRAMAS DE INTERACCIÓN

La representación gráfica de las combinaciones carga axial-momento flector que generan la falla de una sección se denomina *diagrama de interacción*. Si la columna está sometida a flexo-compresión, se emplean los diagramas de interacción. Es necesario definir una distribución de refuerzo para escoger el diagrama de interacción a utilizar.

Se evalúan las cargas P_u y M_u y se calcula P_u/f_c*b*h y e/h . Con el primer valor se ingresa al diagrama por el eje vertical y se ubica, sobre la recta e/h correspondiente, el punto que corresponde a la condición de carga analizada. De acuerdo a la distribución de

los diagramas para diferentes cuantías de refuerzo, se estima una cuantía para dicho punto. Para optimizar el diseño, se puede repetir el proceso con otras distribuciones de refuerzo, evaluando las cuantías en cada caso. Finalmente se elige la sección más eficiente, es decir, la que requiera menos refuerzo.

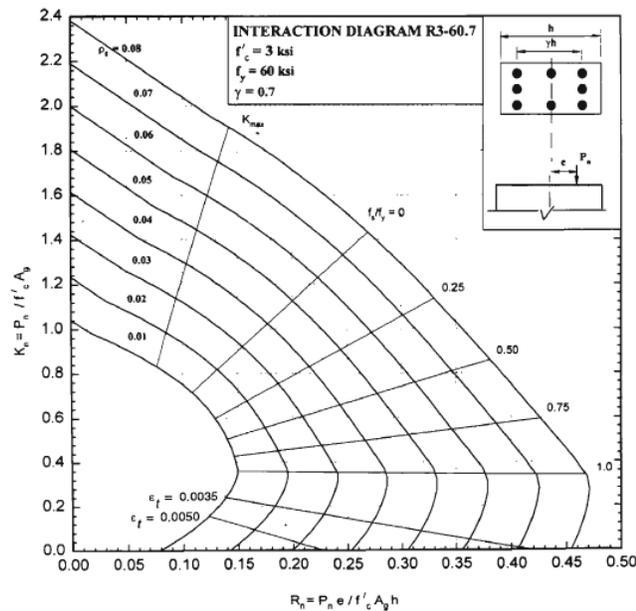


Figura 19: Diagrama de Interacción de una columna.

El código del ACI recomienda una cuantía mínima y una cuantía máxima de refuerzo que se debe utilizar en columnas. El refuerzo longitudinal de una columna le provee resistencia a la flexión y reduce los efectos de *creep*²¹ y contracción del concreto bajo cargas sostenidas. Los ensayos han demostrado que estos efectos tienden a transferir la carga del concreto al refuerzo con el consiguiente incremento del esfuerzo en el acero. Esta transferencia se acentúa conforme la cuantía disminuye y cuando esta es muy pequeña, el

²¹ El efecto de creep es producido cuando se somete una estructura a una carga constante durante un largo periodo de tiempo.

acero entra en fluencia bajo cargas de servicio. Por ello, el código recomienda un área de refuerzo longitudinal de, por lo menos, ***0.01 veces el área de la sección bruta de la columna.***

Asimismo, el código sugiere, como máximo, un área de acero equivalente a ***0.08 veces el área de la sección de la columna.*** Sin embargo, en la práctica, rara vez se excede de 0.06.

4.6.2.2 REFUERZO TRANSVERSAL

Todas las varillas del refuerzo longitudinal deberán apoyarse en estribos. Si el refuerzo longitudinal está compuesto por varillas menores que la #10, los estribos serán de denominación #3 o mayor. Por el contrario, si el acero longitudinal es de diámetro mayor, los estribos serán #4 o mayores.

El espaciamiento vertical de los estribos, s , deberá cumplir:

$$s \leq 16d_{b \text{ longitudinal}}$$

$$s \leq 48d_{b \text{ estribo}}$$

$$s \leq \text{menor dimensión de la sección transversal de la columna}$$

Los estribos se distribuirán verticalmente sobre la zapata o la losa del nivel inferior, a partir de $s/2$, hasta una distancia similar por debajo del refuerzo horizontal más bajo del elemento superior, viga o losa. Si a la columna llegan vigas en cuatro direcciones, los

estribos terminaran a no menos de 7.5cm del refuerzo horizontal más bajo del elemento menos peraltado.

4.6.2.3 COLUMNAS ESBELTAS

En las columnas esbeltas no solo se debe resolver el problema de resistencia, sino también el de estabilidad. Se define estabilidad como la capacidad de un elemento de responder con deformaciones pequeñas a variaciones pequeñas de carga. La falta de estabilidad en columnas lleva al problema de pandeo.

Se ha deducido una expresión para calcular la carga crítica de pandeo:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

Donde: E: modulo de elasticidad del material

I: momento de inercia de la sección en la dirección analizada

l: longitud de la columna

Dividiendo ambos términos entre el área de la sección, para obtener el esfuerzo en el elemento y reemplazando I por Ar^2 :

$$\frac{P_c}{A} = \sigma_c = \frac{\pi^2 E}{l^2 A^2} = \frac{\pi^2 E}{(l/r)^2}$$

La relación (l/r) se denomina *esbeltez* de la columna. Los elementos más esbeltos pandean bajo un esfuerzo menor que los elementos menos esbeltos. Conforme la esbeltez disminuye, el esfuerzo de pandeo aumenta.

La expresión anterior y todas las derivadas de ella son válidas para el caso de una columna biarticulada con el desplazamiento lateral de apoyos restringido. Si las condiciones de apoyo varían, es posible adaptar las mismas expresiones para otras situaciones, afectando la longitud de la columna por un factor k que depende de dichas condiciones de apoyo. El término kl se denomina *longitud efectiva* o *longitud de pandeo*.

La longitud efectiva es la porción de la longitud de la columna que se puede asumir trabaja como un elemento biarticulado. En la figura se muestra el valor de k para diferentes casos. La expresión X quedará transformada en:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{kl^2}$$

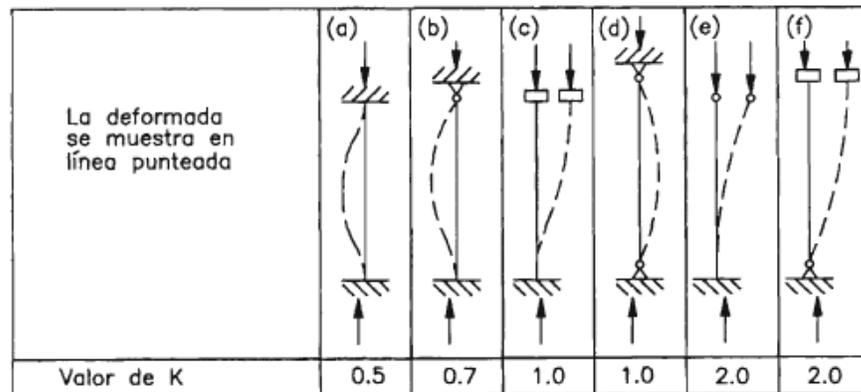


Figura 20: valores de k para distintos tipos de apoyos.

Como se aprecia en la figura, las columnas cuyos extremos no pueden desplazarse lateralmente tienen un valor de k menor que 1 mientras que en las columnas que si pueden hacerlo, k es mayor que la unidad. Por lo tanto, las columnas con desplazamiento lateral restringido requieren cargas mayores para pandear.

Las columnas al interior de un pórtico o de una estructura compleja tienen condiciones de apoyo más complicadas que las presentadas en la figura, ya que sus extremos no solo se desplazan uno respecto al otro sino que a su vez giran. La determinación de la longitud efectiva no es tan sencilla ya que los extremos del elemento no están ni totalmente empotrados ni totalmente articulados.

Las columnas de concreto armado, por lo general, son pocas esbeltas y su falla no se produce por pandeo. Sin embargo, los momentos de segundo orden reducen la capacidad resistente de la pieza y dependiendo de la esbeltez de la columna, dicha reducción es considerable.

El código del ACI recomienda que el efecto de esbeltez se desprece si se cumple:

- Para columnas no arriostradas: $\frac{kl_u}{r} \leq 22$
- Para columnas arriostradas: $\frac{kl_u}{r} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$

Donde: k = factor de longitud efectiva

L_u = longitud libre de la columna

r = radio de giro de la sección de la columna (igual a $0.3h$)

M_1 = menor momento amplificado en el extremo de la columna

M_2 = mayor momento amplificado en el extremo de la columna

4.6.2.4 DISEÑO DE COLUMNAS SOMETIDAS A FLEXIÓN BIAIXIAL

Las columnas sometidas a flexión biaxial se ubican, generalmente, en las esquinas de las edificaciones. Su carga axial tiene excentricidad respecto al eje X y al eje Y. La falla de estos elementos es función de tres variables: carga axial, momento en la dirección X y momento en la dirección Y, por lo que el diagrama de interacción deja de ser una curva para transformarse en una superficie:

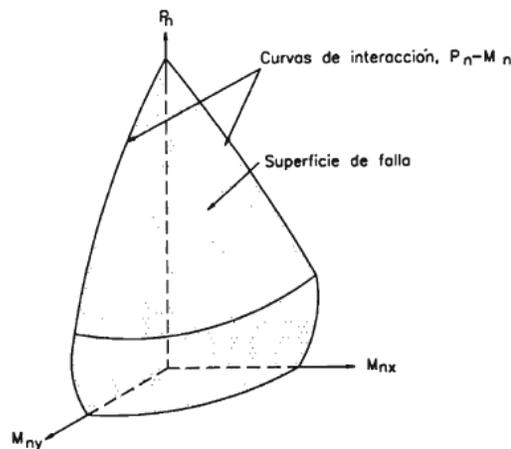


Figura 21: Superficie de interacción de una columna sometida a flexión biaxial

La intersección de dicha superficie con el plano $P_n - M_{nx}$ corresponde al diagrama de interacción de una columna sometida a flexión uniaxial en la dirección X y la intersección con el plano $P_n - M_{ny}$ corresponde al diagrama de interacción con flexión solo alrededor de Y.

Para simplificar el diseño se ha propuesto un método a través del cual se puede estimar la capacidad resistente de una sección determinada sometida a flexión biaxial sin necesidad de conocer la superficie de interacción de la columna, dicho método se denomina *método de la carga recíproca o de Bresler* el cual presenta la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{P_i} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

Donde: P_i : carga axial nominal aproximada bajo excentricidades e_x y e_y .

P_{nx} : carga axial nominal bajo excentricidad e_y en una sola dirección.

P_{ny} : carga axial nominal bajo excentricidad e_x en una sola dirección.

P_o : carga axial nominal bajo excentricidad nula

La expresión anterior permite estimar con precisión suficiente la resistencia de la columna sometida a flexión biaxial. Esta relación se puede transformar, para cargas últimas, en:

$$\frac{1}{\phi P_i} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_o}$$

Para el diseño, P_{nx} y P_{ny} se determinan de los diagramas de interacción para flexión en un sentido y P_o se determina a través de la expresión:

$$P_n = A_{st}f_y + 0.85(A_g - A_{st})f'_c$$

4.6.3 DISEÑO DE ZAPATAS

Se llama cimentación al elemento estructural que transmite las cargas de las columnas y muros al terreno. La resistencia del suelo es menor que la resistencia del concreto, por ello, las cimentaciones tienen mayor área que su respectiva columna o muro para así reducir los esfuerzos que se transmiten al terreno.

La carga de trabajo del terreno debe determinarse por medio de experiencias y sondajes a cargo de un adecuado Estudio de Suelos. En la tabla 7 se presentan algunos valores aproximados de la carga de trabajo para diferentes tipos de terrenos. Estos se utilizan solo para diseños preliminares.

Tabla 7: Cargas de trabajo para diversos tipos de suelo

Tipo de suelo	q_s (kg/cm²)
1. Rocas macizas: granito, diorita, gneis	100
2. Rocas laminadas: esquistos, pizarra	40
3. Rocas sedimentarias: caliza, arenisca	15
4. Cascajo, gravas o gravas arenosas (GW o GP)	
Compactas	5.0
Medianamente compactas	4.0
Sueltas	3.0
5. Arenas o arenas con grava bien graduadas (SW)	
Compactas	3.75
Medianamente compactas	3.00
Sueltas	2.25
6. Arenas o arenas con grava mal graduada (SP)	
Compactas	3.00

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

Medianamente compactas	2.50
Sueltas	1.75
7. Gravas sienosas o grava-arena-sieno (GM)	
Compactas	2.50
Medianamente compactas	2.00
Sueltas	1.50
8. Arenas sienosas o arena-sieno (SM)	2.00
9. Gravas arcillosas o arenas arcillosas (GC-SC)	2.00
10. Suelos inorgánicos, sienos, arenas finas (ML-CL)	1.00
11. Arcillas inorgánicas plásticas, arenas diatomáceas, sienos elásticos (CH-MH)	1.00

El diseño de cimentaciones involucra una serie de etapas las cuales se enumeran a continuación:

1. Determinación de la presión neta del suelo y dimensionamiento de la zapata.
2. Determinación de la reacción amplificada del suelo.
3. Verificación del corte por flexión y por punzonamiento.
4. Cálculo del refuerzo por flexión o refuerzo longitudinal.
5. Verificación de la conexión columna-zapata.

A continuación se desarrollará cada una de las etapas mencionadas para el diseño de zapatas aisladas. Las zapatas aisladas son losas rectangulares o cuadradas que sirven de apoyo a columnas. Tienen peralte constante o variable, disminuyendo hacia los bordes. El peralte efectivo mínimo en el borde de una zapata de sección variable es 15cm.

Las zapatas aisladas son el tipo más usual de cimentación pues son las más económicas. La columna puede ser centrada o excéntrica, aunque el primer caso es el más común.

4.6.3.1 PRESIÓN NETA DEL SUELO Y DIMENSIONAMIENTO

El dimensionamiento preliminar de la zapata se efectúa en base solo a las cargas de gravedad: permanentes y sobrecarga, buscando que la presión admisible del suelo no sea sobrepasada. Para la determinación de las dimensiones del cimiento se consideran las cargas transmitidas por la columna, el peso de la zapata, el peso del suelo sobre ella y la sobrecarga del terreno. En lugar de considerar las tres últimas, se define el concepto de *capacidad portante neta* que es la capacidad del terreno reducida por efecto de la sobrecarga, el peso del suelo y el peso de la zapata. La capacidad portante neta es igual a:

$$q_{sn} = q_s - \gamma_t h_t - \gamma_c h_c - S/C$$

Donde: q_{sn} : capacidad portante neta

q_s : carga admisible del terreno

γ_t : peso específico del terreno

h_t : altura del suelo sobre la zapata

γ_c : peso específico del concreto

h_c : altura de la cimentación, estimada en función de la longitud de anclaje del refuerzo de la columna y del recubrimiento necesario.

S/C: sobrecarga del terreno

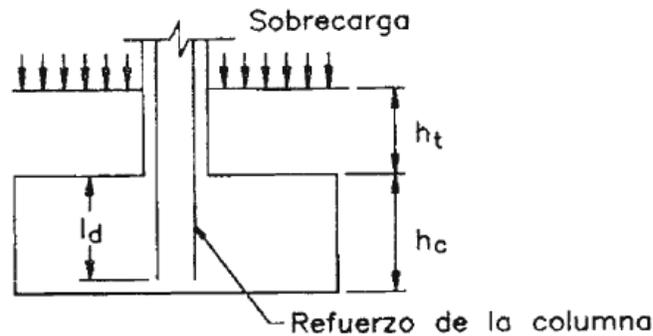


Figura 22: Parámetros empleados para la determinación de la capacidad portante neta del terreno

En la figura se muestra con mayor detalle cada término. Haciendo uso de este parámetro, el dimensionamiento de la cimentación se efectúa solo tomando en cuenta las cargas transmitidas por la columna, de este modo, el área de la zapata es:

$$A = \frac{\text{Carga externa vertical sin amplificar}}{q_{sn}}$$

Donde: A: área de la cimentación.

Conocida el área, se definen las dimensiones de la cimentación cuadrada, rectangular, circular, etc. y se verifica la presión en el terreno. En esta etapa, se considera los momentos flectores transmitidos a través de la columna o muro. Se verifica sólo las cargas de gravedad. Si los esfuerzos son superiores a la capacidad del suelo, entonces es necesario incrementar las dimensiones del elemento. Si las cargas externas incluyen efectos de sismo, se realiza una segunda comprobación.

Bajo este tipo de cargas, que actúan por periodos breves de tiempo, la capacidad portante del suelo se incrementa. Por ello se considera, para esta verificación, que la capacidad neta del suelo es:

$$q_{sn} = 1.33q_s - \gamma_t h_t - \gamma_c h_c - S/C$$

4.6.3.2 REACCIÓN AMPLIFICADA DEL SUELO

La reacción amplificada del suelo se utiliza para el cálculo de los esfuerzos en la cimentación y para la determinación del refuerzo. La reacción del suelo, sin amplificar, está constituida por el peso de la zapata, el peso del suelo, las cargas aplicadas directamente sobre el suelo (sobrecarga, peso del piso, etc.) y las cargas provenientes de la columna o muro. Las tres primeras son ocasionadas por cargas uniformemente distribuidas sobre la cimentación mientras que la última, por una carga concentrada. Por ello, las primeras no generan esfuerzos de flexión y corte sobre la estructura, pues la acción se opone a la reacción, mientras que la última sí.

Las cargas que provienen de la columna o muro son amplificadas y con ellas se determina la reacción amplificada del suelo. Estrictamente, el cálculo de los esfuerzos en la cimentación se debe efectuar con la distribución de la reacción que presente el suelo. Sin embargo, por simplicidad, se asume que la presión del suelo es uniforme e igual al máximo esfuerzo que presenta el terreno.

4.6.3.3 VERIFICACIÓN DEL CORTE

Para el diseño por corte, las cimentaciones se pueden estudiar como vigas chatas y anchas, o como losas con comportamiento en dos direcciones. El primer caso, se denomina corte por flexión y el segundo, corte por punzonamiento. Por lo general, no se coloca refuerzo por corte en cimentaciones sino se verifica que el concreto solo soporte los esfuerzos. En caso de ser necesario, se incrementa el peralte de la zapata.

- Corte por flexión:

La resistencia del concreto al corte por flexión, es:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$$

Donde: b_w : ancho de la sección analizada.

d : peralte efectivo de la cimentación, generalmente $h-10\text{cm}$

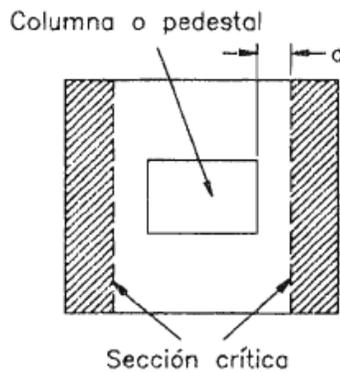


Figura 23: Sección crítica para el diseño del corte por flexión

La ubicación de la sección crítica depende de la naturaleza de la cimentación. Si se trata de una columna, muro o pedestal solidario a la zapata, se ubicará a d de su cara. La fuerza cortante aplicada (V_u) será igual a la resultante de la reacción amplificada del suelo que actúa fuera de la sección crítica (ver figura).

- **Corte por punzonamiento:**

La resistencia del concreto al corte por punzonamiento es igual a la menor determinada a través de las siguientes expresiones:

$$V_c \leq 0.27 \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c \leq 0.27 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c \leq 1.1 \sqrt{f'_c} b_o d$$

Donde: V_c : resistencia del concreto al corte

β_o : cociente de la dimensión mayor de la columna entre la dimensión menor.

b_o : perímetro de la sección crítica

α_s : parámetro igual a 40 para columnas interiores, 30 para laterales y 20 para esquinas.

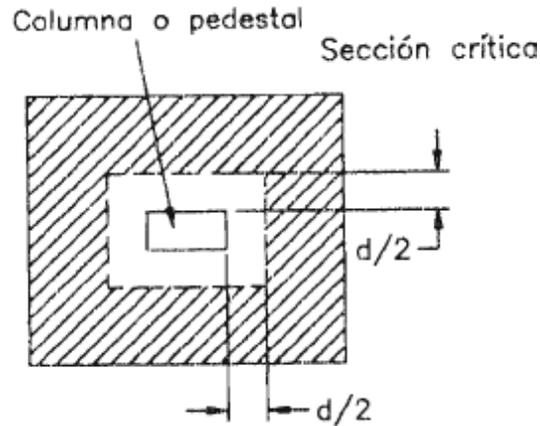


Figura 24: Sección crítica para el diseño del corte por punzonamiento.

La sección crítica en este caso, está definida por cuatro rectas paralelas a los lados de la columna, ubicadas a $d/2$ de la cara. El corte aplicado (V_u) será la resultante de la presión amplificada del suelo aplicada en la zona achurada mostrada en la figura:

4.6.3.4 CÁLCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL

La cimentación funciona como una losa sometida a flexión en dos direcciones. El diseño del refuerzo se efectúa considerando la flexión en cada dirección independientemente, analizando la zapata como un voladizo.

La sección crítica para el diseño por flexión se ubica en la cara de la columna, pedestal o muro si éstos son, de concreto.

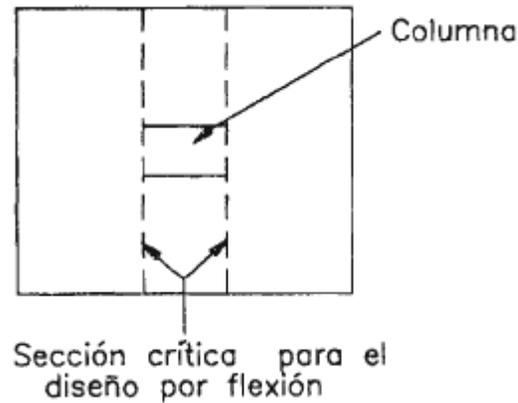


Figura 25: Sección crítica para el diseño del refuerzo por flexión

El refuerzo longitudinal debe distribuirse uniformemente a todo lo largo de la cimentación. En el caso de zapatas rectangulares, el refuerzo paralelo a la dirección mayor debe ser uniforme. Sin embargo, el perpendicular a éste debe concentrarse debajo de la columna, en una franja de ancho igual a la menor dimensión de la zapata. La fracción del refuerzo que debe ubicarse en esta región está determinada por la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Refuerzo debajo de la columna}}{\text{Refuerzo total}} = \frac{2}{\beta + 1}$$

Donde: β : cociente del lado mayor de la zapata entre el lado menor

El acero restante se distribuye en el resto de la cimentación, pero cuidando que no sea menor que el refuerzo mínimo. El código indica que se debe tomar el correspondiente a losas es decir:

$$A_{smin} = 0.0018bh$$

4.6.3.5 VERIFICACIÓN DE LA CONEXIÓN COLUMNA-ZAPATA

Las cargas que se transmiten a través de las columnas y muros deben ser adecuadamente transferidas a la cimentación. Esta transferencia se efectúa a través del concreto y en caso de ser necesario haciendo uso de refuerzo.

Para la transferencia de fuerzas, el concreto trabaja a compresión pura. El aplastamiento en la superficie de contacto entre columna y cimiento no deberá exceder la resistencia dada por la expresión:

$$\phi P_n = \phi 0.75 f'c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} A_1$$

Donde ϕ es igual a 0.65 pues se está analizando aplastamiento en el concreto y $\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$.

El refuerzo perpendicular a la superficie de contacto puede estar constituido por el acero longitudinal de la columna que penetra en la cimentación. Este acero no deberá ser de denominación mayor a la #11.

En columnas y pedestales, el área de refuerzo en la interfase no será menor que 0.005 veces el área bruta de la columna o pedestal.

CAPÍTULO V. SISTEMA ELÉCTRICO E HIDRÁULICO

5.1 INTRODUCCIÓN

En toda construcción de edificaciones se hace necesario un diseño eléctrico para poder desarrollar cualquier tipo de actividad que incluya el uso de equipos y/o aparatos que utilicen energía eléctrica; del mismo modo es necesario un diseño hidráulico que proporcione los servicios básicos como lo son el agua potable y la red de alcantarillado.

El diseño eléctrico se ha realizado en base a la carga demandada por cada uno de los espacios con que cuenta el centro escolar, dicha carga consta básicamente de un determinado número de luminarias y tomacorrientes. La cantidad de luminarias se ha calculado según las dimensiones de los diferentes locales según el método de los lúmenes.

El diseño hidráulico fue elaborado tomando como base las Normas Técnicas de ANDA así como una serie de cálculos para obtener el diámetro de las tuberías tanto para agua potable como para la descarga de aguas residuales.

5.2 SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico debe realizarse tomando como base las actividades que se realizarán en cada uno de los espacios que conforman la infraestructura del centro escolar, para luego estimar el tipo y número de elementos eléctricos que serán necesarios, principalmente luminarias y tomas.

Una vez calculado lo anterior, se obtiene la potencia total que requiere cada uno de los circuitos diseñados para seleccionar su protección, así como el calibre de los cables que alimentarán todo el sistema eléctrico.

5.2.1 ILUMINACIÓN

Una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares de residencia, trabajo o diversión se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo u ocio. Gracias a un buen diseño lumínico se pueden crear ambientes más que agradables, sin olvidar que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles.

Los parámetros que definen la calidad de una iluminación dependen de la finalidad de la misma (iglesias, teatros, sala de conciertos, aulas, museos, etc.) pero en todo caso han de responder a ciertas exigencias comunes como las siguientes:

- **Nivel de iluminación:** iluminancias que se necesitan (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie).
- **Distribución de luminancias** en el campo visual.
- **Limitación del deslumbramiento.**
- **Modelado:** limitación del contraste de luces y sombras creado por el sistema de iluminación.
- **Color:** color de la luz y la reproducción cromática.
- **Estética:** selección del tipo de iluminación, de las lámparas y de las luminarias.

Si se siguen todos estos parámetros se conseguirá un buen diseño lumínico, sin olvidar nunca que la elección adecuada de la cantidad y calidad de la iluminación va en función del espacio que se va a iluminar y de la actividad que se realizará.

Comprobar en un determinado espacio si el nivel de iluminación es adecuado o no, se convierte en una tarea fundamental si se quieren conseguir espacios muy bien iluminados, por lo que es importante recordar cuáles son los elementos básicos que forman parte de un sistema de iluminación:

- **La fuente de luz o tipo de lámpara utilizada:** incandescente, fluorescente, vapor de mercurio, etc.
- **La luminaria.** Controla el flujo luminoso emitido por la fuente y, en su caso, evita o minimiza el deslumbramiento.
- **Los sistemas de control y regulación de la luminaria.**

Es importante también conocer sobre las magnitudes fundamentales en luminotecnia como son el flujo, la intensidad luminosa y la luminancia, así como sus diferencias fundamentales. Una vez reconocidos estos elementos, se puede comenzar el cálculo con el fin de evaluar si el nivel de iluminación en un espacio es el adecuado o no.

- **Intensidad luminosa**

Es la cantidad de luz emitida por una fuente uniforme en una determinada dirección, su símbolo es la letra “I” y la unidad de medida se expresa en candela (cd). La intensidad

luminosa se puede definir también como la relación entre el flujo emitido en una determinada dirección y el ángulo sólido unitario.

- **Illuminancia**

Se denomina iluminancia (E) a la densidad del flujo luminoso incidente en una superficie. Cuando la unidad de flujo es el lumen y el área esta expresada en metros cuadrados, la unidad de iluminación es el lux (Lx).

- **Illuminancia media**

Corresponde al promedio de valores de iluminancia medidos o calculados sobre un área determinada.

- **Flujo luminoso**

El flujo luminoso (Φ) es la relación de cómo fluye la luz respecto del tiempo. La unidad de flujo luminoso es el lumen (lm). Esta unidad lleva consigo el concepto de relación y puede considerarse similar a la relación con la cual otras cantidades fluyen. De este modo, aunque el tiempo no se indica en la unidad de flujo luminoso, queda implícito en ella dicho concepto.

Para realizar el proceso de cálculo de iluminación general en instalaciones interiores, pueden utilizarse dos métodos:

1. **Método de los Lúmenes:** también denominado, *Sistema General o Método del Factor de utilización*. El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de

alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de $\pm 5\%$ y da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

- 2. Método del punto por punto (o de iluminancias puntuales):** este método se utiliza si lo que se desea es conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

5.2.1. MÉTODO DE LOS LÚMENES

A continuación se describe el procedimiento a realizar para el cálculo de la iluminación artificial según el Método de los Lúmenes. Dicho procedimiento se divide en las siguientes etapas:

1. Identificación de las dimensiones del local a iluminar.
2. Selección de iluminancia media.
3. Selección del tipo de lámparas y tipo de luminarias.
4. Cálculo de coeficientes.
5. Cálculo del flujo luminoso total.
6. Emplazamiento de luminarias.
7. Evaluación del flujo.

IDENTIFICACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL LOCAL

Las dimensiones del local que se necesitan conocer para proceder al cálculo de la iluminación son:

- Ancho (a).
- Largo (b).
- Alto (H).

Conocidas estas dimensiones debe calcularse la altura del *Plano de trabajo* del local (h'), esta depende del tipo de actividad que se lleve a cabo en el mismo. Es en esta donde se tiene que verificar si se cumplen los niveles adecuados de iluminación.

SELECCIÓN DE LA ILUMINANCIA MEDIA (EM)

Este valor depende del tipo de actividad que se va realizar en el local y para cada uno de ellos existen valores recomendados como los mostrados en la Normativa para Diseño de Espacios Educativos:

Niveles de iluminado requeridos para los diferentes tipos de espacios, a nivel de plano de trabajo.

<u>ESPACIO</u>	<u>LUXES</u>
Aulas	300 a 500
Biblioteca	200 a 500
Sala de dibujo	500 a 700
Talleres	150 a 200
Laboratorios	500 a 600
Oficinas	300 a 500
Salas de reunión	300

Pasillos	100
Sanitarios	50

SELECCIÓN DEL TIPO DE LÁMPARAS Y TIPO DE LUMINARIAS

Existen varios tipos de lámparas, las más comunes son las incandescentes, las fluorescentes y las de vapor de mercurio. Sin embargo las más utilizadas son las lámparas fluorescentes por ser más eficientes, al consumir menos energía que las lámparas incandescentes.

Con respecto al tipo de luminaria, cada una de ellas, según como esté fabricada, modifica el flujo de la o las lámparas que lleva dentro; pueden ser desde una hasta cuatro lámparas, incluso más. El flujo siempre viene expresado en lúmenes (lm).

Además es importante establecer la altura de suspensión a la que se colocarán las luminarias, esta altura varía según el tipo de local y puede encontrarse mediante el uso de la siguiente tabla:

Tabla 8: Altura de suspensión de luminarias.

Tipo de local	Altura de luminarias	
Locales de altura normal	Lo más altas posible	
Locales con iluminación directa, semi-directa y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3}(H - h')$	Óptimo: $h = \frac{4}{5}(H - h')$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{5}(H - h')$	$h \approx \frac{3}{4}(H - h')$

CÁLCULO DE COEFICIENTES

Existen varios coeficientes que se toman en cuenta para el cálculo del alumbrado de interiores, estos dependen del tipo de iluminación y el tipo de luminarias que se instalen en el local.

- **El coeficiente de utilización (Cu)**, *indica la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano ideal de trabajo.* Los fabricantes de luminarias proporcionan para cada modelo unas tablas, que son las denominadas *tablas del factor de utilización*. Este coeficiente será tanto más grande cuanto mayores sean los coeficientes de reflexión, mayores la altura y longitud y menor la altura del plano de trabajo.

También, lógicamente, influirá si el alumbrado es directo o no, pues una distribución concentrada dirigirá la luz unitariamente hacia abajo, originando que una menor proporción de luz incida en las paredes y techos, obteniendo así una considerable mejora en el rendimiento de las instalaciones.

El coeficiente de utilización, por tanto, se encuentra tabulado y es un dato que debe facilitar el fabricante. En esas tablas se encuentra, para cada tipo de luminaria, los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se puede obtener los factores por lectura directa en la tabla será necesario interpolar.

Para deducir el coeficiente de utilización se ha de averiguar antes el índice del local y los coeficientes de reflexión de las superficies del aula.

- **Índice del local (k):** el índice del local se encuentra a partir de la geometría del mismo, partiendo del tipo de luminaria y el tipo de iluminación que proporciona:

Tabla 9: Cálculo del índice del local

Sistema de Iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a * b}{h(a + b)}$
Iluminación indirecta y semi-indirecta	$k = \frac{3 * a * b}{2(h + h')(a + b)}$

- **Coefficientes de reflexión:** la reflexión de la luz depende el tipo de material o superficie en el que incide, por tanto, no es lo mismo que los acabados del local sean de un material u otro en cuanto a la luz se refiere. Los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados.

Si no se dispone de ellos, puede utilizarse la siguiente tabla²²:

Tabla 10: Coeficientes de reflexión según color y material.

PINTURA/COLOR	COEF. REFL.	MATERIAL	COEF. REFL.
Blanco	0.70 – 0.85	Mortero claro	0.35 – 0.55
Techo acústico blanco	0.50 – 0.65	Mortero oscuro	0.20 – 0.30
Gris claro	0.40 – 0.50	Hormigón claro	0.30 – 0.50
Gris oscuro	0.10 – 0.20	Hormigón oscuro	0.15 – 0.25
Negro	0.03 – 0.07	Arenisca clara	0.30 – 0.40

²² <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040007/lecciones/cap9-2.htm>

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

Crema, amarillo claro	0.50 – 0.75	Arenisca oscura	0.15 – 0.25
Marrón claro	0.30 – 0.40	Ladrillo claro	0.30 – 0.40
Marrón oscuro	0.10 – 0.20	Ladrillo oscuro	0.15 – 0.25
Rosa	0.45 – 0.55	Mármol blanco	0.60 – 0.70
Rojo claro	0.30 – 0.50	Granito	0.15 – 0.25
Rojo oscuro	0.10 – 0.20	Madera clara	0.30 – 0.50
Verde claro	0.45 – 0.65	Madera oscura	0.10 – 0.25
Verde oscuro	0.10 – 0.20	Espejo de vidrio plateado	0.80 – 0.90
Azul claro	0.40 – 0.55	Aluminio mate	0.55 – 0.60
Azul oscuro	0.05 – 0.15	Aluminio anodizado y abrillantado	0.80 – 0.85
		Acero pulido	0.55 – 0.65

Si falta algún coeficiente, en su defecto se puede tomar: 0.50 para el techo, 0.30 para las paredes y 0.10 para el suelo. Con estos valores se ingresa a las tablas de factor de utilización dadas para cada tipo de luminaria para encontrar el valor del coeficiente de utilización (Cu).

- **Coficiente de mantenimiento (Cm):** conocido también como coeficiente de conservación de la instalación; hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emiten las lámparas el grado de limpieza de la luminaria. Dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

Para determinarlo, suponiendo una limpieza periódica anual, pueden tomarse los siguientes valores:

Tabla 11: Cálculo de coeficiente de mantenimiento.

Ambiente	Coef. de mantenimiento (Cm)
Limpio	0.80
Sucio	0.60

CÁLCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL

Con todos los datos y coeficientes calculados se puede determinar el flujo luminoso total mediante la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m}$$

Donde: Φ_T = flujo luminoso total (lumen)

E_m = nivel de iluminancia media (lux)

S = superficie a iluminar (m^2)

C_u = coeficiente de utilización

C_m = coeficiente de mantenimiento

Luego de encontrar el flujo luminoso, se determina el número de luminarias que se necesitan para que el local posea el nivel de iluminación adecuado:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Donde: NL = número de luminarias

Φ_T = flujo luminoso total

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara

n = número de lámparas que posee la luminaria

EMPLAZAMIENTO DE LUMINARIAS

Una vez se ha calculado el número mínimo de luminarias que se necesitan se procede a distribuir las sobre la planta del local, es decir, debe encontrarse la distancia a la que se deben instalar para iluminar uniformemente el local.

En los locales de planta rectangular, si se quiere una iluminación uniforme las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{(N_{total}/b) * a} \quad N_{largo} = N_{ancho}(b/a)$$

Donde: a = ancho del local (m).

b = largo del local (m).

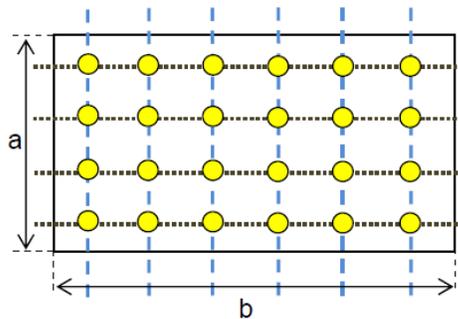


Figura 26: Distribución uniforme de luminarias.

Es importante tener en cuenta que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia a la que se coloque el resto).

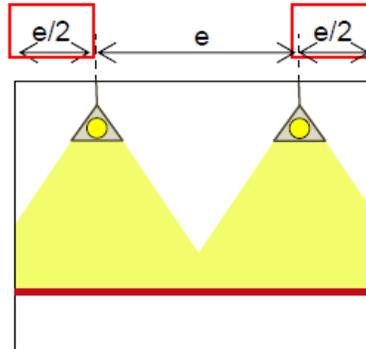


Figura 27: Separación de luminarias a la pared.

$$\text{Distancia pared} - \text{luminaria} = e/2$$

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo:

Tabla 12: Relación entre la altura del local y la distancia entre luminarias.

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	> 10m	$e \leq 1.2h$
Extensiva	6 – 10m	$e \leq 1.5h$
Semi-extensiva	4 – 6m	
Extensiva	$\leq 4m$	$e \leq 1.6h$

EVALUACIÓN DEL FLUJO

Como último paso deben comprobarse los resultados, comparándose la iluminancia media que se ha obtenido en la instalación diseñada con la recomendada en tablas y establecer si es igual o superior. Para eso se utiliza la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{NL * n * \Phi_L * C_u * C_m}{S} \geq E_{tablas}$$

El cálculo de las luminarias a utilizar en los diferentes espacios del centro escolar se detalla en el Anexo #6.

5.2.3 ALIMENTACIÓN DE TABLEROS Y SUBTABLEROS

Para calcular la alimentación de los tableros se suma la potencia de todos los subtableros que es el resultado de todos los circuitos que llegarán a estos, y con ello se saca la alimentación solicitada, dando como resultado los cables que se necesita para alimentar al sub-tablero y la debida protección del mismo.

Para el cálculo de los circuitos se ha considerado lo siguiente:

- Colocar por separado circuitos de luces y circuitos de tomas.
- Los circuitos en las aulas serán independientes uno del otro (separando siempre el circuito de luces del circuito de tomas).
- Considerar una carga máxima de 10 luminarias por circuito de luces.
- Considerar una carga máxima de 6 tomacorrientes por circuito de tomas.
- Instalar un sub-tablero por cada edificación.

- Instalar el tablero general en una ubicación céntrica dentro del terreno para evitar las caídas de voltaje.
- Instalar una Subestación eléctrica debido a la elevada potencia de consumo demandada.

Para mayor detalle del sistema eléctrico ver los planos CEAE07_IEL del Anexo #7.

5.3 SISTEMA HIDRÁULICO

Este consiste principalmente en un diseño adecuado según las condiciones y necesidades de la población escolar.

Dentro del estudio previo que se realizó en el lugar de interés, se observó que dentro de la zona en que se encuentra el terreno se cuenta con todos los servicios necesarios como lo son energía eléctrica, sistema de alcantarillado, red de agua potable y red de evacuación de aguas pluviales, de manera que se hicieron los cálculos necesarios para elaborar un diseño adecuado y eficiente.

5.3.1 AGUA POTABLE

Dentro del Diseño Hidráulico de Agua potable se tomo en cuenta el consumo diario de la población estudiantil ya que es un aspecto muy importante a considerar para la obtención del caudal de diseño, que según las Normas Técnicas de ANDA es de 40 lt/alumno/diario.²³

²³ Normas Técnicas de ANDA, 1998, pág. 3.

5.3.1.1 OBTENCIÓN DE CAUDALES Y DIÁMETRO DE TUBERÍA

- **Obtención del Caudal promedio:**

$$Q_{prom} = \text{Consumo} * \text{población} / 86400$$

$$Q_p = (40l/\text{alum}/\text{día} * 700\text{alumnos}) / 86400$$

$$Q_p = 0.32lt/s$$

- **Caudal Máximo diario:**

$$Q_{md} = 1.2Q_{prom}$$

$$Q_m = 1.2 * 0.32$$

$$Q_m = 0.39m^3/s$$

- **Caudal Máximo horario:**

$$Q_{mh} = 1.8Q_{prom}$$

$$Q_{mh} = 1.8 * 0.32$$

$$Q_{mh} = 0.58m^3/s$$

- **Especificación del diámetro de la tubería.**

Calculando del Caudal de Bombeo (Q_b) mediante la fórmula de Bresse:²⁴

$$Q_b = Q_{maxd} (24 / N)$$

Donde:

N= número de horas de bombeo, para este proyecto se toma el valor de 15 horas.

²⁴ http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/020308/020308_Cap4.pdf

$$Qb = 0.39 \text{ lt/s } (24 / 15) = 0.62 \text{ lt/s}$$

Determinando el Diámetro de la tubería mediante la expresión:

$$D = 1.3X^{1/4} \sqrt{Qb}$$

Donde:

$$X = n/24 = 15/24 = 0.62$$

$$D = 1.3(0.62)^{1/4} \sqrt{0.62} = 0.90 \text{ pulgadas.}$$

El diámetro que se utilizará será de 1/2”, debido a que ANDA lo considera el más adecuado dentro de las distribuciones domiciliarias.²⁵

5.3.2 AGUAS NEGRAS

Para la realización del diseño de Aguas Negras se realizo a partir de los siguientes datos:

Área total: 0.3645Ha

- Población de diseño: 700 alumnos
- Consumo de Agua potable según Normas Técnicas de ANDA: 40lt/alumno/día
- Caudal promedio diario: 0.32lt/s

Adoptando un coeficiente de retorno del 80%, el aporte de aguas residuales promedio es:²⁶

²⁵ Normas Técnicas de ANDA, 1998. Pág. 16.

$$Q_{res.dom} = (Q_{prom\ diario} * Coeficiente\ de\ retorno) / Ha$$

$$Q_{res.dom} = (0.32lt/s * 0.80)/0.3645$$

$$Q_{res.dom} = 0.70lt/s . Ha$$

La obtención del diámetro de la tubería es a través de la fórmula de *Chezy-Manning*:²⁷

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{0.399 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

En términos del Caudal se tiene:

$$D = 1.548 * (n * Q / S^{1/2})^{3/8}$$

Donde:

D= Diámetro de la Tubería (m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning (n = 0.011 para PVC)

S= Pendiente

Q= Caudal (m³/s)

$$D = 1.548 * (0.011 * 0.0007 / 0.01^{1/2})^{3/8} = 0.044m \approx 2"$$

Por motivos de seguridad la tubería para la descarga de aguas negras que se utilizará será de **4" de diámetro**.

²⁶ Tomado del Curso Abastecimiento de Agua y Alcantarillados, Ciclo I-2010. Clase 24.

²⁷ Normas Técnicas de ANDA, 1998. Pág. 21.

5.3.3 AGUAS LLUVIAS

5.3.3.1 CÁLCULO DE CAUDALES HIDRÁULICOS

Los caudales hidráulicos se calcularon a partir del *Método de la Fórmula Racional* ya que es el más utilizado para la estimación de estos caudales máximos. La expresión utilizada por el Método Racional es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q= Caudal máximo (m³/s)

C= Coeficiente de escorrentía según la zona de estudio

I= Intensidad de la lluvia de Diseño

A= Área de estudio (Ha)

Para la obtención de la Intensidad de diseño, es necesario conocer duración de la lluvia asociada. El método Racional supone que la duración de la lluvia será igual al *Tiempo de Concentración* (Tc) del área en estudio, tiempo que se tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto de consideración.

Según la ecuación de *Kirpich* se determina el Tiempo de Concentración²⁸:

$$Tc = 0.000323 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right)$$

²⁸ <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/determinacion-de-caudales-maximos-con-el-metodo-racional/>

Para obtener el Tiempo de concentración se tiene: $L = 105\text{m}$ y $S = 0.08$ donde L es la longitud más larga del terreno y S la pendiente del mismo.

$$T_c = 0.000323 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right) = 0.000323 \left(\frac{105^{0.77}}{0.08^{0.385}} \right) = 0.031\text{hr} = 1.84\text{min}$$

La Intensidad de Diseño se define mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{615 * Tr^{0.18}}{(D + 5)^{0.685}}$$

En este caso se ha optado por representar la relación Intensidad-Duración-Frecuencia del área en estudio a través de un ajuste matemático de las curvas disponibles de otra zona de estudio²⁹. Generalmente debe tomarse de forma gráfica el valor de la Intensidad utilizando las Curvas IDF regionales.

Obteniendo la Intensidad de Diseño con un Periodo de Retorno de 10 años ($D = T_c$):

$$I = \frac{615 * Tr^{0.18}}{(D + 5)^{0.685}} = \frac{615 * 10^{0.18}}{(1.84 + 5)^{0.685}} = 249.4\text{mm/hr}$$

La Formula Racional para la obtención de caudal se utilizará para un área específica, dependiendo del tipo de superficie o material que se esté estudiando.

²⁹ <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/determinacion-de-caudales-maximos-con-el-metodo-racional/>

Se tomarán valores promedio de coeficientes de escorrentía (C) según el tipo de terreno para el área de estudio:

- Superficie engramada : 0.3
- Superficie de Concreto: 0.95
- Superficie de techo: 1.0

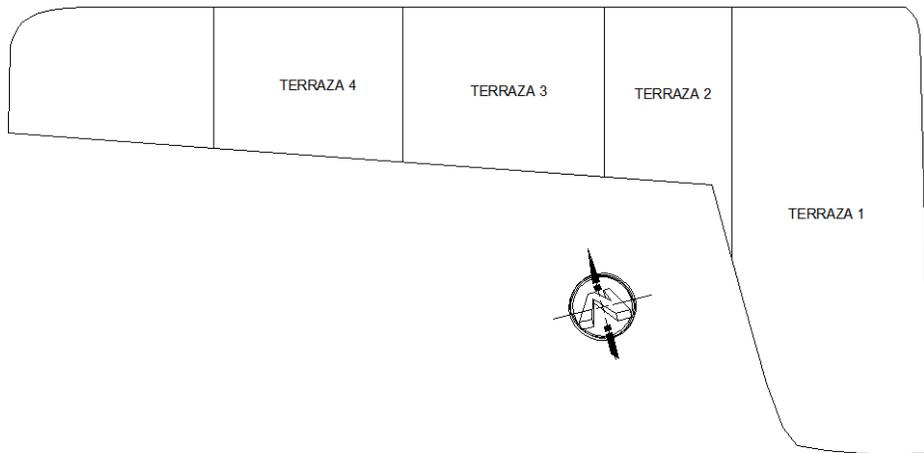


Figura 28: Distribución de terrazas en el terreno.

- **Encontrando caudal y áreas para la primera Terraza:**

El caudal para un área engramada de 0.0490Ha es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0.3 * 249.4 * 0.0490}{360} = 0.01m^3/seg$$

El caudal para un área de concreto de 0.0209Ha es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0.95 * 249.4 * 0.0209}{360} = 0.014m^3/seg$$

El caudal para un área techada de 0.1072Ha es:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} = \frac{1.0 * 249.4 * 0.1072}{360} = 0.074m^3/seg$$

$$\text{Caudal Total (Qt)} = \mathbf{0.098m^3/s}$$

Por la fórmula de Chezy-Manning se encuentra la velocidad del caudal obtenido:

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * \sqrt{S}$$

Donde:

V = velocidad del caudal (m³/s)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning (n = 0.014 para concreto)

S= Pendiente

R= radio hidráulico (m)

El Radio Hidráulico (R) para una sección rectangular (considerando unas dimensiones de 1.0x0.20) es:

$$R = \frac{b * y}{b + 2y}$$

Donde: $b*y$ = área

$b+2y$ = perímetro mojado

$$R = \frac{(1.0)(0.20)}{1 + 2(0.20)} = 0.143m$$

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

$$V = \frac{1}{n} * R^{2/3} * \sqrt{S} = \frac{1}{0.014} * 0.143^{2/3} * \sqrt{0.01} = 1.786m/s$$

A partir de la velocidad se obtiene el Área necesaria para la salida del Caudal máximo.

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.098}{1.786} = 0.05m^2$$

El área obtenida según la fórmula es muy pequeña, y teniendo en cuenta que las dimensiones típicas de canaletas para evacuación de las aguas lluvias en centros escolares son 1.0 x 0.20m se optará por construir las canaletas con las dimensiones típicas, dejando así un buen margen de seguridad.

El mismo procedimiento se realizó para el cálculo de caudales y áreas de las canaletas de las terrazas restantes, resumiendo los cálculos en la siguiente tabla:

Tabla 13: Cálculo de caudales y dimensiones de canaletas para aguas lluvias.

TERRAZA	Q_{CONC} (m³/s)	Q_{TEC} (m³/s)	Q_{ENGR} (m³/s)	Q_T (m³/s)	VELOCIDAD (m/s)	ÁREA (m²)	DIMENSIONES (m)
1	0.01	0.014	0.074	0.098	1.786	0.05	1.0 x 0.2
2	0.002	0.008	0.022	0.032	1.786	0.02	1.0 x 0.2
3	0.002	0.014	0.026	0.042	1.786	0.02	1.0 x 0.2
4	0.001	0.028	0.007	0.035	1.786	0.02	1.0 x 0.2

CAPÍTULO VI. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SECCIÓN 1. OBRAS PRELIMINARES

1.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará los materiales y realizará por su cuenta y riesgo las construcciones e instalaciones provisionales para la debida conducción y ejecución de las obras tales como: bodegas, oficinas, instalaciones provisionales de agua potable, drenajes de aguas lluvias y aguas negras, servicios sanitarios, servicios de energía eléctrica para luz y fuerza, áreas de acopio temporal de desechos sólidos y en caso de ser necesario cercas protectoras, espacio para alojamiento y señalización de seguridad en las áreas de trabajo; así como también todas las obras preliminares para acondicionar el sitio.

De igual manera, el contratista es responsable de proveer a los trabajadores las herramientas, maquinaria y el equipo de seguridad personal adecuado para desarrollar cada una de las actividades constructivas.

TRABAJO INCLUIDO

1.2 BODEGAS Y PATIOS DE ACOPIO

Incluye la construcción de bodegas para el almacenamiento provisional, conservación y protección de materiales y equipos que deban ser incorporados a la obra; así como la conformación de patios para el depósito de materiales a la intemperie debidamente delimitados y protegidos. Además de áreas para el acopio de desechos sólidos, debidamente delimitados y protegidos.

1.2.1 MATERIALES

Como mínimo la construcción de la bodega deberá ser a base de estructuras y paredes de madera, forrados con lámina galvanizada o fibrocemento, el piso podrá ser de

suelo compactado; y deberá de proveerse de las tarimas necesarias para el aislamiento de la humedad.

1.2.2 CONDICIONES

Las bodegas serán del tamaño adecuado para el almacenamiento de materiales como hierro, cemento, material eléctrico, cañería y cualquier otro material o equipo que por su naturaleza lo requiera, dispuestos de tal manera que no los afecte la humedad u otros elementos. La disposición de los materiales en bodega debe permitir una fácil inspección.

Las áreas destinadas para el acopio temporal de los desechos sólidos serán de tamaño adecuado, y ubicadas en sitios que permitan un fácil desalojo.

1.2.3 FORMA DE PAGO

Se pagará como parte de los costos indirectos.

1.3 OFICINAS PARA EL PERSONAL DE LA CONSTRUCCIÓN, COMEDORES, SERVICIOS SANITARIOS Y ALOJAMIENTO PARA LOS TRABAJADORES

El contratista proveerá de una oficina para su personal técnico, con un área que contenga los muebles, como mesa de dibujo, escritorio y estantería para guardar planos y documentos, etc. Además de los espacios complementarios, tales como: Comedores, servicios sanitarios provisionales construidos en el lugar o de arrendamiento (tipo portátil) y alojamiento para los trabajadores.

1.3.1 CONDICIONES

Durante la etapa de construcción el contratista deberá de proveer estos espacios complementarios. Cuando esta etapa se realice simultáneamente con el funcionamiento del centro escolar, el contratista no hará uso de la infraestructura escolar para estos fines.

Deberán atenderse las disposiciones legales, requisitos planteados por el Laudo Arbitral Vigente y normas mínimas especificadas por la Dirección General de Salud. Así como lo relativo al Reglamento Especial sobre el Manejo Integral de los Desechos Sólidos y de las Aguas Residuales.

1.3.2 FORMA DE PAGO

Se pagará como parte de los costos indirectos.

1.4 OFICINA DE SUPERVISIÓN Y CONTRATISTA

El contratista deberá proveer un local independiente para uso de la Supervisión y para personal técnico del contratante (monitor).

1.4.1 MATERIALES Y EQUIPO

Los locales serán construidos con materiales similares a los de la bodega, los cuales tendrán un área no menor de 12 metros cuadrados y equipado como mínimo con: sillas metálicas, mesa para dibujo, mesa para extender planos, 1 dispensario de agua destilada.

1.4.2 CONDICIONES

El equipo y mobiliario deberá considerarse que será recuperado por el contratista por lo que su costo deberá calcularse en base al porcentaje de uso.

El contratista se coordinará con la Supervisión para la ubicación y distribución de la oficina.

1.4.3 FORMA DE PAGO

Se pagará como parte de los costos indirectos.

1.5 SERVICIOS DE AGUA POTABLE, ENERGÍA ELÉCTRICA, DRENAJES

En aquellos lugares donde existan servicios básicos el contratista efectuará las instalaciones provisionales de los mismos debiendo pagar tanto la conexión como el consumo durante la construcción; aún cuando ya no tenga presencia física en el sitio (cuotas pendientes).

Tanto los materiales como la instalación serán sometidos a la aprobación de la supervisión, y al finalizar la obra serán recuperados por el constructor.

El contratista realizará las obras de drenaje provisional para el manejo de la escorrentía que se genere en el terreno para minimizar el arrastre de suelo y evitar la erosión; de igual manera, deberá proteger los puntos de descarga para evitar daños a propiedades vecinas.

1.5.1 FORMA DE PAGO

Se pagará como parte de los costos indirectos.

1.6 BARDAS O VALLAS DE PROTECCIÓN Y SEÑALIZACIÓN

En los lugares donde se requiera, el contratista construirá por su cuenta las bardas o vallas de protección en aquellos lados del perímetro donde sean necesarias, con el fin de proporcionar la seguridad en el desarrollo de los procesos constructivos, de los trabajadores y terceros. También deberá construirse el portón de acceso a la construcción que permitirá un mejor control y seguridad dentro del proyecto.

La señalización se hará por medio de rótulos o avisos que indicará a los trabajadores y a las visitas del proyecto la conducta a seguir en cada una de las áreas de trabajo, indicando precaución y/o prohibición, y colocadas en lugares visibles.

1.6.1 MATERIALES

Estructuras de madera y forro de lámina galvanizada para las bardas de protección. Para los rótulos se usará lámina galvanizada u otro material resistente a los efectos de la intemperie.

1.6.2 FORMA DE PAGO

Se pagará como parte de los costos indirectos.

NOTA: No se hará ningún pago por separado en concepto de obras provisionales, por lo que el contratista deberá considerarlas en sus costos indirectos.

1.7 CHAPEO Y LIMPIEZA

Consiste en el corte y limpieza de la maleza existente en el terreno y desalojo del material resultante fuera de la obra, hacia un sitio autorizado por la Municipalidad respectiva. Se incluye en este rubro el retiro de todo material extraño que no va a ser utilizado en la construcción (ripios, basura, chatarra, etc.)

1.7.1 FORMA DE PAGO

La forma de pago será por suma global.

1.8 TALA Y PODADO DE ÁRBOLES

Todos los árboles y arbustos ubicados en el área de la edificación serán talados, así como aquellos árboles aledaños que con su follaje afecten la futura construcción, serán podados y protegidos durante toda la etapa de construcción para su conservación.

1.8.1 CONDICIONES

Para la tala de árboles deberá atenderse las disposiciones legales, requisitos planteados en la Ley Forestal, y las recomendaciones que estipulen la Municipalidad respectiva o el Ministerio de Medio Ambiente.

Al efectuar la tala y/o podado deberán tomarse todas las precauciones debidas, a fin de proteger la integridad física de personas, equipo, vehículos y edificaciones, etc.

El material resultante deberá ser desalojado del sitio a un lugar donde no cause daños a terceros.

1.8.2 FORMA DE PAGO

Suma Global. El pago incluye el desalojo.

1.9 DESCAPOTE Y DESRAIZADO

Consiste en cortar toda la capa vegetal superficial en un espesor estimado en 30 centímetros (promedio) o según lo determine la supervisión de acuerdo a las condiciones del terreno. En este rubro se incluye también el desraizado ya sea de árboles talados o árboles en pie cuyas raíces se extiendan hacia los sitios de la construcción. En este último caso deberá tomarse la precaución de no cortar raíces principales que debiliten o desequilibren la posición del árbol, disminuyendo su resistencia a la fuerza de los elementos.

Si las condiciones del terreno lo permiten y si la obra lo requiere, el contratista podrá acopiar debidamente protegida, parte del descapote (suelo con materia orgánica) para su uso posterior en las zonas verdes.

1.9.1 CONDICIONES

El material resultante deberá ser desalojado fuera de la obra hacia un sitio previamente acordado con las autoridades de la comunidad y avalado por la supervisión, o autorizado por la Municipalidad respectiva.

1.9.2 FORMA DE PAGO

Se medirá el área a descapotarse y se pagará por metro cuadrado. El pago incluye el desraizado y el desalojo.

1.10 TRAZO Y NIVELACIÓN

El contratista trazará las rasantes y dimensiones de la construcción de acuerdo con las medidas y niveles expresados en los planos y establecerá las referencias planimétricas y altimétricas (bancos de marca), necesarias para plantear ejes y niveles establecidos por los proyectistas, cuantas veces sea necesario. El contratista será el responsable de que el trabajo terminado quede conforme con los alineamientos, niveles, pendientes y referencias indicados en los planos o por el Supervisor.

El contratista podrá efectuar el trazo de la construcción desde el momento en que reciba el sitio donde deberá construir, pero se abstendrá de comenzar las excavaciones hasta que reciba la autorización, previa revisión y aprobación de los trazos y niveles por el Supervisor.

1.10.1 CONDICIONES

El trazo deberá ejecutarse con teodolito o con el sistema que el supervisor determine según el tipo de trabajo de que se trate.

1.10.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por suma global. El costo incluye los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y todo lo necesario para dejar el trazo y nivelación completamente terminados, según lo establecido en los planos y especificaciones.

SECCIÓN 2 TERRACERÍA

2.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará la dirección técnica, transporte, herramientas, equipo y demás servicios necesarios para desarrollar los trabajos de terracería en el área de trabajo mostrada en los planos. Específicamente se realizarán los trabajos de cortes y rellenos necesarios para establecer las terrazas a los niveles indicados, así como la conformación de taludes indicados en los planos.

TRABAJO INCLUIDO

2.2 CORTE EN TERRAZAS

Este rubro incluye el corte de los volúmenes sobresalientes del terreno o de los sectores donde es necesario alcanzar los niveles de terraza indicados en los planos.

2.2.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Los trabajos de corte en terraza se iniciarán una vez concluidos los trabajos de chapeo, limpieza, descapote, desraizado, tala y podado de árboles, demolición etc.

Una vez recibidos los trabajos antes mencionados se procederá a realizar una cuadrícula que abarque las áreas del terreno sujetas a modificación. Las distancias entre

ejes de cuadrícula serán de 5mts o menos, o según lo determine la supervisión de acuerdo a las características del terreno.

Realizada la cuadrícula, ésta será revisada y comprobada por la supervisión.

Es conveniente hacer notar que deben dejarse referencias para replantar la cuadrícula las veces que sea necesario a efectos de cuantificar volúmenes.

Los trabajos de corte se realizarán hasta los niveles de terraza proyectada. Los materiales cortados que a criterio de la supervisión y el laboratorio de suelos puedan utilizarse en relleno y compactación, taludes etc., deberá ser depositado en un lugar adecuado y debidamente acondicionado a fin de que conserve sus propiedades originales. Mientras duren los trabajos y en época de lluvia, las zonas de corte deberán proveerse de drenajes superficiales provisionales adecuados para el manejo de la escorrentía; además, el material de corte acopiado deberá protegerse con plástico u otro material que lo proteja de los efectos de la intemperie.

2.2.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) cortado en banco y se cuantificará calculando el volumen determinado por la cuadrícula inicial y los niveles de terraza proyectada.

2.3 CORTE BAJO NIVELES DE TERRAZA

En los casos en que lo recomienden los estudios de suelos o se determine en campo la baja capacidad de carga, la existencia de suelos orgánicos, ripios, depósitos de basura, u otros materiales inadecuados, bajo los niveles de terraza proyectada; éstos deberán extraerse hasta encontrar material aceptable o hasta el nivel que determine la supervisión.

2.3.1 CONDICIONES

Los materiales extraídos inaceptables deberán desalojarse fuera del terreno y serán depositados en un sitio previamente acordado con las autoridades de la comunidad y avalado por la supervisión, o en aquellos autorizados por la Municipalidad respectiva; cuando la ruta de desalojo pase por áreas sensibles, centros poblados o carreteras con flujo vehicular, cada unidad de transporte vehicular deberá poseer una cubierta protectora para evitar derrame del material y/o la generación de polvo que cause molestias a pobladores, peatones y conductores. Únicamente se podrán utilizar aquellos materiales aptos para restitución y los suelos orgánicos para jardines, áreas verdes, taludes etc. podrán acopiarse debidamente protegidos para uso posterior, previa autorización del supervisor o laboratorio de suelos.

2.3.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) cortado en banco, su cálculo se efectuará tomando como base los niveles de terraza proyectada y los niveles finales de sobre-corte.

2.4 RELLENO COMPACTADO

Consiste en el relleno de las depresiones u hondonadas naturales del terreno del sobre-corte realizado para restitución.

2.4.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

La compactación se hará depositando y extendiendo los materiales aptos para el relleno en capas no mayores de 15 cm., debiéndose controlar la humedad adecuada del material agregando agua o dejando secar según el caso, a fin de obtener la humedad óptima. El contratista repetirá el procedimiento hasta alcanzar los niveles de terraza proyectada.

La compactación se realizará con medios mecánicos o según lo autorice el Supervisor.

2.4.2 CONDICIONES

La compactación en lo que se refiere al control de densidad y humedad, se efectuará siguiendo los procedimientos AASHTO Designación T-180 (ASTM-D 1557) método D; en cuyo caso el relleno compactado tendrá una densidad mínima del 95% de la máxima densidad obtenida con la humedad óptima en el laboratorio.

El relleno podrá efectuarse utilizando material limo arenoso sobrante removido en los cortes; que cumpla los requisitos de calidad y la aprobación de la supervisión. No podrá utilizarse material contaminado con arcilla, materia orgánica o ripio.-

Cuando se trate de material acarreado desde un banco de préstamo, éste deberá ser inspeccionado y aprobado por el laboratorio.

Antes de autorizarse el acarreo, al material le será efectuado el proctor correspondiente, el proceso de compactación será continuamente controlado por la supervisión; en caso de que parcialmente o en su totalidad el proceso de compactación no alcance la especificación mínima; la capa o capas que no cumplan con los requisitos serán removidas y vueltas a compactar hasta alcanzar la densidad requerida.

Cuando la ruta de acarreo pase por zonas ambientalmente sensibles, centros poblados o carreteras con flujo vehicular, cada unidad de transporte vehicular deberá poseer una cubierta protectora para evitar derrame del material y/o la generación de polvo.

El contratista tomará las precauciones pertinentes para proteger las zonas de compactación de la lluvia o corrientes de agua motivadas por ésta. En el caso de que las

zonas de compactación sean afectadas por la lluvia, no se procederá a extender las subsiguientes capas hasta que la última capa no alcance el secado correspondiente; para acelerar el secado el contratista podrá remover la capa superficial. Este proceso no causará costo adicional alguno.

2.4.3 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) compactado y se diferenciará el costo de relleno sin acarreo y con acarreo según los ítems correspondientes del formato de oferta.

El relleno sin acarreo se cuantificará midiendo los volúmenes de material depositado (compactado) efectuado con material resultante del corte y/o sobre-corte.

El relleno con acarreo será el volumen depositado con material traído desde un banco de préstamo. Ambas mediciones deben realizarse mediante nivelaciones iniciales y finales para el ítem de que se trate.

En ningún caso se pagará volumen de material expandido o esponjado.

2.5 EXCAVACIÓN, RELLENO Y COMPACTACIÓN

2.5.1 CONDICIONES

2.5.1.1 PARA CIMENTACIONES

El nivel de excavación será el indicado en los planos o especificaciones.

En aquellos sitios donde la consistencia del terreno lo permita, las paredes de la excavación podrán utilizarse como formaletas de las estructuras, sin dejar holgura; previa inspección y autorización del supervisor.

Si el contratista excavara más de lo indicado, rellenará y compactará hasta el nivel indicado en los planos, con material aprobado por el Supervisor, sin costo extra.

Todos los materiales adecuados provenientes de las excavaciones se usarán en el relleno mismo, siempre que estén exentos de hojas, raíces, etc. y su calidad sea aprobada previamente por la Supervisión y el Laboratorio de Mecánica de Suelos. La roca, el talpetate y las arcillas de gran plasticidad son materiales inadecuados para el relleno y no se aceptarán.

Si se encuentra terreno firme sobre los niveles indicados en los planos, el contratista deberá notificarlo al Supervisor.

Se deberán construir las obras de protección necesarias para evitar derrumbes o inundaciones de las excavaciones.

En los casos de encontrar baja capacidad soportante del suelo natural, el contratista deberá comunicarlo de inmediato al Supervisor, éste, previa inspección, definirá la necesidad de profundizar y restituir hasta el nivel de fundación con suelo cemento o material selecto.

No se colocará ningún relleno contra cualquier estructura hasta que el Supervisor haya dado el permiso respectivo y en ningún caso antes de transcurrir 7 días de haberse colocado el concreto.

2.5.1.2 PARA INSTALACIONES

Comprende excavación, relleno y compactación para ductos eléctricos, telefónicos, hidráulicos y sanitarios.

Las condiciones a cumplir son las mismas descritas en excavación, relleno y compactación para cimentaciones.

2.5.1.3 EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA POZOS

Dentro de esta especificación, está comprendida la excavación, extracción y disposición definitiva del material proveniente de la excavación para los pozos mostrados en los planos.

El procedimiento para la excavación será como lo estime conveniente el Contratista y será su responsabilidad prevenir el derrumbe de las paredes. Cuando las condiciones del terreno lo demanden y cuando lo indique el Supervisor se deberá proveer la boca de la excavación con un brocal de mampostería de ladrillo para evitar caída de material de desecho.

El Contratista tomará todas las precauciones, como la colocación de barda de protección, conos y cintas de precaución para impedir el acceso de personas ajenas a la obra durante el tiempo que no se trabaje; la boca de la excavación deberá permanecer tapada de manera que no permita el acceso accidental o premeditado de personas. Asimismo, deberá tomar las medidas del caso, para conservar la excavación mientras se ejecuten las obras, y evitar derrumbes de las paredes o la entrada de material extraño desde el exterior. Si a pesar de estas precauciones, por negligencia u otra razón se derrumba o falla cualquier porción de la excavación, el Contratista deberá extraer la tierra o material suelto, por su propia cuenta.

Una vez obtenido el nivel de fundación del pozo, el Supervisor dará su aprobación para la calidad del suelo. En el caso de que éste no fuese satisfactorio el Supervisor indicará las medidas a tomar, ya sea la construcción de sub-base o la reposición con material adecuado o suelo-cemento.

Después de aprobada la cimentación se procederá a su construcción y la del pozo mismo, compactando a mano la huelga libre entre la excavación y las paredes a medida que avanza la obra.

2.5.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) excavado y por metro cúbico (m³) compactado, según sea el caso, conforme a los precios unitarios establecidos en el Plan de Propuesta.

2.6 COMPACTACIÓN CON SUELO CEMENTO

De acuerdo a los requerimientos del suelo, la supervisión podrá autorizar compactaciones con suelo cemento para mejorar sus condiciones, siguiéndose lo establecido en la norma AASHTO T-134 (ASTM D 558).-

El suelo cemento consistirá en un volumen de cemento, por varios volúmenes de suelo limo arenoso; la proporción estará específicamente diseñada para cada sitio, según lo determine el laboratorio respectivo. El contratista deberá consultar los planos. La combinación de suelo cemento, deberá mezclarse uniformemente y compactarse de acuerdo al procedimiento descrito para relleno compactado.

2.6.1 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) de suelo cemento compactado, y su precio incluirá el suministro del cemento y la tierra blanca, en el lugar de la obra, la mano de obra por la revoltura, mezcla y compactada.

2.7 DESALOJO DE MATERIAL SOBRENTE

El contratista desalojará por su cuenta el material sobrante de las excavaciones, hacia un lugar fuera de la obra acordado con las autoridades de la comunidad y autorizados

por la supervisión o en aquellos autorizados por la Municipalidad respectiva o el Ministerio de Obras Públicas, donde no se ocasione daños a terceros. Cuando la ruta de desalojo pase por centros poblados o carreteras con flujo vehicular, cada unidad de transporte vehicular deberá poseer una cubierta protectora para evitar derrame del material y/o la generación de polvo que cause molestias.

2.7.1 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³). En el costo se considerará la distancia desde la obra a los lugares de desalojo autorizados para cada proyecto. Los volúmenes de desalojo serán deducidos de las diferencias de material cortado menos material utilizado en rellenos de excavaciones como en terracería.

No se considera material esponjado o expandido.

El costo del desalojo del material sobrante por excavación para instalaciones, se incluirá en el precio unitario de la instalación respectiva.

2.8 COMPLEMENTACIÓN

Todos los trabajos descritos en esta sección incluirán en sus respectivos precios, el precio correspondiente a las obras de ademado, bombeo, obras de protección, etc.

Para estimar los precios adecuados, el contratista deberá indagarse de las características particulares del sitio y las posibles incidencias en los costos.

SECCIÓN 3. CONCRETO ESTRUCTURAL

3.1 ALCANCE DEL TRABAJO

Cualquier contradicción entre estas Especificaciones y las Notas Generales Estructurales indicadas en los Planos Constructivos, prevalecerán las Notas Generales Estructurales indicadas en dichos planos.-

Las presentes Especificaciones quedan sujetas a lo establecido en el REGLAMENTO PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR y sus correspondientes Normas Técnicas aplicables.- Por lo tanto, éste regirá sobre lo dispuesto en las presentes Especificaciones, excepto cuando los requerimientos de estas últimas sean más rigurosas o exigentes que lo dispuesto en nuestro reglamento y sus Normas Técnicas.-

En esta partida están comprendidos todos los trabajos relacionados con concreto simple y reforzado, indicados en los planos, anexos, o en las especificaciones. El contratista proveerá mano de obra, transporte, materiales, herramientas, equipo y todos los servicios necesarios para el suministro, fabricación, desmantelamiento de encofrados, suministro, armado y colocación del acero de refuerzo. Antes del inicio de las obras, el constructor suministrará muestras de todos los materiales que pretenda utilizar en la fabricación del concreto, a fin de someterlas a análisis de laboratorio.

Si durante el período constructivo se hicieran cambios en cuanto a las fuentes de suministro de los agregados, el laboratorio seleccionado por el Supervisor, efectuará los nuevos análisis y dosificaciones, los cuales serán pagados por el constructor sin costo adicional al propietario y éstos a su vez serán verificados por la supervisión.

Será responsabilidad del contratista, proveer materiales que cumplan con las propiedades y resistencias descritas en los planos y en estas especificaciones.

El contratista deberá tener la capacidad instalada y el equipo apropiado tal como andamios, puntales metálicos y fabricación de moldes modulares que permitan su utilización en múltiples usos aprovechando que el diseño tanto estructural como arquitectónico está sustentado en un sistema módulo base.

Las Notas Generales indicadas en los planos prevalecen sobre estas Especificaciones.

TRABAJO INCLUIDO

3.2 MOLDES Y FORMALETAS

Para el diseño y la construcción de los moldes, encofrados, cimbras, formaletas y cualquier otra estructura provisional se deberán seguir las disposiciones establecidas por las normas ACI-347, última versión. Estarán bajo la responsabilidad del contratista y deberán ser aprobados por la Supervisión.

El material para los moldes será: Madera cepillada, plywood, molde metálico y/o bloques de concreto de acuerdo a lo indicado en los planos. Se podrá utilizar madera o plywood usados, siempre y cuando se garantice la obtención de superficies y las formas requeridas en los planos y especificaciones.

3.2.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Los moldes tendrán la resistencia necesaria y suficiente para soportar la presión del concreto y las cargas de trabajo de la construcción, sin dar lugar a desplazamientos durante

el colado y curado, se deberán asegurar que las dimensiones, superficies y alineamientos cumplan con lo especificado en los planos.

Los moldes se colocarán firmemente y sus uniones deberán estar cerradas de tal modo que no permitan filtraciones ni escurrimientos. Antes de proceder a la construcción de los moldes, al material: Madera cepillada, plywood, etc., se le dará un tratamiento con aditivo, a efecto de garantizar la multiplicidad de uso.

En el proceso de colado de vigas, losas, columnas y paredes de concreto se usarán moldes, que garanticen, que cuando éstas sean desmoldadas, el acabado sea definitivo, ya que no se realizará en ellas ningún tipo de repello, afinado, etc. Para ello se usará un aditivo que permita que el concreto no se adhiera a las superficies de contacto, y así obtener el acabado exigido.

Para obtener un buen acabado de todos los elementos estructurales ya mencionados, cuando éstos se desmolden, deberá usarse un aditivo que reúna las propiedades de ser un agente químico desmoldador, no oxidable y que no sea perjudicial al concreto. Este se debe aplicar al molde ya sea por rociador, cepillo o rodillo. Todos los moldes deben de estar libres de moho.

Su aplicación en moldes porosos y no porosos deberá realizarse según las proporciones recomendadas por el fabricante.

Cualquier exceso de aditivo desmoldador en los moldes será secado y no se permitirá que se impregne en los moldes.

Antes de reutilizar los moldes, éstos se limpiarán cuidadosamente para quitar los residuos de concreto seco de las superficies, que volverán a estar en contacto con la nueva mezcla.

El contratista no podrá, por ningún motivo, someter las estructuras desencofradas a carga alguna, ni aun cuando ésta sea provisional.

El diseño y la construcción de los encofrados, cimbras y otras estructuras relacionadas, estarán bajo la responsabilidad del contratista, pero deberán ser aprobados por el Supervisor antes de ser usados para moldear el concreto.

El concreto deberá alcanzar suficiente resistencia antes de retirar los encofrados. No se retirarán los encofrados de columnas ni los laterales de moldes en vigas y paredes, antes de 72 horas, después de efectuado el colado.

El encofrado de vigas y losas o cualquier otro miembro que soporte el peso del concreto no podrá removerse antes de 14 días del colado respectivo. Las operaciones de desencofrado y las que siguen a continuación no deberán ocasionar daños a la estructura.

El contratista será responsable por los daños causados por el retiro de los encofrados antes del tiempo requerido, así como cualquier daño o perjuicio causado por cualquier encofrado defectuoso.

Para los procedimientos donde se use bloque de concreto ver Sección 4-Albañilería
4.3 Paredes y muros de bloque de concreto.

3.2.2 FORMA DE PAGO

El pago por moldeado deberá incluirse en el precio de la partida correspondiente de concreto armado; se pagará en las partidas de concreto armado que corresponda.

3.3 CONCRETO

3.3.1 MATERIALES

3.3.1.1 CEMENTO

Todo cemento deberá ser Portland Tipo 1, de conformidad con las especificaciones ASTM C-150-71, deberá ser aprobado por la Supervisión, entregado en la obra en su empaque original y deberá permanecer sellado hasta el momento de su uso.

Las bodegas para el almacenamiento de cemento permanecerán secas, para lo cual se cerrarán todas las grietas y aberturas de la bodega. Las bolsas deberán ser estibadas lo más cerca posible unas de otra para reducir la circulación de aire, evitando su contacto con paredes exteriores.

Las bolsas deberán colocarse sobre plataformas de madera, levantadas 0.15mts sobre el piso y ordenadas de tal forma que cada envío de cemento sea fácilmente inspeccionado o identificado.

No se permitirá el uso de cemento endurecido por el almacenamiento o parcialmente fraguado en ninguna parte de la obra.

El contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado, antes de utilizar el cemento acopiado recientemente.

Los sacos de cemento se colocarán unos sobre otros hasta un máximo de 10 bolsas y su almacenamiento no será mayor de 30 días.

No se permitirá mezclar en un mismo colado cementos de diferentes marcas, tipos o calidades.

3.3.1.2 AGUA

En el momento de usarse, el agua deberá estar limpia, fresca, potable, libre de aceites, ácidos, sales, álcali, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan causar daños al o a los procesos constructivos.

3.3.1.3 AGREGADOS

Los agregados pétreos serán arena y piedra triturada adecuada, granulométrica, conforme los registros de las normas ASTM C-33, última versión, para concreto de peso normal y los resultados de los ensayos.

Todos los agregados deberán estar razonablemente exentos de impurezas, evitando su contaminación con materiales extraños durante su almacenamiento y su manejo.

Los agregados de diferente tipo y granulometría deberán asimismo, mantenerse separados hasta su mezcla en proporciones definidas.

El agregado fino será de granos duros, libres de pómez, polvo, grasa, sales, álcali, sustancias orgánicas y otras impurezas perjudiciales para el concreto. Su gravedad específica no deberá ser menor de 2.50, su módulo de finura entre 2.3 y 3.1 y su colorimetría no mayor del No. 3, de conformidad a la norma ASTM C-40, última versión, y cumplirá con los límites de graduación de las especificaciones ASTM C-117, última versión.

El agregado grueso será de piedra triturada proveniente de roca compacta. No se aceptará grava que presente poros o aspecto laminar. El tamaño máximo del agregado no podrá exceder de 1/3 del espesor de las losas y deberá estar formado por granos limpios, duros, sin arcilla o fango.

El agregado grueso para el concreto de relleno de huecos en paredes de bloques será de tamaño no mayor de 3/8" (chispa). Los agregados se almacenarán y mantendrán en una forma tal que impida la segregación y la inclusión de materiales foráneos.

3.3.1.4 ADITIVOS

Solamente con la autorización de la Supervisión, el contratista podrá usar aditivos para mejorar la resistencia y la colocación del concreto y conforme a las especificaciones ASTM C-494-67 T.

Todo aditivo deberá usarse siguiendo estrictamente las instrucciones impresas del fabricante y para verificar su comportamiento combinado se efectuarán pruebas de cilindro de concreto.

Cuando algún aditivo sea usado a opción del contratista, o sea requerido por el Supervisor, como medida de emergencia para evitar atrasos en la obra o remediar errores o negligencias del contratista, no habrá compensación adicional alguna. En los demás casos, cualquier costo resultante por el uso de aditivos deberá incluirse en los precios del contrato, a menos que los documentos contractuales estipulen específicamente de otra manera.

3.3.1.5 ACERO DE REFUERZO

3.3.1.5.1 CALIDAD DEL REFUERZO

El contratista deberá suministrar, almacenar en estantes separados del suelo y proteger de la intemperie, así como detallar, doblar, cortar y colocar todo el acero de refuerzo como se muestra en los planos o como lo indique el supervisor.

Todas las varillas del acero de refuerzo para proyectos de una planta deberán ser de grado intermedio según la norma ASTM A-615, última versión, con un límite de fluencia

mínima de 4200 Kg/cm². Las varillas exceptuando las de 1/4" de tipo corrugado y el grabado será de acuerdo a la norma ASTM-A-305, última versión. Antes de cualquier armadura o colocación, el acero deberá ser sometido a prueba de tensión (ruptura) por el laboratorio conforme a las normas de muestreo preparación y método de prueba ASTM A 615, última versión.

En ningún caso se aceptarán varillas de grados y diámetros comúnmente conocidas como "comerciales".

Las superficies de las varillas deberán estar libres de sustancias extrañas como costras, herrumbres, descascaramientos, aceites, grasas o cualquier otro recubrimiento que pueda reducir o eliminar su adherencia al concreto.

3.3.1.5.2 COLOCACIÓN DEL REFUERZO

El contratista colocará el acero de refuerzo de acuerdo a lo indicado en los planos y atendiendo las indicaciones complementarias de la Supervisión.

Los amarres deberán sujetarse firmemente para evitar desplazamientos de las varillas, o rupturas en el alambre durante el desarrollo de la armadura y ejecución del colado.

Los empalmes y ganchos del refuerzo se harán siguiendo los lineamientos de los planos estructurales. En el caso de que los planos no lo definan, se seguirán las estipulaciones del reglamento ACI-318-83.

El refuerzo deberá ser traslapado solamente en los sitios indicados en los planos. Cuando la ubicación de los empalmes no se indique, el contratista deberá cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

SECCIÓN DE LA VARILLA	LONGITUD DEL EMPALME
# 3 y # 4	45cms.
# 5	55cms.
# 6	65cms.
# 7	75cms.
# 8	90cms.

Los ganchos y dobleces del refuerzo de vigas y columnas se harán de acuerdo con los siguientes requerimientos mínimos:

Refuerzo Longitudinal: Ganchos de 90 grados más una extensión de 24 diámetros.

Refuerzo Lateral: Ganchos de 135 grados más una extensión de 10 diámetros.

Los dobleces se harán con un diámetro interior mínimo de 6 veces el diámetro de la varilla.

El doblado de las varillas deberá hacerse en frío.

Ninguna varilla parcialmente ahogada en el concreto podrá doblarse en la obra. En ningún caso se admitirá desdoblar varillas para obtener la configuración deseada.

La colocación de la armadura deberá ser aprobada por la Supervisión, por lo menos 24 horas antes del inicio del colado. Una vez aprobado el refuerzo en las losas, deberán colocarse paralelas que no se apoyen sobre el refuerzo para que al momento del colado el paso de los operarios o el equipo, no altere la posición aprobada del acero.

3.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

3.3.2.1 CONCRETO

3.3.2.1.1 DOSIFICACIÓN

El contratista proporcionará al Laboratorio de Mecánica de Suelos, treinta días antes de colocar el concreto, las muestras que éste solicite para que le sea aprobado el diseño de la mezcla. Cualquier cambio que el contratista quiera introducir en la dosificación durante el proceso de la construcción deberá ser autorizado por el Laboratorio.

3.3.2.1.2 PRODUCCIÓN

Si el concreto va a ser producido en el sitio, los ingredientes serán mezclados en concreteiras en perfecto estado de funcionamiento, capaces de proporcionar una masa uniforme y descargarla sin una segregación perjudicial. La concreteira se hará girar a la velocidad recomendada por el fabricante y el tiempo de mezclado será de por lo menos 1.5 minutos para volúmenes de 1 metro cúbico (m³) o menores.

Este tiempo se incrementará en 20 segundos por cada metro cúbico (m³) o fracción en exceso de 1 metro cúbico (m³). El concreto endurecido será rechazado, y su manejo será acumularlo en los espacios de acopio temporal del proyecto para su posterior desalojo y disposición en un sitio autorizado por la Municipalidad respectiva o el Ministerio de Obras Públicas.

El tiempo de mezclado se podrá prolongar hasta un máximo de 4 minutos cuando las operaciones de carga y mezclado no produzcan la uniformidad de composición y consistencia requerida para el concreto.

Las mezcladoras no se cargarán en exceso, ni se les dará velocidad mayor que la que recomiendan los fabricantes. El concreto se preparará siguiendo las propiedades de diseño de las mezclas, a manera de obtener la resistencia especificada con su adecuación al campo.

Las mezclas obtenidas deberán ser plásticas y uniformes con un revenimiento que esté de acuerdo al tipo de elemento a colar, entre los 7.5 y 10cms. (de 3 a 4 pulgadas). No se deberá, por ningún motivo, agregar más agua de la especificada, sin autorización de la Supervisión.

No se permitirá hacer sobre mezclados excesivos que necesiten mayor cantidad de agua para presentar la consistencia requerida, ni se admitirá el uso de mezclas retempladas.

Si alguna mezcladora llegara a producir resultados insatisfactorios, se dejará de usar inmediatamente, hasta que se repare o se sustituya por otra.

El concreto premezclado que sea usado en la obra se preparará, transportará y entregará de acuerdo con los requisitos establecidos en las especificaciones para concreto premezclado, ASTM C-94.

El concreto premezclado, entregado en la obra en camiones mezcladores, deberá ser colocado en el término de 60 minutos, calculados desde el momento en que se añadió el agua al cemento.

Cuando el concreto llegue a la obra con revenimiento inferior al adecuado para su colocación, la supervisión podrá autorizar la adición de agua, acompañada de la cantidad de cemento necesaria para mantener invariable la relación agua-cemento; éstos elementos serán incorporados operando la mezcladora a un tiempo igual a la mitad del tiempo total requerido.

En el caso de la mezcla elaborada en la obra, no se podrá usar el concreto que no haya sido colocado en su sitio a los 30 minutos de haber añadido el agua al cemento para la mezcla.

En las estructuras (paredes de retención, cimientos, columnas, vigas, losas, etc.) no se permitirá el concreto mezclado a mano.

Solamente la supervisión podrá autorizar, en caso de emergencia, la utilización del concreto fabricado a mano. En tal caso, se hará en una plataforma sin fugas de agua y cada revoltura no será mayor de 0.25m^3 .

El grado de fluidez del concreto necesario en los diferentes usos se obtendrá manteniendo siempre la relación agua-cemento. La fluidez será comprobada midiendo su revenimiento con el método estándar establecido por la norma ASTM C-143, última versión.

Antes de todo colado deberá estar completo el encofrado y aprobado por parte de la Supervisión el refuerzo o cualquier dispositivo que debe quedar ahogado en el concreto. Tanto el encofrado como el equipo de conducción deberán estar libres de concreto endurecido y de materiales extraños, inmediatamente antes del colado.

La colocación de cualquier conducto o dispositivo dentro del concreto no debe menoscabar la resistencia del elemento estructural, su ubicación deberá ser siempre aprobada expresamente por la Supervisión. En ningún caso, deberán ahogarse dispositivos de aluminio, a menos que estén debidamente pintados o recubiertos.

Los conductos a presión estarán diseñados para resistir la presión y la temperatura a que van a estar sometidos, pero en ningún caso se admitirán temperaturas superiores a los 65 grados centígrados, ni presiones manométricas superiores a los 14kg/cm².

La protección de concreto para los conductores ahogados será de 4cms. en miembros a la intemperie y de 2cms. en miembros no expuestos a la intemperie.

3.3.2.1.3 TRANSPORTE DEL CONCRETO

El concreto será conducido tan rápidamente como sea posible a su depósito, previniendo la segregación y las pérdidas de los materiales en tal forma de mantener uniforme la calidad requerida.

Los canales de conducción deberán revestirse de lámina galvanizada y tendrán una pendiente de 1:2 (vertical-horizontal).

Cuando se use equipo para conducir y transportar neumáticamente el concreto, su diseño y tamaño deberán asegurar un flujo prácticamente continuo del concreto sin segregación de materiales.

No se permitirá que el concreto sea conducido en tuberías hechas de aluminio o aleación de aluminio.

3.3.2.1.4 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El contratista notificará por escrito a la Supervisión, por lo menos con 48 horas de anticipación, la fecha en que pretende colar, para que pueda realizar una inspección adecuada en horas diurnas y nunca en día de asueto obligatorio, días festivos o domingos, por lo tanto el contratista tomará en cuenta lo anterior para sus solicitudes de inspección.

Antes del inicio de cualquier vaciado de concreto, se deberá obtener la aprobación de la Supervisión. No se permitirá colocar concreto, cuando en opinión de la supervisión, las condiciones impidan la colocación y consolidación del mismo. Así también, todos los equipos y métodos usados para la colocación del concreto estarán sujetos a la aprobación de la Supervisión.

Cuando la colocación del concreto sea sobre superficies de tierra, éstas deberán estar limpias, compactadas, humedecidas y sin agua estancada. Las superficies de concreto existentes sobre las cuales se colocará concreto fresco, serán picadas y deberán estar limpias, sin aceite, agua estancada, lodo o cualquier tipo de desecho. Todas las superficies se humedecerán antes de colocar el concreto.

Para evitar la segregación del concreto en colados profundos, se podrán usar formaletas, las cuales tendrán en su parte superior embudos o mangas de metal o de hule, o bien se podrán hacer ventanas en el molde con una separación máxima de 1.50mts. En ningún caso se apilarán cantidades de concreto para luego manipularlo a lo largo de formaletas. En el caso de uso de formaletas (canales) metálicas, éstas tendrán una pendiente que no exceda la relación 1/2.

El colado se hará a una velocidad tal que permita que el concreto se conserve, todo el tiempo de colado, en estado plástico y fluya fácilmente en los espacios comprendidos entre varillas.

No se permitirá vaciar en las estructuras, concreto que se haya endurecido completo o parcialmente, o que esté contaminado con sustancias extrañas; ni se deberá revolver nuevamente dicho concreto.

Si el proceso de mezclado en la obra se detuviera por un período mayor de 25 minutos, la mezcladora deberá limpiarse, removiendo los materiales remanentes, antes de renovar su funcionamiento.

Una vez que se empiece el colado, éste se llevará a cabo como una operación continua hasta que se complete el colado de un tablero o sección, a menos que específicamente se autorice de otra manera.

En caso de ser necesarias juntas de colado, éstas deberán ser autorizadas por la Supervisión y se harán como se describe en el literal 3.3.2.1.5 de esta sección "JUNTAS DE COLADO".

La consolidación del concreto se hará por medio de vibradores de bastón, capaces de transmitir 3500 impulsos por minuto. Los vibradores serán de inmersión y con bastón de hasta 1 1/4" de diámetro. La vibración deberá ser lo suficientemente intensa para afectar visiblemente el concreto en una altura de 2.5 centímetros y en un radio de 50 centímetros alrededor del punto de aplicación, y no deberá prolongarse mucho tiempo para evitar la segregación de los agregados. Además se tendrá el cuidado de que los vibradores no golpeen el acero y que, a la vez, el concreto logre cubrir el refuerzo y penetrar en las esquinas de las cimbras.

No se admitirá el vibrado a mano, a menos que la Supervisión lo autorice en casos especiales o de emergencia.

El contratista tendrá por lo menos un vibrador extra por cada tres que estén en uso, y tendrá en la obra por lo menos un vibrador accionado con motor de gasolina. Si por falta o

mal funcionamiento de vibradores se interrumpiese el colado, el concreto no utilizado deberá ser repuesto en su totalidad por cuenta del contratista.

Cualquier sección de concreto, que después de colada se encuentre porosa o defectuosa, deberá removerse y reemplazarse enteramente a costo del contratista, según lo ordene la Supervisión.

3.3.2.1.5 JUNTAS DE COLADO

Todas aquellas zonas o elementos que indicados por la Supervisión formen una etapa de colado, se colarán monolíticamente y de una manera continua. En caso de ser necesarias juntas de colado, se harán y ubicarán donde causen menos debilitamiento de la estructura.

Cuando se dé una interrupción en el colado, el concreto se vibrará de tal manera que se eviten juntas frías, respetándose para tal caso las dimensiones y recomendaciones de la supervisión; debiéndose usar además, en los casos necesarios, retardadores del fraguado, los cuales deberán ser aprobados previamente por la Supervisión.

En el caso de interrumpirse el colado por un lapso tal que provocase la pérdida de la plasticidad del concreto o un período mayor de 5 horas antes del nuevo colado, se limpiará y picará la superficie expuesta del concreto viejo y posteriormente se procederá a la aplicación de una resina epóxica aprobada por la Supervisión, siguiendo las instrucciones del fabricante, para asegurar una adecuada unión con el próximo colado.

Las juntas con el colado se podrán hacer únicamente en los lugares y niveles mostrados en los planos, o indicados por la Supervisión, y los procedimientos de su

construcción estarán sujetos a lo descrito en esta sección y a la aprobación de la Supervisión.

3.3.2.1.6 PROTECCIÓN Y CURADO

Durante el colado y después de éste, el concreto deberá ser protegido de manera adecuada contra los efectos del sol y la lluvia, con el propósito de evitar un secado prematuro y excesivo o un lavado violento antes de tener una dureza suficiente. Asimismo se deberán prevenir daños mecánicos eventuales, como golpes violentos o cargas aplicadas que pudieran afectar su forma y resistencia.

El concreto se mantendrá húmedo cubriéndolo permanentemente con una capa de agua o un material aprobado por la Supervisión. El curado se podrá hacer mediante un sistema de tubos perforados, por medio de rociadores o cualquier otro método aprobado por la Supervisión, que mantenga la humedad en forma permanente. El rociado superficial esporádico no será admitido.

3.3.2.1.7 REPARACIÓN DE DEFECTOS SUPERFICIALES

Todos los defectos superficiales que resulten en el concreto al retirar los encofrados, deberán ser corregidos inmediatamente. Las colmenas, desprendimientos, rajaduras, agrietamientos y agujeros deberán picarse hasta encontrar concreto compacto, después serán lavados hasta quedar totalmente limpios y serán resanados, reponiendo el concreto faltante.

La superficie de contacto entre el concreto nuevo y el concreto viejo o endurecido, será tratada con material adhesivo y/o expansivo según el caso, aprobado por la Supervisión o bien en otros casos, se podrá usar mortero de reparación o lechada y mortero cemento-

arena o lechada y pasta; según indique y apruebe la Supervisión. En el caso del tratamiento de superficies con resinas epóxicas, la reparación estará a cargo de personal experto en esta clase de operaciones.

Los alambres y varillas salientes serán cortados hasta una profundidad de 2 centímetros dentro de la sección del concreto, y los agujeros o vacíos resultantes serán rellenados, después de ser lavados con lechada.

En elementos de concreto cuyas superficies quedaran expuestas, los excesos, protuberancias, depresiones y cualquier otra deformación de dichas superficies, serán reparadas hasta dejar en forma correcta el plano requerido.

No se permitirán en los elementos estructurales de concreto reforzado, deformaciones mayores de 1 centímetro.

3.3.3 PRUEBAS

3.3.3.1 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de los materiales y el concreto será realizado por un laboratorio especializado. Las pruebas respectivas deberán hacerse conforme las normas de la Sociedad Americana para pruebas y materiales ASTM, última versión, citadas en estas especificaciones.

El laboratorio será responsable de:

- Revisar y aprobar los materiales y las dosificaciones propuestas por el contratista al principio y en el transcurso de la obra, a fin de que satisfagan los requerimientos especificados.

- Tomar muestras y efectuar las pruebas de revenimiento y compresión del concreto que se coloque en la obra.
- Reportar a la Supervisión los resultados de todas las pruebas realizadas tan pronto sean obtenidos.

3.3.3.2 PRUEBAS DE RESISTENCIA

El contratista deberá, obtener la resistencia del concreto especificadas, las cuales deberán comprobarse por medio de especímenes preparados curados y sometidos a prueba, de conformidad con las normas ASTM C-31 y C-39 y C-172, última versión. Estas pruebas se harán en tres cilindros por cada muestreo.

Se hará un muestreo por día de colado por cada 10 metros cúbicos (m³) o menos de concreto vaciado, o bien de acuerdo a la necesidad que establezca el laboratorio. Los cilindros serán probados uno a los 7 días y los dos restantes a los 28 días.

Cuando un colado sea menor de 5m³ y los miembros a colar no sean de gran importancia, la Supervisión podrá omitir las pruebas, siempre que el concreto haya estado exhibiendo una calidad aceptable.

El resultado de las pruebas será el promedio de las resistencias de los cilindros ensayados a los 28 días. La obtención, el curado y la prueba de los cilindros deberá realizarse de acuerdo a las especificaciones ASTM C-31 y C-39, última versión, respectivamente.

El contratista suministrará el concreto necesario para los cilindros de prueba, así como la oportuna colaboración con el laboratorio en la elaboración de los mismos.

En caso de que los resultados de los ensayos de los cilindros no satisfagan lo establecido en las especificaciones, se tomarán núcleos en los sitios dudosos señalados por la Supervisión y se ensayarán por cuenta del contratista, según la norma ASTM C-42, última versión.

Toda estructura o parte de ella que según las pruebas de ruptura y de núcleo no satisfagan la fatiga de diseño, será demolida y todos los gastos de demolición y reposición de dicha estructura total o parcial, correrán por cuenta del contratista.

3.3.3.3 PRUEBAS DE REVENIMIENTO

Las pruebas de revenimiento se realizarán empleando el método prescrito por la especificación ASTM C-143, última versión.

Se realizará una prueba de revenimiento a cada volumen de concreto transportado en camiones a la obra, y cuando la resistencia del concreto exhiba variaciones, usando el método prescrito por la especificación ASTM C-143, última versión.

El revenimiento máximo admisible será de 10cms., a menos que se usen aditivos autorizados por la Supervisión.

3.3.4 ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

La resistencia del concreto será considerada satisfactoria cuando los promedios de todos los conjuntos de tres pruebas consecutivas iguallen o excedan a la resistencia de 210kg/cm^2 y ningún resultado individual sea inferior en 25kg/cm^2 e inferior a la resistencia especificada.

3.3.5 ACEPTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Los miembros colados con dimensiones inferiores a las permisibles serán considerados potencialmente deficientes, en cuyo caso serán sujetos a evaluación estructural para determinar su aceptación o su rechazo.

Los miembros colados con dimensiones mayores que las permisibles podrán ser rechazados por la Supervisión y el material en exceso será removido de tal forma que no afecte la resistencia y la apariencia de los mismos.

Los miembros colados fuera de los plomos o niveles permisibles podrán ser rechazados por la Supervisión y colados de nuevo en la forma que ésta indique.

La resistencia de la estructura será considerada potencialmente deficiente cuando:

- El concreto o el acero de refuerzo no satisfacen los requisitos establecidos en estas especificaciones.
- El curado se efectúe en forma indebida, o durante un tiempo menor del especificado.
- La estructura sufra daños mecánicos durante el curado, tales como sobrecargas, golpes o vibraciones.
- El encofrado sea retirado prematuramente.
- Si las pruebas de resistencia no cumplen las especificaciones, a los 7 o a los 28 días.

La Supervisión podrá rechazar cualquier porción de la estructura que considere potencialmente deficiente. En este caso, el contratista reforzará o reemplazará la estructura rechazada, de acuerdo con las especificaciones de la Supervisión.

El contratista pagará los costos de cualquier reparación a las estructuras, así como el análisis estructural o las pruebas adicionales requeridas.

3.3.6 JUNTAS DE DILATACIÓN

Conforme lo indicado en los planos y detalles constructivos, el contratista dejará las juntas de dilatación correspondientes de separación entre cuerpos estructurales.

Las juntas de dilatación llevarán tapajunta de aluminio de 3/16" en la parte superior del espesor del piso o losa según el caso; ésta se colocará sobre tubo estructural 1 1/2" x 1 1/2" chapa 14, adherido a la viga por medio de un ángulo 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16". Entre las superficies de contacto de la lámina tapajuntas y el espesor del piso se colocará mortero con aditivo estabilizador del tipo Sika grout o calidad equivalente. La junta deberá quedar libre de material.

3.3.7 FORMA DE PAGO

Los pagos serán hechos para los diferentes tipos de estructuras de concreto, por metro cúbico (m³). Los precios deberán incluir todos los materiales, equipos, transporte y mano de obra necesarios para la fabricación, colocación, protección y curado de concreto, etc. así como para la armadura y colocación del acero de refuerzo, según lo estipulado en estas especificaciones.

El valor del concreto de relleno de las paredes de bloque, será incluido y pagado según metros cuadrados (m²) de la partida de pared de bloque correspondiente.

Para efectos de pago solamente se estimará el material incorporado en la obra. No se realizarán pagos por materiales almacenados en la obra; a criterio de la Supervisión se podrán estimar pagos por material procesado previa aprobación del contratante.

Los miembros estructurales con bloque de concreto, se pagarán en las unidades que se indique en el formato de oferta, por metro cúbico (m³) y por metro lineal (ml).

3.4 SISTEMA DE ENTREPISO

El trabajo comprendido en este apartado incluye la fabricación, transporte y erección del sistema de entrepiso de viguetas y bovedillas tipo COPRESA o similar.

El Contratista dará pruebas fehacientes de la calidad del concreto utilizado en la fabricación de las viguetas y bovedillas para el sistema de entrepiso. La resistencia a la compresión a los 28 días debe de ser de 350Kg./cm². El acero de pre-esfuerzo deberá cumplir con las normas ASTM S-421.

Las viguetas del sistema de entrepiso deberán sostenerse únicamente por los puntos de izar o apoyos especificados por el fabricante y por medio de equipo, métodos aceptables y por personal calificado para dicho trabajo.

En caso de ser necesario, las viguetas y bovedillas deberán almacenarse sin contacto con el suelo, utilizando plataformas de madera u otro sistema.

Arriostamiento lateral de los moldes de vigas será proporcionado de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Antes de colocar la lechada, el Contratista cerrará cuidadosamente la unión inferior de las viguetas, con el fin de evitar fugas y corregir las imperfecciones que se pudieran presentar.

Alineamiento: Las viguetas serán correctamente alineadas y niveladas. Las variaciones entre las mismas serán niveladas por medio de gatos mecánicos o hidráulicos o cualquier otro método que sea recomendado por el fabricante.

3.4.1 FORMA DE PAGO

Metro Cuadrado (m²) de losa instalada y colada.

3.5 COMPLEMENTO

3.5.1 ESTRUCTURAS DEFECTUOSAS-TOLERANCIAS

Cada vez que la inspección visual de la obra ejecutada o los ensayos de ruptura de los cilindros de prueba, o las pruebas de carga, indiquen que el concreto colocado no se ajusta a los planos o a las especificaciones, se tomarán las medidas tendientes a corregir la deficiencia, según lo prescriba la supervisión, sin costo alguno para el Propietario.

Cuando fuere imposible corregir las deficiencias, habrá que demoler las estructuras defectuosas, por cuenta del contratista y reponer, también por su cuenta, el material y el trabajo ejecutado.

Donde exista una duda respecto a la calidad del concreto de una estructura, aún cuando se hayan hecho los ensayos de ruptura de cilindros de prueba, la supervisión podrá exigir anteriores ensayos de ruptura con muestras de concreto endurecido, según las especificaciones ASTM C-42, última versión, u ordenar pruebas de carga para la parte de la estructura donde se haya colocado el concreto que se pone en duda. Los ensayos de ruptura con muestras de concreto endurecido serán por cuenta del contratista, pero se efectuarán en el laboratorio que la Supervisión utilizará para el control del concreto.

SECCIÓN 4. ALBAÑILERÍA

4.1 ALCANCE DEL TRABAJO

En esta partida se incluyen todas las obras de albañilería a ejecutarse en la construcción.

El contratista proveerá la mano de obra, transporte, materiales, herramientas, andamios, etc. para ejecutarlas en concordancia con los planos y especificaciones; y serán revisadas por la Supervisión, quien dará su aprobación.

TRABAJO INCLUIDO

4.2 PAREDES Y/O MUROS DE BLOQUES DE CONCRETO

El trabajo consiste en la elaboración de elementos como paredes, tapias, muros etc. con bloques de concreto. Cualquier contradicción entre estas especificaciones y las Notas Generales Estructurales indicadas en los Planos Constructivos, prevalecerán las Notas Generales indicadas en dichos planos.

4.3.1 MATERIALES

Cemento Portland

Arena

Agua

Bloque de concreto 10 x 20 x 40

Bloque de concreto 15 x 20 x 40

Bloque de concreto 20 x 20 x 40

Concreto simple (de acuerdo a lo especificado en la Sección 3-Concreto)

Acero de refuerzo (de acuerdo a lo indicado en los planos y con las especificaciones para acero de refuerzo en la Sección 3-Concreto).

4.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Antes de efectuar el colado de los elementos sobre los que se levantarán las paredes de bloque, las varillas verticales de refuerzo, deberán estar colocadas en las ubicaciones marcadas en los planos, de tal forma que se mantenga la modulación horizontal del bloque.

El contratista presentará a la Supervisión, para su aprobación, planos de taller donde se detalle la distribución de bloques y refuerzos, antes de proceder a la colocación de los refuerzos verticales.

Efectuado el colado de las soleras de fundación, sobre las que se apoyará la pared, se modularán las alturas, se ensayará cuidadosamente sin mezcla la primera hilada, luego se asentará completamente sobre un lecho de mortero, perfectamente alineada, nivelada y a plomo.

Se levantarán primero los extremos de cada tramo de pared, dejándolos bien nivelados, alineados y a plomo, completándose luego la porción central.

Los bastones horizontales de refuerzo de las paredes se colocarán en las hiladas correspondientes especificadas en los planos. Luego de colocados los bastones horizontales se procederá a limpiar adecuadamente las rebabas de mortero y a colar los huecos de los bloques indicados en los planos, los cuales se llenarán en toda la altura de la pared, por etapas y después de colocado el refuerzo horizontal inmediato superior.

Este colado se hará de tal forma que el concreto descienda con facilidad en toda su extensión. Inmediatamente después de su colocación el concreto será vibrado manualmente con una varilla de 3/8" de diámetro.

Entre bloque y bloque habrá siempre una capa de mortero que cubrirá las caras adyacentes, almas y patines. Las juntas (sisas), deberán quedar completamente llenas y su espesor no deberá ser menor de 7mm. ni mayor de 15mm.

Las paredes quedarán (excepto donde se indique otro acabado) vistas, sin recubrimiento (repello y afinado) serán sisadas con una varilla de 3/8" y 60 centímetros de largo. Las sisas deberán quedar sin ondulaciones y en línea recta.

Las sisas verticales deberán quedar cuatropeadas, es decir que los bloques se traslaparán, exceptuando aquellos casos que en los planos arquitectónicos indiquen bloque visto con sisas verticales alineadas.

El mortero de las juntas se limpiará adecuada y periódicamente, a fin de remover todo el excedente de mortero para dejar una superficie limpia y perfilada.

En ningún caso se humedecerán los bloques antes de su colocación.

4.3.3. CONDICIONES

Los bloques de concreto tendrán las dimensiones de acuerdo a los espesores de pared indicados en los planos. Deberán presentar una resistencia neta a la ruptura por compresión de 90kg/cm^2 y una absorción máxima del 13%. Los bloques serán sometidos a pruebas de laboratorio para su comprobación.

Las pruebas se harán seleccionando muestras de cada lote ingresado a la obra y cuando lo considere conveniente la supervisión debido a diferencias con las apariencias de

los bloques aprobados (color, textura, tamaño, etc.) o por cambio de proveedor. Cuando por algún motivo se cambie de proveedor, el contratista deberá notificar anticipadamente a la supervisión para su respectiva autorización.

En la construcción de elementos con bloque no se permitirán bloques astillados o defectuosos o sin aristas bien definidas.

Las paredes y muros según se indica en los planos serán reforzados con acero vertical y horizontalmente. El traslado o manejo local de los bloques deberá hacerse con cuidado evitando lanzarlos contra el suelo o golpearlos entre sí. No se aceptará la colocación de bloques fracturados, agrietados o incompletos.

Al momento de ser colocados los bloques deberán estar limpios y libres de sustancias grasosas, orgánicas o de otros agentes que estropeen la perfecta adhesión del mortero. No se podrán colocar bloques sin la aprobación de la supervisión.

La proporción en volumen de mortero a usar es:

1 Cemento, 3 1/2 arena, 1/4 de cal hidratada.

Tamiz que debe pasar la arena: 1/4"

4.3.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²). Descontando todos aquellos elementos de bloque que tienen nomenclatura como elemento estructural, los cuales se pagarán en la Sección 3-Concreto.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

4.4 COMPLEMENTO

En los elementos de mampostería del material que fuese, el contratista deberá prever todos los aspectos relacionados con agujeros, boquetes, que sirvan a instalaciones, ductos, artefactos, etc. para evitar aperturas posteriores que dañen la integridad de los elementos.

Los elementos de mampostería que no han sido descritos particularmente, pero que son construidos con los componentes especificados deben cumplir los mismos requisitos; como por ejemplo: Cajas para instalaciones eléctricas, hidráulicas, gradas, pretiles, coronas, etc.

Las formas de pago de éstos elementos se indican en el plan de propuesta.

Las obras de albañilería que no aparecen en esta sección, como revestimientos ó acabados aparentes, (repellos, azotados, afinados, pulidos, enchapes, acabados en piso son descritos en la Sección 9-Acabados.

DOSIFICACIONES GENERALES DE MORTEROS

Rubro	Dosificación				Tamiz debe pasar la arena
	Cemento	Arena	Cal	Tierra Blanca	
Mampostería de ladrillo de barro	1	4	-	-	1/4"
Mampostería de piedra	1	3	-	-	1/4"
Mampostería de bloque de concreto	1	3 1/2	1/2	-	1/4"
Aceras	1	3	-	-	1/4"
Enladrillado o engalletado	1	5	-	-	1/4"
Repello	1	4	-	-	1/16"

Rubro	Dosificación				Tamiz debe pasar la arena
	Cemento	Arena	Cal	Tierra Blanca	
Afinado	1	2	-	-	1/64"
Zócalo ó rodapie	1	4	-	-	1/4"
Pulido	1	-	1	1/2	1/64"
Hormigueado	1	2	-	-	1/4"
Enchape (azulejos)	1	3	-	-	1/32"

* Tamiz que debe pasar la tierra blanca

SECCIÓN 5. OBRAS METÁLICAS

5.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo en esta partida incluye la provisión de todos los materiales, transporte, mano de obra, equipo, herramientas, etc. los servicios y cualquier otro trabajo necesario para la ejecución completa de cada una de las obras metálicas que aquí se especifican y que principalmente consisten en estructura de techo, columnas, barandales, pasamanos, vallas, parrillas y tapaderas, etc.

Las puertas, ventanas y divisiones metálicas se especifican en la Sección 8-Puertas y Ventanas.

TRABAJO INCLUIDO

5.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Comprende todos aquellos elementos que por su rigidez, resistencia y demás características integran la estructura de los proyectos objeto de estas especificaciones, además de las estructuras de concreto especificadas en la Sección-3 Concreto.

5.2.1 MATERIALES

Los materiales cumplirán con las siguientes condiciones generales:

- a. Las varillas redondas o cuadradas, el hierro angular y las placas o láminas serán de acero estructural, y deberán encontrarse en buen estado antes de su uso.
- b. Los electrodos que se utilizarán en este proyecto serán de calidad reconocida y se sujetarán a la Serie E-60XX de las especificaciones para aceros suaves ASTM-A-233.
- c. Las pinturas a utilizarse para protección y acabados, serán del tipo anticorrosivo RUST OLEUM, y del tipo esmalte Kem Lustral; su composición química debe ser libre de plomo. Las dos manos de pintura anticorrosiva serán de diferente color, aprobado por la Supervisión. Las Normas ASTM relacionadas serán la última versión.

5.2.2 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN

Todas las obras metálicas, deberán fabricarse de acuerdo con las medidas que se indiquen en los planos. Antes de dar inicio a la fabricación, el contratista presentará planos de taller para su respectiva aprobación de la supervisión y para su proceso se atenderá lo siguiente:

- a. Los cortes y/o perforaciones dejarán líneas y superficies rectas y limpias. El equipo para corte podrá ser el que mejor facilite el trabajo del Contratista exceptuando el corte con acetileno, el cual no se permitirá en ningún caso.

- b. Cuando se trate de estructuras soldadas se observarán las indicaciones del proyecto, el cual fijará las características, tipo y forma de aplicación de la soldadura atendiendo además lo siguiente:
- Las piezas que se vayan a soldar se colocarán correctamente en su posición y se sujetarán por medio de abrazaderas, cuñas tirantes, puntales y otros dispositivos apropiados o por medio de puntos de soldadura hasta que la soldadura definitiva sea concluida.
 - Las superficies a soldar deberán limpiarse completamente, liberándolas de escamas, óxidos, escorias, polvo, grasa o cualquier materia extraña que impida una soldadura apropiada.
 - En el ensamble o unión de partes de una estructura mediante soldadura, deberá seguirse una secuencia para soldar, que evite deformaciones perjudiciales y origine esfuerzos secundarios.
 - La soldadura deberá ser compacta en su totalidad y habrá de fusionarse completamente con el metal base.
 - Las piezas a soldar se colocarán tan próximas una a la otra como sea posible y en ningún caso quedarán separadas una distancia mayor de 4mm.
 - Una vez aplicada la soldadura las escamas deberán retirarse dejando limpia la zona de soldadura.
- c. El montaje se hará a plomo, escuadra y nivel conforme los planos; y se arriostrarán provisionalmente, hasta donde fuese necesario, para mantenerlas en su posición correcta.

No se permitirán uniones permanentes en la obra, entre estructuras en fase de montaje, hasta que se haya comprobado la correcta ubicación, plomo y nivel de las mismas. Si en cualquier momento de la construcción, se comprobara que algún elemento de la estructura tuviese dimensiones reales (como espesor, diámetro, etc.) inferiores a las admitidas por las tolerancias establecidas por las normas indicadas, dicho elemento podrá ser retirado para ser reemplazado por otro conforme a las normas mismas.

- d. Inmediatamente de haber sido inspeccionada y aprobada la estructura, se le aplicará pintura anticorrosiva de la manera siguiente: Una mano de pintura anticorrosiva inmediatamente después de su fabricación y otra después de su montaje.

5.2.3 CONDICIONES

La fabricación y montaje de las estructuras metálicas deberá ser ejecutada de acuerdo con las "especificaciones para el diseño, la fabricación y el montaje de estructuras de acero para edificios" del AISC 69.

Para las piezas de acero las tolerancias serán las permitidas por la especificación ASTM.A6

Las cuerdas en compresión no deberán presentar desviaciones de su rectitud en más de 1/1000 de la distancia.

El acabado se especificará en la Sección 9-Acabados.

Todos los materiales se almacenarán en estantes, se evitará su contacto con el suelo y se protegerá en todo momento de la intemperie, éstos a su vez deberán clasificarse por tamaño, forma y longitud o por su uso final.

5.2.4 FORMA DE PAGO

Los elementos estructurales se pagarán por ml ó por m², según el caso, debidamente terminados e instalados; su precio y su pago deberá incluir los materiales para su fabricación, hechura, izado o colocación, montaje y pintura anticorrosiva.

5.3 PASAMANOS Y COLUMNAS METÁLICAS

5.3.1 MATERIALES

- Tubo negro pintado galvanizado de los diámetros especificados en los planos.
- Pintura

5.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Se ejecutarán de acuerdo a los detalles mostrados en los planos. La unión entre las diferentes piezas será a base de soldadura eléctrica y deberá ser esmerilada evitando filos que puedan causar daños a los usuarios.

El acabado se realizará de acuerdo a las indicaciones descritas en la Sección 9 Acabados. En lo que se refiere a preparación y acabado de superficies metálicas.

5.3.3 FORMA DE PAGO

Los pasamanos y columnas metálicas se pagarán por ml, debidamente terminados y colocados, incluyendo su pintura de acabado, según se indique en estas especificaciones técnicas.

SECCIÓN 6. CARPINTERÍA

6.1 ALCANCE DEL TRABAJO

Esta partida comprende el suministro de mano de obra, materiales, transporte, herramientas, equipo y servicios necesarios para la elaboración e instalación de los trabajos de madera, etc. De acuerdo con los planos y/o las presentes especificaciones.

Se excluyen las puertas de madera incluidas en la Sección 8.

TRABAJO INCLUIDO

6.2 DIVISIONES DE MADERA

6.2.1 MATERIALES

- Plywood de banack clase A de 1.22m x 2.44m x 1/2"
- Riostra y cuartones de cedro.
- Adhesivos, clavos, tornillos, anclas, etc.
- Pinturas.

6.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Se armará una retícula de riostra de cedro formando en lo posible cuadrados de 0.60 x 0.60mts. El forro de plywood será colocado en franjas verticales de 0.60m de ancho x 2.44m de alto, entre franjas se dejará una sisa vertical de 5mm, pintada color negro mate aceite. La estructura se montará a un zócalo de cuartón de cedro anclado al piso por medio de pines de varilla diámetro 1/4". El zócalo será pintado con pintura negra mate de aceite.

El acople interior de la franja de plywood será embatientado.

Para adherir los retazos de plywood a la retícula se utilizarán adhesivos (color blanco) y clavos de 1" sin cabeza.

El acabado final de la división será con pintura de aceite kem lustral (Sherwin Williams) o similar; pintura libre de plomo en su composición química.

Antes de aplicar el revestimiento de acabado (pintura) deberá prepararse la superficie de tal modo que quede libre de rajaduras, suciedades, manchas, fibras salientes y otros defectos, removiendo, enmasillando y lijándola. Antes de la primera aplicación de pintura a la superficie deberá aplicársele un sellador de poros, y deberá ser pulida con lija de agua.

6.2.3 CONDICIONES

La sección de las piezas será de color uniforme y la humedad no será mayor del 15% en peso con fibras rectas en el sentido longitudinal.

No se admitirá ninguna pieza con defectos, el supervisor se reserva el derecho de rechazar todo material que no cumpla con los requisitos de calidad para piezas de madera laminada y piezas de sección estándar.

6.2.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cuadrado (m²), su precio y pago incluye la hechura, colocación y el acabado respectivo, según se indique en estas especificaciones técnicas.

6.3 COMPLEMENTO

ESPECIFICACIONES GENERALES. MADERAS

La madera será del tipo y calidad indicada en los planos y la sección de las piezas deberá ser constante y definida por las dimensiones especificadas, y su color será uniforme.

La humedad no será mayor del 15% en peso. Las fibras longitudinales deberán ser rectas y cada pieza deberá estar exenta de pandeaduras y alabeos.

No se aceptarán maderas que tengan algún defecto o enfermedad, nudos, abolladuras agrietadas o que muestren descomposición de tejidos, ulceradas o quemadas.

6.3.1 ADHESIVOS

Los adhesivos para complementar las juntas o uniones serán: Cola blanca a base de acetato de polivinilo, colas de contacto a base de neoprene o similar.

El tiempo de secado, la capacidad de adhesividad y la resistencia a la humedad estarán condicionados a la aceptación del Supervisor.

6.3.2 ELEMENTOS DE SUJECIÓN

Los clavos serán de hierro, elaborados a base de alambre galvanizado. Todo el clavo que se emplee será nuevo, libre de herrumbre y sin dobladuras.

Los tornillos serán de acero, rosca estándar para madera, cabeza plana y abollada. Todo el tornillo será nuevo, sin óxido ni imperfecciones.

6.3.2.1 ANCLAS

Las anclas serán metálicas (exceptuando el plomo), expansivas, no se usarán anclas expansivas de plástico, ni se admitirán tacos de madera.

SECCIÓN 7. CUBIERTAS Y PROTECCIONES

7.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará todos los materiales, herramientas, equipo, transporte, servicios y mano de obra necesarios para la instalación de cubiertas de techo, excepto donde se indica losa de concreto; facias, selladores, impermeabilizantes, aislamientos, etc.

TRABAJO INCLUIDO

7.2 CUBIERTAS DE TECHO

Es el elemento arquitectónico que se ubica en la parte superior de los edificios para darle protección de los fenómenos atmosféricos.

El edificio tendrá cubierta de lámina galvanizada-aluminizada calibre 24, pre-pintada y con diseño de junta tipo hembra y macho. Esta junta deberá ser provista de tapajunta especial y los correspondientes accesorios de fijación.

7.2.1 MATERIALES

- Lámina estructural galvanizada-aluminizada calibre 24 – acabado Poliéster estándar embozado (arena) cara exterior e interior.
- Pines galvanizados
- Arandelas de fieltro, etc.
- Capotes de lámina galvanizada calibre 24

7.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Para la manipulación y montaje se deberán atender fielmente las recomendaciones del fabricante específicamente en lo referente a colocación, perforación, sello, etc.

Todos los componentes (láminas, capotes) deberán sujetarse a la estructura por medio de los elementos de fijación o clips indicados por el Fabricante para asegurar su impermeabilidad.

7.2.3 CONDICIONES

La cubierta colocada se recibirá bien instalada con el número adecuado de elementos de fijación y el debido traslape. Asimismo se rechazará lámina con agujero para fijación cerca de los bordes, con hendiduras transversales y horizontales, agujeros, etc.

Las láminas se recibirán completamente limpias. Los capotes se distribuirán de acuerdo a lo indicado en planos.

La calidad de los materiales de la cubierta de techo serán garantizados por escrito por el fabricante de lámina o por la firma aseguradora, para un período de 5 años.

7.2.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cuadrado (m²) de cubierta instalada, la medición se hará tomando como referencia la proyección horizontal del techo colocado. Los traslapes, accesorios, capotes, etc., deben incluirse en el precio unitario.

7.3 FASCIAS, CORNISAS, CANALES Y BOTAGUAS

7.3.1 MATERIALES

Fascias y cornisas.

Se construirán conforme lo indican los planos constructivos usando lámina desplegada de los calibres indicados.

Canales y botaguas:

- Lámina galvanizada No.24 (en capotes y botaguas)
- Canal de PVC con suspensión del mismo material colocados cada 1.00m c.a.c.

7.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Los canales de PVC se fabricarán de dicho material. En la fabricación se deberá atender la forma y dimensión indicada en los planos.

Se proveerá junta de dilatación cada 10mts como máximo; las cuales se establecerán en los puntos más altos, estando cubiertas y sujetas por banda acoplada por un extremo al reborde del canal y sujetas a las grapas por otro. Para el acople entre canal y bajada se

utilizarán accesorios también de PVC. Los canales se sostendrán mediante accesorios de PVC. Los botaguas se fabricarán de lámina lisa galvanizada cal. 24 y será fijada según el material donde se apoya, cuando se trate de botagua apoyado en la estructura metálica.

7.3.3 CONDICIONES

Todos los trabajos de canales, fascias y botaguas deberán ser de la mejor calidad a fin de que cumplan con el objetivo de proteger y conducir el agua al exterior del edificio.

Todos los canales deberán presentar las posibilidades de limpieza y mantenimiento, no se permitirá aleros mayores de lo requerido que cubran toda la sección del canal; a todos los puntos de bajada deberá proveérseles una granada de PVC. En los canales se adaptarán agujeros de rebalse a fin de prever un escape en el caso de obstrucción de las bajadas. Los agujeros de rebalse deberán estar a una altura mayor de la sección del caudal y más abajo de la mayor altura del canal hacia el interior del edificio a fin de evitar rebalse hacia adentro.

7.3.4 FORMA DE PAGO

Canales de PVC	ml.
Fascias y cornisas	ml.
Botaguas lámina galv. cal. 24	ml.

SECCIÓN 8. PUERTAS, VENTANAS Y DIVISIONES

8.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará los materiales, herramientas, equipo, transporte, mano de obra y todos los servicios necesarios para dejar perfectamente instaladas las puertas y ventanas de acuerdo a lo indicado en los planos.

TRABAJO INCLUIDO

Puerta, ventanas, divisiones, cerraduras y herrajes.

Incluye todos los elementos que controlan el paso de un espacio a otro, y se consideran como unidades formadas por una o más hojas según se especifique en los planos, incluyendo, cargaderos (material sobre ventana en los casos en que el hueco es de piso a cielo falso) mochetas, herrajes y cerraduras.

En este ítem se incluyen todos los elementos, tanto de metal como de madera como: puertas de una hoja, dos hojas, portones de ingreso, etc.

8.2 PUERTAS DE MADERA

8.2.1 MATERIALES

- Piezas de cedro para estructuras y mocheta
- Adhesivos
- Madera laminada de banack de 1.22cms. x 2.44cms. x 1/4"
- Vidrio
- Pinturas, sellador, solventes, etc.
- Herrajes, cerraduras, etc.
- Clavos, tornillos.

8.2.2 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN

Todo el procedimiento del proceso de fabricación de puertas de madera deberá regirse por lo indicado en la Sección 6-Carpintería. Las uniones del forro de madera laminada al marco de la puerta serán del tipo embatentado.

Los acabados para puertas tanto de madera como metálicas se describen en la Sección 9-Acabados.

8.2.3 CONDICIONES ESPECÍFICAS

No se permitirán pandeos, distorsiones, defectos de alineamiento, verticalidad, horizontalidad o paralelismo.

Todos los elementos irán libres de rajaduras, abolladuras o cualquier otro defecto.

Debe darse cumplimiento a lo establecido en la Ley de Equiparación de Oportunidades para las Personas Discapacitadas y a las Normas Técnicas de Accesibilidad, en lo referente a las puertas de acceso para que pueda acceder una persona en sillas de ruedas, y las puertas para los servicios sanitarios destinados a personas con discapacidad.

8.2.4 FORMA DE PAGO

Por unidad. Incluye acabados, mochetas, cerraduras, herrajes.

8.3 PUERTAS METÁLICAS

8.3.1 MATERIALES

- Lámina de hierro calibre 1/32"
- Tubo industrial según detalle en planos
- Ángulos de acero
- Cerraduras y herrajes

- Pasadores
- Cartón multicelular con celdas de 1" de expansión impregnado de resinas fenolíticas
- Pletinas tope
- Mochetas metálicas.

8.3.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Los procedimientos de fabricación deben ceñirse a lo descrito en la Sección 5-Obras Metálicas. El acabado para puertas metálicas se describe en la Sección 9-Acabados.

8.3.3 CONDICIONES

Deben atenderse las condiciones descritas para puertas de madera. Cuando se trate de elementos tubulares deberán protegerse exterior e interiormente con pintura anticorrosiva.

No se permitirán piezas que presenten signos de oxidación o que no hayan sido debidamente protegidas.

La holgura máxima entre elementos fijos y elementos móviles deberá ser de tres milímetros a menos que se indique otra holgura.

La holgura entre las puertas y el piso deberá ser uniforme y exactamente de medio centímetro.

8.3.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por unidad. Incluye acabados, mocheta, herrajes, cerraduras, etc.

8.4 VENTANAS

Las ventanas serán fabricadas con marco de aluminio anodizado color natural y celosías de vidrio de 5mm de espesor o vidrio fijo de 6mm de espesor, según como se muestra en los planos.

8.4.1 MATERIALES

- Perfiles de las dimensiones indicadas en los planos
- Sellador de silicón para juntas.

8.4.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Todo el proceso de fabricación de ventanas deberá ceñirse a los procedimientos o normas de fabricación de ventanería y puertas de aluminio.

8.4.3 CONDICIONES

Cuando se coloquen los cuerpos de ventana y entren en contacto con los bloques o el concreto, las rendijas que se localicen en la región de contacto deberán ser igualmente selladas con masilla selladora de silicón.

No se admitirán ventanas o ventilas con raspaduras, rayas u otros defectos. Los operadores deben de quedar lo mejor ajustados, de manera que faciliten su manipulación.

8.4.4 FORMA DE PAGO

Las ventanas se pagarán por metro cuadrado (m²), instaladas y terminadas.

8.5 CERRADURAS Y HERRAJES

Se refiere al suministro e instalación de todos los herrajes, cerraduras, pasadores, bisagras y demás accesorios para dejar en perfecto funcionamiento los componentes objeto de esta partida (puertas y ventanas).

8.5.1 MATERIALES

Las cerraduras en general deberán cumplir estrictamente con las especificaciones federales de los EE.UU EF.H-106a, Serie 161. Estas especificaciones son para uso pesado (H.D.)

TIPOS DE CERRADURA:

Puertas metálicas exteriores:

- Cerradura tipo parche doble pasador (Referencia: Yale 610.50- 610.50 tipo pesado)
- En puertas metálicas de doble hoja se utilizará cerradura de pico (Ref. Yale # 854.11 tipo pesado).

Puertas de madera interiores:

- Cerradura de perilla-tipo dormitorio.

Puertas metálicas de servicios sanitarios al exterior:

- Cerradura de perilla del tipo todo tiempo, suelta a ambos lados o todo tiempo con llave. (Referencia: TESA-tipo pesado)

Puertas metálicas de servicios sanitarios interiores no se instalará cerradura, solo se instalará pasador niquelado interior de 4".

En las divisiones plegables se utilizará cerradura de pico (Ref.: Yale # 854.11 tipo pesado).

Cualquier contradicción entre lo aquí especificado para las cerraduras y lo indicado en planos, prevalecerán los planos.

BISAGRAS

Todas las bisagras de las puertas, serán de acero inoxidable de alcayate de 4"x 2" extendida excepto las de servicios sanitarios interiores que serán de doble acción.

Los muebles tendrán las cerraduras y herrajes que allí se indican.-

PASADORES

En las puertas de doble hoja se colocarán pasadores al piso y al cargadero, éstas se colocarán en la hoja donde se instalará el recibidor de la chapa y el batiente-tope para otra hoja. Los pasadores serán de barra de 450mm (Referencia FLEXIM-FA-13))

La marca de referencia define el tipo, calidad y uso; podrá instalarse cerraduras de superior o equivalente calidad a la de referencia, previa aprobación escrita del supervisor.

8.5.2 CONDICIONES

Antes de su colocación toda cerradura deberá ser aprobada por la supervisión. No se admitirán cerraduras que no cumplan con las especificaciones para tipo pesado (heavy-duty), las chapas una vez colocadas deberán quedar perfectamente ajustadas y la llave debe operar con fluidez.

Todas las llaves llevarán la inscripción que el propietario defina. La numeración se hará con números de 3 cifras comenzando con 100 para cerradura del primer piso; y en 200 para el segundo piso.

Se proveerá una llave maestra por cada piso con excepción de bodega, almacenes y una maestra general que abra toda cerradura sin excepciones.

Cualquier contradicción entre estas especificaciones y los planos constructivos, éstos prevalecerán.

8.5.3 FORMA DE PAGO

Los precios de la cerradura y los herrajes deberán incluirse en el precio unitario de cada puerta; por lo que su valor se pagará juntamente con la partida de la puerta correspondiente.

SECCIÓN 9. ACABADOS

9.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará los materiales, mano de obra, equipo, transporte y los servicios necesarios para ejecutar todos los trabajos referentes a los acabados según se indican en los planos y especificaciones.

TRABAJO INCLUIDO

En esta sección se incluyen todos los ítems que por sus características proporcionan una apariencia a diversos elementos arquitectónicos y entre otros se pueden mencionar: Enchapes, pisos, cielos, revestimientos, pinturas, etc.

9.2 ENCHAPES

Se refiere al recubrimiento de paredes con piezas de dimensiones específicas.

9.2.1 MATERIAL

Los azulejos a utilizar serán de fabricación centroamericana de 11 x 11 cm. y con un espesor no menor de 5mm serán de 1a. calidad y su acabado será brillante, con elementos

completos, uniformes y su forma sin hosquedades, torceduras, ralladuras o impregnados de agentes que estropeen su adecuada colocación y adherencia del mortero.

- Porcelana para zulaquear
- Mortero: Cemento-arena 1:4
- Pasta de cemento.

9.2.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Antes de empezar a colocar el azulejo o la cerámica, la superficie a enchapar recibirá una capa de mortero 1:4, tal que provea una superficie plana y a plomo la cual será estriada para proveer una buena adherencia a la pasta de cemento de pegamento del azulejo.

Las piezas tendrán entre sí una separación máxima de 2mm para absorber las irregularidades, salvo se indique lo contrario.

Donde no se puedan colocar piezas enteras, se cortarán éstas al tamaño necesario, debiendo ser las aristas de corte regular. Las juntas entre azulejos serán de 1/6" de ancho y rellenas con porcelana.

Una vez terminado el recubrimiento con azulejos, estos se limpiarán y todos los desechos y materiales sobrantes deberán removerse con el cuidado de que el enchapado no sufra daños.

Para el acabado final, se limpiarán las superficies enchapadas con azulejos, con una solución de ácido muriático.

9.2.3 CONDICIONES

Los materiales serán de primera calidad. El oferente adjuntará a su plan de oferta, la hoja técnica del fabricante, que contenga las especificaciones del azulejo, cerámica, porcelana y otro.

9.2.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²), instalados, terminados, incluyendo su limpieza final.

9.3 PISOS

El trabajo comprendido en este apartado, incluye el suministro de materiales, mano de obra y el equipo necesario para completar la instalación de los pisos que se indican en los planos respectivos.

9.3.1 MATERIALES

Los pisos serán de las siguientes clases:

- Pisos de concreto simple.
- Pisos de ladrillo de cemento.
- Rodapie.
- Cemento portland.
- Arena.
- Hormigón, gravilla o cascajo.

9.3.2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN PARA PISOS DE LADRILLO DE
CEMENTO

Primeramente deberá prepararse la superficie a enladrillar, la cual deberá quedar completamente limpia y libre de cuerpos extraños; cuando el enladrillado sea sobre el terreno natural, se deberá presentar una superficie firme y bien nivelada; en el caso de encontrarse material orgánico o arcilloso; se removerá todo este material y se sustituirá por material selecto previamente autorizado por el supervisor. El ladrillo se asentará sobre una capa de hormigón apisonado y perfectamente nivelado. Antes de colocar el mortero deberá humedecerse la base del mismo.

El mortero para el pegado de las piezas será de proporción de 1 de cemento 5 de arena y tendrá un espesor promedio de 20mm y nunca menor de 12mm. El mortero se colocará en las áreas donde se enladrillará de inmediato.

La pasta para zulaquear será de cemento gris de bajo contenido de álcalis. Las superficies de los pisos serán un solo plano con juntas nítidas sin topes, formando líneas ininterrumpidas y uniformes en ambas direcciones, las cuales deberán cortarse entre sí en ángulo recto y será entregado limpio, sin ninguna mancha de cemento, pintura u otras imperfecciones causadas por la misma calidad del ladrillo. No se recibirán pisos que en su instalación se hayan colocado ladrillos de reciente fabricación, tampoco se recibirán pisos rayados o descascarados.

9.3.3. PISOS DE CONCRETO SIMPLE

Donde se indique en los planos, se construirán los pisos de concreto simple, los cuales se construirán con acabado integral.

El acabado integral se construirá como sigue:

El vaciado del concreto simple se realizará hasta 2 cms menos del nivel de piso proyectado.

Los 2cms pendientes se completarán con una mezcla de concreto con grava clasificada de aproximadamente un centímetro.

Cuando el concreto inicie su fraguado se procederá a un lavado moderado y uniforme de la superficie hasta descubrir la parte superior de las gravas.

El lavado podrá hacerse con manguera con rociador o con cepillo de fibra de mezcal.

Cuando el concreto haya cumplido su tiempo normal de fraguado y con la autorización del Supervisor se procederá a realizar un semipulido, para eliminar las protuberancias de las gravas expuestas.

Cuando se trate de los pisos en losas (2a.planta) se realizará el mismo procedimiento.

9.3.4. CONDICIONES

Los morteros deberán mezclarse a mano y en bateas de madera. La cantidad de agua que se usará en la mezcla será la necesaria para obtener un mortero plástico y trabajable.

El supervisor determinará desde el inicio de la obra, cual será el grado de plasticidad requerido.

El supervisor aprobará el color y calidad de los ladrillos.

No se tolerarán errores en las pendientes de los pisos mayores de 0.25%. El desnivel máximo tolerable en los pisos horizontales será menor de los siguientes valores: 1/600 de la longitud mayor o medio centímetro. Además no se admitirán protuberancias o depresiones de 2mm. La resistencia a la compresión que deben cumplir las piezas será la siguiente:

- Concreto simple y concreto reforzado para graderías 245 kg/cm².

9.3.5 FORMA DE PAGO

Los pisos se pagarán instalados, limpios, incluyendo sus acabados según las unidades de medida siguientes:

Piso de cerámica porcelanato. Metro cuadrado (m²)

Rodapie. ML

Piso de concreto

sólo se pagará el pulido por Metro cuadrado (m²)

El volumen del concreto se pagará por. M³

Las graderías no tendrán pago adicional por su acabado, debiendo ser éste tipo acera con los bocales indicados en los planos.

9.4 REVESTIMIENTOS

Se refiere a aquellos revestimientos que tienen por finalidad absorber irregularidades del elemento a recubrir, proporcionar base uniforme, protección, etc.

Específicamente repellos y afinados.

9.4.1 MATERIALES

Principalmente se usarán en los revestimientos los siguientes materiales:

- Cemento
- Arena
- Aditivos (si se requiere)

Estos aditivos deberán cumplir en lo que corresponda con lo indicado en la sección de albañilería.

9.4.2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

a. REPELLOS

Antes de repellar deberán limpiarse y mojarse las paredes y cuando haya que repellar estructuras de concreto, deberán picarse previamente para mayor adherencia del repello, éste en ningún caso tendrá un espesor mayor de 1.2cms y será necesario al estar terminado, curarlo durante un período de 3 días continuos.

b. AFINADOS

Se harán con llana de metal o madera, luego se hará un alisado con esponja para poder efectuar el afinado, la pared deberá estar repellada y mojada hasta la saturación.

Si el Supervisor lo autoriza, el afinado puede hacerse a base de cal cementada o simplemente de tierra-cemento.

En este último caso la proporción recomendada será de tres partes de cemento por dos partes de tierra blanca cernida en cedazo de 1/64" o menos.

Cuando se hayan hecho perforaciones de paredes o losas para colocar tuberías, aparatos sanitarios, etc., después de repelladas las superficies, deberá afinarse

nuevamente todo el paño completo para evitar manchas o señal de reparación, excepto en paredes que lleven revestimiento.

9.4.3 CONDICIONES

Proporciones a usar	Tamiz a pasar	
Repellos	1 cemento-4 arena	1/16"
Afinados	1 cemento-1 arena	1/64"
Azotados	1 cemento-2 arena	1/4"

El cemento para repello y afinado será de bajo contenido de álcalis, los repellos al estar terminados deberán quedar nítidos, limpios, sin manchas, parejos, a plomo, sin grietas, depresiones o irregularidades y con esquinas y aristas vivas.

9.4.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²) de acuerdo a los ítems del plan de propuesta.

9.5 CIELOS

Se refiere al suministro de mano de obra, materiales, transporte, equipo y todos los servicios necesarios para dejar instalados o acabados los cielos rasos que se detallan en los planos.

9.5.1 MATERIALES

- Losetas de fibrocemento de 2' x 4' x 6mm.
- Perfiles de aluminio (ángulos, tee, cruceros, uniones)
- Alambre galvanizado
- Clavos de acero y de hierro

- Pinturas
- Mortero, Arena-Cemento.

9.5.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

CIELO FALSO

Se utilizará material fibro-cemento o similar aprobado colocado en rectángulos de 2'x4'x1/4" con suspensión de aluminio vista. Deberán de utilizarse los detalles de suspensión sísmicas que se indican en los planos respectivos.

La colocación de la suspensión se iniciará perimetralmente colocando los ángulos correctamente nivelados y fijados con clavos de acero y cuando estén completamente terminados los revestimientos respectivos.

La distribución de las losetas se realizará de acuerdo al dibujo de taller aprobado por el supervisor.

La suspensión de la estructura se realizará por medio de tirantes de alambre galvanizado No. 14.

Las losetas se asegurarán con pasadores (clavos) únicamente se dejarán sin pasadores las losetas asignadas para inspección.

9.5.3 CONDICIONES

Todo el sector donde se coloque cielo falso deberá quedar rígido y siguiendo los niveles que se indiquen en los planos.

No se permitirán losetas abolladas o deformadas, lo mismo que los perfiles de aluminio, los cuales deberán estar exentos de pandeos, cumbres, manchas de pintura, etc.

9.5.4 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²).

El precio del resanado de la superficie inferior de las losas estará incluido en el precio de la losa de concreto, por tanto, esta actividad se pagará en la partida de losa de concreto.

9.6 PINTURA

El presente apartado se refiere a la aplicación de revestimientos a base de pinturas. En todas las superficies indicadas en los planos y que incluyen las metálicas, maderas, mampostería, concreto y otros.

9.6.1 MATERIALES

Pinturas	Solventes
Esmaltes	Epóxicos
Brochas, Rodillos	Selladores, etc.
Masillas	

9.6.2 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN, PREPARACIÓN DE SUPERFICIES, SUPERFICIES REPELLADAS

Antes de aplicar alguna pintura al repello, las paredes se limpiarán, alisarán y secarán completamente. Para probar el contenido de humedad el contratista aplicará a un área de aproximadamente 1.00 x 1.00mt, en una pared que parezca típica, en opinión del supervisor una capa gruesa de "primer" (sellador) teñido de un color verde mediano. Se dejará secar 72 horas y se examinará.

Si el grado de humedad es excesivo una o ambas de las siguientes cosas sucederán:
Cambio de verde a parduzco y ampollas o burbujas.

Si no hay evidencias de nada de lo anterior, se puede empezar a pintar las paredes.
Aparte de lo anterior se llenarán todas las rajaduras, agujeros y otras imperfecciones superficiales con compuestos para enmasillar.

SUPERFICIES METÁLICAS

Antes de pintar las superficies metálicas serán limpiadas de grasa, tierra, herrumbre suelta, escamas o pintura suelta, se utilizarán para ello cepillos de acero y luego papel de lija adecuado.

Todo trabajo en metal que haya recibido una mano preliminar y se haya herrumbrado posteriormente, será lijado completamente y se le dará una mano adicional de "Primer", éste será de primera calidad, inhibitivo de la herrumbre, por ejemplo: 15 libras de cromato de zinc, por galón o preferiblemente 20 libras de plomo rojo por galón.

SUPERFICIES DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CONCRETO

Todas las superficies de mampostería y concreto deberán ser limpiadas y estar secas, libres de tierra, grasa, mortero suelto y cualquier otra materia extraña antes de pintar. Al bloque de concreto se le aplicará una base de sellador blanco antes de aplicar las dos manos de pintura especificadas.

A las superficies de concreto también deben aplicárseles la extracción de la humedad y realizar la respectiva prueba para poder autorizar la aplicación de la pintura.

SUPERFICIES DE MADERA

La madera será lijada y desempolvada antes de dar una mano preliminar.

9.6.3 ACABADOS EN SUPERFICIES DE PAREDES Y ESTRUCTURAS

Las superficies repelladas, afinadas o en fin todos los acabados a base de cemento, serán tratados con dos manos de una solución de sulfato de zinc (2.5 lbs. por galón de agua) para neutralizar el álcali del cemento.

Las paredes, cielos, fascias, cornisas y estructuras, se pintarán con látex acrílico para interiores y exteriores. La pintura será de primera calidad. Las paredes de aulas y pasillos se pintarán con pintura de aceite (excello aceite) hasta una altura de 1.40m sobre el nivel de piso terminado. Las fascias, defensas, cielos rasos y verjas metálicas tendrán el acabado indicado para superficies metálicas.

ACABADOS EN SUPERFICIES METÁLICAS

En hierro o acero

- a. Limpieza de la superficie con Dual Tech para eliminar el óxido.
- b. Aplicar anticorrosivo (kromick metal primer) siguiendo las instrucciones recomendadas para este producto. Se aplicarán dos manos.

No debe de dejarse el anticorrosivo sin pintar por más de dos semanas.

- c. Aplicación de kem lustral Enamel dos capas sucesivas, para la aplicación de la segunda capa, deberán transcurrir 24 horas.
- d. En el caso de puertas y divisiones plegables o de servicios sanitarios deberá usarse esmalte horneable acrílico y se deberán seguir estrictamente las instrucciones del fabricante.

ACABADOS EN SUPERFICIES GALVANIZADAS

- a. Efectuar limpieza con mineral spirits R1K4
- b. Aplicar una mano de wash primer P60G2
- c. El Wash primer debe recubrirse con esmalte (Kem lustral enamel) dentro de las siguientes 4 horas de su aplicación, previa a la aplicación del esmalte debe aplicarse Jet Seal sobre el Wash Primer.
- d. Aplicación del esmalte según las instrucciones del producto.

ACABADOS EN MADERA CON ESMALTE

- a. En la superficie de madera donde se usa esmalte (kem lustral enamel) la superficie debe estar debidamente lijada.
- b. No es necesario usar sellador, base o primer.
- c. Aplicar el esmalte según las instrucciones del producto.

9.6.4 CONDICIONES

Pinturas, esmaltes y lacas serán aplicadas en modo uniforme sin dejar huellas de brochas, chorreaduras u otros defectos.

Se dejará secar la superficie después de cada capa de imprimación o pintura, antes de aplicar la capa siguiente. A menos que el fabricante de la pintura indique otro lapso, deberán transcurrir 24 horas entre la aplicación de 2 capas sucesivas. Antes de aplicar la última mano de pintura, se lijarán las superficies.

El contratista proveerá un número suficiente de sacos, telas o forros para proteger los pisos o áreas que no serán pintadas en la presente operación. El goteo de pintura en pisos, o la pintura fuera de los límites, deberán limpiarse inmediatamente.

Todos los materiales serán entregados en la obra en sus respectivos envases originales y las etiquetas intactas y deberán mezclarse antes de comenzar a pintar de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

No se hará ningún enmasillado después de que la capa preliminar se haya aplicado y secado completamente.

Todas las abolladuras, rajaduras, juntas u otros defectos en la superficie serán enmasillados antes de efectuar la imprimación.

Se suministrarán muestras de todos los acabados al Supervisor para su preparación antes de ser aplicados y el trabajo terminado deberá corresponder con la muestra aprobada.

Todas las superficies pintadas llevarán las manos de pintura necesarias para cubrir la superficie a satisfacción del Supervisor.

Todos los retoques necesarios o trabajo que por alguna razón se haya dañado durante la construcción serán incluidos en este contrato, aunque no se indique; todo elemento metálico será pintado (anticorrosivo y esmalte).

9.6.5 FORMA DE PAGO

La pintura en las paredes, losas, miembros estructurales se pagarán por Metro cuadrado (m²).

En puertas, divisiones, muebles, estructuras, ventanas u otro elemento que indique acabado de pintura, el precio de éste se incluirá en la Sección respectiva de acuerdo al plan de propuesta.

SECCIÓN 10. ARTEFACTOS SANITARIOS

10.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista proveerá la dirección técnica, mano de obra y equipo necesario para dejar instalados y en perfecto funcionamiento los artefactos y accesorios indicados en los planos.

TRABAJO INCLUIDO

El trabajo comprende el suministro e instalación de los siguientes artefactos sanitarios: Inodoros, lavamanos, urinales, pocetas de aseo, etc., y sus respectivos accesorios, incluyendo válvulas de control.

10.2 TIPOS DE ARTEFACTOS Y ACCESORIOS

- Inodoro Incesa Standard o similar, Modelo HYDRA No. 551 con asiento y tapadera.
- Lavabo del tipo Incesa Standard o similar aprobado, Modelo Neptuno No. 400.
- Portarrollo de papel B-2888 Marca Bobrick o similar aprobado, con la barra portarrollo # 283-604.
- Pocetas de Aseo según detalle en planos
- Porta-toallas de papel marca Bobrick B 359

10.2.1 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Todos los artefactos sobre el piso deberán ser colocados empleando empaques de cera, bridas plásticas y pernos con sus tuercas y arandelas, para que su colocación sea de manera rígida y sin fugas; para su instalación deben atenderse las instrucciones del fabricante.

Todas las válvulas, tuberías, accesorios y equipo deberán ser protegidos durante el transcurso del trabajo, el contratista será responsable por los accesorios y los artefactos durante su instalación y hasta su entrega al propietario.

10.2.2 CONDICIONES

Todos los artefactos y accesorios serán de la mejor calidad en su clase, libres de defectos, rajaduras y otras imperfecciones y con los accesorios y conexiones en buenas condiciones y propiamente ajustados y listos para una perfecta operación.

Todos los artefactos serán blancos y los accesorios serán según lo indica el fabricante.

En los proyectos de Educación Parvularia deberán considerarse las variaciones antropométricas de los niños en los diferentes niveles, por lo que los artefactos sanitarios y accesorios deberán proveerse de acuerdo a un pedido especial anticipado y de acuerdo a los detalles y características especificadas en los planos.

10.2.3 FORMA DE PAGO

El pago se hará por valor unitario de acuerdo a las subdivisiones según el formato de oferta.

El precio unitario cotizado para cada artefacto debe incluir la instalación, el artefacto y todos sus accesorios descritos en estas especificaciones o que sean necesarios para un eficiente funcionamiento del mismo. Todos los artefactos llevarán válvulas de control de abasto.

SECCIÓN 11. INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS

11.1 NORMAS DE DISEÑO

11.1.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

El diseño del sistema de Agua Potable ha sido efectuado siguiendo el Capítulo I de las Normas Técnicas de ANDA, edición de 1998.

11.1.2 SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS

El diseño ha sido hecho utilizando las normas del National Plumbing Code, Capítulo 13.

El cálculo de los caudales de aguas lluvias provenientes de los techos de los Edificios se ha hecho utilizando las tablas 13.6.1 y 13.6.2, A y B del National Plumbing Code. Para el cálculo de los colectores se ha utilizado la fórmula racional $Q = 168 CIA$ y para la revisión de la capacidad de las tuberías hemos utilizado la fórmula de Manning que establece los caudales en m^3/seg .

Para las instalaciones de tragantes, pozos de visita y colectores se ha tomado en cuenta el Art. V.62 del Reglamento de la OPAMSS – 1996.

11.1.3 SISTEMA DE AGUAS NEGRAS

El diseño ha sido hecho siguiendo las recomendaciones que establece el National Plumbing Code de Estados Unidos de Norteamérica.

Para el drenaje de los artefactos sanitarios se han utilizado los diámetros recomendados para cada uno de ellos.

Los inodoros serán de tanque y se utilizarán de bajo consumo (6lts. por cada descarga) cumpliendo así con los requerimientos de ANDA.

11.1.4 TRABAJO INCLUIDO

Sin restringir la generalidad de lo que a continuación se describe, se detallan las siguientes partidas principales:

- Sistema de drenaje de aguas negras y servidas.
- Sistema de drenaje de aguas pluviales.
- Sistema de distribución de agua potable.
- Sistema de Almacenamiento y Bomba de Agua Potable.
- Canales, botaguas y tubos de bajada.

11.2 INSTALACIONES HIDRÁULICAS – OBRAS EXTERIORES

11.2.1 EXCAVACIONES

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los procesos de excavaciones para los sistemas de tuberías mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Todas las excavaciones deberán efectuarse hasta los límites y niveles mostrados en los planos o en el presente documento o indicados por el Supervisor.

El material extraído de la zanja deberá ser adecuadamente depositado de manera de evitar pérdidas de éste; si esto sucediere, se deberá reponer el material.

Para las tuberías de agua potable, se recomienda un ancho mínimo de la excavación de 0.50mt (para tuberías de $\varnothing 1\frac{1}{2}$ " a 1 $\frac{1}{2}$ "), para tuberías de $\varnothing 2$ " a 4" será de 0.60mts y de $\varnothing 6$ " a 8" será de 0.70mts.

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DEL CENTRO ESCOLAR ALFREDO ESPINO,
MUNICIPIO DE AHUACHAPÁN

En cuanto a la profundidad de la excavación para el sistema de agua potable, se considerará como de 1.30mts como máximo al menos que la Supervisión autorice otra.

Para las tuberías de aguas negras y aguas lluvias, el ancho de las excavaciones será de acuerdo a la información proporcionada en la siguiente tabla. Se efectuarán sobre excavaciones cuando a juicio del Supervisor se hagan necesarias.

Anchos mínimos de zanja para suelos estables

Para tuberías de aguas negras y aguas lluvias

Diámetro nominal		Diámetro exterior Aproximado		Ancho de zanja
Mm	pulg	Mm	pulg	Metros
100	4	109.2	4.300	0.50
150	6	163.1	6.420	0.55
200	8	218.4	8.600	0.62
250	10	273.9	10.786	0.67
300	12	325.0	12.795	0.75
375	15	397.7	15.658	0.90
450	18	486.5	19.152	1.10
600	24	649.7	25.580	1.40
750	30	802.0	31.575	1.50

El material producto de la excavación deberá colocarse a un costado de la zanja, a una distancia no menor que 60 cm del borde y la altura del montículo no mayor de 1.25 m, para evitar que la carga produzca derrumbes en la zanja. Como regla general, no deben excavar las zanjas con mucha anticipación a la colocación de la tubería.

11.2.2 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

11.3 RELLENO COMPACTADO

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los procesos de compactaciones mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Este trabajo consiste en la utilización de los materiales provenientes de las excavaciones del sitio de trabajo y/o bancos de préstamo apropiado para el relleno compactado de las zanjas.

Se entenderá por materiales “no apropiados” los siguientes:

- a. Turba o suelos orgánicos, o susceptibles a putrefacción.
- b. Arcillas cuyo límite líquido exceda a 80% y/o índ. plástico exceda al 55%.

El material de bancos de préstamo deberá de ser de características uniformes, similares o iguales al existente en la obra.

Este material deberá cumplir con las especificaciones y con la autorización de la supervisión.

Se utilizará relleno compactado según detalles indicados en los planos constructivos para tuberías de aguas negras, lluvias y potable.

La compactación se realizará en capas uniformes y sucesivas de espesor en estado suelto no mayor de 15cms en compactación a máquina.

Solamente los últimos 30cms deberán compactarse hasta el 95% de la densidad determinada en el ensayo Proctor.

El contenido óptimo de humedad de los diferentes materiales para alcanzar la densidad requerida, será indicado por la Supervisión con base a las pruebas de laboratorios; será sin embargo, responsabilidad del Contratista determinar si la humedad del material al momento de su compactación sea conveniente.

El recubrimiento mínimo de las tuberías será el indicado en los planos constructivos, medido sobre la parte superior de las mismas a partir del nivel de la tapadera de los pozos de visita.

Antes de realizar las pruebas de las tuberías, se hará la compactación manualmente hasta una altura de 0.30mts sobre el tubo; luego de realizar las pruebas se podrá compactar a máquina.

11.3.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

11.4 ADEMADOS EN ZANJAS

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las obras relacionadas con la hechura y colocación de ademados en zanjales de excavaciones.

Para realizar esta actividad se necesitará madera como tablas y cuartones, pudiendo utilizar como separadores piezas metálicas extensibles ó piezas de cuartón.

El procedimiento consiste en la protección de las paredes de la zanja cuando la profundidad de excavación sobrepase los 1.50mts ó cuando la Supervisión considere necesario realizar dicha actividad, tomando en cuenta el suelo existente en el lugar.

Para material limo arenoso ya existe cierto riesgo a la altura de 1.50mts por lo que

hay que considerar incluirlo.

Condiciones de suelos muy granulares, inestables o con presencia de humedad complican el proceso de excavación por lo que es necesario poner mayor atención a esta actividad.

Si por algún motivo no se tiene la facilidad de ademar las paredes de una zanja cuyo suelo se ve agrietado y suelto, es necesario confeccionar un talud con un ángulo adecuado de reposo.

11.4.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²).

11.5 TUBERÍA DE AGUA POTABLE

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los sistemas de agua potable mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Las tuberías y accesorios de agua potable serán de PVC de alta presión (250 psi), de los diámetros indicados en los planos y deberán satisfacer las normas siguientes recomendadas por ANDA: AWWA C900-CS 256-207- ASTM 2241-76 y CS-256-63.

Los accesorios serán del tipo y dimensiones apropiadas y los pegamentos serán los recomendados por el fabricante.

11.5.1 COLOCACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Antes de bajar la tubería debe revisarse las zanjas para asegurarse que el fondo no tiene piedras ni otros materiales extraños.

El fondo de la zanja donde descansa la tubería deberá conformarse en forma de canal circular, de tal manera que la superficie cilíndrica exterior de la tubería se apoye en todo lo largo de este canal circular, correspondiente a un arco circular subtendido por un ángulo de 90° en el centro de la tubería.

Si el suelo es rocoso, deberá excavarse 20 centímetros debajo de la cota definitiva y colocarse un colchón de suelo-cemento compactado sobre el cual se apoyará la tubería.

La tubería debe bajarse con suavidad hasta que repose en el fondo de la zanja y debe descansar apoyada uniformemente en toda su longitud excepto en las juntas, en cuyo lugar se hará una excavación en el fondo de la zanja para que la junta quede completamente libre.

Antes de colocar la tubería, ésta deberá estar libre de piedras, tierra, suciedad o cualquier otro cuerpo extraño en su interior.

Para efectuar la junta se seguirán las instrucciones del fabricante y la tubería o accesorio que se coloca deberá hacerse llegar a su puesto en la junta por medio de herramientas o aparatos apropiados, aprobados por el Supervisor.

Cuando sea necesario cortar un tubo, el corte podrá hacerse con una sierra mecánica o con una máquina corta tubos o cualquier otra herramienta especial aprobada. El borde será conformado con ayuda de una lima o de una amoladora mecánica para remover la rebaba.

Si fuese necesario alinear los tubos dentro del zanja acuñaéndolos, no deberá usarse nunca piedras, ladrillos u otros materiales rígidos, y el acuñaado deberá hacerse con tierra o arena aprisionada libre de piedras.

La sección de tubería colocada debe mantenerse protegida con tapones bien cerrados en las puntas para evitar la entrada de cuerpos extraños.

Una vez colocado un tramo de tubería deberá procederse a efectuar la prueba de presión antes de rellenar la zanja.

Antes de efectuar pruebas de presión, y para evitar desplazamientos debidos a la presión, deberá rellenarse parcialmente la zanja en el punto medio de los tubos entre las juntas, siguiendo las especificaciones para el relleno compactado.

Para la realización de las pruebas de presión se seguirá la especificación correspondiente y que se indica en la cláusula 11.10.

Una vez efectuadas las pruebas de presión y corregido cualquier defecto observado, se rellenarán completamente las zanjas, comenzando desde la parte inferior del tubo en capas no mayores de 15 centímetros de espesor, utilizando los materiales que se indican en los planos constructivos.

Se usará de preferencia compactadores mecánicos y solo se permitirá el uso de compactadores actuados por fuerza humana en casos especiales con permiso por escrito del Supervisor.

El uso de compactadores movidos por fuerza humana no será permitido en aquellos lugares que vayan a recibir posteriormente pavimentos para el paso de vehículos, aceras para peatones u otro tipo de estructura encima de la zanja.

La conexión del sistema de agua potable al sistema de abastecimiento de ANDA será realizada según la ubicación indicada en los planos del proyecto.

11.5.2 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (ml).

11.6 TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los sistemas de aguas negras mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Se recomienda iniciar las obras de las instalaciones de aguas negras ubicadas en las zonas bajo las edificaciones antes de comenzar las fundaciones de las mismas para facilitar el proceso constructivo.

Lo que se pretende con este proceso es evitar riesgos debido a la cercanía entre las excavaciones del sistema de aguas negras y las excavaciones de las fundaciones de las edificaciones.

Las excavaciones de las fundaciones se harán cuando ya las tuberías estén finalizadas con su relleno compactado.

Las tuberías colectoras para drenajes de aguas negras serán de PVC de baja presión (125 psi) y deberán satisfacer las normas ASTM D-2241-76 y CS-256-63.

El fondo de la zanja se terminará a mano con gran cuidado para conseguir que la tubería, después de instalada, tenga exactamente la pendiente y las elevaciones mostradas en los planos.

El Contratista deberá instalar crucetas para el alineamiento y la rasante a distancias no mayores de 10 metros.

El fondo de la zanja donde descansa la tubería deberá conformarse en forma de

canal circular, de tal manera que la superficie cilíndrica exterior de la tubería se apoye en todo lo largo de este canal circular, correspondiente a un arco circular subtendido por un ángulo de 90° en el centro de la tubería.

La instalación de la tubería comenzará en el punto más bajo de cada ramal y proseguirá en dirección ascendente, orientándose las valonas ó campanas hacia el extremo donde avanza el trabajo.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá instalar la tubería en zanjas inundadas. Los extremos de la tubería se taparán diariamente para impedir la entrada de tierra o basura.

La conexión del sistema de aguas negras al sistema de alcantarillado de ANDA será realizada según la ubicación indicada en los planos respectivos.

11.6.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (ml).

11.7 TUBERÍA DE AGUAS LLUVIAS

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todos los sistemas de aguas lluvias mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Se recomienda iniciar las obras de las instalaciones de aguas lluvias ubicadas en las zonas bajo las edificaciones antes de comenzar las fundaciones de las mismas para facilitar el proceso constructivo y así evitar riesgos debido a la cercanía entre las excavaciones de ambos trabajos.

Existen excavaciones de zanjos de aguas lluvias con mayor profundidad que las de las fundaciones, por lo tanto, las excavaciones de las fundaciones se deberán hacer cuando

ya las tuberías estén finalizadas con su relleno compactado.

La tubería colectora para drenajes pluviales será de PVC-SDR 32.5 de baja presión (125 psi) y deberá satisfacer las normas ASTM D-2241-76 y CS-256-63.

Se usarán tuberías Novafort para diámetros de 10" a 24" inclusive y para tuberías mayores de Ø24" se usará tubería tipo Novaloc ó también tipo Hancor.

El fondo de la zanja se terminará a mano con gran cuidado para conseguir que la tubería, después de instalada, tenga exactamente la pendiente y las elevaciones mostradas en los planos.

El Contratista deberá instalar crucetas para el alineamiento y la rasante a distancias no mayores de 10 metros.

El fondo de la zanja donde descansa la tubería deberá conformarse en forma de canal circular, de tal manera que la superficie cilíndrica exterior de la tubería se apoye en todo lo largo de este canal circular, correspondiente a un arco circular subtendido por un ángulo de 90° en el centro de la tubería.

La instalación de la tubería comenzará en el punto más bajo de cada ramal y proseguirá en dirección ascendente, orientándose las valonas ó campanas hacia el extremo donde avanza el trabajo.

El Contratista deberá suministrar las tuberías de PVC para uso en el proyecto con unión mecánica de doble sello de caucho, en los diámetros mostrados en los planos y en el tipo de material o la calidad o clase indicada en los planos o por LA SUPERVISIÓN DE OBRA. Deberán ser aptas para soportar las cargas y esfuerzos de manejo, desde la fábrica hasta el sitio de colocación, así como las requeridas para su correcto funcionamiento en los

sitios proyectados.

El Contratista deberá replantear la posición del eje de la tubería según el alineamiento y cotas mostrados en los planos de construcción o lo indicado por LA SUPERVISIÓN DE OBRA. El replanteo deberá ser aprobado por LA SUPERVISIÓN DE OBRA. Ningún tubo podrá colocarse cuando, a criterio de LA SUPERVISIÓN DE OBRA, las condiciones del sitio de instalación no sean adecuadas.

La instalación de la tubería deberá ser ejecutada con la verificación de las plantillas de replanteo de las cotas de fondo de la zanja y de clave del tubo (se entiende por cota clave la resultante de la cota del lomo menos el espesor de la tubería). La longitud entre puntos a verificar será definida por la SUPERVISIÓN DE OBRA.

Los tubos deben colocarse sin interrupciones y sin cambios de pendientes, en sentido contrario al flujo entre estructuras de conexión, con las campanas de las tuberías y las yees en la dirección aguas arriba.

La tubería debe colocarse de acuerdo al tipo de cimentación especificada en los planos, la cimentación deberá ejecutarse sobre terreno natural estable, siguiendo los alineamientos y las rasantes prescritos y debe soportar toda la longitud del tubo y para su instalación deben tenerse en cuenta las instrucciones del fabricante. En los tubos con uniones de campana, se excavarán anchos de zanja apropiados para alojar estas campanas.

Los tubos deberán bajarse perpendicularmente mediante el uso de poleas o grúas apropiadas al peso de los mismos.

El ensamble de los tubos puede hacerse utilizando palas o gatos, pero es muy importante que el tubo esté suspendido durante la operación de ensamble para que el

empalme sea suave sin dañar los sellos, espigas y campanas. Los anillos de caucho, las juntas herméticas, las uniones de tipo mecánico y los extremos de los tubos deben lubricarse de acuerdo a lo especificado por el Fabricante.

No se permitirá el tránsito por encima de los tubos una vez sean hechas las uniones.

El interior de los tubos debe conservarse siempre libre de tierra, mortero y otros materiales a medida que el trabajo progresa y se dejará perfectamente limpio en el momento de la terminación. Cuando por cualquier razón se suspendan los trabajos de instalación, el Contratista taponará los extremos de la tubería instalada. El retiro de cualquier tipo de objetos o de materiales del interior de la tubería es responsabilidad del Contratista y no habrá lugar a pagos adicionales por este concepto.

El último tubo bajado y que va a unirse con el colector ya instalado, debe colocarse a una distancia máxima de 30cm del último tubo colocado con el objeto de permitir la adecuada preparación de la junta y evitar los daños que podrían causar a la base por un transporte largo del tubo.

El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias, para prevenir la flotación de la tubería, en el caso de una eventual inundación del sitio de instalación cualquiera que sea la causa de las aguas que originan la inundación.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá instalar la tubería en zanjas inundadas. Los extremos de la tubería se taparán diariamente para impedir la entrada de tierra o basura.

Todas las líneas del sistema pluvial que hayan sido terminadas deben iluminarse entre las cámaras de inspección o a intervalos más cortos para determinar si el alineamiento es correcto, si no hay quiebres en la pendiente, y si no han quedado obstrucciones de

ninguna naturaleza, antes de comenzar el relleno, después de terminado el relleno y antes de la aceptación final de la obra.

El Contratista deberá garantizar que el suministro es totalmente apto y que brindará total seguridad durante su funcionamiento bajo las condiciones a que estará sometido.

La instalación del sistema de aguas lluvias se hará hasta donde lo indican los planos constructivos.

11.7.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (ml).

11.8 CAJAS DE REGISTRO

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las obras de Cajas de registro mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

Tendrán fondo de concreto y paredes de ladrillo de barro según se indica en los planos constructivos.

Las tapaderas de las cajas, en la mayoría de los casos, serán de parrilla de acero y en algunos casos serán de concreto en zonas donde no habrá tráfico.

Las dimensiones de las cajas de registro están indicadas en los planos constructivos. Las paredes serán repelladas interiormente con mortero 1:4 cemento – arena respectivamente, y se pulirán con pasta de cemento puro.

Las parrillas serán construidas como se indican en los planos constructivos.

Las parrillas, por estar en contacto con el agua, serán pintadas con dos capas de pintura anticorrosiva tal como el tipo Sherwin Williams E-91-EA-4 RED o similar

aprobado por la Supervisión. Se les aplicará una tercera mano con soplete con pintura de esmalte tipo Sherwin Williams o similar aprobado por la Supervisión.

En el caso de cajas con tapadera de concreto, éstas serán de 10cm de espesor y tejido # 3 a 0.15 m en ambos sentidos, según los planos constructivos.

11.8.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la unidad (u).

11.9 VÁLVULAS

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las obras relacionadas con las válvulas mostradas en los planos o aquí especificadas, o ambas cosas.

Las válvulas de compuerta de $\varnothing 1/2''$ a $2''$ serán de roscar, de bronce, 125psi, vástago no ascendente; $\varnothing 2 \frac{1}{2}''$ y mayores serán con bridas de hierro fundido, compuerta de doble disco, asientos de bronce y vástago no ascendente y deberán satisfacer la norma: AWWA C500 para red de distribución.

Incluye el suministro e instalación de cubre válvula, así como la construcción del tubo guía.

Las válvulas de retención o check de $\varnothing 1/2''$ a $2''$ serán de roscar, del tipo columpio (swing check), cuerpo, disco y asiento de bronce, para presiones de 125psi; $\varnothing 2 \frac{1}{2}''$ y mayores serán con junta a brida, swing check, cuerpo de hierro fundido, montadas en bronce.

La válvula de flotador que controlará el nivel de agua de la cisterna será tipo pesado, de bronce, y junto a ella irá una válvula con cuerpo de hierro fundido, para presiones de

125psi.

En lo que respecta a la instalación de las válvulas de compuerta ubicadas enterradas en las zonas de tráfico pesado, se harán mediante tubo guía y cubre válvula. En este caso el vástago no debe sobrepasar la superficie de rodamiento y debe mantenerse fijo.

11.9.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la unidad (u).

11.10 PRUEBA Y DESINFECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las actividades relacionadas con la prueba y desinfección de las instalaciones de agua potable.

Para realizar esta actividad se necesitará el equipo para ello, anclajes, agua y cloro. Este trabajo consiste en hacer la prueba de hermeticidad tal como se indica en la sección 11.13.3 de estas Especificaciones Técnicas y la desinfección de la tubería de agua potable.

Para hacer la prueba de hermeticidad, la tubería deberá estar descubierta en todas las uniones.

Se probarán los acueductos cerrando las válvulas a manera de tener presión en cada uno de los tramos indicados en los planos y probándose independientemente.

Si el Supervisor lo ordenase, podrá hacerse prueba en algunos tramos aislados.

La prueba se hará por medio de una bomba de pistón provista de un manómetro sensible lo cual permitirá observar cualquier cambio de presión.

Se inyectará agua con la bomba hasta obtener la presión máxima de servicio para

cada tramo, y el manómetro deberá indicar esta presión en forma constante durante 2 horas.

En el caso que el manómetro indicase descenso de presión, se buscará los puntos de fugas y se harán las correcciones necesarias. Se efectuará nuevamente la prueba hasta lograr que el manómetro indique una presión constante durante 2 horas.

Para la prueba se construirán anclajes o arriostramientos según información dada en la sección de Anclajes.

Antes de realizar la desinfección de la tubería, se hará circular el agua sacándola por purgas ubicadas en los puntos más bajos de la red, aplicando luego cloro de manera de lograr una concentración de 50p.p.m.

El agua clorada se mantendrá por un período de 24 horas al final de las cuales deberá haber una concentración residual mínima de 5p.p.m., sellando los extremos de la tubería y teniendo presente lo referido al relleno compactado.

11.10.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la suma global (s.g.).

11.11 PRUEBA DE LAS INSTALACIONES DE AGUAS NEGRAS

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las actividades relacionadas con la prueba de las instalaciones de aguas negras.

Para realizar esta actividad se necesitará solamente agua.

Este trabajo consiste en realizar la prueba de hermeticidad de la red de alcantarillado sanitario.

Para dicha prueba, la tubería deberá tener material compactado en ambos lados de

manera de cubrir una cuarta parte del diámetro de la tubería y no deberá estar acuñada en ningún punto.

La prueba se realizará llenando las tuberías y pozos con agua limpia o potable tapando los extremos.

La tubería permanecerá descubierta en sus uniones y llena de agua durante 24 horas, período durante el cual se permitirá una disminución de volumen del 5% por efectos de absorción en la tubería y pozos de visita.

La tubería deberá permanecer con agua durante la compactación de la zanja para detectar roturas durante dicho proceso.

11.11.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la suma global (s.g.).

11.12 ANCLAJES

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las obras relacionadas con la hechura y colocación de anclajes mostrados en los planos o aquí especificado, o ambas cosas.

Para realizar esta actividad se necesitará material para el concreto con que se fabricarán los anclajes.

Para la colocación de las tuberías es necesario construir anclajes que soporten la reacción ejercida por la presión del agua, en todos los puntos en que existen cambios de dirección o derivación de tuberías.

Esta situación se da más que todo en el caso de codos, Tees, Yees, tapones, cruces y válvulas.

Estos anclajes deben construirse en concreto, de tal forma que la masa del mismo no obstaculice posibles reparaciones en las uniones o accesorios mencionados anteriormente.

11.12.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la unidad (u).

11.13 INSTALACIONES HIDRÁULICAS DEL EDIFICIO

11.13.1 PLOMERÍA Y DRENAJE

El Contrato incluye toda la mano de obra, los materiales, los equipos y los servicios necesarios para el suministro, la entrega, la instalación, la conexión y la prueba final de toda la obra de plomería y de drenajes.

Se especifican las siguientes partidas principales a ejecutar, sin que la intención sea describir completamente todo el trabajo comprendido en el Contrato:

1. Sistema de abastecimiento de agua potable incluyendo sus accesorios y válvulas.
2. Sistema de drenaje de aguas negras y su ventilación respectiva incluyendo accesorios.
3. Sistema de drenajes de aguas pluviales.
4. Prueba de todas las tuberías.
5. "Planos-Registro" de todas las instalaciones tal como han sido construidas.

Todos los materiales para las edificaciones, deberán ser nuevos, de la mejor calidad, sin defectos o averías y del grado especificado para cada tipo descrito a continuación.

Sí en los planos se indica algún material sin especificar una norma a la cual hay que conformarse, el Contratista suministrará material de alta calidad, de grado comercial y a satisfacción y aprobación previa de la Supervisión antes de su instalación.

Las tuberías y accesorios de agua potable serán de PVC de alta presión (250 psi), de los diámetros indicados en los planos y deberán satisfacer las normas siguientes: ASTM 0-2241-76 y CS-256-63 de USA, clase 250 psi, para instalaciones ocultas y aéreas que no estén expuestas a la intemperie. Los accesorios serán de tipo y dimensiones apropiadas y los pegamentos serán los recomendados por el fabricante. Dentro de la caseta de bombeo se usará tubería y accesorios de tubería galvanizada cédula 40.

La tubería colectora para drenajes de aguas negras para las edificaciones será de PVC de baja presión (125 psi) y deberán satisfacer las normas ASTM D-2241-76 y CS-256-63.

La tubería colectora para drenajes pluviales será de PVC-SDR 32.5 de baja presión (125 psi) y deberá satisfacer las normas ASTM D-2241-76 y CS-256-63.

Se usarán tuberías Novafort para diámetros de 10” a 24” inclusive, y para tuberías mayores de $\varnothing 24$ ” se usará el tipo Novaloc ó Hancor.

11.13.2 INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS

A. General:

Normalmente, la tubería en el interior del edificio no será embebida a la estructura e irá colocada entre los cielos rasos y bajo las losas y en los ductos indicados para los sistemas hidráulicos en los planos constructivos.

En los artefactos sanitarios, los ramales cortos de abasto y descarga quedarán vistos y serán de metal cromado. En estos tramos deberán colocarse las válvulas de control individual y sifones de los artefactos sanitarios.

Las conexiones entre estos ramales y las tuberías de distribución serán provistas de chapetones de metal cromado, de forma y tamaño adecuado, debiendo quedar perfectamente unidos al piso y paredes.

B. Tubería Roscada:

Los tubos serán cortados a la medida exacta, roscada y colocados convenientemente por medio de uniones o accesorios. Las roscas serán untadas previamente con masilla de teflón, permatex o similar; se aplicará este untado únicamente a la rosca macho. Una vez enroscado, el tubo no deberá desenroscarse, a menos que se vuelva a limpiar las roscas y se aplique nueva masilla.

C. Tubería Plástica (PVC):

Se instalará de acuerdo con las instrucciones del fabricante usando los accesorios y el pegamento especial especificado para este material.

D. Camisas Pasa-Tubos:

Cuando haya tuberías que atraviesen paredes o estructuras de concreto, éstas pasarán a través de camisas pasa-tubos, las cuales serán de acero negro cédula 40. Las camisas se harán con nipples de diámetro 1" mayor que la tubería que pasará y serán de una longitud igual a la del espesor atravesado incluyendo el acabado final.

El diámetro máximo de pasatubos para vigas será $\varnothing 4''$, para paredes de corte será de $\varnothing 10''$ y para losas será de $\varnothing 8''$.

Las camisas para tubos que pasen a través de los techos se prolongarán 2 cm arriba de la superficie terminada incluyendo la impermeabilización y serán selladas tanto el espacio interior que queda entre la camisa y la tubería como la unión impermeabilizante con la camisa.

En ambos casos la profundidad del sello será de 3 cm y se usará como tal Sonolastic o material similar aprobado.

11.13.3 PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES

A. Agua Potable:

Todas las instalaciones serán probadas antes de colocar los artefactos sanitarios o instalar pisos donde haya tuberías enterradas. Se colocarán tapones roscados en todas las salidas.

La prueba se hará por medio de una bomba de pistón provisto de un manómetro sensible que permita observar cualquier cambio de presión.

La prueba se ejecutará así:

1. Se inyectará agua hasta obtener una presión de 150lb/plg².
2. El manómetro deberá indicar esta presión en forma constante durante 24 horas.
3. Si hubiese descenso de esta presión se localizarán los puntos de fuga y se harán las correcciones necesarias.
4. Se repetirá la prueba descrita en 1. y 2., las veces que sea necesario hasta que la presión se mantenga constante.

5. Bajo la responsabilidad del Contratista se podrán hacer pruebas parciales del sistema; sin embargo, al estar terminadas todas las instalaciones se hará una prueba general.

B. Aguas Negras y Pluviales:

Todos los orificios de la tubería a probar serán taponeados, excepto el del punto más alto. Luego se llenará la tubería hasta rebosar. La presión del agua no deberá ser menor de 3.00m.

La prueba se considerará satisfactoria cuando el volumen de agua se mantenga constante durante 24 horas sin presentarse fugas en el sistema. En caso contrario se repetirán las pruebas las veces necesarias.

11.13.4 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (ml).

11.14 CAJAS, TRAGANTES Y ESTRUCTURAS SIMILARES

El contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y transporte necesarios para completar todas las obras relacionadas con la construcción de las cajas, tragantes y estructuras similares para los sistemas de aguas lluvias mostrados en los planos o aquí especificados, o ambas cosas.

- A. Las cajas, tragantes, etc., tendrán fondo de concreto y paredes de ladrillo de barro colocado de "lazo".

Cuando en los planos no se muestren dimensiones se entiende que éstas deberán ser adecuadas de acuerdo con la función de la estructura.

La dimensión mínima de las cajas será de 40x40cm de lado, salvo que se indique en los planos una dimensión menor.

El mortero para el pegamento de ladrillo y repello será 1:3 (cemento y arena).

Las paredes y el fondo serán repelladas y pulidas con pasta de cemento y arena fina (1:2).

B. Los canales entre las bocas de los tubos en el fondo de las cajas y de los pozos tendrán sección semicircular.

Las tapaderas de las cajas "ciegas" serán de concreto de 10cm de espesor como mínimo, reforzadas con diámetro # 3 a cada 15cms. en ambos sentidos.

No se permitirá sellar estas cajas hasta que hayan sido revisadas y aprobadas por la Supervisión.

C. El concreto que se emplee en estas estructuras tendrá una resistencia a la ruptura de 210 kg/cm^2 a los 28 días.

Las bajantes pluviales o de aguas negras, al llegar a tierra tendrán accesorios del mismo material que las bajantes y continuarán con el mismo material hasta el pozo de visita situado en el exterior del Edificio.

El flujo descargará libremente en una caja registro con tapadera metálica según se indica en los planos constructivos.

D. Todas las piezas metálicas vistas serán pintadas así:

1. Primera mano:

Anticorrosivo, como el E-91-EA-4 Red Lead de Sherwin Williams o similar.

2. Segunda mano:

Metalastic Gray de Sherwin Williams o similar.

3. Tercera mano:

Esmalte Sherwin Williams o similar aplicado con soplete.

11.14.1 FORMA DE PAGO Y MEDIDA

La unidad de medida será la unidad (u).

SECCIÓN 12. OBRAS EXTERIORES

12.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista suministrará la mano de obra, materiales, equipo, herramientas y todos los servicios necesarios para la construcción de todas las obras exteriores del edificio.

TRABAJO INCLUIDO

Los materiales a emplear en muros, tapias, aceras, cordones y cunetas, pretilas, jardineras, pedestal para banderas, pozos, deberán cumplir con lo especificado en las secciones No.3 Concreto estructural y No.4 Albañilería. Los materiales para bardas y/o tuberías deberán cumplir con las especificaciones para materiales indicados en la Sección 5 - Obras Metálicas.

12.2 MUROS

Las obras de mampostería a construir serán: Muros de bloque de concreto, según las especificaciones de las respectivas secciones (concreto estructural). Para su construcción el contratista deberá apegarse a lo indicado en los planos y en estas especificaciones.

El Supervisor autorizará el inicio de la construcción de los muros cuando se encuentre el terreno listo y que se hayan efectuado satisfactoriamente las pruebas del laboratorio respecto a la resistencia del terreno.

Deberán haberse efectuado todas las demoliciones de muros, instalaciones, desalojo, así como deberán cumplirse con todas las medidas de seguridad para trabajadores y terceros, establecido para este tipo de procesos.

12.2.1 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cúbico (m³) o metro cuadrado (m²) según la partida correspondiente.

12.3 ACERAS

Se construirán las aceras con las pendientes, materiales, espesores e indicaciones dadas en los planos.

La sub-rasante se conformará a la misma pendiente de la acera. El suelo bajo la sub-rasante, que se considere inadecuado, será sustituido con material selecto, conforme a la Sección No. 2 de estas especificaciones.

La superficie de la acera, antes que empiece el fraguado, se tratará con una escoba dura o cepillo de pita, con el objeto de lograr una superficie antideslizante. Se tendrá especial cuidado que queden sin defectos de hundimientos, grietas, etc.

Las aceras se construirán en secciones alternas de 2.40 metros de longitud, teniéndose cuidado de que los moldes sean rectos y normales entre sí; para la junta de dilatación se usará cilatex, tablex, durapanel o similar con espesor de 3 a 4mm y deberá dar suficiente tiempo para el curado de cada sección.

La capa de desgaste será mortero de 2cms de espesor y se aplicará en una sola capa cuya superficie se conforme adecuada a la pendiente, se sisarán únicamente en el sentido transversal de manera que coincida con la junta en los colados sucesivos y tendrá 1/4" de ancho.

12.3.1 CONDICIONES

Siempre que sea posible en las construcciones nuevas, ampliaciones o remodelaciones y en cumplimiento a lo establecido en la Ley de Equiparación de Oportunidades para las Personas Discapacitadas y a las Normas Técnicas de Accesibilidad, se hará uso de rampas en las aceras, arriates y escaleras, de manera que a las personas con discapacidad se le facilite el acceso y uso de los servicios que presta el Centro Escolar.

12.3.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²). El precio unitario incluye el forjado, el repello, la conformación de local, la limpieza y conservación.

12.4 ENGRAMADOS

Corresponde a este rubro la obra engramada de los espacios destinados a éstos.

El trabajo se ejecutará con grama de hilera del tipo San Agustín, colocados sobre una capa de tierra negra de 10cms de espesor con hileras separadas un máximo de 10cms para la siembra por medio de guía, ésta no deberá tener más de 36 horas de haber sido arrancada y ser debidamente preservada a la sombra con riego constante.

12.4.1 FORMA DE PAGO

Se pagará por metro cuadrado (m²), según se indique en formato de oferta.

12.5 CONFORMACIÓN DE TALUDES

12.5.1 CONFORMACIÓN DE TALUDES

La conformación de taludes comprende la definición de la pendiente establecida en los planos cuando se hace el relleno compactado y se incluye la siembra de la grama y los árboles.

Los taludes se conformarán donde se indique en los planos y de acuerdo a los detalles.

12.5.2 FORMA DE PAGO

Se pagará por Metro cuadrado (m²), incluye el suministro y siembre de grama y árboles; la medición se hará sobre la superficie conformada.

SECCIÓN 13. JARDINERÍA Y ENGRAMADOS

13.1 MATERIALES Y EQUIPO A UTILIZAR

13.1.1 MATERIAL DE SUELO Y SUBSUELO

Es el material en donde será sembrado el material vegetativo.

13.1.2 CUBRESUELOS, PLANTAS, ARBUSTOS Y ÁRBOLES

Se plantarán diferentes variedades y especies, subdivididas en las siguientes especies:

13.1.2.1 GRAMINÁCEAS

Se utilizará grama del tipo San Agustín, el cual presenta un manto de color verde esmeralda; y se sembrará en guías separadas un máximo de 10cms.

13.2 PROCEDIMIENTOS

13.2.1 SUELO & SUBSUELO

El terreno en donde se plantará deberá ser previamente desinfectado, así como los componentes que se le incorporarán. Se deberá disponer de humus, compost, arena, estiércol, piedra pómez triturada, etc. Para mejorar las condiciones del mismo.

13.2.2 GRAMINÁCEAS

La grama deberá obtenerse en sacos de recolección de yute (para dejar respirar al material vegetativo), las guías arrancadas no deberán tener más de 36 horas de sacadas hasta el momento de siembra.

Aun pasadas las 36 horas mencionadas, deberá mantenerse este material en constante humedad antes de sembrarse y una vez sembrada en guías con la separación antes descrita.

Deberá demostrarse resultados de “pegado” a las cuatro semanas, que es cuando deberá de “desmontarse” la primera vez, para luego entregar al resembrar finalmente los sectores engramados.

Antes de la siembra se procederá a la desinfección del terreno por medio de productos químicos (insecticidas orgánicos). Para la prevención de la maleza de hoja ancha se utilizará el herbicida líquido hormonal 2,4-d.

Se preparará el terreno para la siembra con una capa de tierra negra de cafetal de por lo menos 8cms de espesor, se le dejará suelto para recibir la guía, una vez sembrada será regada constantemente para estabilizarla y evitar así la deshidratación.

Deberá tenerse en cuenta que posiblemente se encuentren casos en que existan tuberías o cables de diversos servicios, en estos casos deberá ser discutido y solucionado con la Supervisión para la sustitución o eliminación de determinado material vegetativo del proyecto.

13.2.3 MEDICIÓN Y PAGO

La forma de pago de todas y cada una de las áreas de vegetación será de la siguiente manera:

Para conformación y engramado de semitaludes y en superficies planas, se medirá y se pagará por metro cuadrado, el precio por metro cuadrado pactado deberá incluir todo el proceso de incorporación de tierra descrito, los materiales, mano de obra y herramientas enumeradas.

Para sectores decorados con jardinería, se medirá y pagará en base a suma global por separado cada uno de los sectores que deberán ser descritos e identificados por el Contratista o subcontratista, éstos deberán incluir todo el material vegetativo y todo lo descrito en planos en sus ubicaciones y cantidades descritas.

Todos los precios serán los convenidos en la oferta del constructor y deberá incluir la preparación del terreno, el material vegetativo, los abonos, insecticidas, herbicidas, la mano de obra, el uso y/o alquiler del equipo, herramientas y utensilios y toda actividad encaminada a ejecutar la obra de acuerdo a los planos y a estas especificaciones.

La Supervisión comprobará los sectores objeto de cada pago antes de iniciar los trabajos y se entiende que el pago de las actividades cubiertas en esta sección se efectuará únicamente contra la obra recibida por la Supervisión según estimaciones que sean

acordadas por ambos.

SECCION 14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

14.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y todos los servicios necesarios para completar el trabajo eléctrico señalado y/o especificado en esta sección como se detalla a continuación.

TRABAJO INCLUIDO

14.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INTERIORES

14.2.1 CONDICIONES:

Todo el trabajo incluido será ejecutado de acuerdo con los documentos del Contrato y las Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica de la Ley General de Electricidad de la República de El Salvador y su Reglamento (SIGET).

Los Planos, Detalles, Plan de Oferta, Especificaciones Técnicas, Normas y Reglamento de la Ley General de Electricidad forman parte de los Documentos del Contrato.

14.2.2 ALCANCE DEL TRABAJO

El Contratista suministrará toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y todos los servicios necesarios para completar el trabajo eléctrico señalado y/o especificado para que las instalaciones eléctricas queden completas para su operación y uso.

14.2.3 TRABAJO INCLUIDO

- a) Suministro e Instalación de Tablero General y Subtableros Eléctricos.
- b) Suministro e Instalación de Iluminación fluorescente e incandescente.
- c) Suministro e Instalación de Interruptores sencillos, dobles y/o triples.
- d) Suministro e Instalación de Tomacorrientes dobles polarizados de pared.
- e) Suministro e Instalación de Ventiladores de Techo (si fuese indicado en planos o propuesta).
- f) Suministro e Instalación de Pozos de Registro.
- g) Suministro e Instalación de Canalizaciones y Alambrado.
- h) Suministro e Instalación de Supresor de Voltajes Transientes (TVSS)
- i) Timbre (campana) para anunciar Recreo
- j) Timbre para área de Portón de entrada.

14.2.4 DEFINICIONES

Todos los equipos, los materiales y las Instalaciones a ejecutar deberán ajustarse a lo establecido en la última edición de los siguientes Reglamentos, Códigos y Normas:

- Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución Eléctrica de la Ley General de Electricidad de la República de El Salvador y su Reglamento (SIGET).
- Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos, vigente (NEC).
- Laboratorios Under Writer (U. L.) de los EE.UU.
- Asociación Americana para la Prueba de Materiales (ASTM) de los EE.UU.
- National Electrical Manufacturer Association (NEMA).

- International Electrical Code (IEC).
- National Fire Protection Association (NFPA).
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- ISO9000 (International Organization for Standardization) (Certificación para fabricantes).
- International Electrical Code. (IEC).

14.2.5 MATERIALES Y MÉTODOS DEL TRABAJO

14.2.5.1. TABLERO ELÉCTRICO (CENTRO DE CARGA)

El Tablero General a instalarse será del tipo y capacidad indicada en los planos, con una capacidad interruptiva no menor a 10,000 amperios, a menos que se especifique lo contrario.

Las barras colectoras serán de la capacidad indicada y de cobre con un mínimo de 98% de la conductividad de la plata, con barra para Neutro y barra separadora para Sistema de Polarización (Tierra) de la cual deberá polarizarse la carcasa o gabinete.

El gabinete será construido de lámina de hierro galvanizada, con puerta y cerradura pintada, con soldadura de punto a las uniones de los cortes y quiebres del panel y del tamaño adecuado y deberá tener el espacio libre mínimo de 10cms por lado para acomodar perfectamente los conductores.

El Tablero será del tipo denominado “Centros de Carga”, 120/240voltios monofásico, 4 hilos según se indica en planos, de frente muerto a instalarse empotrado en pared.

El número y carga de los circuitos del tablero aparece mostrado en los planos, incluyendo los interruptores termo magnéticos de protección (datos térmicos), curva C, Norma IEC-898 y con certificación UL. No se permitirá instalar dados térmicos de diferentes marcas en un mismo Tablero.

El conductor de Puesta a Tierra de los Toma corrientes será conectado a tierra por medio de barras copperweld de 5/8"x10 pies y el número de éstas dependerá de alcanzar una resistencia máxima 3 ohmios (independiente del Neutro).

El Tablero deberá contener en la parte interna de la puerta, un cuadro (etiqueta) de identificación de los circuitos y descripción de la carga por cada circuito de acuerdo a las protecciones, el cuadro deberá estar escrito con letra de imprenta, laminado con el fin de que sea fácilmente comprensible a los usuarios y personal de mantenimiento o conserjería del Centro Educativo.

14.2.5.2 SUPRESOR DE VOLTAJES TRANSCIENTES

El Supresor de Voltajes Transcientes a instalarse será del tipo indicado en los planos o presupuesto, será del tipo para Corriente Alterna, monofásico o trifásico, dependiendo del sistema eléctrico utilizado en el centro escolar; con una capacidad interruptiva no menor a 80KA (80,000 Amperios), el voltaje del equipos era 120/240Voltios, a menos que se especifique de otra forma.

El Supresor de Voltajes Transcientes deberá contar con 3 hilos + Tierra, de frente muerto a instalarse empotrado o adosado en pared y forma parte de un circuito derivado del Tablero Eléctrico, por lo cual deberá tener su protección respectiva.

La distancia recomendada de conexión entre el Tablero Eléctrico y el Supresor de Voltajes Transcientes deberá ser en lo posible menor a 18 pulgadas.

El tamaño del calibre de conductores deberá ser no menor del AWG N° 10, de preferencia cable (compuesto por varios hilos), no sólido.

La protección térmica deberá ser de 30 Amperios mínimo y el número de polos dependerá del tipo de sistema del proyecto y se recomienda que se instale en los primeros espacios del Tablero eléctrico.

Por ningún motivo se aprobará la instalación de la protección para el Supresor de Voltajes Transientes directamente de las Barras Principales del Tablero.

El hilo del Neutro y el hilo de Polarización deberán instalarse de acuerdo a lo establecido en las normas, códigos y estas especificaciones técnicas.

El gabinete será del tipo NEMA 1, de lámina de hierro galvanizada con puerta y cerradura, con soldadura de punto a las uniones de los cortes y quiebres del panel y del tamaño adecuado y deberá tener el espacio libre mínimo de 10cms por lado para acomodar perfectamente los conductores.

Para Proyectos en los cuales el Tablero Eléctrico se instale superficialmente debido a que el espesor de la pared es menor a la profundidad del Tablero, podrá ser instalado superficialmente el Supresor de Voltajes Transcientes, siempre y cuando forme parte de la columna simulada de concreto para alojar las canalizaciones para interconectar el Supresor al Tablero y para evitar, que el filo de las aristas del Gabinete del Supresor provoque daños a los usuarios.

Si el Proyecto considera la unificación de cargas eléctricas de todo el Centro Escolar, lo cual genera la instalación de Subestación eléctrica y Tablero General, deberá conectarse el Supresor de Voltajes Transientes al Tablero General, con una ampacidad interruptiva no menor a 100 KA (100,000 Amperios), quedando una protección contra voltajes transcientes para todo el sistema eléctrico del proyecto.

14.2.5.3 CANALIZACIÓN

La tubería será de polietileno denominado comúnmente poliducto, de pared gruesa de los diámetros nominales fabricados en el país, y será utilizado en zonas NO expuestas a daño físico, o donde así se indique.

Cuando el poliducto sea canalizado por el piso deberá estar cubierto por concreto simple en su perímetro y una vez que se haya fraguado las zanjas deberán ser rellenadas y compactadas.

No se permitirá forzar la tubería a codos mayores de 90 grados, o bien dobleces que sumen 180° en un mismo tramo, si este fuera el caso, deberán intercalarse en dicha canalización cajas de conexiones apropiadas que faciliten el manejo de conductores en caso de remoción de los mismos; y en el caso de ángulos rectos, el radio de curvatura no será menor a seis veces el diámetro exterior de la tubería. Cuando se deformase la sección de una tubería, deberá ser reemplazada por otro tramo en buen estado NO permitiéndose empalmes de tubería plástica bajo el piso sin la aprobación del supervisor.

Las canalizaciones para circuitos de alumbrado serán sujetadas a la estructura de techos (en estructura metálica de techos) a intervalos cortos mediante alambre de acero

galvanizado cuando se encuentren ocultas por cielo falso, para espacios sin cielo falso, deberá instalarse ocultos dentro del polín.

Las bajadas de tubería en las paredes se harán verticalmente y en ningún caso se permitirá empotrar horizontalmente tuberías dentro de las paredes.

En los lugares donde quede expuesta la canalización (sujeta a daños mecánicos) se utilizará conductos de acero rígido o flexible tipo conduit galvanizado.

Las canalizaciones por el piso deberán recubrirse con una capa de concreto simple de 5cms.

La limpieza de las canalizaciones se efectuará inmediatamente antes de alambrar y estando las paredes donde se alojan dichas canalizaciones, completamente terminadas y secas.

Toda la canalización desde el momento de su instalación deberá quedar con su respectiva guía, la cual será de alambre de acero galvanizado N° 14 como mínimo.

14.2.5.4 CONDUCTORES

Todos los conductores para instalar en tuberías, para el alambrado de los servicios en baja tensión, circuitos alimentadores a paneles de distribución de alumbrado y fuerza, así como circuitos derivados serán de cobre sólido o cableado con forro de PVC, Nylon y aislamiento para 600 Voltios, tipo THHN.

Los calibres de los mismos serán según indicaciones en los planos y no serán menores al AWG 14 para alumbrado y AWG 12 para tomas de corriente, a menos que se especifique o detalle de otra manera.

Los conductores del calibre igual o menor que el N° 10 AWG, serán sólidos, mientras que los conductores del calibre igual o mayor que el N° 8 AWG, deberán ser cableados.

Para las bajadas desde cajas de salida de techo hasta luminarias empotradas o adosadas a cielo falso, deberá usarse cable TNM 14/2; el cual saldrá de dichas cajas y entrará al cuerpo de las luminarias a través de conectadores rectos de 1/2" pulgada de diámetro independientemente de las cajas de salida situadas en el techo.

Siempre que deba alimentarse un receptáculo adosado al cielo falso, deberá instalarse otra caja octogonal sobre dicho cielo para el receptáculo y conectar el cable de bajada.

CODIFICACION: Se usará cable con chaqueta aislante de color para todo alambrado hasta el calibre AWG 6 inclusive tal como se describe a continuación.

Fase A	Negro
Fase B	Rojo
Fase C	Azul (si aplica)
Neutro	Blanco
Polarización	Verde
Regreso interruptor	Amarillo

Los conductores no serán colocados en el sistema de canalización hasta que éste no esté terminado y completamente seco a satisfacción de la supervisión.

14.2.5.5 EMPALMES

Todos los empalmes de conductores del calibre AWG 10 o menos, deberá ser soldado con aleación estaño-plomo con alma de resina y conectores del tipo scotchlock.

Cuando en algún empalme se utilice un conductor de calibre igual o mayor al AWG 8, deberán utilizarse conectadores de cobre del tipo perno partido, los que al ser instalados deberán ser recubiertos con cinta de hule N° 23 y ésta a su vez, cubierta con cinta No.33.

No se permitirán empalmes fuera de las cajas de empalme.

14.2.5.6 CAJAS DE SALIDA Y DE EMPALME

Todas las cajas de salida para trabajo oculto serán de hierro galvanizado tipo pesado de una sola pieza, con los pasa tubos (knockouts) incluidos en el troquelado de conformación de las cajas, del tamaño especificado por el código.

Todas las cajas para trabajo expuesto serán de hierro fundido galvanizado con aberturas enroscadas y tendrán las tapaderas apropiadas para las condiciones requeridas.

Cada caja de salida será del tamaño, tipo y forma adaptados a su sitio particular para la clase de accesorios a usarse y será sujeta firmemente en donde se requiera.

Las cajas octogonales de cielo, así como las cuadradas y las de empalme, deberán estar provistas de tapadera atornillada.

En el caso de tomas de corriente e interruptores las cajas deberán quedar perfectamente empotrados a nivel y a ras 5mm máximo del plano de pared afinada.

Las cajas rectangulares, octogonales y cuadradas pueden ser de fabricación local siempre que cumplan las normas de calidad y medidas con cajas de normas Americanas.

14.2.5.7 LOCALIZACIÓN DE LAS SALIDAS

La localización de las salidas mostradas en los planos esquemáticos se considerará como aproximada, pudiéndose colocar cualquier salida (si es necesario) a una distancia no

mayor de 40 centímetros de la localización indicada en los planos y si así es dispuesto por el supervisor.

14.2.5.8 TOMACORRIENTES

Las tomas de corriente de pared serán dobles tipo dado, polarizados montados de fábrica de tres clavijas 125 voltios y 15 amperios, con placas metálicas de aluminio anodizado oxidal, tipo industrial con placa metálica de acero inoxidable.

Toma de corriente trifilar sencillo, placa metálica acero cromado 3 hilos, 50 a, 240 v, 50/60hz en caja rectangular de 4" x 2", de hierro galvanizado tipo pesado.

14.2.5.9 INTERRUPTORES DE PARED

Los interruptores serán para uso general, diseñados para el control de alumbrado resistivo, inductivo y fluorescente, alambrado hasta con N° 10 AWG, de operación silenciosa y contactos de aleación plata-cadmio.

Deberán ser para 15 amperios continuos y 125 voltios nominales, tipo dado, sencillo o doble, según sea especificado en los planos, debiendo ser instalados en cajas rectangulares empotradas en la pared; las tapaderas de dichos interruptores deberán ser metálicas de aluminio anodizado oxidal.

Deberá tenerse cuidado de aislar completamente las terminales de conexión cuando sean instaladas.

14.2.5.10 PLACAS DE PARED

Las placas de pared para los interruptores serán instaladas verticalmente y horizontalmente para los toma corrientes, los tornillos de metal serán avellanados y

acabados para que hagan juego con las placas. Las placas serán instaladas de manera que los 4 bordes biselados hagan contacto continuo con la superficie acabada de la pared.

14.2.5.11 LUMINARIAS

El contratista instalará y suministrará las luminarias indicadas en los planos, completo con sus lámparas y equipos de suspensión.

En general, las luminarias deberán ser ajustadas en sus marcos para evitar disminución en la capacidad lumínica de construcción, embisagradas, alambradas y ventiladas para el calor radiado por lámpara y balastro, balastos de alto factor de potencia y del tipo magnético, de alta eficiencia, con atenuación completa, adecuados al voltaje, frecuencia y arranque, con un nivel de ruido bajo “clase A”.

Las luminarias serán adecuadas de lámina de acero, con baño fosfatizado y acabado de esmalte al horno, de reflectancia mayor al 85 %.

Las luminarias a instalarse serán:

- Luminaria Incandescente, para bombillo de 100watts, en receptáculo fijo de plástico, baquelita o urea, rosca completa, a instalarse en pasillo en caja octogonal tipo pesado atornillada a estructura de techo (polín).
- Luminaria fluorescente de 3x32watts, 120 Voltios, de empotrar en cielo falso, tubo T-8 tipo luz de día, 2'x4', difusor plástico blanco cuadrículado, tipo rejilla.

14.2.5.12 SISTEMA DE TIERRA Y POLARIZACIÓN

Será responsabilidad del Contratista Eléctrico suministrar todos aquellos accesorios imprescindibles para completar los sistemas de tierra y polarización que proporcionan protección, seguridad y estabilidad a los sistemas eléctricos y especiales.

Las redes de tierra serán construidas en cada uno de los sitios indicados en planos, para la formación de las mallas de tierra se utilizará cable de cobre desnudo suave N° 4, o según sea indicado, manufacturado para cumplir con las normas ASTM.

Las barras serán de aleación acero y cobre denominadas “copperweld”, de 3 metros de longitud (10 pies) y 15.88 milímetros de diámetro (5/8”); para el acople entre barras con el cable de cobre, se utilizarán grapas de bronce de apretar en frío con tornillo del mismo material.

14.2.5.13 NEUTRO DEL SISTEMA

Cada Tablero deberá contar con la barra para la conexión del hilo neutro, debiendo ser conectado a tierra mediante cable de cobre de acuerdo a lo indicado en planos, interconectado a barras copperweld de 5/8”x10 pies, para obtener la resistencia necesaria de acuerdo al neutro del sistema.

14.2.5.14 SISTEMA DE POLARIZACIÓN INDEPENDIENTE DEL NEUTRO

Independiente del conductor neutro, se utilizará un conductor para el sistema de conexión a tierra de los equipos, tableros, carcasas de los dispositivos, tomas de corriente, entre otros, para lo cual se utilizará el conductor de polarización de calibre señalado en plano.

Cada Tablero deberá contar con la barra para la polarización independiente del neutro del sistema, debiendo ser conectada a tierra mediante cable de cobre de acuerdo a lo indicado en planos, interconectado a barras copperweld de 5/8” x 10 pies, y el número de barras dependerá de alcanzar una resistencia máxima de tres ohmios (a menos que se indique lo contrario).

Todos los tomas de corriente tendrán conexión a tierra independiente del neutro del sistema, por lo que deberán contar con 3 espigas (polarizados).

14.2.5.15 ALTURAS DE LAS SALIDAS:

Del piso terminado al centro de la caja:

- Interruptores de pared: 1.20mts.
- Tomas de corriente dobles polarizados de pared: 0.40mts.
- Tomas de corriente sencillos de piso polarizados: 0.00mts.
- Tablero Eléctrico (Centro de Cargas) y Subtableros: 1.50mts.

(No deberá sobrepasar una altura de 1.80mts para la instalación del interruptor principal o MAIN).

- Controladores de Ventiladores de Techo: 1.60mts.
- Supresor de Voltajes Transcientes: 1.50mts.

14.2.5.16 MÉTODOS DEL TRABAJO

Los procedimientos de la instalación eléctrica deberán ser llevados a cabo con mano de obra calificada y competente, con equipo y herramienta de trabajo completas, de buena calidad y en cantidad suficiente, todo esto deberá reflejarse en acabado y presentación impecable y profesional de la obra eléctrica.

En el proceso de montaje de luminarias deberá tenerse cuidado de no dañar la pantalla, reflector, baño de protección y acabado, los agujeros para la conexión serán habilitados sólo los necesarios, y cualquier perforación a la caja será hecha con las herramientas adecuadas.

En la recepción de la obra no se permitirán lámparas quemadas, con franjas o manchas que indiquen anomalía, luminarias defectuosas u operación inapropiada de los equipos por daños recibidos en la construcción, manejo o cualquier defecto que a juicio de la supervisión deba ser corregido por el contratista.

Todos los interruptores y tomas de corriente se instalarán de acuerdo a la ubicación y a la altura indicada en los planos respectivos, todos los elementos de alumbrado se instalarán a plomo y a nivel, donde las cajas queden adentro de las paredes acabadas, se utilizarán cajas sin fondo y tornillos de la longitud apropiada para dejar la caja a nivel y que el interruptor quede en su posición correcta; no deberá utilizarse cuñas, láminas, arandelas, o bloques para alcanzar el nivel.

La tubería indicada en losa se instalará de acuerdo a lo indicado por el Ing. Civil o Ing. Estructurista antes del colado.

La ejecución de los trabajos de obra eléctrica deberá estar dirigida por un Ingeniero Electricista, quien deberá contar con la experiencia necesaria para este tipo de trabajo, con capacidad y autoridad para decidir, dirigir e inspeccionar la obra.

En ausencia del Ingeniero Electricista permanecerá a tiempo completo, un Electricista autorizado de tercera categoría.

Durante la ejecución del trabajo, y antes de la aceptación final se harán pruebas preliminares en presencia del supervisor, para asegurarse que materiales y mano de obra cumplan las especificaciones. Todo defecto encontrado será corregido inmediatamente, sin costo extra para el propietario.

Es necesario que el Contratista eléctrico tenga una apropiada coordinación de sus trabajos con los trabajos de otros contratistas, especialmente en lugares donde puede haber interferencia; de manera que el trabajo sea de primera calidad, tanto eléctricamente como estéticamente.

14.2.6 PRUEBAS

Las pruebas y mediciones de las Instalaciones Eléctricas, las verificará el Ingeniero Electricista responsable de la obra en presencia del Supervisor y del Propietario, siendo las principales las siguientes:

- a. Medición y/o prueba de Aislamiento de las Instalaciones eléctricas.
- b. Prueba de ausencia de Corto-circuito en las instalaciones eléctricas.
- c. Prueba de Polaridad de los tomas de corriente.
- d. Medición de resistencia óhmica de la red de tierra.
- e. PRUEBA DE AISLAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

En ningún caso la resistencia de aislamiento mínimo de la instalación eléctrica será inferior a un Megaohmio, medida con los interruptores de las luminarias abiertos.

Esta medición será realizada así:

Fase A y Fase B

Fase A y Línea Neutra.

Fase B y Línea Neutra.

Voltaje aplicado 500vdc

- f. PRUEBA DE POLARIDAD DE LOS TOMAS DE CORRIENTE

Se realiza esta prueba con un indicador de polaridad luminoso a cada uno de los tomacorrientes y puede verificarse por medio de una medición (voltímetro), será realizada con el circuito de tomas de corriente cerrado; comprobándose la polaridad en cada toma de corriente así:

Fase y Línea Neutra: 110 a 120 Voltios.

Fase y Línea de Tierra: 110 a 120 Voltios.

Línea Neutra y Línea de Tierra: 0 Voltios.

14.2.7 CERTIFICACIONES Y/O CONSTANCIAS

El Contratista Eléctrico sellará y firmará un documento que certifique su responsabilidad con la obra eléctrica y las pruebas realizadas para ser entregadas a la Distribuidora Eléctrica de la zona, y al propietario (MINED). Y deberá presentar las siguientes certificaciones:

- Certificación de la Pruebas de Medición de Tierra de los tomas de corrientes polarizados, con una resistencia de tierra no mayor de 1 ohmio. Esta certificación se requiere para todos los proyectos debido a que en los nuevos diseños todos los tomas de corriente son polarizados, y para evitar que al momento de la recepción que se requiere la prueba, no se cuente con el equipo para la medición.
- Certificación de las Pruebas de Medición de Tierra de la Subestación, cuando exista en el proyecto, para 25 KVA ó 37.5 KVA no mayor de 6 ohmios; para 50 KVA no mayor de 4 ohmios; para 75 KVA no mayor de 2.5 ohmios; para 100 KVA no mayor de 2 ohmios.
- Certificación de Garantía de Transformador, (esto para evitar el uso de

transformadores usados o reconstruidos).

14.2.8 FORMA DE PAGO

La forma de pago será la establecida en el Plan de Propuesta correspondiente al rubro Instalaciones Eléctricas.

14.2.9 GARANTÍA DE LAS INSTALACIONES

El Contratista extenderá una garantía escrita, la cual amparará las instalaciones efectuadas, por un período de un año calendario a partir de la fecha de recepción final de la obra por parte del supervisor y el propietario.

CONCLUSIONES

- Tomando en cuenta la situación en la que se encuentra el Centro Educativo desde su fundación, se vuelve de carácter urgente la ejecución del proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, Municipio de Ahuachapán” que es una propuesta de solución a la problemática que siempre ha estado presente a lo largo de la existencia del centro de estudios.
- La construcción de la infraestructura propuesta solucionará la problemática de ausencia de instalaciones propias, seguras y funcionales que proveerán mayores espacios aumentando el grado de comodidad y originando las condiciones adecuadas para que tanto el alumnado como el cuerpo docente y administrativo desarrollen sus actividades psicopedagógicas de la mejor manera.
- La implementación de la tecnología en la elaboración de cualquier tipo de diseño relacionado con la construcción de obras civiles, específicamente la aplicación de software especializado en diseño estructural, utilizado en conjunto con las normativas y reglamentos correspondientes, simplifica y facilita en gran medida los cálculos de los distintos elementos estructurales que forman parte de una estructura.
- El monto presupuestado para la construcción de las nuevas instalaciones del Centro Escolar Alfredo Espino asciende a **\$514,066.11**, en base a esta suma el centro escolar deberá buscar el financiamiento para la ejecución del proyecto, ya sea de forma completa o por etapas.

RECOMENDACIONES

- Es necesario la realización de un adecuado y completo estudio de suelos en el terreno, donde se pretende llevar a cabo la construcción del Centro Escolar, con el fin de actualizar el diseño estructural que se ha realizado.
- Revisar y/o rediseñar el diseño eléctrico, tanto de todos los circuitos que lo componen como de la subestación eléctrica que se pretende instalar, por personas especializadas en el área eléctrica.
- Es importante tomar en cuenta realizar una actualización de precios y mano de obra al momento de llevar a cabo la ejecución de la obra proyectada.
- La realización de un estudio de impacto ambiental en la zona de estudio, disminuirá los efectos que podrían causar al llevar a cabo la ejecución de proyecto.
- La Universidad de El Salvador como principal centro de estudios superiores publico del país, con una misión social debería brindar una oferta más completa sobre proyectos con fines sociales a los estudiantes que estén aptos a realizar su proceso de grado.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y MANUALES

- Diseño de Estructuras de Concreto Armado, Teodoro E. Harmsen, 3ra Edición.
- Diseño de Concreto Reforzado, Roberto Morales Morales, 3ra Edición.
- Manual del Constructor 2011.

NORMAS Y REGLAMENTOS

- Código de Diseño de Hormigón Armado ACI 318 – 05.
- Normativa de Diseño para Espacios Educativos.
- Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones.
- Norma Técnica para Diseño por Sismo.
- Normas Técnicas de ANDA 1998.

OTROS DOCUMENTOS

- Tesis “Diseño de Edificaciones Administrativas del CRIO, Santa Ana”. Morales Calderón, Mario Ernesto 2008.
- Clases de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado Ciclo I – 2010.
- <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/determinacion-de-caudales-maximos-con-el-metodo-racional/>
- http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/020308/020308_Cap4.pdf
- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4040007/lecciones/cap9-2.htm>

ANEXO #1

MUESTREO DEL SUELO

Debido a la imposibilidad de realizar un adecuado estudio de suelos en el terreno donde se pretende llevar a cabo la construcción de las nuevas instalaciones del Centro Escolar Alfredo Espino, no se pueden conocer las propiedades mecánicas del mismo, específicamente la carga de trabajo del suelo, fundamental en el diseño de las cimentaciones de cualquier edificación.

Por tal motivo este valor de la resistencia que posee el suelo para soportar cargas será asumido al momento de realizar el diseño de las cimentaciones, pero para estimar un valor más cercano del mismo, se llevaron a cabo algunos muestreos en el suelo del lugar.

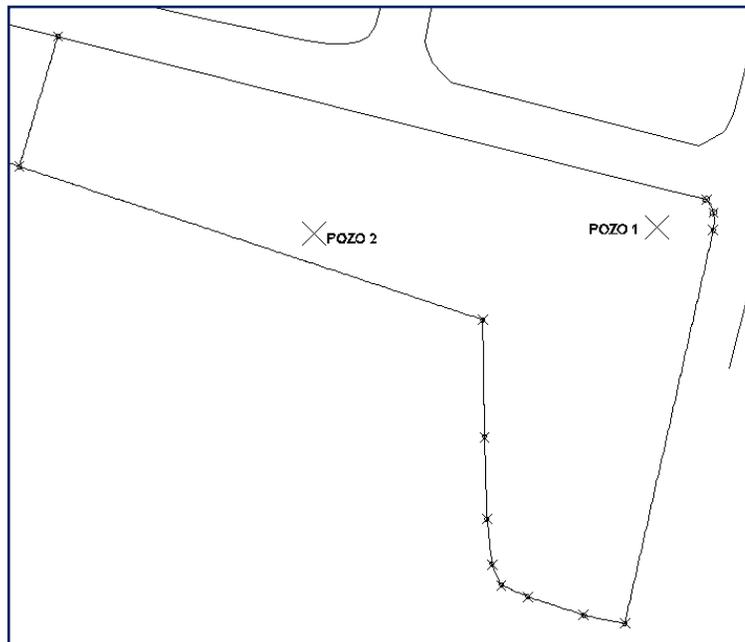


Figura 29: Ubicación de los Pozos de extracción de muestras.

Se extrajeron muestras de suelo de dos pozos a cielo abierto (ver figura), con el objetivo de conocer la granulometría del mismo, para así poder hacer uso de la tabla 7, sección 4.6.3. La tabla muestra las cargas de trabajo que pueden utilizarse en diseños preliminares de zapatas, dependiendo del tipo de suelo (roca, arena o grava).

Por tal razón se hizo uso de un análisis granulométrico para conocer los distintos tamaños de las partículas que conforman el suelo del lugar. Un análisis granulométrico se utiliza mayormente para la determinación de la composición granulométrica de los agregados para concreto, pero en este caso el objetivo de su utilización será para tener un conocimiento de las partículas que predominan en la composición granulométrica del suelo.

La primera muestra corresponde al pozo 1, siendo los resultados los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 14: Análisis granulométrico, Pozo 1

Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido		% Acumulado que pasa	% Acumulado (límites)	
		Parcial	Acumulado			
1/2"	120.2	6.16	6	6	94	100
3/8"	71.4	3.66	4	10	90	95-100
#4	249.6	12.79	13	23	77	80-100
#8	200.8	10.29	10	33	67	50-85
#16	202.4	10.37	10	43	57	25-60
#30	249.5	12.78	13	56	44	10-30
#50	337.8	17.30	17	73	27	2-10
#100	316.1	16.20	16	89	11	-
#200	144.8	7.42	8	97	3	-
Pasa #200	59.1	3.03	3	100	0	-

Total	1951.7	100.0	100			
-------	--------	-------	-----	--	--	--

De la tabla se puede observar lo siguiente:

- El 3% de la muestra pasa la malla #200, es decir, se trata de material fino.
- El 77% de la muestra pasa la malla #4, el límite entre la clasificación de gravas y arenas. Restando el porcentaje de finos retenido en la malla #200, se obtiene el 69%, por lo tanto la muestra se clasifica preliminarmente como arena.
- El porcentaje restante, corresponde a partículas que por su tamaño se consideran gravas, es decir, el 28%. Por lo que finalmente se clasifica la muestra como arena con grava.

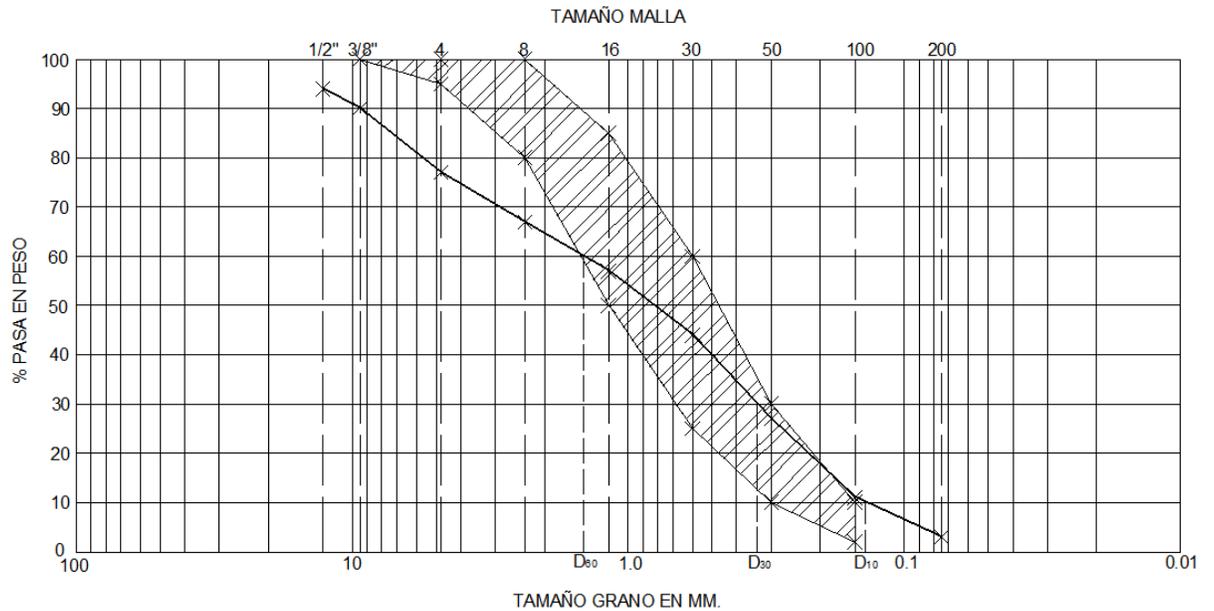


Figura 30: Curva granulométrica, muestra pozo 1.

Según el gráfico se puede observar que la muestra no posee una granulometría aceptable, ya que no se encuentra en su totalidad dentro de los límites. Del gráfico se obtienen los diámetros característicos:

$$D_{10} = 0.15 \quad D_{30} = 0.35 \quad D_{60} = 1.60$$

Un indicador de la variación del tamaño de los granos presentes en la muestra se obtiene mediante el *coeficiente de uniformidad*:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{1.6}{0.15} = 10.7$$

Una medida de la forma de la curva entre D_{60} y D_{10} , se obtiene mediante el *coeficiente de curvatura*:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} = \frac{0.35^2}{0.15 * 1.6} = 0.51$$

Un valor grande de Cu indica que los diámetros D_{60} y D_{10} difieren en tamaño apreciable. Para arenas, si Cu es mayor que 6 se considera que tiene buena graduación; para gravas, el coeficiente debe ser mayor que 4. En este caso la muestra se ha clasificado como arena, por lo que el Cu debe ser mayor que 6, lo cual se cumple.

Para que una muestra se considere bien graduada, ya sea grava o arena, debe tener un valor de Cc entre 1 y 3. El valor de Cc de la muestra no está dentro del rango, ya que este es menor que el límite inferior.

Deben cumplirse los dos parámetros a la vez para que una muestra se considere bien graduada, solamente uno de ellos cumple.

Por lo tanto, según la curva granulométrica y los parámetros propios de la muestra del pozo 1, esta se clasifica como: *arena con grava, mal graduada (SP)*.

La segunda muestra corresponde al pozo 2, siendo los resultados los mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 15: Análisis granulométrico, Pozo 2

Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido		% Acumulado que pasa	% Acumulado (límites)
		Parcial	Acumulado		
1/2"	151.45	11.17	11	89	100
3/8"	136.5	10.07	10	79	95-100
#4	312.55	23.06	23	56	80-100
#8	237.2	17.50	18	38	50-85
#16	176.7	13.04	13	25	25-60
#30	127.9	9.44	9	16	10-30
#50	105.4	7.78	8	8	2-10
#100	60.9	4.50	5	3	-
#200	27.9	2.06	2	1	-
Pasa #200	18.7	1.38	1	0	-
Total	1355.2	100.0	100		

De la tabla se puede observar lo siguiente:

- Solamente el 1% de la muestra pasa la malla #200, es decir, contiene muy poco material fino.
- El 56% de la muestra pasa la malla #4, el límite entre la clasificación de gravas y arenas. Restando el porcentaje de finos retenido en la malla #200, se obtiene el

54%, por lo tanto la muestra se clasifica preliminarmente al igual que la muestra anterior como arena.

- El porcentaje restante, corresponde a partículas que por su tamaño se consideran gravas, es decir, el 45%. Por lo que finalmente se clasifica la muestra como arena con grava.

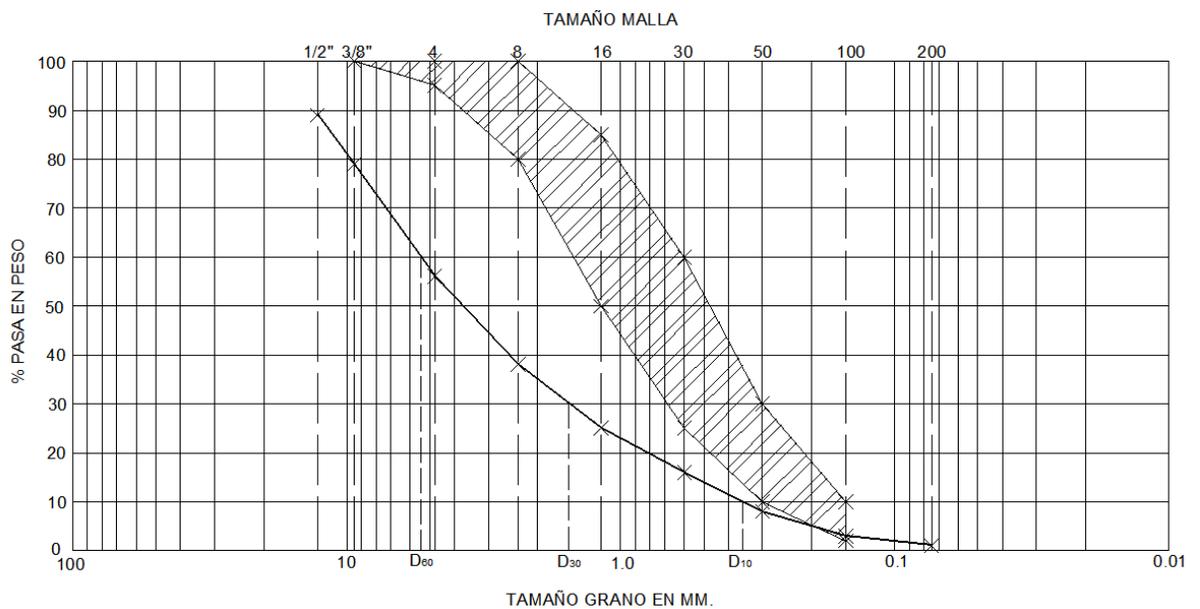


Figura 31: Curva granulométrica, muestra pozo 2.

Según el gráfico se puede observar que la muestra posee una granulometría bastante mala, ya que no se encuentra dentro de los límites. Del gráfico se obtienen los diámetros característicos:

$$D_{10} = 0.38 \quad D_{30} = 1.6 \quad D_{60} = 5.5$$

El coeficiente de uniformidad y de curvatura de la muestra son:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{5.5}{0.38} = 14.5$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} = \frac{1.6^2}{0.38 * 5.5} = 1.2$$

La muestra se clasificó previamente como arena, por lo que su C_u debería ser mayor que 6, lo cual se cumple, pero el valor de C_c se encuentra fuera del rango.

Por lo tanto, según la curva granulométrica y los parámetros propios de la muestra del pozo 2, ésta también se clasifica como: ***arena con grava, mal graduada (SP)***.

Habiendo clasificado las dos muestras según su granulometría, se procede a seleccionar un valor de Carga de trabajo para el suelo bajo la cimentación de las edificaciones; que según los resultados expuestos tomaría el mismo valor para todo tipo de cimentaciones dentro del terreno. Se utilizará como *Carga de trabajo* para el diseño preliminar de las cimentaciones el valor correspondiente a:⁵⁹

Arenas o arenas con grava mal graduadas (SP) medianamente compactas:

$$q_s = 2.50 \text{kg/cm}^2$$

⁵⁹ Ver Tabla 7, sección 4.6.3, Capítulo IV.

ANEXO #2

RESULTADOS DEL ANÁLISIS EN SAP2000

A continuación se muestran los resultados del análisis estructural realizado en SAP2000, estos se muestran resumidos en tablas exportadas desde el mismo programa. Entre los resultados mostrados se muestran el cortante basal calculado por el software y las cargas aplicadas a cada elemento que conforma la estructura.

Tabla 16: Coeficiente Sísmico y Cortante Basal. Edificio 1.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient								
LoadCase	Dir	PercentEcc	EccOverride	UserZ	C	K	WeightUsed	BaseShear
Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No	Unitless	Unitless	Ton	Ton
SX	X	0.05	No	No	0.1	1	306.9638	30.6964
SY	Y	0.05	No	No	0.1	1	306.9638	30.6964

Tabla 17: Cargas de Área aplicadas. Edificio 1.

TABLE: Area Loads - Uniform				
Area	LoadCase	CoordSys	Dir	UnifLoad
Text	Text	Text	Text	Ton/m2
1	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.418
1	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.18
2	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.418
2	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.18
3	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.418
3	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.18
4	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.465
4	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.15
5	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.465
5	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.15
6	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.465

6	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.15
7	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.041
8	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.041
9	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.041
10	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.055
11	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.055
12	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.055

En la siguiente tabla se muestran todos los tipos de fuerza que actúan solamente en los elementos de la estructura que se comportan como columnas; de dichos datos se tomará para el diseño de zapatas, la mayor fuerza axial “P” que actúa sobre cada columna, dichas fuerzas se muestran en las celdas resaltadas en rojo.⁶⁰

Tabla 18: Fuerzas en Elementos (Axial, Cortante, Torsión y Momento). Edificio 1.

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	0	COMB1	Combination	-17.5351	-0.5379	-0.0937	-0.00006895	-0.10853	-0.57193
2	0.3	COMB1	Combination	-6.5663	-0.9088	-0.2762	0.00001716	-0.30595	-1.30839
3	0	COMB1	Combination	-63.5574	-1.9456	-0.7034	-0.00022	-0.76891	-2.04867
4	0.3	COMB1	Combination	-20.9736	-2.7617	-1.4326	-0.00016	-1.85605	-4.31983
5	0	COMB1	Combination	-48.773	-1.5481	0.8805	-0.00022	0.89887	-1.62879
6	0.3	COMB1	Combination	-16.4255	-2.2371	1.9194	0.00033	2.55131	-3.46956
7	0	COMB1	Combination	-34.5542	0.0932	-0.1776	-0.00006895	-0.1981	0.09888
8	0.3	COMB1	Combination	-12.5883	0.1105	-0.5026	-0.00017	-0.5792	0.19066
9	0	COMB1	Combination	-112.922	0.2612	-0.7704	-0.00022	-0.84085	0.27483
10	0.3	COMB1	Combination	-35.5164	0.1758	-1.6567	-0.00036	-2.10759	0.42969
11	0	COMB1	Combination	-88.0818	0.2101	0.864	-0.00022	0.88009	0.22246
12	0.3	COMB1	Combination	-28.5102	0.1346	1.9465	0.00017	2.56125	0.33906
13	0	COMB1	Combination	-34.5945	-0.0965	-0.1771	-0.00006895	-0.19802	-0.10279

⁶⁰ Los valores de Fuerza Cortante y Momento Flector, se muestran en dos direcciones (2 y 3).

14	0.3	COMB1	Combination	-12.5911	-0.1148	-0.5024	-0.00001899	-0.57821	-0.19726
15	0	COMB1	Combination	-112.9323	-0.2631	-0.7741	-0.00022	-0.84611	-0.27714
16	0.3	COMB1	Combination	-35.5214	-0.1781	-1.661	-0.00022	-2.11412	-0.43269
17	0	COMB1	Combination	-88.077	-0.2067	0.8621	-0.00022	0.87667	-0.21645
18	0.3	COMB1	Combination	-28.5082	-0.1276	1.9438	-0.00076	2.55787	-0.33067
19	0	COMB1	Combination	-18.3543	0.5391	-0.1116	-0.00006895	-0.12887	0.57274
20	0.3	COMB1	Combination	-6.5602	0.9083	-0.2953	-0.00021	-0.3397	1.30968
21	0	COMB1	Combination	-64.5455	1.9439	-0.6681	-0.00022	-0.7359	2.04657
22	0.3	COMB1	Combination	-20.9753	2.7576	-1.3944	-0.00044	-1.78436	4.31564
23	0	COMB1	Combination	-48.7579	1.5506	0.8694	-0.00022	0.88305	1.63384
24	0.3	COMB1	Combination	-16.4278	2.2415	1.9114	-0.0009	2.53558	3.47491

Tabla 19: Reacciones en los Nodos. Edificio 1.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	COMB1	Combination	0.5379	0.0937	17.5351	-0.10853	0.57193	0.00006895
1	COMB2	Combination	0.4628	0.085	16.1686	-0.09493	0.49209	0.0000591
1	COMB3	Combination	-0.5929	0.1035	14.9423	-0.12992	-1.32057	-0.00143
1	COMB4	Combination	0.4364	-1.0999	10.7987	1.77799	0.44966	-0.00315
1	COMB5	Combination	-0.7093	0.0805	10.4732	-0.10547	-1.44429	-0.00144
1	COMB6	Combination	0.3201	-1.1229	6.3295	1.80243	0.32593	-0.00317
4	COMB1	Combination	1.9456	0.7034	63.5574	-0.76891	2.04867	0.00022
4	COMB2	Combination	1.6753	0.6031	59.136	-0.6496	1.76412	0.00019
4	COMB3	Combination	-1.3368	0.6768	54.9146	-0.77541	-3.57993	-0.00452
4	COMB4	Combination	1.6342	-2.7543	60.3829	4.82461	1.69675	-0.00997
4	COMB5	Combination	-1.7585	0.5259	38.3838	-0.61656	-4.02401	-0.00457
4	COMB6	Combination	1.2124	-2.9051	43.8521	4.98346	1.25268	-0.01002
7	COMB1	Combination	1.5481	-0.8805	48.773	0.89887	1.62879	0.00022
7	COMB2	Combination	1.3336	-0.7685	45.6014	0.79459	1.40311	0.00019
7	COMB3	Combination	-1.5694	-0.6863	41.9072	0.65981	-3.79627	-0.00452
7	COMB4	Combination	1.4085	-3.3663	46.1202	5.46907	1.52224	-0.00997
7	COMB5	Combination	-1.9053	-0.4891	29.0834	0.45211	-4.14967	-0.00457
7	COMB6	Combination	1.0726	-3.1691	33.2964	5.26137	1.16884	-0.01002
10	COMB1	Combination	-0.0932	0.1776	34.5542	-0.1981	-0.09888	0.00006895
10	COMB2	Combination	-0.0785	0.1665	31.9629	-0.18195	-0.08326	0.0000591
10	COMB3	Combination	-1.3312	0.1707	31.443	-0.19223	-2.10523	-0.00143
10	COMB4	Combination	-0.1063	-1.0753	25.9672	1.77176	-0.12719	-0.00315
10	COMB5	Combination	-1.3121	0.1237	22.5729	-0.14219	-2.08498	-0.00144
10	COMB6	Combination	-0.0872	-1.1223	17.0971	1.8218	-0.10693	-0.00317
13	COMB1	Combination	-0.2612	0.7704	112.922	-0.84085	-0.27483	0.00022
13	COMB2	Combination	-0.217	0.6745	105.9487	-0.72587	-0.22838	0.00019
13	COMB3	Combination	-3.8425	0.6957	103.0945	-0.76681	-6.2183	-0.00452
13	COMB4	Combination	-0.2615	-2.923	105.3769	5.06535	-0.29919	-0.00997
13	COMB5	Combination	-3.7908	0.5219	73.173	-0.58341	-6.16389	-0.00457
13	COMB6	Combination	-0.2098	-3.0969	75.4554	5.24875	-0.24479	-0.01002

16	COMB1	Combination	-0.2101	-0.864	88.0818	0.88009	-0.22246	0.00022
16	COMB2	Combination	-0.1745	-0.7601	83.0183	0.78464	-0.1848	0.00019
16	COMB3	Combination	-3.6848	-0.7318	80.7353	0.73631	-6.02363	-0.00452
16	COMB4	Combination	-0.1093	-3.6103	82.4594	5.789	-0.07591	-0.00997
16	COMB5	Combination	-3.6433	-0.5344	57.1608	0.52879	-5.97964	-0.00457
16	COMB6	Combination	-0.0678	-3.4129	58.8849	5.58148	-0.03192	-0.01002
19	COMB1	Combination	0.0965	0.1771	34.5945	-0.19802	0.10279	0.00006895
19	COMB2	Combination	0.0813	0.1661	31.9974	-0.18188	0.08661	0.0000591
19	COMB3	Combination	-1.1703	0.1512	30.7585	-0.16249	-1.93424	-0.00143
19	COMB4	Combination	0.054	-1.1164	25.9109	1.83545	0.04324	-0.00315
19	COMB5	Combination	-1.1901	0.1043	21.8798	-0.11246	-1.95533	-0.00144
19	COMB6	Combination	0.0342	-1.1633	17.0322	1.88548	0.02215	-0.00317
22	COMB1	Combination	0.2631	0.7741	112.9323	-0.84611	0.27714	0.00022
22	COMB2	Combination	0.2187	0.6776	105.9575	-0.73038	0.23037	0.00019
22	COMB3	Combination	-3.4017	0.6458	101.9428	-0.68559	-5.75416	-0.00452
22	COMB4	Combination	0.1792	-3.0411	105.4315	5.25276	0.16478	-0.00997
22	COMB5	Combination	-3.4538	0.4711	72.0191	-0.50106	-5.80906	-0.00457
22	COMB6	Combination	0.1271	-3.2158	75.5078	5.43728	0.10988	-0.01002
25	COMB1	Combination	0.2067	-0.8621	88.077	0.87667	0.21645	0.00022
25	COMB2	Combination	0.1716	-0.7585	83.0142	0.78171	0.17964	0.00019
25	COMB3	Combination	-3.3345	-0.7721	79.6575	0.80733	-5.65478	-0.00452
25	COMB4	Combination	0.2469	-3.7124	82.4987	5.9596	0.29913	-0.00997
25	COMB5	Combination	-3.3753	-0.5752	56.0841	0.60055	-5.69749	-0.00457
25	COMB6	Combination	0.2061	-3.5155	58.9253	5.75282	0.25642	-0.01002
28	COMB1	Combination	-0.5391	0.1116	18.3543	-0.12887	-0.57274	0.00006895
28	COMB2	Combination	-0.4638	0.1003	16.8707	-0.11236	-0.49278	0.0000591
28	COMB3	Combination	-1.5183	0.0783	17.2432	-0.07595	-2.30405	-0.00143
28	COMB4	Combination	-0.4872	-1.2055	11.2712	1.9501	-0.53198	-0.00315
28	COMB5	Combination	-1.4017	0.0514	12.5986	-0.04714	-2.18016	-0.00144
28	COMB6	Combination	-0.3706	-1.2324	6.6266	1.97891	-0.40808	-0.00317
31	COMB1	Combination	-1.9439	0.6681	64.5455	-0.7359	-2.04657	0.00022
31	COMB2	Combination	-1.6739	0.5729	59.9829	-0.62131	-1.76233	0.00019
31	COMB3	Combination	-4.6802	0.4991	60.7105	-0.5026	-7.10029	-0.00452
31	COMB4	Combination	-1.7071	-3.1378	61.4098	5.41767	-1.82137	-0.00997

31	COMB5	Combination	-4.2588	0.3558	43.968	-0.35082	-6.65667	-0.00457
31	COMB6	Combination	-1.2858	-3.2811	44.6673	5.56945	-1.37774	-0.01002
34	COMB1	Combination	-1.5506	-0.8694	48.7579	0.88305	-1.63384	0.00022
34	COMB2	Combination	-1.3357	-0.759	45.5885	0.78103	-1.40744	0.00019
34	COMB3	Combination	-4.2337	-0.8308	46.4357	0.89771	-6.60156	-0.00452
34	COMB4	Combination	-1.2879	-3.654	46.158	5.96111	-1.31684	-0.00997
34	COMB5	Combination	-3.8973	-0.6359	33.615	0.6934	-6.24707	-0.00457
34	COMB6	Combination	-0.9514	-3.4591	33.3373	5.7568	-0.96235	-0.01002

De igual forma se muestran los resultados del análisis del edificio 2 que como ya se mencionó anteriormente, es similar que el edificio 3. Por lo tanto, el análisis se considera válido para ambas edificaciones.

Tabla 20: Coeficiente Sísmico y Cortante Basal. Edificio 2 y 3.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient								
LoadCase	Dir	PercentEcc	EccOverride	UserZ	C	K	WeightUsed	BaseShear
Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No	Unitless	Unitless	Ton	Ton
SX	X	0.05	No	No	0.1	1	619.0074	61.9007
SY	Y	0.05	No	No	0.1	1	619.0074	61.9007

Tabla 21: Cargas de área aplicadas. Edificio 2 y 3.

TABLE: Area Loads - Uniform				
Area	LoadCase	CoordSys	Dir	UnifLoad
Text	Text	Text	Text	Ton/m2
1	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.418
1	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.18
2	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.418
2	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.18
3	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.465
3	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.15
4	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.465
4	LIVE	GLOBAL	Gravity	0.15
5	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.041
6	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.041
7	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.055
8	DEAD	GLOBAL	Gravity	0.055

Tabla 22: Fuerzas en Elementos (Axial, Cortante, Torsión y Momento). Edificio 2 y 3.

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	0	COMB1	Combination	-44.1484	-0.3253	-0.1412	-0.00002733	-0.13192	-0.34566
2	0.3	COMB1	Combination	-20.262	-0.7827	-0.4598	-0.00004078	-0.50329	-0.96978
3	0	COMB1	Combination	-127.2325	-0.8587	-0.4161	-0.00008639	-0.38083	-0.90368
4	0.3	COMB1	Combination	-52.8775	-2.0159	-1.0919	-0.0002	-1.27271	-2.5176
5	0	COMB1	Combination	-106.9094	-0.7906	0.6195	-0.00008639	0.70959	-0.83148
6	0.3	COMB1	Combination	-46.1335	-1.9704	1.7253	-0.00006244	2.06056	-2.40608
7	0	COMB1	Combination	-91.1258	-0.0004698	-0.2343	-0.00002733	-0.23106	-0.00041
8	0.3	COMB1	Combination	-41.0499	-0.0015	-0.6689	-0.00004822	-0.76934	-0.00171
9	0	COMB1	Combination	-226.2341	-0.0007352	-0.447	-0.00008639	-0.41389	-0.00031
10	0.3	COMB1	Combination	-88.4269	-0.0023	-1.2244	-0.00015	-1.40954	-0.00265
11	0	COMB1	Combination	-199.1802	0.0016	0.5505	-0.00008639	0.63643	0.00274
12	0.3	COMB1	Combination	-83.1364	0.0044	1.5311	-0.00015	1.83418	0.00514
13	0	COMB1	Combination	-44.9308	0.3226	-0.1446	-0.00002733	-0.13591	0.34298
14	0.3	COMB1	Combination	-20.2456	0.7778	-0.4631	-0.00005476	-0.50959	0.96303
15	0	COMB1	Combination	-128.2284	0.8572	-0.4033	-0.00008639	-0.36836	0.90304
16	0.3	COMB1	Combination	-52.8828	2.012	-1.0727	-0.0001	-1.24325	2.51284
17	0	COMB1	Combination	-106.9113	0.7944	0.6165	-0.00008639	0.70541	0.83742
18	0.3	COMB1	Combination	-46.1446	1.9787	1.7244	-0.00024	2.05676	2.4164

Tabla 23: Reacciones en los nodos. Edificio 2 y 3.

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m	Ton-m
1	COMB1	Combination	0.3253	0.1412	44.1484	-0.13192	0.34566	0.00002733
1	COMB2	Combination	0.2829	0.127	39.2235	-0.11799	0.30059	0.00002343
1	COMB3	Combination	-2.547	0.152	37.4634	-0.17946	-4.21212	-0.00541
1	COMB4	Combination	0.2027	-2.7072	29.9381	4.30403	0.17842	-0.0082
1	COMB5	Combination	-2.6192	0.118	27.1393	-0.14812	-4.28889	-0.00542
1	COMB6	Combination	0.1305	-2.7412	19.614	4.33537	0.10166	-0.0082
4	COMB1	Combination	0.8587	0.4161	127.2325	-0.38083	0.90368	0.00008639
4	COMB2	Combination	0.751	0.3642	113.5413	-0.3299	0.79033	0.00007405
4	COMB3	Combination	-8.1116	0.5368	103.8905	-0.62199	-13.26174	-0.0171
4	COMB4	Combination	0.5687	-8.3341	113.6935	13.28437	0.53636	-0.0259
4	COMB5	Combination	-8.305	0.443	73.8234	-0.53821	-13.46523	-0.01712
4	COMB6	Combination	0.3754	-8.428	83.6263	13.36815	0.33287	-0.02592
7	COMB1	Combination	0.7906	-0.6195	106.9094	0.70959	0.83148	0.00008639
7	COMB2	Combination	0.694	-0.5475	95.5936	0.63005	0.72983	0.00007405
7	COMB3	Combination	-7.6805	-0.1951	87.7395	0.14867	-12.69967	-0.0171
7	COMB4	Combination	1.0374	-8.5724	100.9752	13.53521	1.19369	-0.0259
7	COMB5	Combination	-7.8601	-0.052	62.3573	-0.01703	-12.88856	-0.01712
7	COMB6	Combination	0.8578	-8.4293	75.5929	13.36951	1.0048	-0.02592
10	COMB1	Combination	0.0004698	0.2343	91.1258	-0.23106	0.00041	0.00002733
10	COMB2	Combination	0.0004027	0.2109	80.9697	-0.2074	0.00035	0.00002343
10	COMB3	Combination	-3.0733	0.2072	79.8965	-0.20389	-4.77153	-0.00541
10	COMB4	Combination	-0.0763	-2.7619	71.7618	4.414	-0.1181	-0.0082
10	COMB5	Combination	-3.0734	0.1506	58.5809	-0.14854	-4.77162	-0.00542
10	COMB6	Combination	-0.0764	-2.8184	50.4462	4.46935	-0.11819	-0.0082
13	COMB1	Combination	0.0007352	0.447	226.2341	-0.41389	0.00031	0.00008639
13	COMB2	Combination	0.0006302	0.3995	202.055	-0.36749	0.00027	0.00007405
13	COMB3	Combination	-9.5324	0.3933	199.0025	-0.36272	-14.75776	-0.0171
13	COMB4	Combination	-0.1221	-8.8617	198.5371	14.00373	-0.19102	-0.0259
13	COMB5	Combination	-9.5326	0.2874	145.4362	-0.26607	-14.75782	-0.01712

13	COMB6	Combination	-0.1222	-8.9677	144.9709	14.10037	-0.19108	-0.02592
16	COMB1	Combination	-0.0016	-0.5505	199.1802	0.63643	-0.00274	0.00008639
16	COMB2	Combination	-0.0014	-0.4921	178.2306	0.57123	-0.00235	0.00007405
16	COMB3	Combination	-9.188	-0.4845	175.4163	0.56158	-14.2869	-0.0171
16	COMB4	Combination	0.2032	-9.573	184.1507	14.7527	0.31527	-0.0259
16	COMB5	Combination	-9.1876	-0.3539	128.0444	0.40914	-14.28631	-0.01712
16	COMB6	Combination	0.2035	-9.4424	136.7789	14.60025	0.31586	-0.02592
19	COMB1	Combination	-0.3226	0.1446	44.9308	-0.13591	-0.34298	0.00002733
19	COMB2	Combination	-0.2806	0.1299	39.8941	-0.12141	-0.29829	0.00002343
19	COMB3	Combination	-3.1074	0.1004	40.6177	-0.05625	-4.80777	-0.00541
19	COMB4	Combination	-0.3448	-2.9152	30.3286	4.62874	-0.40354	-0.0082
19	COMB5	Combination	-3.0357	0.0657	30.1259	-0.02406	-4.73158	-0.00542
19	COMB6	Combination	-0.2732	-2.9499	19.8368	4.66093	-0.32735	-0.0082
22	COMB1	Combination	-0.8572	0.4033	128.2284	-0.36836	-0.90304	0.00008639
22	COMB2	Combination	-0.7497	0.3532	114.3949	-0.31922	-0.78978	0.00007405
22	COMB3	Combination	-9.6011	0.1749	120.682	-0.02452	-14.83004	-0.0171
22	COMB4	Combination	-0.7911	-8.9987	114.7266	14.3118	-0.89549	-0.0259
22	COMB5	Combination	-9.408	0.0838	90.4014	0.05659	-14.62669	-0.01712
22	COMB6	Combination	-0.5981	-9.0898	84.4461	14.39291	-0.69214	-0.02592
25	COMB1	Combination	-0.7944	-0.6165	106.9113	0.70541	-0.83742	0.00008639
25	COMB2	Combination	-0.6972	-0.545	95.5952	0.62647	-0.73492	0.00007405
25	COMB3	Combination	-9.0595	-0.885	100.4815	1.09148	-14.15157	-0.0171
25	COMB4	Combination	-0.6778	-9.1766	101.0784	14.49907	-0.61228	-0.0259
25	COMB5	Combination	-8.8791	-0.7426	75.0988	0.92667	-13.96142	-0.01712
25	COMB6	Combination	-0.4974	-9.0341	75.6958	14.33427	-0.42212	-0.02592

ANEXO #3

DISEÑO DE VIGAS

✓ DISEÑO DE REFUERZO POR FLEXIÓN Y COMPRESIÓN

A continuación se muestra el procedimiento de diseño de vigas sometidas a flexión y compresión, utilizando los conceptos y ecuaciones de la sección 4.6.1 del capítulo 4.

- Cálculo del tipo de Viga V1:

Para simplificar los cálculos se realizará el diseño de las vigas tomando como referencia la viga que requiera la mayor área de acero⁶¹, las dimensiones de la viga según el pre-dimensionamiento son 30x60cm, mismas que fueron introducidas al programa, que mostró los resultados de la cuantía de acero requerida por cada sección. La mayor cuantía mostrada es de: $\rho=0.42\%$

A dicha cuantía le corresponde un área de acero de:

$$A_s = 0.0042 * 30 * 60 = 7.56cm^2$$

Cabe mencionar que el programa SAP2000 toma como peralte efectivo de la viga, la altura total; es decir, el peralte efectivo es igual al peralte total de la sección, por esta razón se utilizó 60cm y no 54cm.

El área de acero mínima sugerida por el código del ACI es:

$$A_{smin} = 0.8 \frac{\sqrt{210}}{4200} * 30 * 60 = 4.97cm^2$$

⁶¹ Según resultados del SAP2000, la cantidad de acero requerida por las vigas corresponde a la mínima.

Pero no menor que:

$$A_{smin} \geq \frac{14.1}{4200} * 30 * 60 = 6.04cm^2$$

Se verifica que la cuantía provista no sea mayor que la máxima:⁶²

$$0.75\bar{\rho}_b = 1.6\% > 0.42\%$$

Tomando 2 varillas #6 y 1 #5, el área provista es de:

$$A_s = (2 * 2.84) + 2 = 7.68cm^2$$

Para el diseño por compresión, debe evaluarse el valor del esfuerzo de fluencia en el acero:

$$f'_s = 6117 \left(1 - \frac{6}{54} * \frac{6117 + 4200}{6117} \right) = 4970.7 kg/cm^2 > f_y = 4200 kg/cm^2$$

El programa muestra que la mayor cuantía a compresión es de: $\rho' = 0.27\%$, a dicha cuantía le corresponde un área de acero en compresión de:

$$A'_s = 0.0027 * 30 * 60 = 4.86cm^2$$

Al igual que con el refuerzo en flexión, debe evaluarse la cuantía máxima en acero a compresión:

$$\rho \leq \rho_{max} = 0.016 + 0.0027 * \frac{4970.7}{4200} = 0.0192 = 1.92\%$$

Tomando 2 varillas #5 y 1 #4, el área de acero en compresión provista es de:

$$A'_s = (2 * 2) + 1.29 = 5.29cm^2$$

⁶² Ver Tabla 6, cuantías básicas para concretos, sección 4.6.1

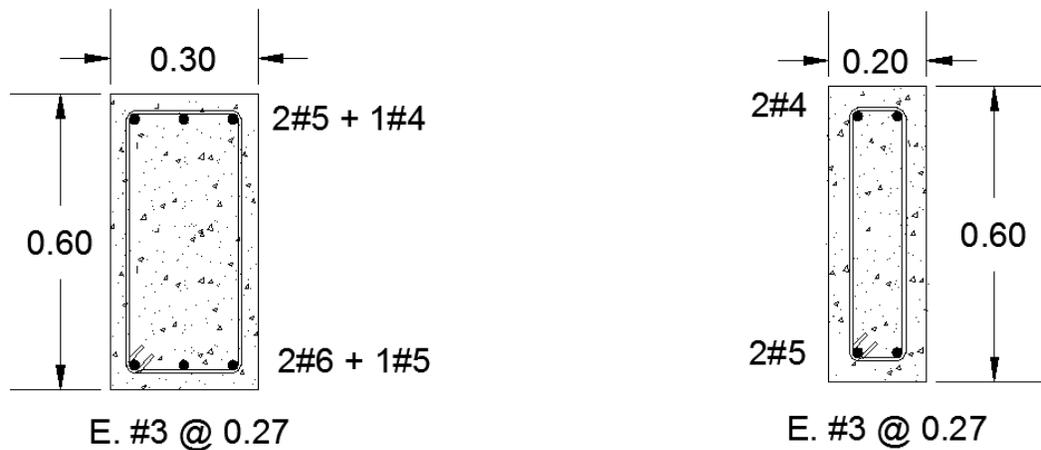


Figura 32: Sección de Vigas con refuerzo en flexión y compresión

✓ DISEÑO DE REFUERZO POR CORTE

Para el refuerzo por corte, deben evaluarse varios parámetros, entre ellos la resistencia que el concreto aporta a la fuerza cortante; así para la **viga V1** se tiene:

$$V_c = 0.53\sqrt{210} * 30 * 54 = 12442.3kg$$

$$\phi V_c = 0.75 * 12442.3 = 9331.7kg$$

$$\frac{\phi V_c}{2} = \frac{9331.7}{2} = 4665.9kg$$

Según los resultados del análisis en SAP2000, el mayor cortante último que soporta la viga en su apoyo izquierdo es:

$$V_u = 12758.3kg$$

También debe conocerse la resistencia que el acero aporta al cortante:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{12758.3}{0.75} - 12442.3 = 4568.8kg$$

El Código sugiere un área mínima igual a:

$$A_v \geq 3.5 \left(\frac{b_w s}{f_y} \right)$$

Usando varillas #3 ($A_v = 1.42\text{cm}^2$), el espaciamiento entre estribos será de:

$$1.42 = 3.5 \left(\frac{30 * s}{4200} \right) \rightarrow s = 56.8\text{cm}$$

De la misma forma se debe evaluar el espaciamiento máximo sugerido por el código; el menor valor de las expresiones:

$$s \leq 60\text{cm} \quad s \leq \frac{54}{2} = 27\text{cm}$$

Se colocarán estribos #3 a cada 27cm.

El espaciamiento a colocar entre estribos en todas las vigas de cada uno de los edificios es igual a 27cm que es el correspondiente al espaciamiento máximo sugerido por el código.

Además de conocer el espaciamiento entre estribos, también es importante saber hasta dónde llegará el refuerzo transversal, es decir, que existen ciertos sectores de la viga en que la fuerza cortante es muy pequeña y no se requiere refuerzo, debido a que el concreto resiste la totalidad de la fuerza cortante; es por eso que se desprecia la presencia de refuerzo donde la fuerza cortante última es menor que el valor de $\phi V_c/2$.

Para simplificar el diseño se calculará la longitud de la viga hasta donde se requiere el refuerzo transversal correspondiente a la viga que presenta el mayor valor de fuerza cortante última. Se tomará el mismo valor para el resto de las vigas de la estructura, aunque

existan vigas que necesiten refuerzo en una menor longitud que la calculada, pero es de considerar que el refuerzo transversal incrementa la resistencia al corte de la pieza y además provee confinamiento al concreto, por lo que no habría problema al aplicar este criterio.

El mayor valor de fuerza cortante última es igual a: $V_u = 12758.3kg$

$$W_u = \frac{2V_u}{L} = \frac{2 * 12758.3}{6.8} = 3752.4kg/m$$

$$x = \frac{V_u - \phi V_c / 2}{W_u} = \frac{12758.3 - 4665.9}{3752.4} = 2.16m$$

La distribución final del refuerzo transversal queda de la siguiente manera:

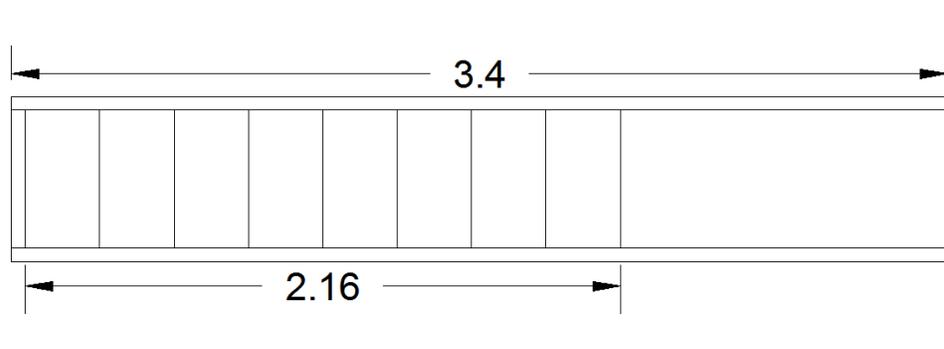


Figura 33: Apoyo Izquierdo, 9#3 @27cm

✓ DISEÑO DE REFUERZO POR TORSIÓN

Como se vio en la sección 4.6.1.4, el código del ACI propone una fórmula para calcular el momento torsor último por debajo del cual es posible despreciar el efecto de la torsión:

$$T_u \leq 0.27\phi\sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Tomando como referencia una viga de sección 60x30cm se tienen los siguientes datos:

$$f'c = 210kg/cm^2$$

$$A_{cp} = 60 * 30 = 1800cm^2$$

$$P_{cp} = (2 * 60) + (2 * 30) = 180cm$$

Por lo tanto el momento torsor último es:

$$T_u \leq 0.27 * 0.75 * \sqrt{210} \left(\frac{1800^2}{180} \right) = 52821.1kg - cm$$

$$\mathbf{T_u = 528.2kg - m}$$

De la misma forma para una viga de sección 60x20cm se tiene:

$$T_u \leq 0.27 * 0.75 * \sqrt{210} \left(\frac{1200^2}{160} \right) = 26410.5kg - cm$$

$$\mathbf{T_u = 264.1kg - m}$$

Según los resultados del análisis del SAP2000, ninguno de los elementos que conforman la estructura supera el momento torsor último, por lo que se puede despreciar el efecto del mismo sobre la edificación.

Tabla 24: Momentos torsores máximos en vigas, edificio 1.

Entrepiso 1				Entrepiso 2			
Viga	b (cm)	h (cm)	T (kg-m)	Viga	b (cm)	h (cm)	T (kg-m)
V1	30	60	17.7	V1	30	60	14.4
V2	30	60	-4.0	V2	30	60	-1.0
V3	30	60	-28.5	V3	30	60	-12.9
V4	30	60	-11.8	V4	30	60	-18.4
V5	30	60	-1.5	V5	30	60	-0.6
V6	30	60	16.6	V6	30	60	17.6
V7	20	60	-13.9	V7	20	60	-16.4
V8	20	60	0.2	V8	20	60	-0.2
V9	20	60	10.8	V9	20	60	16.9
V10	30	60	-60.4	V10	30	60	-5.6
V11	30	60	15.2	V11	30	60	-3.0
V12	30	60	-9.3	V12	30	60	6.2
V13	30	60	60.6	V13	30	60	7.8
V14	30	60	220.3	V14	30	60	-144.0
V15	30	60	119.6	V15	30	60	93.0
V16	30	60	97.4	V16	30	60	-50.1
V17	30	60	-125.5	V17	30	60	171.1

Tabla 2145: Momentos torsores máximos en vigas, edificio 2 y 3.

Entrepiso 1				Entrepiso 2			
Viga	b (cm)	h (cm)	T (kg-m)	Viga	b (cm)	h (cm)	T (kg-m)
V1	30	60	104.0	V1	30	60	29.2
V2	30	60	-113.4	V2	30	60	-28.3
V3	30	60	31.6	V3	30	60	-17.4
V4	30	60	-32.3	V4	30	60	11.1
V5	20	60	-20.4	V5	20	60	-15.0
V6	20	60	14.5	V6	20	60	10.8
V7	30	60	34.4	V7	30	60	22.0
V8	30	60	19.1	V8	30	60	7.5

V9	30	60	49.2	V9	30	60	-21.9
V10	30	60	-136.4	V10	30	60	-79.2
V11	30	60	-40.5	V11	30	60	-9.1
V12	30	60	76.0	V12	30	60	77.7

ANEXO #4

DISEÑO DE COLUMNAS

El procedimiento que a continuación se describe corresponde al diseño de columnas sometidas a flexión biaxial, es decir, que presentan excentricidad respecto a ambos ejes X y Y.

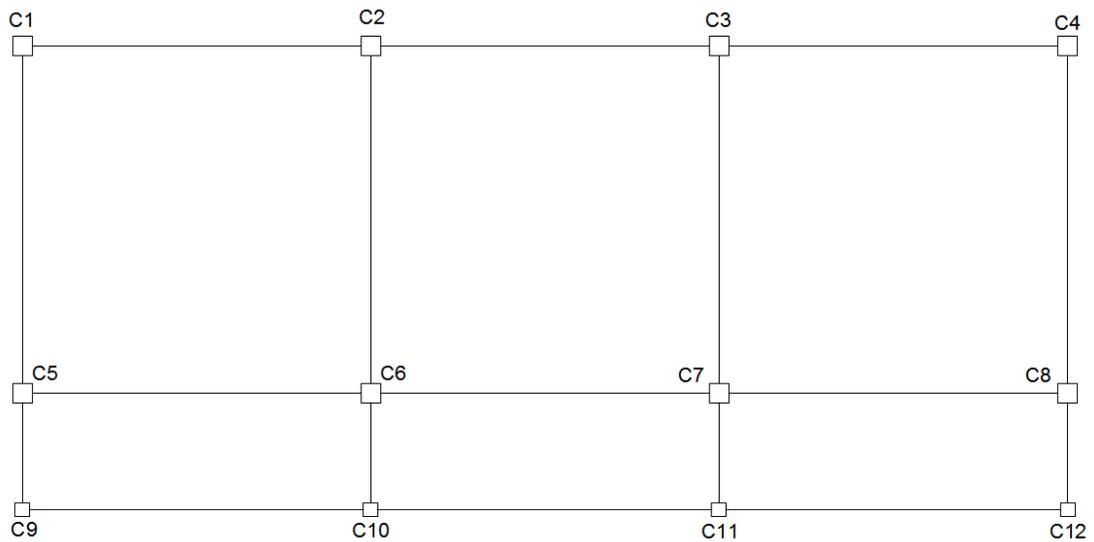


Figura 34: Nomenclatura utilizada para columnas, edificio 1.

Para la **columna C1** cuyas dimensiones son 40x40cm, se tiene:

$$Pu = 48.77tn \quad Mnx = 0.899tn - m \quad Mny = 1.629tn - m$$

En primer lugar debe verificarse si la columna se analizará como un elemento esbelto. El código del ACI recomienda que el efecto de esbeltez se desprecie si se cumple:

- Para columnas no arriostradas: $\frac{kl_u}{r} \leq 22$

- Para columnas arriostradas: $\frac{kl_u}{r} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$

Se define el valor de la longitud efectiva de la columna, haciendo uso de la figura 16 del Capítulo IV. Para simplificar el cálculo, se considera que la columna pertenece a un pórtico arriostrado y se encuentra empotrada en ambos extremos, para este caso el factor de longitud efectiva k es igual a 0.5, entonces:

$$\frac{0.5 * 2.64}{0.3 * 0.4} \leq 34 - 12 \frac{0.899}{1.629} \rightarrow \mathbf{11 \leq 27.4}$$

El criterio se cumple, por lo tanto no es necesario considerar el efecto de esbeltez en el diseño de la columna.

El resultado del análisis en SAP2000, muestra el porcentaje de acero que requiere la sección para resistir las cargas a las que está sometida, para el caso de la columna mencionada la cuantía requerida es $\rho=1\%$, a la cual le corresponde un área de acero de:

$$A_s = 0.01 * 40 * 40 = 16cm^2$$

El código recomienda un área de refuerzo longitudinal de, por lo menos, 0.01 veces el área de la sección bruta de la columna, es decir, la correspondiente a una cuantía del 1%. Por lo tanto la sección analizada cuenta con refuerzo mínimo.

Usando varillas #5, la sección quedará reforzada con **8 varillas #5** distribuidas en las cuatro caras de la misma.

Por último se debe evaluar la sección sometida al efecto de flexión biaxial haciendo uso del método de Bresler. Para aplicar este método es necesario determinar la resistencia a la compresión axial de la columna si esta se encuentra sometida únicamente a flexión en una dirección.

$$\gamma = \frac{h - 2\text{recubrimiento}}{h} = \frac{40 - 2 * 6}{40} = 0.7$$

Se utilizará el diagrama de interacción correspondiente a $\gamma = 0.7$ con refuerzo en las cuatro caras.

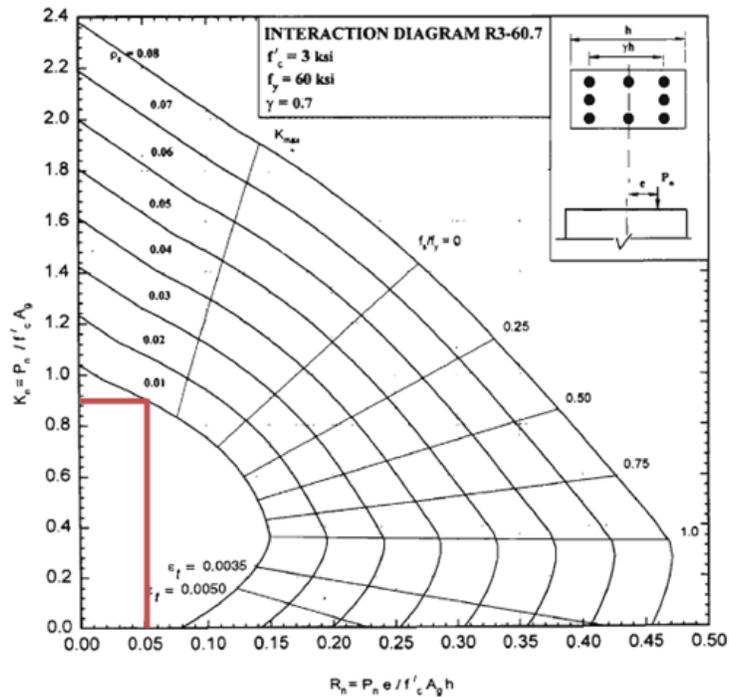
Evaluando en la dirección X:

$$e_x/h = \frac{M_{nx}/P_n}{h} = \frac{(0.899 * 100)/48.77}{40} = 0.046$$

Se encuentra el valor de R_n para conocer mediante uso del diagrama de interacción el valor correspondiente a K_n con una cuantía del 1%.

$$R_{nx} = \frac{P_n * e_x}{f'_c * A_g * h} = \frac{((48.77 * 1000)/0.65) * 0.046}{210 * 1600} = 0.01$$

Figura 35: Diagrama de interacción. Columna rectangular, refuerzo 4 caras.



Del diagrama de interacción se obtiene que el valor de K_n es:

$$K_{nx} = 1.00$$

A partir de este valor de K_n se puede conocer el valor de la resistencia a la compresión en la dirección X:

$$P_{ux} = \phi(K_{nx} * f'c * A_g) = 0.65(1.0 * 210 * 1600) = 218400kg = 218.4tn$$

De la misma manera se evalúa la dirección Y:

$$e_y/h = \frac{M_{ny}/P_n}{h} = \frac{(1.629 * 100)/48.77}{40} = 0.083$$

$$R_{ny} = \frac{P_n * e_y}{f'c * A_g * h} = \frac{((48.77 * 1000)/0.65) * 0.083}{210 * 1600} = 0.02$$

$$K_{ny} = 0.97$$

$$P_{uy} = \phi(K_{ny} * f'c * A_g) = 0.65(0.97 * 210 * 1600) = 211848kg = 211.8tn$$

La resistencia a la compresión pura de la pieza es:

$$\phi P_o = \phi(0.85f'c(A_g - A_{st}) + f_y * A_{st})$$

$$\phi P_o = 0.65(0.85 * 210(1600 - 16) + (4200 * 16))$$

$$\phi P_o = 227463.6kg = 227.5tn$$

Con los parámetros determinados es posible estimar la resistencia a la compresión de la columna sometida a flexión biaxial:

$$\frac{1}{P_i} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o} = \frac{1}{218.4} + \frac{1}{211.8} - \frac{1}{227.5}$$

$$P_i = 204.0tn > 48.77tn$$

Según este método, la columna es capaz de resistir las cargas aplicadas. El refuerzo transversal estará conformado por estribos #3, el espaciamiento deberá ser el menor de:

$$s \leq 16 * 1.588 = 25.4cm$$

$$s \leq 48 * 0.952 = 45.7cm$$

$$s \leq 40cm$$

La columna será provista de **estribos #3 a cada 25cm**, de la misma forma la columna de 30x30cm será provista de **8 varillas #4 y estribos #3 a cada 20cm**. El detallado final de las secciones queda de la siguiente forma:

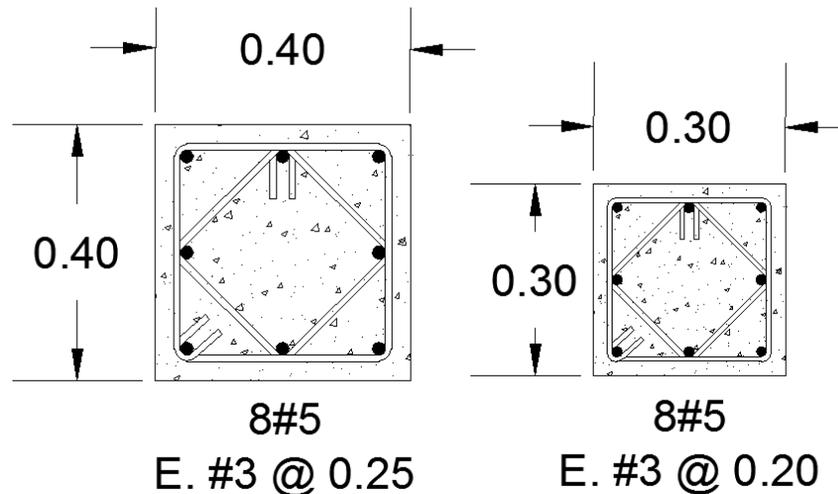


Figura 36: Sección de Columnas con el refuerzo provisto.

Todas las columnas de los edificios 1, 2 y 3, tendrán el mismo espaciamiento para el refuerzo transversal, el cual está conformado por estribos #3 (para ambas dimensiones).

El mismo procedimiento se lleva a cabo para el resto de las columnas que conforman la estructura, resumiéndose los cálculos en la siguiente tabla:

Tabla 26: Resumen del Diseño de Columnas. Entrepiso 1, Edificio 1.

Columna	Pu (tn)	Mnx (tn-m)	Mny (tn-m)	h (cm)	Efecto de Esbeltez			ρ (%)	As (cm ²)	γ	Dirección X				Dirección Y				Po (tn)	Pi (tn)
					kl/r	34-12M1/M2	Si/No				e/h	Rnx	Knx	Pux (tn)	e/h	Rny	Kny	Puy (tn)		
C1	48.77	0.899	1.629	40	11.0	27.4	No	1.0	16.0	0.7	0.046	0.01	1.00	218.4	0.083	0.02	0.97	211.8	227.5	204.0
C2	88.08	0.880	0.222	40	11.0	31.0	No	1.0	16.0	0.7	0.025	0.01	1.00	218.4	0.006	0.00	1.04	227.1	227.5	218.1
C3	88.08	0.877	0.216	40	11.0	31.0	No	1.0	16.0	0.7	0.025	0.01	1.00	218.4	0.006	0.00	1.04	227.1	227.5	218.1
C4	48.76	0.883	1.634	40	11.0	27.5	No	1.0	16.0	0.7	0.045	0.01	1.00	218.4	0.084	0.02	0.97	211.8	227.5	204.0
C5	63.56	0.769	2.049	40	11.0	29.5	No	1.0	16.0	0.7	0.030	0.01	1.00	218.4	0.081	0.02	0.97	211.8	227.5	204.0
C6	112.92	0.841	0.275	40	11.0	30.1	No	1.0	16.0	0.7	0.019	0.01	1.00	218.4	0.006	0.00	1.04	227.1	227.5	218.1
C7	112.93	0.846	0.277	40	11.0	30.1	No	1.0	16.0	0.7	0.019	0.01	1.00	218.4	0.006	0.00	1.04	227.1	227.5	218.1
C8	64.55	0.736	2.047	40	11.0	29.7	No	1.0	16.0	0.7	0.029	0.01	1.00	218.4	0.079	0.02	0.97	211.8	227.5	204.0
C9	17.54	0.109	0.572	30	14.7	31.7	No	1.0	9.0	0.6	0.021	0.00	1.04	127.8	0.109	0.02	0.96	117.9	127.9	117.8
C10	34.55	0.198	0.099	30	14.7	28.0	No	1.0	9.0	0.6	0.019	0.01	1.00	122.9	0.010	0.00	1.04	127.8	127.9	122.7
C11	34.59	0.198	0.103	30	14.7	27.8	No	1.0	9.0	0.6	0.019	0.01	1.00	122.9	0.010	0.00	1.04	127.8	127.9	122.7
C12	18.35	0.129	0.573	30	14.7	31.3	No	1.0	9.0	0.6	0.023	0.00	1.04	127.8	0.104	0.02	0.96	117.9	127.9	117.8

Tabla 27: Resumen del Diseño de Columnas. Entrepiso 2, Edificio 1.

Columna	Pu (tn)	Mnx (tn-m)	Mny (tn-m)	h (cm)	Efecto de Esbeltez			ρ (%)	As (cm ²)	γ	Dirección X				Dirección Y				Po (tn)	Pi (tn)
					kl/r	34-12M1/M2	Si/No				e/h	Rnx	Knx	Pux (tn)	e/h	Rny	Kny	Puy (tn)		
C1	16.43	2.551	3.470	40	11.0	25.2	No	1.0	16.0	0.7	0.388	0.03	0.95	207.5	0.528	0.04	0.92	200.9	227.5	185.2
C2	28.51	2.561	0.339	40	11.0	32.4	No	1.0	16.0	0.7	0.225	0.03	0.95	207.5	0.030	0.00	1.04	227.1	227.5	207.2
C3	28.51	2.558	0.331	40	11.0	32.4	No	1.0	16.0	0.7	0.224	0.03	0.95	207.5	0.029	0.00	1.04	227.1	227.5	207.2

C4	16.43	2.536	3.475	40	11.0	25.2	No	1.0	16.0	0.7	0.386	0.03	0.95	207.5	0.529	0.04	0.92	200.9	227.5	185.2
C5	20.97	1.856	4.320	40	11.0	28.8	No	1.0	16.0	0.7	0.221	0.02	0.97	211.8	0.515	0.05	0.90	196.6	227.5	184.8
C6	35.52	2.108	0.430	40	11.0	31.6	No	1.0	16.0	0.7	0.148	0.02	0.97	211.8	0.030	0.00	1.04	227.1	227.5	211.6
C7	35.52	2.114	0.433	40	11.0	31.5	No	1.0	16.0	0.7	0.149	0.02	0.97	211.8	0.030	0.00	1.04	227.1	227.5	211.6
C8	20.98	1.784	4.316	40	11.0	29.0	No	1.0	16.0	0.7	0.213	0.02	0.97	211.8	0.514	0.05	0.90	196.6	227.5	184.8
C9	6.57	0.306	1.308	30	14.7	31.2	No	1.0	9.0	0.6	0.155	0.01	1.00	122.9	0.664	0.04	0.92	113.0	127.9	109.0
C10	12.59	0.579	0.191	30	14.7	30.0	No	1.0	9.0	0.6	0.153	0.02	0.96	117.9	0.050	0.01	1.00	122.9	127.9	113.6
C11	12.59	0.578	0.197	30	14.7	29.9	No	1.0	9.0	0.6	0.153	0.02	0.96	117.9	0.052	0.01	1.00	122.9	127.9	113.6
C12	6.56	0.340	1.310	30	14.7	30.9	No	1.0	9.0	0.6	0.173	0.01	1.00	122.9	0.665	0.04	0.92	113.0	127.9	109.0

Tabla 28: Resumen del Diseño de Columnas. Entrepiso 1, Edificio 2 y 3.

Columna	Pu (tn)	Mnx (tn-m)	Mny (tn-m)	h (cm)	Efecto de Esbeltez			ρ (%)	As (cm ²)	γ	Dirección X				Dirección Y				Po (tn)	Pi (tn)
					kl/r	34-12M1/M2	Si/No				e/h	Rnx	Knx	Pux (tn)	e/h	Rny	Kny	Puy (tn)		
C1	106.91	0.710	0.831	40	11.0	23.8	No	1.00	16.0	0.7	0.017	0.01	1.00	218.4	0.019	0.01	1.00	218.4	227.5	210.0
C2	199.18	0.636	0.003	40	11.0	33.9	No	1.00	16.0	0.7	0.008	0.01	1.00	218.4	0.000	0.00	1.04	227.1	227.5	218.1
C3	106.91	0.705	0.837	40	11.0	23.9	No	1.00	16.0	0.7	0.016	0.01	1.00	218.4	0.020	0.01	1.00	218.4	227.5	210.0
C4	127.23	0.381	0.904	40	11.0	28.9	No	1.00	16.0	0.7	0.007	0.00	1.04	227.1	0.018	0.01	1.00	218.4	227.5	218.1
C5	226.23	0.414	0.000	40	11.0	34.0	No	1.00	16.0	0.7	0.005	0.00	1.04	227.1	0.000	0.00	1.04	227.1	227.5	226.8
C6	128.23	0.368	0.903	40	11.0	29.1	No	1.00	16.0	0.7	0.007	0.00	1.04	227.1	0.018	0.01	1.04	227.1	227.5	226.8
C7	44.15	0.132	0.346	30	11.0	29.4	No	1.00	9.0	0.6	0.010	0.00	1.04	127.8	0.026	0.01	1.00	122.9	127.9	122.7
C8	91.13	0.231	0.000	30	11.0	34.0	No	1.00	9.0	0.6	0.008	0.01	1.00	122.9	0.000	0.00	1.04	127.8	127.9	122.7
C9	44.93	0.136	0.343	30	11.0	29.2	No	1.00	9.0	0.6	0.010	0.00	1.04	127.8	0.025	0.01	1.00	122.9	127.9	122.7

Tabla 29: Resumen del Diseño de Columnas, Entrepiso 2, Edificio 2 y 3.

Columna	Pu (tn)	Mnx (tn-m)	Mny (tn-m)	h (cm)	Efecto de Esbeltez			ρ (%)	As (cm ²)	γ	Dirección X			Dirección Y				Po (tn)	Pi (tn)	
					kl/r	34-12M1/M2	Si/No				e/h	Rnx	Knx	Pux (tn)	e/h	Rny	Kny			Puy (tn)
C1	46.13	2.061	2.406	40	11.0	23.7	No	1.0	16.0	0.7	0.112	0.02	0.97	211.8	0.130	0.03	0.95	207.5	227.5	194.4
C2	83.14	1.834	0.005	40	11.0	34.0	No	1.0	16.0	0.7	0.055	0.02	0.97	211.8	0.000	0.00	1.04	227.1	227.5	211.6
C3	46.14	2.057	2.416	40	11.0	23.8	No	1.0	16.0	0.7	0.111	0.02	0.97	211.8	0.131	0.03	0.95	207.5	227.5	194.4
C4	52.88	1.273	2.518	40	11.0	27.9	No	1.0	16.0	0.7	0.060	0.01	1.00	218.4	0.119	0.03	0.95	207.5	227.5	199.9
C5	88.43	1.410	0.003	40	11.0	34.0	No	1.0	16.0	0.7	0.040	0.02	0.97	211.8	0.000	0.00	1.04	227.1	227.5	211.6
C6	52.88	1.243	2.513	40	11.0	28.1	No	1.0	16.0	0.7	0.059	0.01	1.00	218.4	0.119	0.03	0.95	207.5	227.5	199.9
C7	20.26	0.503	0.970	30	14.7	27.8	No	1.0	9.0	0.6	0.083	0.01	1.00	122.9	0.160	0.03	0.94	115.5	127.9	111.3
C8	41.05	0.769	0.002	30	14.7	34.0	No	1.0	9.0	0.6	0.062	0.02	0.96	117.9	0.000	0.00	1.04	127.8	127.9	117.8
C9	20.25	0.510	0.963	30	14.7	27.7	No	1.0	9.0	0.6	0.084	0.01	1.00	122.9	0.159	0.03	0.94	115.5	127.9	111.3

Según los resultados mostrados en las tablas, todas y cada una de las columnas que componen las estructuras de los edificios 1, 2 y 3 no presentan ningún tipo de problemas para resistir las cargas que se les imponen (según el Método de Bresler).

Es de resaltar que todas las secciones están provistas por acero mínimo (equivalente al 1% del área de la sección); según los datos mostrados por el programa SAP2000, las columnas del edificio 2 requieren cuantías que van desde un 2% hasta casi un 6%, este último valor se encuentra aún bajo los límites de refuerzo pero resulta antieconómico por lo que los cálculos resumidos en las tablas anteriores se han realizado tomando una cuantía del 1%. Los resultados no presentan ningún tipo de inconveniente indicando que las secciones son capaces de resistir las cargas impuestas aún contando solamente con refuerzo mínimo.

ANEXO #5

DISEÑO DE ZAPATAS

A continuación se describe el procedimiento de cálculo de las cimentaciones de las edificaciones que forman parte de la infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino; dichas cimentaciones constan de zapatas aisladas, por ser estas más económicas.

En primer lugar debe definirse la carga de trabajo del suelo, la cual se determina mediante un adecuado Estudio de Suelos; *en los casos en que no se conozca dicho valor*, puede estimarse haciendo uso de la tabla 7 de la sección 4.6.3, donde se muestran algunos valores dependiendo del tipo de suelo del lugar. Estos valores se utilizan solamente para *diseños preliminares*, debiendo realizarse los respectivos estudios para encontrar el valor real de la carga de trabajo del suelo y verificar el diseño.

Este es el caso del Centro Escolar Alfredo Espino, del cual *no se conoce el valor de la carga de trabajo del suelo* donde se pretende llevar a cabo la construcción de sus instalaciones, por lo que se ha hecho uso de la tabla mencionada anteriormente. Llevando a cabo un pequeño análisis granulométrico⁶³ se definió el siguiente valor de la carga de trabajo del suelo y con el cual se realizará el diseño de las cimentaciones de todos los edificios del centro educativo.

$$q_s = 2.50\text{kg/cm}^2$$

⁶³ Ver Anexo #1, Muestreo del Suelo.

Además de la carga de trabajo del suelo, deben conocerse otros datos indispensables para el cálculo, estos son el peso específico del suelo sobre las zapatas (γ), la sobrecarga que actúa sobre estas (S/C), el peso del piso (pp), entre otros. Los valores a utilizar son:

- Peso específico del suelo: $\gamma_t = 1500\text{kg}/\text{m}^3$

(Se ha tomado un valor promedio del peso específico del suelo selecto, sin detallar el tipo de material, que tendrá un espesor de 80cm a partir del NPT).

- Sobrecarga: $S/C = 180\text{kg}/\text{m}^2$

(Igual a la carga viva para aulas establecida por el RSEC).

- Peso del piso: $pp = 120\text{kg}/\text{m}^2$

(Considerando la carga muerta para piso de ladrillo o cerámico).

- Resistencia a la compresión (zapata): $f'c = 280\text{kg}/\text{cm}^2$

- Esfuerzo de fluencia en el acero: $f_y = 4200\text{kg}/\text{cm}^2$

Teniendo definidos estos valores se procederá al cálculo para la zapata Z1 del edificio 1 siguiendo los pasos establecidos en el Capítulo IV⁶⁴:

La columna que descansa sobre la zapata cuenta con dimensiones de 40x40cm y esta reforzada con varillas #8. Las cargas amplificadas transmitidas por la columna son:

$$P_U: 48.77\text{tn}$$

$$M_{ux}: 0.899\text{tn} - \text{m}$$

$$M_{uy}: 1.629\text{tn} - \text{m}$$

⁶⁴ Ver sección 4.6.3, Diseño de Zapatas.

Para simplificar el cálculo se despreciará la presencia de los momentos transmitidos por la columna, por ser estos muy pequeños con relación a la carga axial; esto para todas y cada una de las zapatas que constituyen la estructura.

El peralte de la zapata en principio, debe ser capaz de permitir el desarrollo del refuerzo en compresión de la columna. La longitud de anclaje en compresión de una varilla #8 es:

$$l_{bd} = 0.08 d f_y / \sqrt{f'_c} = 0.08 (2.0)(4200) / \sqrt{280} = 40.16 \text{ cm}$$

$$l_{bd} \geq 0.004 d f_y = 0.004(2.0)(4200) = 33.6 \text{ cm}$$

Considerando un recubrimiento de 10cm el peralte total será de:

$$h = 40.16 + 10 = 50.16 \approx 50 \text{ cm}$$

La capacidad portante neta del terreno es:

$$q_{sn} = q_s - \gamma_t h_t - \gamma_c h_c - pp - S/C$$

$$q_{sn} = 2.50 - (0.0015)(80) - (0.0024)(50) - 0.012 - 0.018 = 2.23 \text{ kg/cm}^2$$

El área requerida para que la reacción del terreno no sobrepase la capacidad del suelo es⁶⁵:

$$A = \frac{P}{q_{sn}} = (34840/2.23) = 15623.3 \text{ cm}^2$$

Se diseñará una zapata de sección cuadrada, por lo tanto:

$$L = \sqrt{15623.3} = 124.99 \text{ cm}$$

⁶⁵ El valor de la carga P debe ser sin amplificar, según resultados del análisis en SAP2000 la combinación que proporciona el valor más crítico de la carga P es U = 1.4D, por lo que: P = 48.77/1.4 = 34.84tn.

Se considerará una zapata de dimensiones **125x125cm**, debe comprobarse que no se sobrepase la capacidad portante del suelo:

$$q_{snu} = \frac{34840}{125^2} = 2.23 = 2.23kg/cm^2$$

Se iguala la capacidad portante del suelo, por lo que se usarán las dimensiones propuestas. La reacción amplificada del suelo es:

$$q_{snu} = 48770/125^2 = 3.12kg/cm^2$$

Ahora se procederá a la verificación por corte de la zapata, tanto por flexión como por punzonamiento:

- **Corte por flexión:** por flexión, la sección crítica se ubica a “d” de la cara de la columna. Considerando $d = 40$ cm, la fuerza cortante última es:

$$Vu = q_{snu}(l/2 - a/2 - d) * l$$

$$Vu = 3.12(125/2 - 40/2 - 40)(125) = 975kg$$

La resistencia del concreto al corte por flexión es:

$$\phi Vc = \phi 0.53\sqrt{f'c} b_w d = (0.75)(0.53)\sqrt{280}(125)(40) = 33257.2kg > Vu$$

- **Corte por punzonamiento:** por punzonamiento, la sección crítica se ubica a “d/2” de la cara de la columna. La fuerza cortante aplicada es:

$$Vu = q_{snu}(A - (d/2 + d/2 + a)^2)$$

$$Vu = 3.12(125^2 - (20 + 20 + 40)^2) = 28782kg$$

La resistencia del concreto al corte por punzonamiento es igual al menor valor obtenido a través de las siguientes expresiones:

$$\phi V_c = 0.75 * 0.27 \left(2 + \frac{4}{1} \right) \sqrt{280} * 320 * 40 = 260234.7kg$$

$$\phi V_c = 0.75 * 0.27 \left(\frac{20 * 40}{320} + 2 \right) \sqrt{280} * 320 * 40 = 195176.1kg$$

$$\phi V_c = 0.75 * 1.1 * \sqrt{280} * 320 * 40 = 176702.6kg > Vu$$

Donde: $b_o = 4(20+20+40) = 320$

$$\beta_o = 125/125 = 1$$

$$\alpha_s = 20 \text{ (columna esquinera)}$$

Los resultados de la verificación por corte indican que la zapata cuenta con un peralte adecuado. Ahora se procede a calcular el refuerzo longitudinal por flexión, por lo que se evalúa el momento en la cara de la columna:

$$Mu = 0.5q_{snu}L(L/2 - a/2)^2$$

$$Mu = 0.5 * 3.12 * 125(125/2 - 40/2)^2 = 352218.8kg - cm$$

$$Ru = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{352218.8}{(125)(40^2)} = 1.76$$

$$R_u = \phi \rho f_y \left(1 - 0.59 \frac{\rho f_y}{f'_c} \right) = 0.9 \rho * 4200 \left(1 - 0.59 \frac{4200 \rho}{210} \right)$$

$$1.76 = 3780 \rho - 44604 \rho^2 \rightarrow \rho = 0.05\%$$

$$A_s = \rho b d = (0.0005)(125)(40) = 2.5cm^2$$

$$A_{smin} = 0.0018bh = 0.0018(125)(50) = 11.25cm^2$$

Seleccionando varillas #5, se necesitan: $11.25 / 2.0 = 5.6 \approx 6 \text{ varillas}$

$$S = 125/6 = 20.8cm$$

$$S_{max} = 45cm > 20.8cm$$

$$S_{max} = 3h = 3(50) = 150cm > 20.8cm$$

Se colocarán 6+1= 7 varillas #5 @ a 20cm. Por último se debe verificar la conexión columna-zapata:

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{1.25^2}{0.4^2}} = 3.1 > 2$$

En la zapata la resistencia al aplastamiento es:

$$\phi P_n = \phi 0.75 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} A_1$$

$$\phi P_n = (0.65)(0.75)(280)(2)(40^2) = 436800kg = 436.8tn > Pu$$

Como se aprecia no existen problemas de aplastamiento en la unión columna-zapata y no se requiere refuerzo adicional para la transmisión de cargas de un elemento a otro. Sin embargo, por lo menos cuatro varillas de las columnas deben ser ancladas en la zapata.

El mismo procedimiento se lleva a cabo para todas las zapatas de la edificación, resumiendo los cálculos y resultados en las siguientes tablas:

Tabla 30: Resumen de diseño de zapatas aisladas, dimensionamiento. Edificio 1, CEAE.

DIMENSIONAMIENTO															
ZAPAT A	TIPO COLUMNA	a (cm)	Pu (tn)	Ref col.	ldb (cm)	ldb (cm)	h (cm)	h prov (cm)	d (cm)	qsn (kg/cm2)	A (cm2)	L (cm)	L prov (cm)	qsn (kg/cm2)	qsnu (kg/cm2)
Z1	Esquinera	40	48,77	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	15622,36	124,99	125,00	2,23	3,12
Z2	Lateral	40	88,08	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	28213,26	167,97	170,00	2,18	3,05
Z3	Lateral	40	88,08	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	28211,72	167,96	170,00	2,18	3,05
Z4	Esquinera	40	48,76	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	15617,52	124,97	125,00	2,23	3,12
Z5	Lateral	40	63,56	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	20357,91	142,68	145,00	2,16	3,02
Z6	Interior	40	112,92	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	36169,76	190,18	190,00	2,23	3,13
Z7	Interior	40	112,93	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	36173,06	190,19	190,00	2,23	3,13
Z8	Lateral	40	64,55	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,23	20674,41	143,79	145,00	2,19	3,07
Z9	Esquinera	30	17,54	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,27	5527,39	74,35	85,00	1,73	2,43
Z10	Lateral	30	34,55	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,27	10892,13	104,37	105,00	2,24	3,13
Z11	Lateral	30	34,59	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,27	10904,84	104,43	105,00	2,24	3,14
Z12	Esquinera	30	18,35	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,27	5785,62	76,06	85,00	1,81	2,54

Tabla 31: Resumen de diseño de zapatas aisladas, verificación por corte. Edificio 1, CEAE.

ZAPATA	CORTE/FLEXION			CORTE/PUNZONAMIENTO								
	Vu (kg)	ϕVc (kg)	$\phi Vc > Vu$	Vu (kg)	bo	βo	as	ϕVc (kg)	ϕVc (kg)	ϕVc (kg)	$\phi Vc > Vu$	
Z1	975,5	33257,2	OK	28795,6	320	1	20	260234,7	195176,1	176702,6	OK	
Z2	12953,2	45229,8	OK	68575,8	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK	
Z3	12952,5	45229,8	OK	68572,1	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK	
Z4	975,2	33257,2	OK	28786,7	320	1	20	260234,7	195176,1	176702,6	OK	

Z5	5479,1	38578,4	OK	44210,6	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK
Z6	20801,4	50551,0	OK	92902,6	320	1	40	260234,7	303607,2	176702,6	OK
Z7	20803,3	50551,0	OK	92911,1	320	1	40	260234,7	303607,2	176702,6	OK
Z8	5564,3	38578,4	OK	44897,9	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK
Z9	515,7	14134,3	OK	10193,4	220	1	20	111819,6	79629,1	75926,9	OK
Z10	4113,6	17460,0	OK	25073,3	220	1	30	111819,6	100807,1	75926,9	OK
Z11	4118,4	17460,0	OK	25102,6	220	1	30	111819,6	100807,1	75926,9	OK
Z12	539,8	14134,3	OK	10669,6	220	1	20	111819,6	79629,1	75926,9	OK

Tabla 32: Resumen de diseño de zapatas aisladas, refuerzo longitudinal. Edificio 1, CEAE.

ZAPAT A	REFUERZO LONGITUDINAL													CONEXIÓN C/Z		
	Mu (kg-cm)	Ru	ρ (%)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	As (cm ²)	Varillas	Cantidad	Aprovista (cm ²)	S (cm)	Smax (cm)	Smax (cm)	Sprovis ta	$\sqrt{A_2/A_1}$	ϕP_n (tn)	> Pu
Z1	352384,9	1,76	0,05	2,3	11,3	11,3	#5	6	12,0	20,8	45,0	150,0	21,0	3,125	436,8	OK
Z2	1094545,9	4,02	0,11	7,3	15,3	15,3	#5	8	16,0	21,3	45,0	150,0	21,0	4,25	436,8	OK
Z3	1094486,3	4,02	0,11	7,3	15,3	15,3	#5	8	16,0	21,3	45,0	150,0	21,0	4,25	436,8	OK
Z4	352275,8	1,76	0,05	2,3	11,3	11,3	#5	6	12,0	20,8	45,0	150,0	21,0	3,13	436,8	OK
Z5	604069,3	2,60	0,07	4,0	13,1	13,1	#5	7	14,0	20,7	45,0	150,0	21,0	3,63	436,8	OK
Z6	1671542,8	5,50	0,15	11,3	17,1	17,1	#5	9	18,0	21,1	45,0	150,0	21,0	4,75	436,8	OK
Z7	1671695,2	5,50	0,15	11,3	17,1	17,1	#5	9	18,0	21,1	45,0	150,0	21,0	4,75	436,8	OK
Z8	613460,5	2,64	0,07	4,1	13,1	13,1	#5	7	14,0	20,7	45,0	150,0	21,0	3,63	436,8	OK
Z9	78005,4	1,47	0,04	0,8	5,4	5,4	#4	5	6,5	17,0	45,0	105,0	17,0	2,83	245,7	OK
Z10	231389,7	3,53	0,09	2,5	6,6	6,6	#4	6	7,7	17,5	45,0	105,0	18,0	3,50	245,7	OK

Z11	231659,6	3,53	0,09	2,5	6,6	6,6	#4	6	7,7	17,5	45,0	105,0	18,0	3,50	245,7	OK
Z12	81649,6	1,54	0,04	0,9	5,4	5,4	#4	5	6,5	17,0	45,0	105,0	17,0	2,83	245,7	OK

Tabla 33: Resumen de diseño de zapatas aisladas, dimensionamiento. Edificio 2, CEAE.

DIMENSIONAMIENTO															
ZAPAT A	TIPO COLUMNA	a (cm)	Pu (tn)	Ref col.	ldb (cm)	ldb (cm)	h (cm)	h prov (cm)	d (cm)	qsn (kg/cm2)	A (cm2)	L (cm)	L prov (cm)	qsn (kg/cm2)	qsnu (kg/cm2)
Z1	Esquinera	40	106,91	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	34062,42	184,56	185,00	2,23	3,12
Z2	Lateral	40	199,18	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	63460,83	251,91	255,00	2,19	3,06
Z3	Esquinera	40	106,91	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	34063,02	184,56	185,00	2,23	3,12
Z4	Lateral	40	127,23	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	40537,57	201,34	205,00	2,16	3,03
Z5	Interior	40	226,23	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	72080,48	268,48	270,00	2,22	3,10
Z6	Lateral	40	128,23	#5	40,16	33,60	50,16	50,0	40,0	2,24	40854,87	202,13	205,00	2,18	3,05
Z7	Esquinera	30	44,15	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,28	13843,82	117,66	120,00	2,19	3,07
Z8	Lateral	30	91,13	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,28	28574,75	169,04	170,00	2,25	3,15
Z9	Esquinera	30	44,93	#4	25,91	21,68	35,91	35,0	25,0	2,28	14089,17	118,70	120,00	2,23	3,12

Tabla 34: Resumen de diseño de zapatas aisladas, verificación por corte. Edificio 2, CEAE.

ZAPATA	CORTE/FLEXION			CORTE/PUNZONAMIENTO							
	Vu (kg)	ϕVc (kg)	$\phi Vc > Vu$	Vu (kg)	bo	$\beta\phi$	αs	ϕVc (kg)	ϕVc (kg)	ϕVc (kg)	$\phi Vc > Vu$
Z1	18781,4	49220,7	OK	106659,5	320	1	20	260234,7	195176,1	176702,6	OK
Z2	52724,2	67844,8	OK	198935,1	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK
Z3	18781,7	49220,7	OK	106661,4	320	1	20	260234,7	195176,1	176702,6	OK
Z4	26377,5	54541,9	OK	126990,3	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK
Z5	62842,8	71835,6	OK	225985,8	320	1	40	260234,7	303607,2	176702,6	OK
Z6	26583,9	54541,9	OK	127984,3	320	1	30	260234,7	249391,6	176702,6	OK
Z7	7358,1	19954,3	OK	43979,8	220	1	20	111819,6	79629,1	75926,9	OK
Z8	24121,5	28268,7	OK	90952,4	220	1	30	111819,6	100807,1	75926,9	OK
Z9	7488,5	19954,3	OK	44759,2	220	1	20	111819,6	79629,1	75926,9	OK

Tabla 35: Resumen de diseño de zapatas aisladas, refuerzo longitudinal. Edificio 1, CEAE.

ZAPATA	REFUERZO LONGITUDINAL													CONEXIÓN C/Z		
	Mu (kg-cm)	Ru	ρ (%)	As (cm2)	Asmin (cm2)	As (cm2)	Varillas	Cantidad	Aprov (cm2)	S (cm)	Smax (cm)	Smax (cm)	Sprov	$\sqrt{A2/A1}$	ϕPn (tn)	> Pu
Z1	1518763,6	5,13	0,14	10,2	16,7	16,7	#6	6	17,0	30,8	45,0	150,0	31,0	4,625	436,8	OK
Z2	4513286,6	11,06	0,30	31,0	23,0	31,0	#7	8	31,0	31,9	45,0	150,0	32,0	6,38	436,8	OK
Z3	1518790,6	5,13	0,14	10,2	16,7	16,7	#6	6	17,0	30,8	45,0	150,0	31,0	4,63	436,8	OK
Z4	2112137,1	6,44	0,17	14,3	18,5	18,5	#6	7	19,9	29,3	45,0	150,0	29,0	5,13	436,8	OK
Z5	5540640,7	12,83	0,35	38,2	24,3	38,2	#7	10	38,7	27,0	45,0	150,0	27,0	6,75	436,8	OK
Z6	2128669,6	6,49	0,18	14,4	18,5	18,5	#6	7	19,9	29,3	45,0	150,0	29,0	5,13	436,8	OK
Z7	372502,1	4,97	0,13	4,0	7,6	7,6	#4	6	7,7	20,0	45,0	105,0	20,0	4,00	245,7	OK
Z8	1313283,6	12,36	0,34	14,5	10,7	14,5	#5	8	16,0	21,3	45,0	105,0	21,0	5,67	245,7	OK
Z9	379103,6	5,05	0,14	4,1	7,6	7,6	#4	6	7,7	20,0	45,0	105,0	20,0	4,00	245,7	OK

ANEXO #6

CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN INTERIORES

A continuación se muestra el proceso de cálculo de la iluminación en los espacios interiores de las instalaciones del Centro Escolar Alfredo Espino, dicho procedimiento consiste en el método de los lúmenes descrito detalladamente en la sección 5.2.1.1.

- **Cálculo de la iluminación para un aula:**

Las dimensiones del aula son una base de 7.05x7.05m (de cara a cara de la pared), y una elevación de 2.64m.

Con esto se calcula la altura del *Plano de trabajo* (h'); para un aula de clase puede utilizarse una altura desde el piso de:

$$h' = 0.85m$$

Según la Normativa de Diseño para Espacios Educativos la iluminancia media para un aula debe ser entre 300 y 500 luxes.⁶⁶ Para lograr una buena iluminación se tomará un valor promedio de:

$$E_m = 400 \text{ luxes}$$

El tipo de luminaria a utilizar será luminaria fluorescente tubular de **3x32W**, dicha lámpara emite un flujo luminoso de **1972 lúmenes**. Estas se colocarán lo más alto posible por ser el aula un local de altura normal.

Para el cálculo del coeficiente de utilización es necesario calcular el índice del local (k): el tipo de iluminación será directa por lo que k será:

⁶⁶ Ver sección 2.5.3, Iluminación.

$$k = \frac{a * b}{h(a + b)} = \frac{7.05 * 7.05}{2.64(7.05 + 7.05)} = 1.335$$

Los coeficientes de reflexión se toman en base a los colores de las superficies sobre las que se refleja la luz proveniente de las luminarias, para simplificar el cálculo se utilizarán los valores por defecto de: 0.50, 0.30 y 0.10 para techo, paredes y piso respectivamente.

Con estos valores se ingresa a las tablas de factor de utilización, (la luminaria es de distribución directa y extensiva):

Tabla 36: Factores de utilización (Cu) para luminarias.

p cielo	80%			50%			80%			50%		
p pared	80%	50%	30%	50%	30%	80%	50%	30%	50%	30%	30%	
p piso	30%						10%					
K	<i>Luminaria de distribución Directa e Extensiva</i>											
0,60	93	74	70	74	69	89	73	70	72	68	82	
0,80	101	82	77	81	76	94	78	77	80	76	93	
1,00	105	88	82	86	82	98	83	82	84	81	100	
1,25	110	93	88	91	87	101	90	86	88	85	106	
1,50	113	97	92	94	90	103	93	89	92	88	109	
2,00	117	103	97	99	95	105	97	93	95	92	114	
2,50	120	107	101	103	98	105	99	96	97	94	117	
3,00	121	110	105	105	100	106	100	98	98	96	120	
4,00	124	115	110	108	103	106	102	100	100	98	123	
5,00	125	117	113	110	106	107	103	101	101	99	124	
K	<i>Luminaria de distribución Directa y Extensiva</i>											
0,60	51	23	17	24	16	48	23	18	22	16	16	
0,80	65	36	27	36	28	61	34	28	34	28	26	
1,00	76	47	36	45	37	70	44	37	42	36	35	
1,25	87	57	48	54	46	80	55	47	52	45	44	
1,50	95	66	56	62	53	86	61	55	60	53	52	
2,00	105	79	69	75	67	94	75	68	72	66	64	
2,50	111	88	79	83	76	99	82	76	79	74	72	
3,00	115	94	86	89	82	102	87	81	83	78	77	
4,00	120	103	95	95	89	104	93	88	89	85	84	
5,00	123	109	101	100	94	105	96	92	92	88	88	

Se interpola con los valores obtenidos para encontrar el coeficiente correspondiente a la luminaria seleccionada:

$$C_u = \frac{(53 - 45) * (1.335 - 1.25)}{(1.50 - 1.25)} + 45 = 47.7$$

Es de recordar que este coeficiente es un porcentaje, por lo que:

$$\mathbf{C_u = 0.477}$$

Ahora se procede a encontrar el coeficiente de mantenimiento o de conservación de la instalación (C_m), el local por ser un aula de clase debe estar siempre limpia, por lo que según la tabla 11 de coeficiente de mantenimiento⁶⁷ el valor de este para un ambiente limpio es de:

$$\mathbf{C_m = 0.80}$$

Con los datos obtenidos se calcula el flujo luminoso total que tendrá el local:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{C_u * C_m} = \frac{400 * 49.7025}{0.477 * 0.80} = 52099.1 \text{ lúmenes}$$

El número de luminarias que se necesitan es de:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L} = \frac{52099.1}{3 * 1972} = 8.8 \approx 9$$

Se colocarán **9 luminarias** para uniformizar la distribución de las mismas en el aula. Hecho esto se calcula el emplazamiento de las luminarias en el local, es decir, la distribución que tendrán a lo largo y ancho del mismo para iluminar uniformemente toda el área correspondiente al plano de trabajo.

$$N_{ancho} = \sqrt{(N_{total}/b) * a} = \sqrt{(9/7.05) * 7.05} = 3$$

$$N_{largo} = N_{ancho}(b/a) = 3(1) = 3$$

⁶⁷ Ver tabla 11 de la sección 5.2.1.1

La separación máxima entre luminarias depende de la altura de las luminarias, para un local con una altura menor a 4m de iluminación extensiva, corresponde una separación máxima de:

$$e \leq 1.6h = 1.6 * 2.64 = 4.2m$$

La separación máxima entre la luminaria y la pared será de:

$$e/2 = 2.1m$$

Por último se evalúa el flujo luminoso instalado con la iluminancia media sugerida por tablas:

$$E_m = \frac{9 * 3 * 1972 * 0.477 * 0.80}{49.7025} = 408.8 > 400luxes$$

El número de luminarias a instalar será de 9 luminarias fluorescentes de 3x32W, siendo este el adecuado por cumplir con el nivel de iluminancia media sugerido.

El mismo procedimiento se lleva a cabo para el resto de los espacios que forman parte de las instalaciones del Centro Escolar Alfredo Espino, resumiendo los resultados en la siguiente tabla:

El detallado final de la distribución de las luminarias en cada uno de los espacios o locales se muestra en los planos constructivos.

Tabla 37: Resumen de cálculo de luminarias según método de los lúmenes.

LOCAL	a (m)	b (m)	h (m)	Em (lux)	Lumin.	ΦL (lm)	Num de lamp.	k	Cu	Cm	ΦT (lm)	NL	Nlargo	Nancho	e (m)	Emt (lux)
Aula	7,05	7,05	2,64	400	32	1972	3	1,335	0,477	0,8	52099,1	9,0	3,0	3,0	4,2	408,8
Biblioteca	7,85	13,85	2,64	350	32	1972	3	1,898	0,654	0,8	72731,0	12,0	4,0	3,0	4,2	341,6
Laboratorio	7,05	9,45	2,64	500	32	1972	3	1,529	0,538	0,8	77396,0	15,0	5,0	3,0	4,2	573,3
Centro Computo	7,05	7,05	2,64	400	32	1972	3	1,335	0,477	0,8	52099,1	9,0	3,0	3,0	4,2	408,8
Dirección	3,45	3,45	2,64	300	32	1972	3	0,653	0,192	0,8	23247,1	4,0	2,0	2,0	4,2	305,4
Subdirección	2,65	3,45	2,64	300	32	1972	3	0,568	0,160	0,8	21427,7	4,0	2,0	2,0	4,2	331,3
Secretaría	2,25	3,45	2,64	300	32	1972	3	0,516	0,160	0,8	18193,4	4,0	2,0	2,0	4,2	390,2
Enfermería	2,25	3,45	2,64	350	32	1972	3	0,516	0,160	0,8	21225,6	4,0	2,0	2,0	4,2	390,2
Sala maestros	3,45	4,65	2,64	300	32	1972	3	0,750	0,250	0,8	24063,8	5,0	3,0	2,0	4,2	368,8
Baños	4,40	4,40	2,64	50	32	1972	3	0,833	0,293	0,8	4129,7	1,0	1,0	1,0	4,2	71,6
Cocina	2,65	3,45	2,64	300	32	1972	3	0,568	0,160	0,8	21427,7	4,0	2,0	2,0	4,2	331,3
Bodega	3,45	7,05	2,64	250	32	1972	3	0,877	0,311	0,8	24439,8	4,0	2,0	2,0	4,2	242,1
Pasillos	2,40	7,2	2,64	100	32	1972	3	0,682	0,285	0,8	7578,95	2,0	2,0	1,0	4,2	156,1

ANEXO #7

PLANOS CONSTRUCTIVOS

ANEXO #8

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Una de las etapas más importantes de cualquier obra de ingeniería civil es la elaboración del costo del proyecto, para ello debe considerarse una serie de factores que influyen de manera directa en la obtención del mismo, entre ellos el precio de los materiales y la mano de obra; sin embargo la determinación de estos factores depende directamente de las cantidades de obra a realizar. Estas cantidades se calculan en base a planos constructivos y a las respectivas especificaciones técnicas, de tal forma que se muestre claramente la cuantificación de cada una de las partidas y actividades a ejecutar.

Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

No	CONCEPTO	CANT.	UN.	CDU	SUBTOT AL	TOTAL
1.00	DEMOLICION Y DESALOJO					\$13,217.07
1.01	Descapote hasta 20cm	3645.23	m2	\$3.31	\$12,065.71	
1.02	Tala de arboles	5.00	c/u	\$13.00	\$65.00	
1.03	Desalojo	729.10	m3	\$1.49	\$1,086.36	
2.00	TRAZO Y NIVELACION					\$1,312.28
2.01	Trazo y nivelación	3645.23	m2	\$0.36	\$1,312.28	
3.00	TERRACERIA					\$35,908.33
3.01	Excavación para zapata	63.20	m3	\$1.19	\$75.21	
3.02	Excavación para solera de fundación	593.00	m3	\$1.19	\$705.67	
3.03	Excavación para tensor	7.62	m3	\$1.19	\$9.07	
3.04	Excavación para acometida	33.96	m3	\$7.01	\$238.06	
3.05	Excavación para tubería	383.34	m3	\$7.01	\$2,687.21	
3.06	Excavación para canaleta a.ll.	82.00	m3	\$7.01	\$574.82	
3.07	Compactación de terrazas	6080.44	m3	\$5.20	\$31,618.29	
4.00	CONCRETO ESTRUCTURAL					\$104,486.30
4.01	Zapata Z1 1.25x1.25x0.4m Ref. #5@0.20 A.S.	2.00	c/u	\$256.40	\$512.80	

Continuación Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

	F`c= 280kg/cm2					
4.02	Zapata Z2 1.70x1.70x0.40m Ref. #5@0.21 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$417.23	\$834.46	
4.03	Zapata Z3 1.45x1.45x0.40m Ref. #5@0.21 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$324.51	\$649.02	
4.04	Zapata Z4 1.90x1.90x0.40m Ref. #5@0.21 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$502.10	\$1,004.20	
4.05	Zapata Z5 0.85x0.85x0.30m Ref. #4@0.17 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$112.93	\$225.86	
4.06	Zapata Z6 1.05x1.05x0.30m Ref. #4@0.17 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$149.28	\$298.56	
4.07	Zapata Z7 1.85x1.85x0.40m Ref. #6@0.30 A.S. F`c=280kg/cm2	4.00	c/u	\$490.37	\$1,961.48	
4.08	Zapata Z8 2.55x2.55x0.40m Ref. #7@0.31 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$859.81	\$1,719.62	
4.09	Zapata Z9 2.05x2.05x0.40m Ref. #6@0.29 A.S. F`c=280kg/cm2	4.00	c/u	\$616.16	\$2,464.64	
4.10	Zapata Z10 2.70x2.70x0.40m Ref. #7@0.27 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$980.14	\$1,960.28	
4.11	Zapata Z11 1.20x1.20x0.30m Ref. #4@0.20 A.S. F`c=280kg/cm2	4.00	c/u	\$181.62	\$726.48	
4.12	Zapata Z12 1.70x1.70x0.30m Ref. #5@0.21 A.S. F`c=280kg/cm2	2.00	c/u	\$362.88	\$725.76	
4.13	Solera de Fundación (0.5x0.20) Ref.6#4+Est.#3@0.10m F`c=210	420.09	ml	\$39.63	\$16,648.17	
4.14	Solera de Fundación (0.4x0.20)m Ref.6#4+Est.#3@0.10m F`c=210	71.70	ml	\$39.27	\$2,815.66	
4.15	Solera de Fundación (0.2x0.15)mRef.6#4+Est.#3@0.10m F`c=210	19.70	ml	\$26.47	\$521.46	
4.16	Solera de Fundación SF4 de 0.60x0.25m, 6#3+est#2 @0.15m F`c=210	327.47	ml	\$42.16	\$13,806.14	
4.17	Columna C1 (0.4x0.4)m Ref.8#5+Est.#3@0.25m F`c=210	116.80	ml	\$87.29	\$10,195.47	
4.18	Columna C2 (0.3x0.3)mRef.8#5+Est.#3@0.20m F`c=210	58.40	ml	\$62.64	\$3,658.18	
4.19	Viga V1 (0.6x0.3)mRef.2#5,1#4,2#6y1#5+Est.#3@0.27m F`c=210 según Det	260.32	ml	\$73.46	\$19,123.11	

Continuación Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

4.20	Viga V2 (0.6x0.2)mRef.2#4,2#5+Est.#3@0.27m F ^c =210 según Det	68.00	ml	\$47.63	\$3,238.84	
4.21	Sistema de vigueta y bovedilla VT-20	438.41	m2	\$43.89	\$19,241.81	
4.22	Tensor T1 (0.2x0.20)mRef.4#3+Est.#2@0.20m F ^c =210	47.60	ml	\$20.30	\$966.28	
4.23	Viga SCE (36x20)cm Ref.6#5+2#3,Est.#3@0.15m F ^c =210	4.74	ml	\$22.98	\$108.93	
4.24	Losa densa para escaleras h=0.16m, #5@0.15m y #4@0.15m en un sentido, #3@0.20m	3.20	m3	\$337.22	\$1,079.10	
5.00	PAREDES Y ALBAÑILERIA					\$64,458.90
5.01	Pared de bloque de concreto de 15x20x40 RV#3@0.40y RH#3#0.60m	1451.62	m2	\$25.83	\$37,495.34	
5.02	Pared de bloque de concreto de 10x20x40 RV#3@0.40y RH#3#0.60m	185.38	m2	\$20.58	\$3,815.12	
5.03	Forjado de gradas de ladrillo de barro 0.3x0.18m	30.60	ml	\$12.34	\$377.60	
5.04	Hechura de graderíos en cancha de basquetbol	25.95	ml	\$752.47	\$19,526.60	
5.05	Posetas de mampostería de ladrillo de barro de 80x80cm	2.00	c/u	\$15.20	\$30.40	
5.06	Bebedores	3.00	c/u	\$348.48	\$1,045.44	
5.07	Bebedores individuales	3.00	c/u	\$1.68	\$5.04	
5.08	Mueble para laboratorio	1.00	sg	\$1,779.95	\$1,779.95	
5.09	Jardineras de 1.5x1.0cm	7.00	c/u	\$26.81	\$187.67	
5.10	Hechura de Mingitorio en baño	1.00	sg	\$195.73	\$195.73	
6.00	ACABADOS					\$8,518.77
6.01	Repello y afinado de pared	352.80	m2	\$4.77	\$1,682.86	
6.02	Pintura base de pared exterior	1133.65	m2	\$1.21	\$1,371.72	
6.03	Pintura de pared exterior	1133.65	m2	\$1.76	\$1,995.22	
6.04	Pintura base de pared interior	1133.65	m2	\$1.24	\$1,405.73	
6.05	Pintura de pared interior	1133.65	m2	\$1.82	\$2,063.24	
7.00	PISOS					\$40,378.08
7.01	Piso de ladrillo de cemento de 25x25cm	1598.79	m2	\$20.19	\$32,279.57	
7.02	Zócalo de 7.5cm	896.22	ml	\$3.37	\$3,020.26	
7.03	Enchape de azulejo	70.32	m2	\$22.87	\$1,608.22	
7.04	Losa de concreto para piso F ^c =210 e=5cm	511.05	m2	\$6.79	\$3,470.03	
7.05	Acera perimetral y pasillos F ^c =210 e=5cm	543.70	m2	\$15.56	\$8,459.97	
7.06	Adoquinado	81.00	m2	\$16.55	\$1,340.55	
7.07	Engramado	545.31	m2	\$5.00	\$2,726.55	
8.00	CIELO FALSO Y TECHOS					\$51,612.21

Continuación Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

8.01	Cubierta de ZincAlum calibre 24	1549.37	m2	\$17.45	\$27,036.51	
8.02	Cielo falso losetas de fibrolit 2x4"	1412.71	m2	\$14.66	\$20,710.33	
8.03	Bajada de aguas lluvias 1er nivel	72.80	ml	\$19.56	\$1,423.97	
8.04	Bajada de aguas lluvias 2do nivel	109.48	ml	\$22.30	\$2,441.40	
9.00	ESTRUCTURA DE TECHOS					\$23,261.82
9.01	Polín tipo C 2"x4" Ch-16	1040.38	ml	\$6.60	\$6,866.51	
9.02	Viga Macomber VM1	120.85	ml	\$51.02	\$6,165.77	
9.03	SopORTE metálico para techo de corredor	157.08	ml	\$55.89	\$8,779.20	
9.04	Barandal metálico para corredores y escaleras	1.00	sg	\$1,450.34	\$1,450.34	
10.00	PUERTAS Y VENTANAS					\$24,639.91
10.01	Ventana tipo celosía de vidrio y aluminio	290.72	m2	\$52.06	\$15,134.88	
10.02	Puerta de madera con doble forro plywood tipo Banack 1/4" 2.0x1.05m y marco de cedro	4.00	c/u	\$130.50	\$522.00	
10.03	Puerta de madera con doble forro plywood 2.0x0.8m tipo Banack 1/4" y marco de cedro	1.00	c/u	\$129.41	\$129.41	
10.04	Puerta de madera con doble forro plywood 2.0x1.1m tipo Banack 1/4" y marco de cedro	1.00	c/u	\$149.17	\$149.17	
10.05	Puerta de madera con doble forro plywood 2.0x1.0m tipo Banack 1/4" y marco de cedro	1.00	c/u	\$140.21	\$140.21	
10.06	Puerta de madera con doble forro plywood 2.0x0.68m tipo Banack 1/4" y marco de cedro	2.00	c/u	\$139.41	\$278.82	
10.07	Puerta de lamina Ho=1/16" TubH.=1x1"contramarco de 1"x1/16" 2X1m doble cara	22.00	c/u	\$165.28	\$3,636.16	
10.08	Puerta de lamina Ho=1/16" TubH.=1x1"contramarco de 1"x1/16"2.0x0.8m doble cara	7.00	c/u	\$111.55	\$780.85	
10.09	Puerta de lamina Ho=1/16 1.50x0.7m TubH.=1x1"contramarco de 1"x1/16" una cara	4.00	c/u	\$151.75	\$607.00	
10.10	Puerta de lamina Ho=1/16 1.50x0.8m TubH.=1x1"contramarco de 1"x1/16" una cara	12.00	c/u	\$159.50	\$1,914.00	
10.11	Puerta de vidrio claro doble 1.50x2.0m, marco de alum según plano Aca.	1.00	c/u	\$707.96	\$707.96	
10.12	Porton de lamina de hierro 1/16" una cara tubo estructural de 2"	1.00	sg	\$639.45	\$639.45	
11.00	CARPINTERIA					\$1,236.75
11.01	Fascia	244.90	ml	\$5.05	\$1,236.75	
12.00	ARTEFACTOS SANITARIOS					\$2,155.63

Continuación Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

12.01	Inodoro estándar blanco	20.00	c/u	\$80.47	\$1,609.40	
12.02	Lavamanos	2.00	c/u	\$58.96	\$117.92	
12.03	Fregadero 1 poceta	1.00	c/u	\$54.87	\$54.87	
12.04	Fregadero 2 pocetas	4.00	c/u	\$93.36	\$373.44	
13.00	INSTALACIONES HIDRAULICAS					\$3,291.43
	AGUA POTABLE					
13.01	Agua Potable Tubería PVC 1/2" 315psi	260.00	ml	\$4.11	\$1,068.60	
13.02	Accesorios para instalaciones hidráulicas PVC	1.00	sg	\$176.11	\$176.11	
13.03	Caja para válvula de Control 0.70x0.70m profundidad variable	1.00	sg	\$125.61	\$125.61	
13.04	Tanque elevado para agua potable capacidad de 1m3	1.00	sg	\$1,921.11	\$1,921.11	
14.00	DRENAJES					\$22,784.50
	AGUAS LLUVIAS					
14.01	Tubería PVC 6" 100psi	57.63	ml	\$13.49	\$777.43	
14.02	Canal de agua lluvia Lam Galv #26	274.63	ml	\$27.38	\$7,519.37	
14.03	Canaleta de concreto f c=210 1.0x0.20m	410.00	ml	\$22.52	\$9,233.20	
14.04	Canaleta con losa de paso 1.0x1.0m profundidad variable según planos	15.00	c/u	\$46.64	\$699.60	
14.05	Caja para a.ll. con losa de concreto 0.80x0.80m prof variable según planos	2.00	c/u	\$91.79	\$183.58	
14.06	Caja para a.ll. con parrilla 0.80x0.80m prof variable según planos	10.00	c/u	\$95.55	\$955.50	
	AGUAS NEGRAS					
14.07	Tubería PVC 4" 100psi	230.00	ml	\$10.14	\$2,332.20	
14.08	Accesorios para drenaje PVC 4"	1.00	sg	\$339.32	\$339.32	
14.09	Caja de registro de aguas negras 0.70x0.70m profundidad variable	6.00	c/u	\$124.05	\$744.30	
15.00	INSTALACIONES ELECTRICAS					\$48,840.61
15.01	Unidades	1.00	sg	\$39,360.12	\$39,360.12	
15.02	Subestación Eléctrica 50KVA	1.00	sg	\$6,320.01	\$6,320.01	
15.03	Pozo de Registro	1.00	c/u	\$140.30	\$140.30	
15.04	Acometida	226.40	ml	\$13.34	\$3,020.18	
16.00	OBRA EXTERIOR					\$67,963.54
16.01	Muro de mampostería de piedra H=2.10m	19.49	ml	\$294.47	\$5,739.22	
16.02	Muro de mampostería de piedra H=1.80m	23.72	ml	\$160.81	\$3,814.41	
16.03	Muro de mampostería de piedra H=1.44m	21.53	ml	\$125.11	\$2,693.62	
16.04	Muro de mampostería de piedra H=1.08m	36.04	ml	\$44.26	\$1,595.13	

Continuación Tabla 38: Presupuesto del Proyecto “Diseño de Infraestructura del Centro Escolar Alfredo Espino, municipio de Ahuachapán”.

16.05	Muro de mampostería de block 20x20x40 RV=#4@0.40m,RH=#2@0.40m BS=2#3+G#2@0.15	317.85	ml	\$138.28	\$43,952.30	
16.06	Cancha de basquetbol	1.00	sg	\$10,168.86	\$10,168.86	
CD Total						\$514,066.11