

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

**DISEÑO INTEGRAL DE PABELLONES PARA AULAS
Y SERVICIOS EN LA I.E. 6060 « JULIO C. TELLO » -
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO**



PROYECTO DE TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Kelly Rosalynn Manrique Toribio

Bach. Elena Rocio Palomino Sotelo

Lima – Perú

2011

*“El presente trabajo lo dedico a Dios, por ser mi guía.
A mis padres, Iris y Eugenio que han sido modelos a seguir y
Estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera universitaria.
A mis hermanos Ana y Eugenio que me brindaron su apoyo cuando más los
necesité.
Y un agradecimiento especial a nuestro Asesor de Tesis, Ing. Víctor Venero
Nazario, que nos supo orientar para concluir con el presente trabajo”.*
Elena Rocío Palomino Sotelo

*“Agradezco a Dios por darme una familia.
A mis padres Delia y Genaro por su sacrificio para darme la carrera de
Ingeniero.
A mis hermanas Milagros y Evelynn por su apoyo y aliento en los estudios.
A nuestro asesor de tesis el Ing. Victor Venero por su confianza”.*
Kelly Rosalynn Manrique Toribio

RESUMEN

A solicitud de la Asociación de Padres de Familia de la I.E. 6060 Julio C. Tello con la finalidad de crecer y ampliar sus instalaciones,

Se diseñó 2 tipos de pabellones, uno con servicios higiénicos y otro sin servicios higiénicos con la finalidad de alternarlos.

Se realizó el diseño cumpliendo con todas las normas vigentes de construcción.

Se elaboró el expediente técnico el cual cuenta con todas las especialidades: arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias.

ABSTRACT

At call of the Association of Family Parents of the I.E. 6060 Julio C. Tello with the purpose of growing and extending his facilities,

I design 2 types of pavilions, one with hygienic services and other one without hygienic services on the purpose meets to alternate them.

I realize the design expiring with all the in force procedure of construction.

I elaborate the technical process which possesses all the specialities: architecture, structure, electrical facilities and sanitary facilities.

PALABRAS CLAVES

- Diseño
- Aporticado
- Comparación
- Tabiques
- Hidroneumático
- Zapatas
- Cimentación
- Pabellones
- Volado
- Predimensionamiento

INDICE

| | |
|--|-----|
| CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 1.1. Antecedentes..... | 7 |
| 1.2. Objetivos..... | 9 |
| 1.2.1. Generales..... | 9 |
| 1.2.2. Específicos..... | 9 |
| 1.3. Metodología..... | 9 |
| 1.4. Justificación..... | 9 |
| CAPITULO 2: MARCO TEORICO | 11 |
| 2.1. DISEÑO BASICO DE ARQUITECTURA | 11 |
| 2.2. DISEÑO SIMORRESISTENTE | 31 |
| 2.3. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO..... | 48 |
| 2.4 DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS | 81 |
| 2.5 DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS | 102 |
| CAPITULO 3: ARQUITECTURA DEL PABELLON..... | 111 |
| 3.1 Diseño por analogía de los pabellones existentes..... | 111 |
| CAPITULO 4: APLICACIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PABELLON | 115 |
| 4.1 METRADO DE CARGAS..... | 115 |
| 4.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES | 117 |
| 4.3 MODELACION EN SAP..... | 121 |
| 4.3.1 ANALISIS ESTATICO..... | 121 |
| 4.3.2 ANALISIS DINAMICO | 123 |
| 4.3.3 ANALISIS ESPECTRAL | 124 |
| 4.4 DISEÑO DE LA CIMENTACION | 133 |
| 4.5 DISEÑO DE COLUMNAS..... | 157 |
| 4.6 DISEÑO DE LOSAS, VIGAS Y ESCALERAS | 161 |
| 4.7 DISEÑO DE ELEMENTOS VARIOS | 199 |
| CAPITULO 5: RIESGO SISMICO..... | 201 |
| 5.1 Peligro Sísmico..... | 201 |

| | |
|--|-----|
| 5.2 Vulnerabilidad | 201 |
| CAPITULO 6: INSTALACIONES ELECTRICAS | 206 |
| 6.1 Sistema de alumbrado..... | 206 |
| 6.2 Sistema de Tomacorriente | 207 |
| CAPITULO 7: INSTALACIONES SANITARIAS | 208 |
| 7.1 Red de agua | 208 |
| 7.2 Red de Desagüe | 210 |
| CAPITULO 8: OBRAS COMPLEMENTARIAS | 211 |
| 8.1 DISEÑO DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO | 211 |
| 8.2 REPARACION DE LOSAS Y TRIBUNAS..... | 227 |
| CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 228 |
| CAPITULO 10: BIBLIOGRAFÍA | 229 |

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

La Institución Educativa 6060 Julio C. Tello cuenta actualmente con un área construida de 3,005.81 m², La actual Infraestructura fue construida en la década del 70, allí se desarrollan actividades educativas.

En los últimos años por el aumento poblacional, la demanda de vivienda se ha incrementado, y de igual manera la institución Educativa Julio C Tello como tantas instituciones educativas, se ven en la necesidad de ampliar sus instalaciones, el inconveniente de este caso, es que los edificios que cumplen funciones de aulas, fueron construidos sin ningún tipo de supervisión técnica, por las diferentes gestiones muy bien intencionadas de las APAFAS (Asociación de padres de familia) de muchos años que resultan hoy con graves fallas estructurales, y no aptas para servir de cimiento de las ampliaciones requeridas por este Colegio.

La I.E. 6060 Julio C. Tello, ubicada en el Distrito de Villa María del Triunfo, ejecutó ampliaciones de acuerdo a sus necesidades, sin tener en cuenta los criterios técnicos necesarios para brindar seguridad, o una próxima ampliación.

Dicha Institución está localizada en la Av. Pachacutec N° 4355 en el distrito de Villa María del Triunfo. A través de la dirección y de la APAFA, solicitaron a la Universidad Ricardo Palma el apoyo técnico para los planes de ampliación y crecimiento vertical, de la infraestructura educativa de dicho colegio.

Después de la primera visita de reconocimiento a dicho colegio se recomendó realizar estudios para revelar la verdadera situación de las estructuras existentes, estudio de Mecánica de Suelos y un levantamiento de fallas y defectos constructivos que dio como resultado información que ha resultado vital, para tomar decisiones sobre los planes que la dirección educativa y la APAFA tenían para el colegio.

Originalmente se había pensado en la posibilidad de construir segundos y terceros niveles sobre las estructuras existentes, sin embargo se tenían dudas sobre la seguridad de las mismas

y su capacidad de resistir los pisos adicionales por el hecho de que las estructuras fueron construidas por los padres de familia en jornadas de trabajos sin supervisión técnica, esto incluía al pabellón de laboratorios (aparentemente el más fuerte y el de mas reciente creación); pero que hoy muestra signos de agrietamiento en diversas zonas.

Existen dos pabellones que presentan un adecuado estado de conservación, uno de ellos ejecutados por INFES y el otro por FONCODES en años anteriores, los mismos que se encuentran en buen estado, ambos tienen dos niveles con proyecciones para un tercero, los demás ambientes incluyendo la dirección del colegio han sido construidos de forma rudimentaria por maestros de construcción civil, sin contar con planos ni especificaciones técnicas, en otras palabras, a su criterio.

El estudio de mecánica de suelos determinó que para los requerimientos futuros de cargas admisibles del suelo, las edificaciones deberían tener una cimentación de 1.50m de profundidad y un ancho de 0.80 m como mínimo; sin embargo de acuerdo a la exploración realizada mediante excavación, se encontró que tenían una profundidad de 0.80 m en promedio y un ancho de cimentación de 0.60 m, que como se aprecia no cumplen con lo requerido.

Un proyecto de ampliación requería nuevas dimensiones y dado los estados de las estructuras, se recomienda la demolición por etapas del colegio para evitar futuros desastres, debido a la vulnerabilidad de la construcción existente y a la necesidad de crecimiento, preservando los muros de lindero para que permanezcan como muro de cerco y se propone la construcción de pabellones de tres niveles, eso permitirá el desarrollo de nueve pabellones tipificados a través de dos modelos de edificación, que pueden alternarse para formar los espacios y volúmenes arquitectónicos requeridos para las funciones del colegio y que incrementarían aproximadamente tres veces la capacidad de alumnado del colegio.

La presente tesis plantea el Diseño de pabellones típicos que de acuerdo a la disponibilidad de recursos económicos se ejecutarían poco a poco hasta desarrollar un total de nueve pabellones de tres niveles cada uno, que con los ya existentes, sumarian un total de once pabellones.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Generales.

Diseñar los pabellones típicos con todas sus instalaciones y otro similar sin instalaciones sanitarias para la institución educativa I.E.6060 Julio C. Tello Villa María del Triunfo definiendo su ubicación arquitectónica respecto a la distribución del conjunto de edificios.

1.2.2. Específicos.

1. Diseñar la Arquitectura Básica del Pabellón
2. Diseñar las estructuras de los pabellones típicos
3. Diseñar las Instalaciones Eléctricas
4. Diseñar las Instalaciones Sanitarias
5. Determinar los costos y presupuestos de los pabellones
6. Desarrollar la programación de la obra
7. Desarrollar las especificaciones técnicas para dicha obra

1.3. Metodología

La metodología a emplear es totalmente aplicativa con referencia a los métodos de diseño impartidos durante la formación profesional, tanto para el diseño estructural, de instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias.

La solución arquitectónica para los pabellones típicos que se plantean en esta tesis proviene de una analogía con los existentes desarrollados por INFES y FONCODES en años anteriores en dicha institución educativa.

1.4. Justificación

Debido al crecimiento estudiantil de la I.E. 6060 Julio C. Tello que exige una mayor cantidad de aulas y ambientes, y a las fallas encontradas en la inspección ocular, se determinó la

necesidad de la construcción de nuevos pabellones, los cuales servirán para dar seguridad y capacidad a un mayor número de alumnos.

De acuerdo a las necesidades y proyectos de la APAFA y de la dirección del Colegio, que espera poder brindar servicios de educación en horario nocturno y capacitación de pequeñas iglesias a través de talleres se justifica la necesidad de crecimiento de dicha Institución.

La Universidad Ricardo Palma, a través de sus estatutos de Extensión Universitaria y Proyección social, pasó a apoyar a dicha Institución ante los organismos internos del Ministerio de Educación con el desarrollo de este proyecto a tal grado que ya se cuenta con partida presupuestal para ejecutar los 2 primeros pabellones.

CAPITULO 2: MARCO TEORICO

2.1. DISEÑO BASICO DE ARQUITECTURA

Claridad, tamaño de las ventanas, relaciones visuales

La situación, tamaño y tipo de las ventanas influye en la distribución de la luz natural en un espacio interior. La norma 5034 parte 4º, define el tamaño de las ventanas que corresponden salas de diferentes dimensiones, tanto de viviendas como de oficinas. Dichos valores se basan en las siguientes condiciones:

- Ancho de la ventana = $0.55 \times$ ancho de espacio
- Cielo cubierto
- Reflexión :
 - pared = 0.6
 - Techo = 0.7
 - Suelo = 0.2
- Pérdidas de luz: vidrio = 0.75
 - Carpintería $k_1 = 0.75$
 - Suciedad $k_2 = 0.95$
- Luz reflejada por los edificios circundantes : ($D_v = 0.2$)
- Angulo de edificación $\alpha = 0^\circ$ a $50^\circ \rightarrow 1$ y 2

1 \rightarrow Anchura mínima de las ventanas

$$\text{Anchura de las ventanas} - (aV^1) \text{ m}$$

¹ Ancho especificado según libro El arte de proyectar en arquitectura de Ernest Neufert

Altura del espacio (h)

| | |
|--------|-----|
| 2.50 m | |
| 1.35 m | |
| 5 m | 7 m |

| | |
|--------|-----|
| 3.00 m | |
| 1.85 m | |
| 5 m | 7 m |

Altura de la ventana (hV) Prof. del espacio (p)

Observación: esto también es válido para oficinas, cuando tienen dimensiones parecidas a las salas de una vivienda:

Altura del espacio (h) ≤ 3.50 m.

Profundidad del espacio (p) ≤ 6.00 m.

Superficie del espacio (S) ≤ 50.00 m².

Las vistas al exterior también exigen que las ventanas de una vivienda o de una oficina tengan un determinado tamaño. Las normas de la construcción en Alemania regulan lo siguiente:

- Se ha de respetar una separación determinada entre los edificios en función de su altura.
- Todas las salas destinadas a estancia de personas han de tener vistas al exterior.

En la aplicación de estas normas en el interior de una ciudad se ha de vigilar, entre otros factores, al ángulo de incidencia de la luz, la separación con los edificios más próximos, la disposición de las ventanas y las características de la fachada de los edificios situados enfrente.

Los nuevos planeamientos urbanísticos exigen estudiar la calidad de la luz natural en los espacios interiores ya que, por lo general, las normas y ordenanzas sólo garantizan unos requisitos mínimos. Es aconsejable realizar un control visual de los espacios interiores y exteriores proyectados en una maqueta utilizando un sol o un cielo artificial, o mediante un aparato endoscópico.

Escuelas elementales

Por ejemplo, 2 a 3 secciones

10(12) p.e. 15(18) por cada una 65 – 70 m²

3 aulas de curso p.c.u. 45 m

Equipamiento:

1 Aula 30 – 40 m²

1 lavatorio 15 – 20 m²

Equipamiento sanitario:

Dimensionado de los lavamanos y demás aparatos sanitarios según el número total de alumnos, separados por sexos en función de las directrices escolares. Los cuartos con inodoros han de tener, a ser posible, iluminación y ventilación directas. Acceso separado para chicos y chicas. Comunicaciones horizontales y verticales, por regla general corresponden a los recorridos de emergencia. Ancho libre de los recorridos de emergencia: mínimo 1.00 m/150 personas, para 180 personas 1.25m de ancho; sin embargo en las zonas de aulas los pasillos han de tener al menos un ancho de 2.00 m. Escaleras en zonas de aulas 1.25 m, demás recorridos de emergencia 1.00 m. La capacidad de la escalera depende del número de usuarios, ancho de la escalera: 0.80 por cada 100 personas (ancho mínima 1.25m pero no más ancho que 2.50 m). Alternativa: 0.15 m por cada 15 personas. (Sólo la planta superior se cuenta con una ocupación al 100% las restantes únicamente al 50%). La zona de aulas comprende las aulas de enseñanza general, las aulas especiales de mayor tamaño, laboratorios de idiomas, sales de material de enseñanza, de cartografía y demás espacios auxiliares. Las asignaturas impartidas en la zona de aulas son: idiomas, matemáticas, religión, ciencias sociales y políticas, así como las asignaturas optativas (en total, entre el 50% y el 70 % de las horas de clase semanales).

Necesidades de espacio: en aulas de enseñanza tradicional: 2m²/plaza, con diferenciación múltiple en el interior casi 3m²/plaza y para enseñanza en grandes espacios casi 4.5 m²/plaza incluidas las superficies auxiliares necesarias.

Forma estándar: desde: desde rectangular hasta cuadrada (12 x 20, 12 x 16, 12 x 12, 12 x 10m), esto quiere decir, que dada una profundidad de 7.20m sólo se pueden colocar ventanas en uno de sus lados.

Superficie: 1.8 - 2m² / alumno

Aula convencional: aprox. 3.00 – 5.00 m² / alumno

Altura libre: 2.7 – 3.40 m

| Tipo de lavabo | Equipamiento | Separ. Chicos / chicas | Situación | Utilización | Además |
|--------------------|------------------------|----------------------------|--|-----------------|---|
| WC de clase | Inodoros con vestíbulo | No | Junto aulas | Durante clases | Eventualmente para el parvulario 2 WC y vestíbulo. |
| WC de intermedios | Inodoros | Si | Accesible desde el pasillo o el hall | Entre clases | Desde casa aula sin WC ha de haber un lavado de intermedios a 40m de distancia como máximo. |
| WC de recreos | Inodoros | Si | Accesible desde el pasillo o el hall | Durante recreos | Lavabo en planta baja accesible desde las superficies de recreo. |
| WC para profesores | Inodoros | Separ. Señoras /caballeros | Agregado a zona de profesores o administración | Durante recreos | Eventualmente en conexión con el guardarropa de los profesores. |

Escuelas de enseñanza primaria

Pared anterior: pizarra, superficie de proyección, conexión para TV, radio, etc. cerca de la pizarra o la entrada. Posibilidad para fijar mapas murales. Posibilidad de oscurecer las ventanas.

NORMA A.040

EDUCACIÓN

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

Artículo 1.- Se denomina edificación de uso educativo a toda construcción destinada a prestar servicios de capacitación y educación, y sus actividades complementarias.

La presente norma establece las características y requisitos que deben tener las edificaciones de uso educativo para lograr condiciones de habitabilidad y seguridad.

Esta norma se complementa con las que dicta el Ministerio de Educación en concordancia con los objetivos y la Política Nacional de Educación.

Artículo 2.- Para el caso de las edificaciones para uno de Universidades, estas deberán contar con la opinión favorable de la Comisión de Proyectos de Infraestructura Física de las Universidades del País de la Asamblea Nacional de Rectores.

Las demás edificaciones para uso educativo deberán contar con la opinión favorable del Ministerio de Educación.

Artículo 3.- Están comprendidas dentro de los alcances de la presente norma los siguientes tipos de edificaciones:

| | | | |
|--|--|---|----------------------------------|
| Centros de Educación Básica | Centro de Educación Básica Regular | Educación Inicial | Cunas Jardines Cuna Jardín |
| | | Educación Primaria | Educación Primaria |
| | | Educación Secundaria | Educación Secundaria |
| | Centro de Educación Básica Alternativa | Centros Educativos de Educación Básica Regular que enfatizan en la preparación para el trabajo y el desarrollo de capacidades empresariales | |
| | | Centros Educativos para personas que tienen un tipo de discapacidad que dificulte un aprendizaje regular. | |
| | Centros de Educación Básica Especial | Centros Educativos para niños y adolescentes superdotados o con talentos específicos. | |
| | | Centro de Educación Técnico Productiva | |
| | | Centros de Educación Comunitaria | |
| | Centro de Educación Superior | Universidades | |
| | | Institutos Superiores | |
| Centros Superiores | | | |
| Escuelas Superiores Militares y Policiales | | | |

CAPITULO II

CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y FUNCIONALIDAD

Artículo 4.- Los criterios a seguir en la ejecución de edificaciones de uso educativos son:

- a) Idoneidad de los espacios al uso previsto.
- b) Las medidas del cuerpo humano en sus diferentes edades.
- c) Cantidad, dimensiones y distribución del mobiliarios necesario para cumplir con la función establecida.
- d) Flexibilidad para la organización de las actividades educativas, tanto individuales como grupales.

Artículo 5.- Las edificaciones de uso educativo, se ubicaran en los lugares señalados en el Plan Urbano, y/o considerando lo siguiente:

- a) Acceso mediante vías que permitan el ingreso de vehículos para la atención de emergencias.
- b) Posibilidad de uso por la comunidad.
- c) Capacidad para obtener una dotación suficiente de servicios de energía y agua.
- d) Necesidad de expansión futura.
- e) Topografías con pendientes menores a 5%.
- f) Bajo nivel de riesgo en términos de morfología del suelo, o posibilidad de ocurrencia de desastres naturales.
- g) Impacto negativo del entorno en términos acústicos, respiratorios o de salubridad.

Artículo 6.- El diseño arquitectónico de los centros educativos tiene como objetivo crear ambientes propicios para el proceso de aprendizaje, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- a) Para la orientación y el asoleamiento, se tomará en cuenta el clima predominante, el viento predominante y el recorrido del sol en las diferentes estaciones de manera de lograr que se maximice el confort.
- b) El dimensionamiento de los espacios educativos estará basado en las medidas y proporciones del cuerpo humano en sus diferentes edades y en el mobiliario a emplearse.
- c) La altura mínima será de 2.50m
- d) La ventilación en los recintos educativos debe ser permanente, alta y cruzada.
- e) El volumen de aire requerido dentro del aula será de 4.5 mt³ de aire por alumno.
- f) La iluminación natural de los recintos educativos debe ser distribuida de manera uniforme.
- g) El área de vanos para iluminación deberá tener como mínimo el 20% de la superficie del recinto.
- h) La distancia entre la ventana única y la pared opuesta a ella será como máximo 2.5 veces la altura del recinto.
- i) La iluminación artificial deberá tener los siguientes niveles, según el uso al que será destinado

| | |
|----------------------|---------|
| Aulas | 250 lux |
| Circulaciones | 100 lux |
| Servicios higiénicos | 75 lux |
- j) Las condiciones acústicas de los recintos educativos son:

- Control de interferencias sonoras entre los distintos ambientes o recintos. (separación de zonas tranquilas, de zonas ruidosas).
- Aislamiento de ruidos recurrentes provenientes del exterior (tráfico, lluvia, granizo).
- Reducción de ruidos generados al interior del recinto (movimiento de mobiliario).

Artículo 7.- Las edificaciones de centros educativos además de lo establecido en la presente Norma deberán cumplir con lo establecido en las Normas A.010 “Condiciones Generales de Diseño” y A.130 “Requisitos de Seguridad” del presente Reglamento.

Artículo 8.- Las circulaciones horizontales de uso obligatorio por los alumnos deben ser techadas.

Artículo 11.- Las puertas de los recintos educativos deben abrir hacia fuera sin interrumpir el tránsito de los pasadizos de circulación.

La apertura se hará hacia el mismo sentido de la evacuación de emergencia.

El ancho mínimo del vano para puertas será de 1.00 m.

Las puertas que abran hacia pasajes de circulación transversales deberán girar 180 grados.

Todo ambiente donde se realicen labores educativas con más de 40 personas deberán tener dos puertas distanciadas entre sí para fácil evacuación.

Artículo 12.- Las escaleras de los centros educativos deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- a) El ancho mínimo será de 1.20 m. entre los paramentos que conforman la escalera.
- b) Deberán tener pasamanos a ambos lados.
- c) El cálculo del número y ancho de las escaleras se efectuará de acuerdo al número de ocupantes.
- d) Cada paso debe medir de 28 a 30 cm. Cada contrapaso debe medir de 16 a 17 cm.
- e) El número máximo de contrapasos sin descanso será de 16.

CAPITULO IV

DOTACIÓN DE SERVICIOS

Artículo 13.- Los centros educativos deben contar con ambientes destinados a servicios higiénicos para uso de los alumnos, del personal docente, administrativo y del personal de servicio, debiendo contar con la siguiente dotación mínima de aparatos:

Centros de educación inicial:

| Número de alumnos | Hombres | Mujeres |
|---------------------------------|------------|---------|
| De 0 a 30 alumnos | 1L, 1U, 1I | 1L, 1I |
| De 31 a 80 alumnos | 2L, 2U, 2I | 2I, 2I |
| De 81 a 120 alumnos | 3L, 3U, 3I | 3I, 3I |
| Por cada 50 alumnos adicionales | 1L, 1U, 1I | 1I, 1I |

L = lavatorio, u = urinario, I = inodoro

Centros de educación primarios, secundarios y superiores:

| Número de alumnos | Hombres | Mujeres |
|---------------------------------|------------|---------|
| De 0 a 60 alumnos | 1L, 1U, 1I | 1L, 1I |
| De 61 a 140 alumnos | 2L, 2U, 2I | 2I, 2I |
| De 141 a 200 alumnos | 3L, 3U, 3I | 3I, 3I |
| Por cada 80 alumnos adicionales | 1L, 1U, 1I | 1I, 1I |

L = lavatorio, u = urinario, I = inodoro

Los lavatorios y urinarios pueden sustituirse por aparatos de mampostería corridos recubiertos de material vidriado, a razón de 0.60m. por posición.

Deben proveerse servicios sanitarios para el personal docente, administrativo y de servicio, de acuerdo con lo establecido para oficinas.

Artículo 14.- La dotación de agua a garantizar para el diseño de los sistemas de suministro y almacenamiento son:

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Educación primaria | 20 Lts. x alumno x día |
| Educación secundaria y superior | 25 Lts. x alumno x día |

NORMA A.130

REQUISITOS DE SEGURIDAD

GENERALIDADES

Artículo 1.- Las edificaciones, de acuerdo con su uso y número de ocupantes, deben cumplir con los requisitos de seguridad y prevención de siniestros que tienen como objetivo salvaguardar las vidas humanas y preservar el patrimonio y la continuidad de la edificación.

CAPITULO I

SISTEMAS DE EVACUACIÓN

Artículo 2.- El presente capítulo desarrollará todos los conceptos y cálculos necesarios para asegurar un adecuado sistema de evacuación dependiendo del tipo y uso de la edificación. Estos son requisitos mínimos que deberán ser aplicados a las edificaciones.

Artículo 3.- Todas las edificaciones tienen una determinada cantidad de personas en función al uso, la cantidad y forma de mobiliarios y/o el área de uso disponible para personas. Cualquier edificación puede tener distintos usos y por lo tanto varias la cantidad de personas y el riesgo en la misma edificación siempre y cuando estos usos estén permitidos en la zonificación establecida en el Plan Urbano.

El cálculo de ocupantes de una edificación se hará según lo establecido para cada tipo en las normas específicas A.020, A.030, A.040, A.050, A.060, A.070, A.080, A.090, A.100 y A.110.

La comprobación del cálculo del número de ocupantes (densidad), deberá estar basada en información estadística para cada uso de la edificación, por lo que los propietarios podrán demostrar aforos diferentes a los calculados según los estándares establecidos en este reglamento.

El Ministerio de Vivienda en coordinación con las Municipalidades y las Instituciones interesadas efectuarán los estudios que permitan confirmar las densidades establecidas para cada uso.

Artículo 4.- Sin importar el tipo de metodología utilizado para calcular la cantidad de personas en todas las áreas de una edificación, para efectos de cálculo de cantidad de personas debe utilizarse la sumatoria de todas las personas (evacuantes). Cuando exista una misma área que tengas distintos usos deberá utilizarse para efectos de cálculo, siempre el de mayor densidad de ocupación.

Ninguna edificación puede albergar mayor cantidad de gente a la establecida en el aforo calculado.

SUB-CAPITULO II

MEDIOS DE EVACUACIÓN

Artículo 12.- Los medios de evacuación son componentes de una edificación, destinados a canalizar el flujo de ocupantes de manera segura hacia la vía pública o a áreas seguras para su salida durante un siniestro o estado de pánico colectivo.

Artículo 13.- En los pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación, no deberá existir ninguna obstrucción que dificulte el paso de las personas, debiendo permanecer libres de obstáculos.

Artículo 15.- Se considerará medios de evacuación, a todas aquellas partes de una edificación proyectadas para canalizar el flujo de personas ocupantes de la edificación hacia la vía pública o hacia áreas seguras, como pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación.

NORMA A.010

CONDICIONES GENERALES DE DISEÑO

CAPITULO I

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Artículo 1.- La presente norma establece los criterios y requisitos mínimos de diseño arquitectónico que deberán cumplir las edificaciones con la finalidad de garantizar lo estipulado en el Art. 5° de la norma G.010 del TITULO I del presente reglamento.

Artículo 2.- Excepcionalmente los proyectistas, podrán proponer soluciones alternativas y/o innovadoras que satisfagan los criterios establecidos en el artículo tercero de la presente Norma, para lo cual la alternativa propuesta debe ser suficiente para alcanzar los objetivos de las normas establecidas en el presente reglamento.

En este caso el proyectista deberá fundamentar y contar con la conformidad del propietario.

Artículo 3.- Las obras arquitectónicas deberán tener calidad arquitectónica, la misma que se alcanza con una respuesta funcional y estética acorde con el propósito de la edificación, con el logro de condiciones de seguridad con el cumplimiento de la normativa vigente, y con la eficiencia del proceso constructivo a emplearse.

En las edificaciones se responderá a los requisitos funcionales de las actividades que se realizarán en ellas, en términos de dimensiones de los ambientes, relaciones entre ellos, circulaciones y condiciones de uso.

Se ejecutarán con materiales, componentes y equipos de calidad que garanticen su seguridad, durabilidad y estabilidad.

Artículo 4.- Los parámetros urbanísticos y edificatorios de los predios urbanos deben estar definidos en el Plan Urbano. Los Certificados de Parámetros deben consignar la siguiente información:

- a) Zonificación.
- b) Secciones de vías actuales y, en su caso, de vías previstas en el Plan Urbano de la localidad.
- c) Usos del suelo permitidos.
- d) Coeficiente de edificación.
- e) Porcentaje mínimo de área libre.
- f) Altura de edificación expresada en metros.
- g) Retiros.
- h) Área de lote normativo, aplicable a la subdivisión de lotes.
- i) Densidad neta expresada en habitantes por hectárea o en área mínima de las unidades que conformarán la edificación.
- j) Exigencias de los estacionamientos para cada uno de los usos permitidos.
- k) Áreas de riesgo o protección que pudieran afectarlo.
- l) Calificación de bien cultural inmueble, de ser el caso.
- m) Condiciones particulares

Artículo 5.- En las localidades en que no existan normas establecidas en los planos de acondicionamiento territorial, planes de desarrollo urbano provinciales, Planes urbanos

distritales o planes específicos, el propietario deberá efectuar una propuesta, que será evaluada y aprobada por la Municipalidad Distrital, en base a los principios y criterios que establece el presente Reglamento.

Artículo 6.- Los proyectos con edificaciones de uso mixto deberán cumplir con las normas correspondientes a cada uno de los usos propuestos.

Artículo 7.- Las normas técnicas que deben cumplir las edificaciones son las establecidas en el presente Reglamento Nacional de Edificaciones. No es obligatorio el cumplimiento de normas internacionales que no hayan sido expresamente homologadas en el Perú. Serán aplicables normas de otros países, en caso que estas se encuentren expresamente indicadas en este Reglamento o en normas sectoriales.

CAPITULO II

RELACION DE LA EDIFICACIÓN CON LA VIA PÚBLICA

Artículo 8.- Las edificaciones deberán tener cuando menos un acceso desde el exterior. El número de accesos y sus dimensiones se definen de acuerdo con el uso de la edificación. Los accesos desde el exterior pueden ser peatonales y vehiculares. Los elementos móviles de los accesos al accionarse, no podrán evadir las vías y áreas de uso público.

Artículo 9.- Cuando el Plan Urbano Distrital lo establezca existirán retiros entre el límite de propiedad y el límite de la edificación.

Los retiros tienen por finalidad permitir la privacidad y seguridad de los ocupantes de la edificación y pueden ser:

- **Frontales:** Cuando la distancia se establece con relación al lindero colindante con una vía pública.
- **Laterales:** Cuando la distancia se establece con relación a uno o a ambos linderos laterales colindantes con los predios.
- **Posteriores:** Cuando la distancia se establece con relación al lindero posterior.

Los planes urbanos establecen las dimensiones mínimas de los retiros. El proyecto a edificarse puede proponer retiros de mayores dimensiones.

Artículo 10.- El Plan de Desarrollo Urbano puede establecer retiros para ensanche de la(s) vía(s) en que se ubica el predio materia del proyecto de la edificación, en cuyo caso esta situación deberá estar indicada en el Certificado de Parámetros Urbanísticos y Edificatorios o en el Certificado de Alineamiento.

Artículo 12.- Los cercos tienen como finalidad la protección visual y/o auditiva y dar seguridad a los ocupantes de la edificación; debiendo tener las siguientes características:

- a) Deberán estar colocados en el límite de la propiedad, pudiendo ser opacos o transparentes. La colocación de cercos opacos no varía la dimensión de los retiros exigibles.
- b) La altura dependerá del entorno.
- c) Deberán tener un acabado concordante con la edificación que cercan.

Artículo 13.- En las esquinas formadas por la intersección de dos vías vehiculares, con el fin de evitar accidentes de tránsito, cuando no exista retiro o se utilicen cercos opacos, existirá un retiro en el primer piso, en diagonal (ochavo) que deberá tener una longitud mínima de 3.00 m. medida sobre la perpendicular de la bisectriz del ángulo formado por las líneas de propiedad correspondientes a las vías que formen la esquina. El ochavo debe estar libre de todo elemento que obstaculice la visibilidad.

Artículo 14.- Los voladizos tendrán las siguientes características:

- a) En las edificaciones que no tengan retiro no se permitirá voladizos sobre la vereda, salvo que por razones vinculadas al perfil urbano preexistente, el Plan Urbano distrital establezca la posibilidad de ejecutar balcones, voladizos de protección para lluvias, cornisas u otros elementos arquitectónicos cuya proyección caiga sobre la vía pública.
- b) Se puede edificar voladizos sobre el retiro frontal hasta 0.50 m, a partir de 2.30 m. de altura. Voladizos mayores, exigen el aumento del retiro de la edificación en una longitud equivalente.
- c) No se permitirán voladizos sobre los retiros laterales y posteriores mínimos reglamentarios, ni sobre retiros frontales cuya finalidad sea el ensanche de vía.

CAPITULO IV

DIMENSION MINIMA DE LOS AMBIENTES

Artículo 21.- Las dimensiones, área y volumen, de los ambientes de las edificaciones deben ser las necesarias para:

- a) Realizar funciones para las que son destinados.
- b) Albergar el número de personas propuesta para realizar dichas funciones.
- c) Tener el volumen de aire requerido por ocupante y garantizar su renovación natural o artificial.
- d) Permitir la circulación de las personas así como su evacuación en casos de emergencia.
- e) Distribuir el mobiliario o equipamiento previsto.
- f) Contar con iluminación suficiente.

Artículo 22.- Los ambientes con techos horizontales, tendrán una altura mínima de piso terminado a cielo raso de 2.30 m. Las partes más bajas de los techos inclinados podrán tener una altura menos. En climas calurosos la altura deberá ser mayor.

Artículo 24.- Las vigas y dinteles, deberán estar a una altura mínima de 2.10 m. sobre el piso terminado.

CAPITULO V

ACCESOS Y PASAJES DE CIRCULACION

Artículo 25.- Los pasajes para el tránsito de personas deberán cumplir con las siguientes características:

Pasillos

- a) Tendrán un ancho libre mínimo calculado en función del número de ocupantes a los que sirven.
- b) Los pasajes que formen parte de una vía de evacuación carecerán de obstáculos en el ancho requerido, salvo que se trate de elementos de seguridad o cajas de paso de instalaciones ubicadas en las paredes, siempre que no reduzcan en más de 0.15 m. el ancho requerido. El cálculo de los medios de evacuación se establecen en la norma A-130.
- c) Sin perjuicio del cálculo de evacuación mencionado, la dimensión mínima del ancho de los pasajes y circulaciones horizontales interiores, medido entre los muros que lo conforman será las siguientes:
 - Locales educativos 1.20 m.

CAPITULO VI

ESCALERAS

Artículo 26.- Las escaleras pueden ser:

- a) Integradas

Son aquellas que no están aisladas de las circulaciones horizontales y cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de tránsito de las personas entre pisos de manera fluida y visible.

El tipo de escalera a proveerse depende del uso y de la altura de la edificación, de acuerdo a la siguiente tabla:

| | INTEGRADA | DE EVACUACION |
|----------------|-----------------|------------------|
| Vivienda hasta | 5 niveles | Más de 5 niveles |
| Hospedaje | Hasta 3 niveles | Hasta 3 niveles |
| Educación | Hasta 4 niveles | Hasta 4 niveles |
| Salud | Hasta 3 niveles | Hasta 3 niveles |
| Comercio | Hasta 3 niveles | Hasta 3 niveles |
| Oficinas | Hasta 4 niveles | Hasta 4 niveles |

Artículo 28.- El número y ancho de las escaleras se define según la distancia del ambiente más alejada a la escalera y el número de ocupantes de la edificación a partir del segundo piso, según la tabla:

| Uso no residencial | Ancho total requerido |
|---------------------------|---|
| De 1 a 250 ocupantes | 1.20 m. en 1 escalera |
| De 251 a 700 ocupantes | 2.40 m. en 2 escaleras |
| De 701 a 1200 ocupantes | 3.60 m. en 3 escaleras |
| Más de 1201 ocupantes | Un módulo de 0.30 m. por cada 360 ocupantes |

Artículo 29.- Las escaleras están conformadas por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por gradas. Las gradas están conformadas por pasos y contrapasos.

Las condiciones que deberán cumplir las escaleras son las siguientes:

- a) En las escaleras integradas, el descanso de las escaleras en el nivel del piso al que sirven puede ser el pasaje de circulación horizontal del piso.
- b) Las edificaciones deben tener escaleras que comuniquen todos los niveles.
- c) Las escaleras contarán con un máximo de 16 pasos entre descansos.
- d) La dimensión de los descansos deberá tener un mínimo de 0.90 m.
- e) En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con la regla de 2 Contrapasos + 1 Paso, debe tener entre 0.60 m. y 0.64 m., con un mínimo de 0.25 m. para los pasos y un máximo de 0.18 m. para los contrapasos, medido entre las proyecciones verticales de dos bordes continuos.
- f) El ancho establecido para las escaleras se considera entre las paredes de cerramiento que la conforman, o sus límites en caso de tener uno o ambos lados abiertos. La presencia de pasamanos no constituye una reducción del ancho de la escalera.
- g) No podrán ser del tipo caracol.
- h) Deberán comunicar todos los niveles incluyendo el acceso a la azotea.

- i) Cuando se requieran dos o más escaleras, estas deberán ubicarse en rutas opuestas.

CAPITULO VII

SERVICIOS SANITARIOS

Artículo 37.- El número de aparatos sanitarios y servicios sanitarios para las edificaciones, están establecidos en las normas específicas según cada uso.

Artículo 39.- Los servicios sanitarios de las edificaciones deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a) La distancia máxima para acceder a un servicio sanitario será de 50 m.
- b) Los materiales de acabado de los ambientes para servicios sanitarios serán antideslizantes en pisos e impermeables en paredes, y de superficie lavable.
- c) Todos los ambientes donde se instale servicios sanitarios deberán contar con sumideros, para evacuar el agua de una posible inundación.
- d) Los aparatos sanitarios deberán ser de bajo consumo de agua.

CAPITULO IX

REQUISITOS DE ILUMINACION

Artículo 47.- Los ambientes de las edificaciones contarán con componentes que aseguren la iluminación natural y artificial necesaria para el uso por sus ocupantes.

Se permitirá la iluminación natural por medio de teatinas o tragaluces.

Artículo 48.- Los ambientes tendrán iluminación natural directa desde el exterior y sus vanos tendrán un área suficiente como para garantizar un nivel de iluminación de acuerdo con el uso al que está destinado.

Artículo 50.- Todos los ambientes contarán, además, con medios artificiales de iluminación en los que las luminarias factibles de ser instaladas deberán proporcionar los niveles de iluminación para la función que se desarrolla en ellos, según la norma EM.010

2.2. DISEÑO SISMORRESISTENTE

ARTICULO 2: ALCANCES

Esta norma establece condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el artículo 3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resulten dañadas por la acción de los sismos.

Además de lo indicado en esta norma, se deberá tomar medidas de prevención contra desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico:

Fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamientos masivos de tierra u otros.

ARTICULO 3: FILOSOFIA Y PRINCIPIOS DEL DISEÑO DEL SISMORRESISTENTE

La filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

- a) Evitar pérdidas de vida
- b) Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- c) Minimizar los daños a la propiedad

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta norma los siguientes principios para este diseño:

- a) La estructura no deberá colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en este sitio.
- b) La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

CAPITULO II

PARAMETROS DE SITIO

ARTICULO 5: ZONIFICACION

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, como se muestra en la figura N°1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características observadas, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como información neotectónica.



FIGURA N° 1

A cada zona se le asigna un factor Z según se indica en la tabla N°1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

| ZONA | Z |
|------|------|
| 3 | 0,4 |
| 2 | 0,3 |
| 1 | 0,15 |

ARTICULO 6: CONDICIONES LOCALES.

6.1. Microzonificación Sísmica y Estudio de Sitio

a.- Microzonificación Sísmica

Son estudios disciplinarios, que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuefacción de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Sera requisito la realización de los estudios de microzonificación en los siguientes casos:

- Área de expansión de ciudades
- Complejos industriales o similares
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados

Los resultados de estudios de microzonificación serán aprobados por la autoridad competente, que puede solicitar informaciones o justificaciones complementarias en caso lo considere necesario.

b.- Estudios de Sitios

Son estudios similares a los de de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

No se considera parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

6.2. Condiciones Geotécnicas

Para los efectos de esta norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Los tipos de perfiles de suelos son cuatro.

a) Perfil Tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el periodo fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0.25 s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 KPa (5kg/cm²).
- Grava arenosa o densa.
- Estrato de no más de 20m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100KPa (1kg/cm²), sobre roca u otra material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato no más de 20m de arena muy densa con $N > 30$, sobre roca u otro Material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b) Perfil tipo S2: Suelos Intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las indicadas para los perfiles S1 y S3.

c) Perfil tipo S3: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el periodo fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0.6 s, incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato del suelo excede los valores siguientes:

| Suelos Cohesivos | Resistencia al Corte típica en condición no drenada (kPa) | Espesor del estrato (m) (*) |
|------------------------|--|-----------------------------|
| Blandos | < 25 | 20 |
| Medianamente compactos | 25 - 50 | 25 |
| Compactos | 50 - 100 | 40 |
| Muy compactos | 100 - 200 | 60 |
| Suelos Granulares | Valores N típicos en ensayos de penetración estándar (SPT) | Espesor del estrato (m) (*) |
| Sueltos | 4 - 10 | 40 |
| Medianamente densos | 10 - 30 | 45 |
| Densos | Mayor que 30 | 100 |

(*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

d) Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales.

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y del factor de amplificación del suelo S , dados en la tabla N°2.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S3. Solo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando los estudios geotécnicos así lo determinen.

| Tabla N°2 Parámetros del Suelo | | | |
|---|---|--------------------------|----------|
| Tipo | Descripción | T_p (s) | S |
| S ₁ | Roca o suelos muy rígidos | 0,4 | 1,0 |
| S ₂ | Suelos intermedios | 0,6 | 1,2 |
| S ₃ | Suelos flexibles o con estratos de gran espesor | 0,9 | 1,4 |
| S ₄ | Condiciones excepcionales | * | * |

(*) Los valores de T_p y S para este caso serán establecidos por el especialista, pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

ARTICULO 7: FACTOR DE AMPLIACION SISMICA.

De acuerdo a las características del sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T} \right); C \leq 2,5$$

Donde:

T: Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de

Un modo en el análisis dinámico.

T_p: Periodo que define la plataforma para cada tipo de suelo.

C: Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta

Estructural respecto a la aceleración en el suelo.

CAPITULO III

REQUISITOS GENERALES

ARTICULO 8: ASPECTOS GENERALES

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas determinada en la forma prescrita en esta Norma.

Deberá considerarse el posible efecto de los elementos no estructurales en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerándose que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño de cada elemento o componente en estudio.

Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30% más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento deberá diseñarse para el 125% de dicha fuerza.

ARTICULO 9: CONCEPCION ESTRUCTURAL DE SISMORRESISTENTE

El comportamiento sísmico de las edificaciones mejora cuando se observa las siguientes condiciones:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.

- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción
- Resistencia adecuada
- Continuidad en la estructura, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad
- Deformación limitada
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia
- Consideración de las condiciones locales
- Buena práctica constructiva e inspección estructural rigurosa.

ARTICULO 10: CATEGORIA DE EDIFICACIONES.

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la tabla N°3. El coeficiente de uso e importancia (U), definido en la tabla N°3 se usara según la clasificación que se haga.

| Tabla N° 3 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES | | |
|--|--|-----------------|
| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR U |
| A Edificaciones Esenciales | Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos. | 1,5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc. | 1,0 |
| D Edificaciones Menores | Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares. | (*) |

(*) En estas edificaciones, a criterio del proyectista, se podrá omitir el análisis por fuerzas sísmicas, pero deberá proveerse de la resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales.

ARTICULO 11: CONFIGURACION ESTRUCTURAL

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares e irregulares con el fin de determinar el procedimiento adecuado de análisis y los valores apropiados del factor de reducción de fuerza sísmica (TABLA N°6).

- a) **Estructuras Regulares.** Son las que no tiene discontinuidades horizontales significativas o verticales en su configuración resistente a cargas verticales.
- b) **Estructuras Irregulares.** Se definen como estructuras irregulares aquellas que presentan una o más de las características indicadas en la tabla N°4 o tabla N°5.

| Tabla N° 4 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA |
|--|
| Irregularidades de Rigidez – Piso blando En cada dirección la suma de las áreas de las secciones transversales de los elementos verticales resistentes al corte en un entrepiso, columnas y muros, es menor que 85 % de la correspondiente suma para el entrepiso superior, o es menor que 90 % del promedio para los 3 pisos superiores. No es aplicable en sótanos. Para pisos de altura diferente multiplicar los valores anteriores por (h_i/h_j) donde h_j es altura diferente de piso y h_i es la altura típica de piso. |
| Irregularidad de Masa Se considera que existe irregularidad de masa, cuando la masa de un piso es mayor que el 150% de la masa de un piso adyacente. No es aplicable en azoteas |
| Irregularidad Geométrica Vertical La dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 130% de la correspondiente dimensión en un piso adyacente. No es aplicable en azoteas ni en sótanos. |
| Discontinuidad en los Sistemas Resistentes. Desalineamiento de elementos verticales, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento de magnitud mayor que la dimensión del elemento. |

| Tabla N° 5 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA |
|---|
| Irregularidad Torsional Se considerará sólo en edificios con diafragmas rígidos en los que el desplazamiento promedio de algún entrepiso exceda del 50% del máximo permisible indicado en la Tabla N°8 del Artículo 15 (15.1). En cualquiera de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, en un extremo del edificio, es mayor que 1,3 veces el promedio de este desplazamiento relativo máximo con el desplazamiento relativo que simultáneamente se obtiene en el extremo opuesto. |
| Esquinas Entrantes La configuración en planta y el sistema resistente de la estructura, tienen esquinas entrantes, cuyas dimensiones en ambas direcciones, son mayores que el 20 % de la correspondiente dimensión total en planta. |
| Discontinuidad del Diafragma Diafragma con discontinuidades abruptas o variaciones en rigidez, incluyendo áreas abiertas mayores a 50% del área bruta del diafragma. |

ARTICULO 12: SISTEMAS ESTRUCTURALES

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados, y el sistema de estructuración sismorresistente predominante en cada dirección tal como se indica en la tabla N°6.

Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R).

Para el diseño por resistencia última las fuerzas sísmicas internas deben combinarse con las fuerzas de carga unitarias. En caso contrario podrá usarse como (R) los valores establecidos en la tabla N°6 previa multiplicación por el factor de carga de sismo correspondiente.

| Tabla N° 6 | |
|---|---|
| SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
| Sistema Estructural | Coficiente de Reducción, R Para estructuras regulares (*) (**) |
| Acero | |
| Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos. | 9,5 |
| Otras estructuras de acero: | |
| Arriostres Excéntricos. | 6,5 |
| Arriostres en Cruz. | 6,0 |
| Concreto Armado | |
| Pórticos ⁽¹⁾ . | 8 |
| Dual ⁽²⁾ . | 7 |
| De muros estructurales ⁽³⁾ . | 6 |
| Muros de ductilidad limitada ⁽⁴⁾ . | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada ⁽⁵⁾ . | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

1. Por lo menos el 80% del cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos que cumplan los requisitos de la NTE-060 concreto armado. En caso se tengan muros estructurales, estos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
2. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. Los pórticos deberán ser diseñados para tomar por lo menos 25% del cortante en la base. Los muros estructurales serán diseñados para las fuerzas obtenidas del análisis según artículo 16 (16.2).
3. Sistema en que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre las que actúa por lo menos el 80% del cortante en la base.

4. Edificación de baja altura con alta densidad de muros de ductilidad limitada.
5. Para diseño por esfuerzos admisibles el valor de R será 6
 - (*) Estos coeficientes se aplicaran únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplica a estructuras tipo péndulo invertido.
 - (**) Para estructuras irregulares, los valores de R deben ser tomados como $\frac{3}{4}$ de los anotados en la tabla.

ARTICULO 13: CATEGORIA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubica, esta deberá proyectarse observando las características de regularidad y empleando el sistema estructural que se indica en la tabla N° 7

| Tabla N° 7 CATEGORÍA Y ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES | | | |
|---|-------------------------|----------|---|
| Categoría de la Edificación. | Regularidad Estructural | Zona | Sistema Estructural |
| A (*) (**) | Regular | 3 | Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual |
| | | 2 y 1 | Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera |
| B | Regular o Irregular | 3 y 2 | Acero, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada, Sistema Dual, Madera |
| | | 1 | Cualquier sistema. |
| C | Regular o Irregular | 3, 2 y 1 | Cualquier sistema. |

(*) Para lograr los objetivos indicados en la Tabla N°3, la edificación será especialmente estructurada para resistir sismos severos.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

ARTICULO 14: PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS

- 14.1 Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicas referidas en el artículo 18.
8. Las estructuras clasificadas como regulares según el artículo 10 de no más de 45m de altura y las estructuras de muros portantes de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares, podrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del artículo 17.

ARTICULO 15: DESPLAZAMIENTOS LATERALES

15.1 Desplazamientos laterales permisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculando según el artículo 16 (16.4) no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la tabla N°8.

| Tabla N° 8 LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO Estos límites no son aplicables a naves industriales | |
|---|---------------------------------------|
| Material Predominante | (D_i / h_{e_i}) |
| Concreto Armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |

9. Junta de Separación Sísmica (s)

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas a una distancia mínimas para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia mínima no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes ni menor que:

$$S=3 + 0.004 (h-500) \quad (h \text{ y } s \text{ en centímetros})$$

$$S>3 \text{ cm}$$

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según artículo 16 (16.4) ni menores que $s/2$

10. Estabilidad del Edificio

Deberá considerarse el efecto de la excentricidad de la carga vertical producida por los desplazamientos laterales de la edificación (efecto-Pdelta) según establece en el artículo 16(16.5).

La estabilidad al volteo del conjunto se verifica según se indica se indica en el artículo 21.

CAPITULO IV

Análisis de Edificios

ARTICULO 16: GENERALIDADES

16.1 Solicitaciones sísmicas y Análisis

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del artículo 3, se acepta que las edificaciones tendrán incursiones inelásticas frente a sollicitaciones sísmicas severas. Por tanto las sollicitaciones sísmicas de diseño se consideran como una fracción de las sollicitaciones sísmicas máximas elástica.

11. Modelos para Análisis de Edificios

El modelo de análisis para el diseño deberá considerar una distribución espacial de masas y rigidez que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Para los edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes

Ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan las rigideces y resistencia suficientes para asegurar la distribución mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

12. Peso de la edificación.

El peso (P), se calculara adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a. En edificación de las categorías A y B, se tomara el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de categoría C, se tomara el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomara el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que pueden contener.

13. Desplazamientos Laterales.

Los desplazamientos laterales se calcularan multiplicando por 0.7R los resultados obtenidos del análisis lineal y elásticos con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el artículo 17 (17.3) ni el cortante mínimo en la base especificado en el artículo 18 (18.2d).

ARTICULO 17: ANALISIS ESTATICO

17.1 Generalidades

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Debe emplearse solo para edificios sin irregularidades y de baja altura según se establece en el artículo 14 (14.2).

14. Periodo Fundamental.

1. El periodo fundamental para cada dirección se estimara con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$ para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos.

$C_T = 45$ para edificios concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

$C_T = 60$ para estructuras de mampostería y para todos los edificios de concreto armado cuyos elementos sismorresistentes sean fundamentalmente muros de corte.

15. Fuerza cortante en la base.

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Debiendo considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

16. Distribución de fuerzas sísmicas en altura.

Si el periodo fundamental T, es mayor que 0.7s, una parte de la fuerza cortante V, denominada F_a , deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la estructura. Esta fuerza F_a se determinara mediante la expresión:

$$F_a = 0,07 \cdot T \cdot V \leq 0,15 \cdot V$$

Donde el periodo T en la expresión anterior será el mismo que el usado para la determinación de la fuerza cortante en la base.

El resto de la fuerza cortante, es decir $(V - F_a)$ se distribuirá entre los distintos niveles, incluyendo el último, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F_i = \frac{P_i \cdot h_i}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot h_j} \cdot (V - F_a)$$

17. Efectos de Torsión.

Se supondrá que las fuerza en cada nivel (F_i) actúa en le centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además el efecto de excentricidades como se indica a continuación.

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considera como 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la acción de las fuerzas.

En cada nivel además de las fuerzas actuante, se aplicara el momento accidental denominado Mt_i que se calcula como:

Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo de todos los niveles. Se consideran únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

$$Mt_i = \pm F_i e_i$$

18. Fuerzas sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso. Para las zonas 3 y 2 esta fracción será $2/3 Z$. Para la zona 1 no será necesario considerar este efecto.

ARTICULO 18: ANALISIS DINAMICO

18.1 Alcances

El análisis dinámico de las edificaciones podrá realizarse mediante procedimientos de combinación espectral o por medio de análisis tiempo-historia.

Para edificaciones convencionales podrá usarse el procedimiento de combinación espectral; y para edificaciones deberá usarse un análisis tiempo-historia

19. Análisis por Combinaciones Modal Espectral

a. Modos de Vibración

Los periodos naturales y modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

b. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizara un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \times g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

c. Efecto de Torsión

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel se considerara mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección del análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

2.3. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO

CAPITULO I

GENERALIDADES

ARTICULO 1: REQUISITOS GENERALES

1.1 ALCANCE

1.1.1 Esta norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o armado. Las estructuras de concreto presforzado se incluyen dentro de la definición de estructuras de concreto armado.

1.1.2 Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma, pudiendo complementarla en lo no contemplado en ella.

1.1.3 Esta norma tiene prioridad cuando sus recomendaciones están en discrepancia con otras normas a las que ella hace referencia.

1.2 LIMITACIONES

1.2.1 Esta Norma incluye los requerimientos para estructuras de de concreto de peso normal.

1.2.2 Esta Norma podrá ser aplicada al diseño y construcción de estructuras pre-fabricadas y/o estructuras especiales en la medida que ello sea pertinente.

CAPITULO 32

REQUISITOS DE LA CONSTRUCCION

ARTICULO 6: ENCOFRADOS, ELEMENTOS EMBEBIDOS Y JUNTAS

6.1 ENCOFRADOS

6.1.1 Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamiento y dimensiones requeridos por los planos y especificaciones técnicas. Los encofrados y sus soportes deberán estar adecuadamente arriostrados.

6.1.2 Los encofrados deberán ser lo suficientemente impermeables como para impedir perdidas de lechada o mortero.

6.1.3 Los encofrados y sus soportes deberán ser diseñados y construidos de forma tal que no causen daños a las estructuras colocadas. En su diseño se tendrá en consideración lo siguiente:

- a) Velocidad y procedimiento de colocación de colocación del concreto.
- b) Cargas de construcción, verticales horizontales, y de impacto.
- c) Requisitos de los encofrados especiales empleados en la construcción de cascaras, cúpulas, concreto arquitectónico o elementos similares.

- d) Deflexión, contraflecha, excentricidad y subpresión.
- e) La unión de los puntales y sus apoyos.
- f) Los encofrados para elementos presforzados deberán diseñarse y construirse de manera tal que permitan las deformaciones del elemento sin causarle daño durante la aplicación de la fuerza del presfuerzo.

ARTICULO 7: DETALLES DEL REFUERZO

7.1 GANCHO ESTANDAR

El término gancho estándar se emplea en esta norma para designar:

- a) En barras longitudinales:
 - Doblez de 180° más una extensión mínima 4db, pero no menos de 6.5 cm, al extremo libre de la barra.
 - Doblez de 90° más una extensión mínima de 12db al extremo libre de la barra.
- b) En estribos:
 - Doblez de 135° más una extensión mínima 10db al extremo libre de la barra. En elementos que no resisten acciones sísmicas, cuando los estribos no se requieran por confinamiento, el doblez podrá ser de 90° o 135° más una extensión de 6db.

7.2 DIAMETROS MINIMOS DOBLADOS

- a) En barras longitudinales:

El diámetro de doblez medido a la cara interior de la barra no deberá ser menor a:

| | |
|-----------------------------|-----|
| Barras Ø 3/8" a Ø 1": | 4db |
| Barras Ø 1 1/8" a Ø 1 3/8": | 8db |

b) En estribos:

El diámetro de dobléz medido a la cara interior de la barra no deberá ser menor a:

Barras Ø 3/8" a Ø 5/8": 4db

Barras Ø 3/4" y mayores 6db

c) En estribos de mallas soldadas (corrugada o lisa) :

El diámetro interior de los dobleces no deberá ser menor a:

Para alambre corrugado Ø6mm o mayor: 4db

Para el resto: 2db

A menos de 4db de una intersección soldada: 8db

7.3 DOBLADO DEL REFUERZO

1. Todo el refuerzo deberá doblarse en frío. El refuerzo parcialmente embebido dentro del concreto no deberá doblarse, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo autorice el ingeniero proyectista.
2. No se permitirá el redoblado del refuerzo.

7.4 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE REFUERZO

7.4.1 En el momento de colocar el concreto, el refuerzo debe estar libre de lado, aceite u otros recubrimientos que puedan afectar adversamente su capacidad de adherencia.

7.4.2 El refuerzo metálico exceptuado el acero de presfuerzo, el refuerzo metálico con óxido, escamas o una combinación de ambas deberá considerarse satisfactorio si las dimensiones mínimas, incluyendo la altura de las corrugaciones o resaltes y el peso de un espécimen de

prueba cepillado a mano, no son menores que las especificadas en la Norma ITINTEC 341.031.

7.5 COLOCACION DEL REFUERZO

7.5.1 El refuerzo se colocara respetando los recubrimientos especificados en los planos. El refuerzo deberá asegurarse de manera que durante el vaciado no se produzcan desplazamientos que sobrepasen las tolerancias permisibles.

7.5.2 A menos que le ingeniero proyectista indique otros valores, el refuerzo se colocara en posiciones especificadas dentro de las siguientes tolerancias:

| | Tolerancia en d | Tolerancia en el recubrimiento mínimo |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|
| Para D < 20 cm | ± 1.0 cm | -1.0 cm |
| Para D > 20 cm | ± 1.2 cm | -1.2 cm |

Debiendo además, la tolerancia para el recubrimiento mínimo no excederá 1/3 del especificado en los planos.

La tolerancia en la ubicación de los puntos de doblado o corte de las barras será de ±5cm.

7.6 LIMITES PARA EL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO

7.6.1 El espaciamiento libre entre barras paralelas de una misma capa deberá ser mayor o igual a su diámetro, a 2.5 cm y a 1.3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

7.6.2 En caso que se tengan varias capas paralelas de refuerzo, las barras de las capas superiores deberán alinearse en lo posible con las inferiores, de manera de facilitar el vaciado. La separación libre entre capa y capa de refuerzo será mayor o igual a 2.5cm.

7.6.3 En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales será mayor o igual a 1.5 veces su diámetro, a 4cm y a 1.3 veces el tamaño máximo nominal de agregado grueso.

7.6.4 Las limitación de la distancia libre entre barras también se aplicara a la distancia libre entre un traslape y los traslapes o barras adyacentes.

7.6.5 En muros y losas, exceptuando las losas nervadas, el espaciamiento entre ejes del refuerzo principal por flexión será menor o igual a 3 veces el espesor del elemento estructural, sin exceder de 45 cm.

7.6.6 El refuerzo por contracción y temperatura deberá colocarse con un espaciamiento entre ejes menor o igual a 5 veces el espesor de la losa, sin exceder de 45 cm.

7.9 RECUBRIMIENTOS PARA EL REFUERZO

7.9.1 CONCRETO VACIADO EN OBRA

Deberá proporcionarse el siguiente recubrimiento de concreto al refuerzo:

a) Concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente:

- Barras de Ø5/8" o menores: 4 cm

- Barras de Ø3/4" o mayores: 5 cm

b) Concreto no expuesto al ambiente (protegido por un revestimiento) ni en contacto con el suelo (vaciado con encofrado y solado):

- Losas o aligerados: 2 cm

- Muros o muros de corte: 2 cm

- Vigas y columnas: 4 cm(*)

(*) El recubrimiento deberá medirse al estribo.

7.10 REFUERZO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA

7.10.1 En losas estructurales donde el refuerzo por flexión se extienda en una dirección, se deberá proporcionar refuerzo perpendicular a este para resistir los esfuerzos por contracción y temperatura.

7.10.2 Esta armadura deberá proporcionar las siguientes relaciones mínimas de área de la armadura a área de la sección total de concreto, según el tipo de acero de refuerzo que use.

- Losas donde se usan barras lisas: 0.0025

- Losas donde se usan barras corrugadas con

Limites de esfuerzo de fluencia menores de

4200 cm² : 0.0020

- Losas donde se usan barras corrugadas

o malla de alambre que tengan intersecciones

Soldadas, con límites de esfuerzo de fluencia

de 4200kg/cm²: 0.0018

- Losas donde se usan barras corrugadas con

Limites de esfuerzo de fluencias mayores

que 4200kg/cm² medida a una deformación

Unitaria de fluencia de 0.35%: 0.0018 (4200/fy) no menor de 0.014

7.10.3 El refuerzo por contracción y temperatura podrá colocarse en una o en las dos caras del elemento, dependiendo del espesor de este y tomando en cuenta lo indicado en la sección 7.6.

7.11 DETALLES PARA EL REFUERZO DE COLUMNAS

7.11.1 DOBLADO Y TRASLAPE DE BARRAS

7.11.1.1 Las barras longitudinales dobladas debido a un cambio de sección en la columna deberán tener, como máximo, una pendiente de 1 a 6 (1 perpendicular y 6 paralela al eje de la columna), continuando luego con la dirección del eje de la columna.

7.11.1.2 Deberá proporcionarse refuerzo horizontal adecuado para una barra doblada por cambio de sección, por medio de estribos o espirales o por partes de sistemas de entrepiso. El soporte horizontal deberá resistir una vez y medio el valor de la componente horizontal de la fuerza nomina, en la porción inclinada de la barra que se supone que trabaja a su máxima capacidad.

7.11.1.3 Cuando las caras de las columnas tengan un desalineamiento vertical de 7.5cm o más y las barras longitudinales no se puedan doblar en la forma indicada en los párrafos anteriores, estas deberán traslaparse con el refuerzo longitudinal de la columna superior.

7.11.1.4 Las barras longitudinales de columna se empalmaran de preferencia dentro de los 2/3 centrales de la altura del elemento, en longitudes según lo indicado en la sección 8.12.

7.11.2 REFUERZO TRANSVERSAL

Deberá cumplir con los requerimientos de diseño por fuerza cortante y por confinamiento, el refuerzo transversal deberá cumplir con lo indicado a continuación.

7.11.2.2 ESTRIBOS

- a) Todas las barras longitudinales deberán estar confinadas por estribos cerrados
- b) En columnas se usaran estribos de 3/8" de diámetro, como mínimo, para el caso de barras longitudinales hasta de 1" y estribos 1/2" de diámetro, como mínimo, para el caso de barras de diámetro mayores.

- c) El espaciamiento máximo entre estribos no deberá exceder ninguno de los siguientes valores: 16 veces el diámetro de la barra longitudinal, la menor dimensión del elemento sujeto a compresión o 30cm.
- d) Los estribos deberán disponer de tal forma con cada barra longitudinal de esquina tenga apoyo lateral proporcionado por el doblez de un estribo
- 2. Con un ángulo comprendido menor o igual a 135° y que ninguna barra este separa mas de 15cm de otra barra lateralmente apoyada.
- e) En estructuras de muros portantes de albañilería cuya rigidez y resistencia en ambas direcciones ante acciones laterales seste dada principalmente por estos, se podrán usar estribos de diámetros de ¼” en:
 - Columnas aisladas cuya menor dimensión no exceda de 25cm.
 - Columnas que tengan como función principal proveer confinamiento a Muros de albañilería (Ver la norma E-070).
- f) En columnas cuyas barras longitudinales estén dispuestas a lo largo de una circunferencia, se podrá emplear estribos circulares.

7.12 DETALLES PARA EL REFUERZO TRANSVERSAL DE ELEMENTOS EN FLEXION

7.12.1 El refuerzo en compresión en vigas deber confirmarse con estribos que satisfagan las limitaciones de tamaño y espaciamiento de la sección 7.11.2.2, o bien con una malla electrosoldada de un área equivalente. Tales estribos deberán emplearse en toda la longitud donde se requiera refuerzo en compresión.

7.12.2 El refuerzo lateral para elementos de pórticos en flexión sujetos a esfuerzos reversibles o a torsión en los apoyos, consistirá en estribos o espirales que se extiendan alrededor del refuerzo en flexión.

ARTICULO 8: DESARROLLO Y EMPALMES DE REFUERZO

8.1 DESARROLLO DEL REFUERZO - GENERALIDADES

8.1.1 La tracción o compresión calculada en el refuerzo en cada sección de elementos de concreto armado, deberá desarrollarse en cada lado de dicha sección mediante una longitud de desarrollo, gancho, dispositivo mecánico o una combinación de ellos.

8.1.2 Los ganchos se podrán emplear solo en el desarrollo de barras de tracción.

8.9 EMPALMES EN EL REFUERZO

8.9.1 Los refuerzos se deberán empalmar preferentemente en zonas de esfuerzos bajos. Ver secciones 7.11.1.4y 11.3.2.

8.9.2 Los empalmes deberán hacerse solo como lo requieran o permitan los planos de diseño o las especificaciones técnicas o como lo autorice el inspector.

Los empalmes podrán ser de diferentes tipos:

- a) Por traslape.
- b) Por soldadura.
- c) Por uniones mecánicas.

8.10 EMPALMES POR TRASLAPE

8.10.1 Las barras empalmadas por medio de traslapes sin contacto en los elementos sujetos a flexión, no deberán estar separadas transversalmente más de $1/5$ de la longitud de traslape requerida, ni más de 15cm.

8.10.2 Los traslapes de barras que forma paquetes deberán basarse en la longitud de traslapes requeridas para las barras individuales, aumentada en 20% para paquetes de 3 barras y en 33% para paquetes de 4 barras. Los traslapes de las barras individuales dentro de un paquete no deberán coincidir dentro de una misma longitud de traslape.

CAPITULO 4

REQUISITOS GENERALES

ARTICULO 9: REQUISITOS GENERALES PARA EL ANALISIS Y DISEÑO

9.1 METODOS DE DISEÑOS

9.1.1 En el diseño de concreto armado, los elementos deberán proporcionarse para una resistencia adecuada de acuerdo a las disposiciones de esta norma, utilizando los factores de carga y los factores de reducción de resistencia especificados en la sección 10.2 y 10.3

9.2 CARGAS

9.2.1 Las cargas de servicio cumplirán con lo estipulado en la norma E-020 cargas y la norma E-030 Diseño sismorresistente.

Las cargas de gravedad se pueden combinar de acuerdo a lo siguiente:

- a) La carga muerta aplicada sobre todos los tramos, con la totalidad de la carga viva aplicada simultáneamente en todos los tramos.
- b) La carga muerta aplicada sobre todos los tramos con la totalidad de la carga viva aplicada en dos tramos adyacentes.
- c) La carga muerta aplicada sobre los tramos con la totalidad de la carga viva en tramos alternos.

9.3 METODO DE ANALISIS

9.3.1 Todos los elementos de pórticos o construcción continuos deberán diseñarse en base a los efectos (fuerzas y momentos) que se determinen por medio de análisis suponiendo

comportamiento elástico del material, salvo que se usen métodos simplificados de análisis o se modifiquen los momentos de flexión de acuerdo a la sección 9.6.

9.3.2 METODO DE LOS COEFICIENTES

Para el diseño de vigas continuas y losas armadas en una dirección (no presforzada), se podrá utilizar para el análisis de cargas por gravedad los momentos y fuerzas cortantes que se obtienen con la aplicación del método simplificado de coeficientes siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Existen dos o más tramos.
- b) Los tramos son aproximadamente iguales, sin que la mayor de dos luces adyacentes exceda en más de 20% a la menor.
- c) Las cargas están uniformemente distribuidas.
- d) La carga viva no excede a tres veces la carga muerta.
- e) Los elementos son prismáticos.

Momentos Positivos:

En tramos extremos:

| | |
|--|------------------|
| Extremo discontinuo no empotrado: | $W_u l n^2 / 11$ |
| Extremo discontinuo monolítico con el apoyo: | $W_u l n^2 / 14$ |
| En tramos interiores: | $W_u l n^2 / 16$ |

Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior:

| | |
|---|------------------|
| Dos tramos: | $W_u l n^2 / 9$ |
| Más de dos tramos: | $W_u l n^2 / 10$ |
| Momento negativo en las demás caras de apoyos | |
| Interiores: | $W_u l n^2 / 11$ |

Momento negativo en las en las caras de todos los apoyos para:

Losas con luces que no excedan de 3m o vigas en que la razón de la suma de rigideces de las columnas a la rigidez de la viga sea mayor a 8 en cada extremo:

$$W_u l n^2 / 12$$

Momento negativo en la cara interior del apoyo exterior para elementos construidos monolíticamente construidos con sus apoyos:

Cuando el apoyo es una viga: $W_u l n^2 / 24$

Cuando el apoyo es una columna: $W_u l n^2 / 16$

Fuerza Cortante:

Cara exterior del primer apoyo interior: $1,15 W_u l n^2 / 2$

Caras de los demás apoyos: $W_u l n^2 / 2$

El valor de $l n$ la luz libre para el cálculo de los momentos positivos y fuerzas cortantes, y el promedio de las luces libres de los tramos adyacentes para el cálculo de los elementos negativos.

9.4 RIGIDEZ Y MODULO DE ELASTICIDAD

9.4.1 Podrá adoptarse cualquier suposición razonable para el cálculo de las rigideces relativas a flexión y a torsión de columnas, muros y sistemas de pisos y techos.

Las suposiciones que se hagan deberán de ser consistentes en todo el análisis.

9.4.2 Para concretos de peso normal, el módulo de elasticidad podrá tomarse como:

$$E_c = 15\,000 (f'c)^{1/2} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

9.4.3 El módulo de elasticidad del acero se podrá considerar como:

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

9.5 LUCES PARA EL CALCULO Y MOMENTOS PARA EL DISEÑO

9.5.1 El cálculo de los momentos, cortantes, rigideces y deflexiones se hará con las siguientes luces:

a) Para elementos no construidos monolíticamente con los apoyos, se considerara la luz libre más el peralte del elemento, pero no más que la distancia entre centro de los apoyos.

b) Para elementos de pórticos o construcciones continuas, se considera la luz centro a centro de los apoyos.

9.5.2 En pórticos o en general en elementos construidos monolíticamente con los apoyos, se podrá usar en los momentos en las caras de los apoyos.

9.5.3 Las losas solidas o nervadas monolíticamente con sus apoyos, con luces libre menores o iguales a 3m podrán ser analizadas como losas continuas con luces iguales a las luces libres, despreciando el ancho de las vigas.

9.6 REDISTRIBUCION DE MOMENTOS NEGATIVOS EN ELEMENTOS CONTINUOS SUJETOS A FLEXION

9.6.1 Excepto cuando se empleen valores aproximados para los momentos, los momentos negativos calculados por medio de la teoría elástica en los apoyos de Elementos continuos sujetos a flexión, para cualquier distribución supuesta de cargas, se pueden aumentar o disminuir en no más de :

$$20 \{1 - [(\rho - \rho') / \rho b]\} \text{ (en porcentaje)}$$

9.6.2 Los momentos negativos así modificados deben usarse para calcular los momentos en otras secciones del elemento.

9.6.3 La redistribución de los momentos negativos podrá hacerse solo cuando la sección en la cual se reduce el momento, se diseñe de tal manera que ρ o $(\rho - \rho')$ sea menor o igual a $0.5 \rho_b$, donde:

$$b = [(0.85 \beta_1 f'_c) / f_y] \times [6000 / (6000 + f_y)]$$

9.7 CONSIDERACIONES PARA EL ANALISIS DE COLUMNAS

9.7.1 Las columnas deberán ser diseñadas para resistir las fuerzas axiales de todos los pisos y techo y el momento máximo debido a la carga actuante en solo uno de los tramos adyacentes en el piso techo en consideración. También deberá considerarse la condición de carga que proporcione la máxima relación de momento a carga axial.

9.7.2 En pórticos y elementos continuos, deberá tomarse en cuenta el efecto de las cargas de gravedad, los extremos lejanos de las columnas construidos monolíticamente con la estructura podrán considerarse empotrados.

9.7.3 El momento en cualquier nudo deberá distribuirse entre las columnas inmediatamente arriba y abajo del entrepiso en forma proporcional a las rigideces relativas de la columna.

ARTICULO 10: REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA Y DE SERVICIO

10.1 GENERALIDADES

10.1.1 Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener, en todas sus secciones resistencias por lo menos iguales a las requeridas, calculadas para las cargas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta norma.

10.1.2 Las estructuras y elementos estructurales deberán cumplir con todos los demás requisitos de esta norma, para garantizar un comportamiento adecuado en los niveles de cargas de servicio.

10.3 RESISTENCIA DE DISEÑO

10.3.1 La resistencia de diseño proporcionada por un elemento, sus conexiones con los otros elementos y sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, corte y torsión deberá tomarse como la resistencia nominal (resistencia proporcionada considerando el refuerzo realmente colocado), calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de esta norma, multiplicada por un factor de reducción de resistencia ϕ .

El factor de reducción de resistencia F será:

- | | |
|--|-------------|
| 1) Para flexión sin carga axial: | $\phi=0.90$ |
| 2) Para flexión con carga axial de tracción: | $\phi=0.90$ |
| 3) Para flexión con carga axial de compresión y para compresión sin flexión: | |
| a) Elementos con refuerzo en espiral: | $\phi=0.75$ |
| b) Otros elementos: | $\phi=0.70$ |

Excepto que para valores reducidos de carga axial, F puede incrementarse linealmente hasta $\phi=0.90$, conforme el valor de ϕP_n disminuyendo desde $0.10f'_c A_g$ a cero.

Cuando el valor de $0.70P_b$ para elementos con estribos o $0.75P_b$ para elementos con refuerzo en espiral sea menor que $(0.10f'_c A_g)$, este valor será reemplazado por el $0.70P_b$ o $0.75P_b$ en lo indicado en el párrafo anterior.

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 4) Para corte con y sin torsión: | $\phi=0.85$ |
| 5) Para aplastamiento en el concreto: | $\phi=0.70$ |

10.3.3 Las longitudes de desarrollo especificadas en el capítulo 8 no requieren de un factor ϕ .

10.4 CONTROL DE DEFLEXIONES EN ELEMENTOS ARMADOS EN UNA DIRECCION SOMETIDOS A FLEXION.

10.4.1 PERALTES MINIMOS PARA NO VERIFICAR DEFLEXIONES

10.4.1.1 En losas aligeradas continuas conformadas por viguetas de 10cm de ancho, bloques de ladrillo de 30cm de ancho y losa superior de 5cm, con sobrecargas menores de 300kg/cm² y luces menores de 7,5cm, podrá dejar de verificarse las deflexiones cuando se cumpla que:

$$h \geq l / 25$$

10.4.1.2 En losas macizas continuas con sobrecargas menores a 300kg/cm² y luces menores de 7,5cm, podrá dejar de verificarse las deflexiones cuando se cumpla que:

$$h \geq l / 30$$

10.4.1.3 En vigas que forman pórticos, podrá dejar de verificarse las deflexiones cuando se cumpla que:

$$h \geq l / 16$$

10.4.1.4 Si la viga, losa aligerada o losa maciza, se encuentra en voladizo, o sobre ella se apoyan elementos que puedan ser dañados por deflexiones excesivas, será necesario verificar las deflexiones, no siendo aplicable las excepciones anteriores.

10.4.2.2. A menos que se haga un análisis más completo o que se disponga de datos experimentales para evaluar la rigidez a flexión del elemento (EI), la deflexión inmediata para elementos de concreto de peso normal podrá calcularse con el módulo de elasticidad del concreto especificado en la Sección 9.4 y con el momento de inercia de la sección transformada agrietada (I_e), excepto cuando el momento flector para condiciones de servicio en cualquier sección del elemento no exceda del momento de agrietamiento (M_{cr}), podrá usarse el momento de inercia de la sección no agrietada (I_g).

10.4.2.3. El momento de agrietamiento se calculará como se indica a continuación:

$$M_{cr} = f_r I_g / Y_t$$

Podrá tomarse:

$$f_r = 2 (f'c)^{1/2}$$

10.4.2.4. El momento de inercia de la sección transformada agrietada (I_e) podrá calcularse como se indica a continuación:

a) Para elementos de sección rectangular sin refuerzo en compresión:

$$I_e = (b c^3 / 3) + n A_s (d - c)^2$$

Donde c es la distancia de la fibra más comprimida al eje neutro y puede evaluarse considerando que:

$$(b c^2 / 2) = n A_s (d - c)$$

b) Para una sección rectangular doblemente reforzada:

$$I_e = (b c^3 / 3) + n A_s (d - c)^2 + (2n - 1) A'_s (c - d')^2$$

Donde c puede evaluarse, considerando que:

$$\frac{(b c^2 / 2) + (2n - 1) A'_s (c - d')}{n A_s} = d - c$$

c) En elementos continuos de sección constante, el momento de inercia que se utilice para calcular las deflexiones será un valor promedio calculado de acuerdo a:

$$I_e \text{ promedio} = (I_{e1} + I_{e2} + 2 I_{e3}) / 4$$

Donde I_{e1} y I_{e2} son los momentos de inercia en las secciones extremas del tramo y I_{e3} es el momento de inercia de la sección central del tramo.

Si el tramo sólo es continuo en un extremo, el momento de inercia promedio se calculará con:

$$I_e \text{ promedio} = (I_{e2} + 2 I_{e3}) / 3$$

d) Para elementos simplemente apoyados en ambos extremos, se usará el momento de inercia calculado para la sección central.

e) Para elementos en voladizo se usará el momento de inercia calculado para la sección en el apoyo del voladizo.

CAPITULO 5

DISEÑO

ARTICULO 11: FLEXION

11.1 ALCANCE

Las disposiciones de este capítulo se aplicarán al diseño de elementos como vigas, losas, muros de contención, escaleras y, en general, cualquier elemento sometido a flexión, excepto que para vigas de gran peralte, zapatas y losas armadas en dos direcciones se deberá cumplir con lo estipulado en los Capítulos respectivos.

El diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a flexión deberá basarse en la expresión:

$$M_u \leq \phi M_n$$

Donde:

M_u : es la resistencia requerida por flexión en la sección analizada.

Mn: es la resistencia nominal a la flexión de la sección.

11.3. DISPOSICIONES ESPECIALES PARA ELEMENTOS RESISTENTES A FUERZAS DE SISMO

11.3.1. Las disposiciones de esta Sección son aplicables a elementos sometidos a flexión que deban resistir fuerzas de sismo, y en las cuales las fuerzas de diseño relacionadas con los efectos sísmicos han sido determinadas en base a la capacidad de la estructura de disipar energía en el rango inelástico de respuesta (reducción por ductilidad). En este grupo se encuentran las vigas que forman pórticos con columnas o placas.

11.3.2. Las vigas que deban resistir fuerzas de sismo cumplirán con lo indicado en esta sección para lo referente al refuerzo longitudinal, en el Capítulo 13 para lo referente al refuerzo transversal y en el Capítulo 8 para lo referente al desarrollo y empalmes del refuerzo.

- La resistencia especificada del concreto ($f'c$) no será menor que 210 Kg/cm².
- La calidad del acero de refuerzo no excederá de lo especificado para acero grado ARN 420 (414 MPa o 4200 Kg/cm²).
- La relación ancho a peralte de las vigas no deberá ser menor que 0,3.
- El peralte efectivo (d) deberá ser menor o igual que un cuarto de la luz libre.
- El ancho de las vigas no será menor que 25 cm, ni mayor que el ancho de la columna de apoyo (medida en un plano perpendicular al eje de la viga) más 3/4 del peralte de la viga a cada lado.
- La carga axial (P_u) no deberá exceder de $0,1 f'c A_g$. En caso contrario, el elemento deberá tratarse como elemento en flexocompresión.
- No deberán hacerse empalmes traslapados o soldados en el refuerzo a una distancia « d » o menor de las caras de los nudos.

- Los empalmes traslapados del refuerzo en zonas de inversión de esfuerzos deberán quedar confinados por estribos cerrados espaciados a no más de 16 veces el diámetro de las barras longitudinales, sin exceder 30 cm.

11.4. REFUERZO MÁXIMO EN ELEMENTOS SUJETOS A FLEXIÓN

En elementos sujetos a flexión, el porcentaje de refuerzo p proporcionado no deberá exceder de $0,75 p_b$, donde p_b es el porcentaje de refuerzo que produce la condición balanceada, ver la Sección 9.6.3. En elementos con refuerzo en compresión, la porción de p_b equilibrada por el refuerzo en compresión no deberá reducirse mediante el factor $0,75$.

Para la redistribución de momentos, p ó $(p - p')$ no deberá exceder de $0,5 p_b$.

$$M_{cr} = f_r I_g / Y_t, \quad f_r = 2 (f_c)^{1/2}$$

11.5.2. El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares, podrá calcularse con:

$$A_{s_{min}} = \{ [0,7 (f_c)^{1/2}] / f_y \} (b d)$$

11.5.3. Alternativamente, el área de refuerzo positivo o negativo en cada sección del elemento, deberá ser por lo menos un tercio mayor que la requerida por el análisis.

11.5.4. En losas, el área mínima del refuerzo cumplirá lo indicado en la Sección 7.10, teniendo en cuenta adicionalmente el refuerzo en la cara inferior de losas armadas en dos direcciones (momento positivo) y en la cara superior en el caso de voladizos será como mínimo $0,0012 b h$, este refuerzo se dispondrá con el espaciamiento máximo indicado en la Sección 7.6.

11.6. DISTANCIA ENTRE APOYOS LATERALES DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXIÓN (PANDEO LATERAL)

La separación entre apoyos laterales de una viga no deberá exceder de 50 veces el ancho menor b del ala o la cara en compresión.

11.7. DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO POR FLEXIÓN EN VIGAS Y LOSAS EN UNA DIRECCIÓN. CONTROL DE FISURACIÓN

11.7.1. GENERALIDADES

Esta sección establece los requisitos para la distribución del refuerzo de flexión, con el fin de limitar el agrietamiento por flexión en vigas y losas armadas en una dirección.

Las disposiciones de esta sección son aplicables a elementos no expuestos a un ambiente agresivo y no impermeables.

En caso contrario deberán tomarse precauciones especiales para controlar la fisuración.

11.7.2. DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO

11.7.2.1. El refuerzo de tracción por flexión deberá distribuirse adecuadamente en las zonas de tracciones máximas de un elemento, de tal modo de obtener un valor Z menor o igual a 31 000 Kg/cm para condiciones de exposición interior y menor o igual a 26 000 Kg/cm para condiciones de exposición exterior.

El valor Z se calculará mediante la expresión:

$$Z = f_s (d c A')^{1/3}$$

El esfuerzo en el acero f_s puede estimarse con la expresión $M / (0.9 d A_s)$, (M es el momento flector en condiciones de servicio) o suponerse igual a $0,6 f_y$.

11.7.2.2. Cuando las alas de las vigas T estén sujetas a tracción, parte del refuerzo de tracción por flexión deberá distribuirse sobre el ancho efectivo del ala de acuerdo a lo especificado en la Sección 9.8 ó en un ancho igual a 1/10 de la luz del tramo, el que sea menor.

11.7.2.3. Si el peralte del alma excede de 90 cm, se deberá colocar cerca de las caras del alma un refuerzo longitudinal cuya área sea por lo menos igual a 10% del área de refuerzo de tracción por flexión. Este refuerzo se distribuirá en la zona de tracción por flexión con un espaciamiento que no exceda de 30 cm o el ancho del alma.

ARTÍCULO 12 – FLEXOCOMPRESIÓN

12.1. ALCANCES

Las disposiciones de este capítulo se aplicarán al diseño de elementos sometidos a flexión y cargas axial, como son columnas, muros de corte, muros de sótano, y en general cualquier elemento sometido a flexocompresión.

12.2. HIPOTESIS DE DISEÑO

Las hipótesis de diseño para elementos en flexocompresión son las indicadas en el Capítulo 11 - Flexión.

12.3. PRINCIPIOS Y REQUISITOS GENERALES

12.3.1. En elementos sujetos a flexocompresión con cargas de diseño ϕP_n menores a $0,10 f'_c A_g$ ó ϕP_b (la menor), el porcentaje de refuerzo máximo proporcionado deberá cumplir con lo indicado en el Capítulo 11 - Flexión.

12.3.2. La resistencia de diseño (ϕP_n) de elementos en compresión no se tomará mayor que:

Para elementos con espirales:

$$\phi P_n (\text{máx}) = 0,85 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y]$$

Para elementos con estribos:

$$\phi P_n (\text{máx}) = 0,80 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y]$$

12.3.3. Toda sección sujeta a flexocompresión se diseñará para el momento máximo que puede actuar con dicha carga.

12.3.4. La carga axial última P_u para una excentricidad dada no deberá exceder de ϕP_n (máx.). El momento M_u deberá amplificarse para contemplar los efectos de esbeltez.

12.3.5. Para el diseño de columnas deberá además cumplirse con lo estipulado en el Capítulo 7 - Detalle del Refuerzo.

12.4. DISPOSICIONES ESPECIALES PARA COLUMNAS SUJETAS A FLEXOCOMPRESIÓN QUE RESISTAN FUERZAS DE SISMO

12.4.1. Las disposiciones de esta Sección son aplicables al diseño de columnas sometidas a flexocompresión que deban resistir fuerzas de sismo y en las cuales las fuerzas de diseño relacionadas con los efectos sísmicos se han determinado en base a la capacidad de la estructura de disipar energía en el rango inelástico de respuesta (reducción por ductilidad).

12.4.2. Los requisitos de esta Sección son aplicables si la carga de diseño ϕP_n excede de $0,1 f'_c A_g$ ó ϕP_n (la menor). En caso contrario, el elemento deberá cumplir los requisitos para elementos en flexión:

- La resistencia especificada del concreto (f'_c) no será menor que 210 kg/cm².
- La calidad del acero de refuerzo no excederá de lo especificado para acero grado ARN 420 (414 MPa ó 4200 kg/cm²).

- El ancho mínimo de las columnas será de 25 cm.
- La relación de la dimensión menor a la mayor de la sección transversal de la columna no será menor que 0,4.
- La cuantía de refuerzo longitudinal (r) no será menor que 0,01 ni mayor que 0,06. Cuando la cuantía exceda de 0,04, los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

12.4.3. La resistencia a la flexión de las columnas deberá satisfacer la ecuación:

$$\Sigma (M_{nc}) > 1,4 \Sigma (M_{nv})$$

Donde:

$\Sigma(M_{nc})$: es la suma de momentos, al centro del nudo, correspondiente a la resistencia nominal en flexión de las columnas que forman dicho nudo; esta resistencia en flexión se calculará para la fuerza axial actuante en la hipótesis que considera las fuerzas de gravedad y de sismo en la dirección considerada, verificando la condición que dé como resultado la resistencia a flexión más baja.

$\Sigma(M_{nv})$: es la suma de momentos, al centro del nudo, correspondiente a las resistencias nominales en flexión de las vigas que forman el nudo. Las resistencias a la flexión deberán sumarse de manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de las vigas.

Esta condición deberá satisfacerse en las dos direcciones de cada columna.

12.4.4. Los empalmes de la armadura longitudinal deberán cumplir con lo especificado en la Sección 8.10.

ARTICULO 13 - CORTANTE Y TORSIÓN

13.1. RESISTENCIA AL CORTE

13.1.1. El diseño de las secciones transversales de los elementos sujetos a fuerza cortante deberá basarse en la expresión:

$$V_u \leq \phi V_n.$$

Donde:

V_u : Es la resistencia requerida por corte en la sección analizada.

V_n : Es la resistencia nominal al corte de la sección.

La resistencia nominal V_n estará conformada por la contribución del concreto V_c y la contribución de acero V_s , de tal forma que:

$$V_n = V_c + V_s$$

13.1.2. Al determinar la contribución del concreto V_c , cuando corresponda, deberán considerarse los efectos de las fuerzas de tracción axial debidas a la fluencia y contracción de fraguado y a cambios de temperatura en los elementos que estén restringidos axialmente.

13.1.3. Las secciones situadas a una distancia menor que «d» desde la cara del apoyo, podrán ser diseñadas para la fuerza V_u calculada a una distancia «d», si se cumplen las siguientes condiciones:

a) Cuando la reacción del apoyo, en dirección del corte aplicado, introduce compresión en las regiones cercanas al apoyo del elemento.

b) Cuando no existen cargas concentradas entre la cara del apoyo y la sección ubicada a una distancia «d».

13.2. CONTRIBUCIÓN DEL CONCRETO EN LA RESISTENCIA AL CORTE

13.2.1. La contribución del concreto V_c podrá evaluarse considerando:

a) Para miembros sujetos únicamente a corte y flexión:

$$V_c = 0,53 \sqrt{f_c} b_w d$$

Si actúan momentos de torsión, ver la Sección 13.4.3.2. Para cálculos más detallados:

$$V_c = (0,5\sqrt{f_c} + 176 \rho_w V_u d / M_u) b_w d \leq 0,9\sqrt{f_c} b_w d$$

donde M_u es el momento actuante simultáneamente con V_u en la sección considerada y el valor de $V_u d / M_u$ no debe considerarse mayor a 1 en el cálculo de V_c .

b) Para miembros sujetos adicionalmente a compresiones axiales:

$$V_c = 0,53\sqrt{f_c} b_w d (1 + 0,0071 N_u / A_g)$$

donde N_u se expresa en kg y A_g en centímetros cuadrados. Para cálculos más detallados:

$$V_c = (0,5\sqrt{f_c} + 176 \rho_w V_u d / M_m) b_w d$$

donde:

$$M_m = M_u - N_u (4h - d) / 8$$

y donde el cociente $V_u d / M_m$ no está limitado a un valor menor o igual a 1. Sin embargo, V_c no deberá tomarse mayor que:

$$V_c = 0,9 \sqrt{f_c} b w d \sqrt{1 + 0,028 N_u / A_g}$$

donde: N_u se expresa en kg y A_g en centímetros cuadrados.

Cuando M_m resulte negativo, V_c debe calcularse por la expresión última anterior.

c) Para miembros sujetos adicionalmente a tracción axial significativa, el aporte de concreto deberá considerarse nulo ($V_c = 0$).

13.2.2. Cuando los elementos tengan luces y peraltes importantes, deberá tenerse especial cuidado con los efectos que ocasionan la contracción de fragua y los cambios de temperatura, los cuales pueden producir fuerzas de tracción axial importantes que disminuyan la contribución del concreto, la que deberá considerarse nula ($V_c = 0$).

13.3. CONTRIBUCIÓN DEL REFUERZO EN LA RESISTENCIA AL CORTE

13.3.1. REFUERZO POR CORTE

13.3.1.1. El refuerzo por corte podrá estar compuesto por:

- a) Estribos cerrados perpendiculares al eje del elemento.
- b) Estribos perpendiculares al eje del elemento y barras dobladas que formen un ángulo de 30° o más con el eje del elemento.

13.3.2. DISEÑO DEL REFUERZO POR CORTE

13.3.2.1. Cuando la fuerza cortante V_u exceda de ϕV_c , deberá proporcionarse refuerzo por corte de manera que se cumpla lo indicado en 13.1.1. Se tendrá en cuenta:

$$V_u \leq \phi V_n, \quad V_n = V_c + V_s$$

a) Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje del elemento:

$$V_s = A_v f_y d / s$$

donde A_v es el área de refuerzo por cortante dentro de una distancia s proporcionada por la suma de áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.

b) Cuando se utilice refuerzo por corte consistente en una barra individual o en un solo grupo de barras paralelas, todas dobladas a la misma distancia del apoyo:

$$V_s = A_v f_y \text{sen}\alpha$$

pero V_s no deberá exceder de $0,8 f'c b_w d$.

c) Cuando el refuerzo por corte consista en una serie de barras paralelas dobladas o grupos de barras paralelas dobladas a diferentes distancias del apoyo:

$$V_s = [A_v f_y (\text{sen}\alpha + \text{cos}\alpha) d] / s$$

13.3.2.2. Únicamente 3/4 de la porción inclinada de cualquier barra longitudinal doblada deberá considerarse efectiva como refuerzo por corte.

13.3.2.3. Cuando se emplee más de un tipo de refuerzo por corte para reforzar la misma porción del alma, la resistencia al corte V_s deberá calcularse como la suma de los valores V_s calculados para los diversos tipos.

13.3.2.4. La resistencia al cortante V_s no deberá considerarse mayor que:

$$2,1 \sqrt{f'c} b_w d$$

13.3.3. LÍMITES DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO POR CORTE

13.3.3.1. El espaciamiento del refuerzo por corte colocado perpendicularmente al eje del elemento no deberá ser mayor de $0,5 d$ ni de 60 cm.

13.3.3.2. Cuando V_s exceda de $1,1 f'c b_w d$, el espaciamiento máximo deberá reducirse a la mitad.

13.3.4. REFUERZO MÍNIMO POR CORTE

13.3.4.1. Deberá proporcionarse un área mínima de refuerzo por corte cuando V_u exceda de $0,5 \phi V_c$, excepto en:

a) Losas y zapatas

b) Losas nervadas o aligerados

c) Vigas con peralte total que no exceda el mayor de los siguientes valores: 25 cm, dos y media veces el espesor del ala, la mitad del ancho del alma.

13.3.4.2. Cuando se deba usar refuerzo por corte de acuerdo con lo indicado en la sección anterior, o se requiera por análisis, el área mínima de corte será:

$$A_v = 3,5 b_w s / f_y$$

ARTICULO 16. ZAPATAS

16.1 GENERALIDADES

16.1.1 Las zapatas deberán dimensionarse para transmitir al suelo de cimentación una presión máxima que no exceda a la especificada en el estudio de mecánica de suelos .

Se consideran para este fin las cargas y momentos de servicio (sin amplificar) en la base de las columnas.

16.1.2 Las solicitaciones que se transfieren al suelo se deberán verificar para las distintas combinaciones de cargas actuantes sobre la estructura.

16.1.3 En el caso de zapatas con pilotes, estas se dimensionaran de acuerdo al número de pilotes requerido,

16.1.4 En el cálculo de las presiones de contacto entre las zapatas y el suelo no se deberán considerar tracciones.

16.1.5 A menos que el estudio de mecánica de suelos no lo permita, se podrá considerar un incremento del 30% en el valor de la presión admisible del suelo para los estados de carga en los intervenga sismo o viento.

16.1.6 Las columnas o pedestales de forma circular o de polígono regular, podrán considerarse como columnas cuadradas con la misma área para efectos de la localización de las secciones críticas para diseño por flexión, cortante o longitud de anclaje de refuerzo en las zapatas.

16.1.7 En terrenos de baja capacidad portante, cimentaciones sobre pilotes y cuando el estudio de mecánica de suelos lo recomiende, deberán conectarse las zapatas mediante vigas, evaluándose en el diseño el comportamiento de estas de acuerdo a su rigidez y la del conjunto suelo-cimentación.

En los casos de muro de albañilería, se podrá lograr esta conexión mediante cimientos o sobrecimientos armados.

16.2 DISEÑO DE ZAPATAS POR FUERZA CORTANTE y PUNZONAMIENTO

16.2.1 El diseño de zapatas por fuerza cortante y punzonamiento en la cercanía de la columna estará regida por la más severa de las siguientes dos condiciones:

a) Fuerza Cortante

Zapata que actúa como viga, con una sección crítica que se extiende en un plano a través del ancho total y que está localizada a una distancia $\ll d \gg$ de la cara de la columna o pedestal.

En esta condición:

$$V_u \leq \phi V_n$$
$$V_c = 0,53 \sqrt{f_c} b d$$

b) Punzonamiento

Zapata que actúa en dos direcciones, con una sección crítica perpendicular al plano de la losa y localizada de tal forma que su perímetro b_o sea mínimo, pero que no necesita aproximarse a menos de $\ll d/2 \gg$ del perímetro del área de la columna.

En esta condición:

$$V_u \leq \phi V_n$$
$$V_c = (0,53 + 1.1 / \beta_c) \sqrt{f_c} b d$$

Pero no mayor que:

$$1,1 \sqrt{f_c} b_o d$$

Donde β_c es la relación del lado largo al lado corto de la sección de la columna y b_o es el perímetro de la sección crítica.

El peralte de las zapatas estará controlado por el diseño por corte y punzonamiento, debiendo verificarse adicionalmente la longitud de anclaje de las barras de refuerzo longitudinal del elemento que soporta.

16.3. DISEÑO DE ZAPATAS POR FLEXIÓN

16.3.1. El momento externo en cualquier sección de una zapata deberá determinarse haciendo pasar un plano vertical a través de la zapata y calculando el momento producido por las fuerzas que actúan sobre el área total

de la zapata que quede a un lado de dicho plano vertical.

16.3.2. Para el diseño por flexión se deberán considerar como secciones críticas las siguientes:

- a) La sección en la cara de la columna, muro o pedestal si estos son de concreto armado.
- b) En el punto medio entre el eje central y el borde del muro para zapatas que soporten muros de albañilería.
- c) En el punto medio entre la cara de la columna y el borde de la plancha metálica de apoyo para zapatas que soportan columnas metálicas o de madera.

16.3.3. En zapatas armadas en una dirección (cimentaciones corridas) y en zapatas cuadradas armadas en dos direcciones, el refuerzo deberá distribuirse uniformemente a través del ancho total de la zapata.

16.3.4. En zapatas rectangulares armadas en dos direcciones, el refuerzo deberá considerarse como se indica a continuación:

- a) En la dirección larga, el refuerzo se distribuirá uniformemente a través del ancho total.
- b) En la dirección corta, se concentrará una porción del acero total requerido en una franja centrada respecto al eje de la columna cuyo ancho sea igual a la longitud del lado corto de la zapata. Esta porción del acero total requerido será $2/(R+1)$ veces el área total, donde R es la relación lado largo a lado corto de la zapata. El resto del refuerzo deberá distribuirse uniformemente en las zonas que queden fuera de la franja así definidos.

2.4 DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS

1. GENERALIDADES

1.1 ALCANCES

Esta norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente norma, el ingeniero sanitario, fijara los requisitos necesarios para el proyecto específico, incluyendo en la memoria descriptiva la justificación y fundamentación correspondiente.

1.2 CONDICIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES

- a) Para efectos de la presente Norma, la instalación sanitaria comprende las instalaciones de agua, agua contra incendios, aguas residuales y ventilación.
- b) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado y autorizado por un ingeniero sanitario colegiado.
- c) El diseño de las instalaciones sanitarias debe ser elaborado en coordinación con el proyectista de arquitectura, para que se considere oportunamente las condiciones más adecuadas de ubicación de los servicios sanitarios, ductos y todos aquellos elementos que determinen el recorrido de las tuberías así como el dimensionamiento y ubicación del tanque de almacenamiento de agua entre otros; y con el responsable con el diseño de estructuras, de tal manera que no comprometan sus elementos estructurales, en su montaje y durante su vida útil; y con el responsable de las instalaciones electromecánicas para evitar interferencia.

1.4 SERVICIOS SANITARIOS

1.4.1 CONDICIONES GENERALES

Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación previendo los aspectos mínimos necesarios para su uso, limpieza y reparación, mantenimiento e inspección.

Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen.

En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

En las edificaciones de uso público, se debe considerar servicios sanitarios para discapacitados.

1.4.2 NUMERO REQUERIDO DE APARATOS SANITARIOS

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser instalados en los servicios sanitarios de una edificación será proporcional al número de usuarios, de acuerdo con lo especificado en los párrafos siguientes.

En los locales educacionales, se proveerá de servicios sanitarios según lo especificado en la tabla N°5, de conformidad con lo estipulado con la resolución jefatural N° 338-INIED (09.12.83).

| B. N° DE APARATOS MINIMOS POR TIPOLOGIA EDUCATIVA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|----|----------------|----|-------|------|---|---|------|---|-------|---|-------|---|
| TIPOLOGIA (N° de alumnos) | SERVICIOS SANITARIOS | | | | | | SERVICIOS SANITARIOS PARA VESTUARIOS | | | | | | | |
| | Inod. | | Lav. ó Beb. | | Urin. | Bot. | Inod. | | Lav. | | Duch. | | Urin. | |
| | H | M | H | M | H | H/M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| NIVEL PRIMARIA | | | | | | | | | | | | | | |
| EP-1 (240) | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | - | - | - | - | 1 | 1 | - | - |
| EP-2 (360) | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - |
| EP-3 (480) | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 2 | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - |
| EP-4 (600) | 6 | 10 | 10 | 10 | 10 | 2 | - | - | - | - | 3 | 3 | - | - |
| EP-5 (720) | 7 | 12 | 12 | 12 | 12 | 2 | - | - | - | - | 3 | 3 | - | - |
| NIVEL SECUNDARIA | | | | | | | | | | | | | | |
| ES-I (200) | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | - |
| ES-II (400) | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | - |
| ES-III (600) | 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | - |
| ES-IV (800) | 7 | 10 | 10 | 10 | 10 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | - |
| ES-V (1000) | 8 | 13 | 13 | 13 | 13 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | - |
| ES-VI (1200) | 10 | 15 | 15 | 15 | 15 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 3 | - |

Para el presente cuadro se ha tomado como referencia de cálculo, que la matrícula promedio es de 50% hombres y 50% mujeres.

Ambientes de estimulación temprana

| | |
|----------------------------------|--|
| Servicio Higiénico anexo al aula | 1 inodoro 2 lavatorios 2 tinajas |
|----------------------------------|--|

Ambientes para aulas de educación inicial y aulas con retardo mental

| | |
|----------------------------------|---|
| Servicio Higiénico anexo al aula | 1 ducha con asiento 1 inodoro 1 lavatorio |
|----------------------------------|---|

Ambientes para alumnos de primaria en las excepcionales de audición y lenguaje y ceguera o visión sub-normal.

| | |
|----------------------------|---|
| Servicio Higiénico hombres | 3 inodoro 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 10 hombres) 2 duchas 1 urinario corrido 1 bebedero corrido |
| Servicio Higiénico mujeres | 3 inodoros 3 lavatorios (1 lavatorio por cada 8 mujeres) 1 bebedero corrido |

| TABLA N° 5 | | | | |
|-----------------------------|----------|---------|------------|---------|
| A. N° DE APARATOS / ALUMNOS | | | | |
| Nivel | Primaria | | Secundaria | |
| | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres |
| Inodoros | 1/50 | 1/30 | 1/60 | 1/40 |
| Lavatorios | 1/30 | 1/30 | 1/40 | 1/40 |
| Duchas | 1/120 | 1/120 | 1/100 | 1/100 |
| Urinarios | 1/30 | — | 1/40 | — |
| Botadero | 1 | 1 | 1 | 1 |

2. AGUA FRIA

2.1 INSTALACIONES

- a) En el sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo regulador o de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo.
- b) El sistema de abastecimiento de agua fría para una edificación deberá ser diseñado, tomando en cuenta las condiciones bajo las cuales el sistema de abastecimiento Publico preste servicio.

- c) Las instalaciones de agua fría deben ser diseñadas y construidas de modo que preserven su calidad y garanticen su cantidad y presión de servicio en los puntos de consumo.
- d) En toda edificación de uso múltiple o mixto:

Viviendas, oficinas, comercio y otros similares, las instalaciones sanitarias para agua fría se diseñara obligatoriamente para posibilitar la colocación de medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo de la conexión domiciliaria, ubicado en el interior del predio.
- e) En general, los medidores internos deben ser ubicados en forma conveniente y de manera tal que estén adecuadamente protegidos, en un espacio impermeable de dimensiones suficientes para su instalación o remoción en caso de ser necesario. De fácil acceso para eventuales labores de verificación, mantenimiento y lectura.
- f) En caso que exista suficiente presión en la red pública externa, dependiendo del número de niveles de la edificación, los medidores de consumo podrán ser instalados en un banco de medidores, preferentemente al ingreso de la edificación, desde el cual se instalaran las tuberías de alimentación para unidad de uso.
- g) En caso de que el diseño de instalación sanitaria interior del edificio se realice con un sistema de presión con cisterna y tanque elevado o se use un sistema de presión con tanque hidroneumático, los medidores de consumo podrán ser ubicados en espacios especiales diseñados para tal fin dentro de la edificación.
- h) Se podrá considerar la lectura centralizada remota, desde un panel ubicado convenientemente y de fácil acceso en el primer piso. En este caso además de lo que indica este inciso e del presente artículo, deberá preverse un espacio para el panel de lectura remota y ductos para la instalación de cables de transmisión desde los registros de lectura de los medidores.
- i) Las instalaciones de lecturas remotas se ciñeran a las exigencias de las normas internacionales en tanto se emitan normas nacionales correspondientes, o en su defecto, siguiendo las especificaciones técnicas de los proveedores.
- j) Se podrá disponer de un abastecimiento de agua para fines industriales exclusivamente, siempre que:

- Dicho abastecimiento tenga redes separadas sin conexión alguna con el sistema de agua para consumo humano, debidamente diferenciadas; y
- Se advierte a los usuarios mediante avisos claramente marcados y distribuidos en lugares visibles y adecuados.

Los letreros legibles dirán: Peligro agua no apta para consumo humano.

k) No se permite la conexión directa desde la red pública de agua, a través de bombas u otros aparatos mecánicos de elevación.

l) El sistema de alimentación y distribución de agua de una edificación estará dotado de válvulas de interrupción, como mínimo en los siguientes puntos:

- Inmediatamente después de la caja del medidor de la conexión domiciliaria y del medidor general.
- En cada piso, alimentador o sección de la red de distribución interior.
- En cada servicio sanitario, con más de tres aparatos.
- En edificaciones de uso masivo, se colocara una llave de interruptor en la tubería de abasto de cada inodoro o lavatorio.

m) No deberán instalarse válvulas en el piso o en lugares inundables

2.2 DOTACIONES

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso domestico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:

a) La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, según la siguiente tabla.

| Tipo de local educacional | Dotación diaria |
|-----------------------------------|--------------------|
| Alumnado y personal no residente. | 50 L por persona. |
| Alumnado y personal residente. | 200 L por persona. |

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas, y otros fines se calcularan adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado con esta norma para cada caso.

b) La dotación de agua para áreas verdes será de 2L/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

2.3 RED DE DISTRIBUCION

- a) Los diámetros de la tubería de distribución se calcularan con el método hunter (Método de gastos probables), salvo aquellos establecimientos en donde se demande un uso simultaneo, que se determinara por el método de consumo por aparato sanitario. Para dispositivos, aparatos o equipos especiales, se seguirá la recomendación de los fabricantes.
- b) Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular tuberías de distribución, siempre que sea debidamente fundamentado.
- c) La presión estática máxima no debe ser superior a 50m de columna de agua (0.490 MPa).
- d) La presión mínima de salida de los aparatos sanitarios será de 2m de columna de agua (0.020 Mpa) salvos aquellos equipados con válvulas semiautomáticas, automáticos o equipos especiales en los que la presión estará dada por la recomendación de los fabricantes.
- e) Las tuberías de distribución de agua para consumo humano enterradas deberán alejarse lo más posible de los desagües; por ningún motivo esta distancia será menor de 0.50m medida horizontal, ni menos de 0.15 m por encima del desagüe. Cuando las tuberías de agua para consumo humano crucen redes de aguas residuales, deberán colocarse siempre por encima de Estas y a una distancia vertical no menor 0.15m. Las medidas se tomaran entre tangentes exteriores más próximas.
- f) Para el cálculo de los diámetros de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

| Diámetro(mm) | Velocidad máxima(m/s) |
|--------------------------------|-----------------------|
| 15 (1/2") | 1,90 |
| 20 (3/4") | 2,20 |
| 25 (1") | 2,48 |
| 32 (1 ¼") | 2,85 |
| 40 y mayores (1 ½" y mayores). | 3,00 |

- g) Las tuberías de agua fría deberán ubicarse teniendo en cuenta el aspecto estructural y constructivo de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de los elementos estructurales.
- h) Las tuberías verticales deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos deberán ser tales que permitan su instalación, revisión, reparación, remoción y mantenimiento.
- i) Se podrá ubicar en el mismo ducto la tubería de agua fría y caliente siempre que exista una separación mínima de 0.15m entre sus generatrices más próximas.
- j) Se permitirá la ubicación de alimentadores de aguas y montantes de aguas residuales y de lluvia, en un mismo ducto vertical o espacios, siempre que exista una separación mínima de 0.20m de sus generatrices más próximas.
- k) Las tuberías colgadas o adosadas deberán fijarse a la estructura evitando que se produzca esfuerzos secundarios a las tuberías.
- l) Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas de dimensiones tales que permitan su protección y fácil instalación.

2.4 ALMACENAMIENTO Y REGULACION

- a) Los depósitos de agua deberán ser diseñados y construidos en forma tal que preserven la calidad del agua.
- b) Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua pública no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto obligatoriamente de depósitos de almacenamiento que permitan el suministro adecuado a todas las instalaciones previstas.

Tales depósitos podrán instalarse en la parte baja (cisternas) en pisos intermedios o sobre la edificación (tanque elevado).
- c) Cuando solo existe tanque elevado, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor a 1000L.
- d) Cuando solo exista cisterna, su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de de 1000L
- e) Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de $\frac{1}{3}$, de dicho volumen.
- f) En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000L.
- g) Los depósitos de almacenamientos deberán de ser construidos de material resistente y paredes impermeabilizadas y estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.

- h) Las cisternas deberán ubicarse a una distancia mínima de 1m de muros medianeros y desagües. En caso de no poder cumplir con la distancia mínima, se diseñara un sistema de protección que evite la posible contaminación del agua de la cisterna.
- i) La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de este y de los dispositivos de control, no pudiendo ser menor de 0.20 m.
- j) La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menos de 0.15m.
- k) La distancia vertical entre los ejes del tubo de rebose y le máximo nivel de agua será igual al diámetro de aquel y nunca inferior a 0.10m.
- l) El agua proveniente del rebose de los depósitos, deberá disponerse en forma indirecta, mediante brecha de aire de 0.05m de altura mínima sobre el piso, techo u otro sitio de descarga.
- m) El diámetro del tubo de rebose, se calculara hidráulicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente tabla.

| Capacidad del depósito (L) | Diámetro del tubo de rebose |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Hasta 5000 | 50 mm (2") |
| 5001 a 12000 | 75 mm (3") |
| 12001 a 30000 | 100 mm (4") |
| Mayor de 30000 | 150 mm (6") |

- n) El diámetro de las tuberías de alimentación se calculara para garantizar el volumen mínimo de almacenamiento diario.
- o) El control de los niveles de agua en los depósitos, se hará por medio de interruptores automáticos que permitirán:
 - Arrancar la bomba cuando el nivel del agua en el tanque elevado, descienda hasta la mitad de la altura útil.
 - Parar la bomba cuando el nivel del agua en el tanque elevado, ascienda hasta el nivel máximo previsto.
 - Parar la bomba cuando el nivel del agua en la cisterna descienda hasta 0.05m por encima de la parte superior de la canastilla de succión.
 - En los depósitos que se alimentan directamente de la red pública deberá colocarse control del nivel.
- p) La capacidad adicional de los depósitos de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo con lo previsto en el ítem 4.
- q) La tuberías de aducción o de impulsión al tanque de almacenamiento deberá estar de 0.10m por lo menos por encima de la parte superior de las correspondientes tuberías de rebose.

2.5 ELEVACION

a) Los equipos de bombeo que se instalen dentro de las edificaciones deberán ubicarse en ambientes que satisfagan los siguientes requisitos:

- Altura mínima de 1.60m
- Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
- Piso impermeable con pendiente no menor de 2% hacia desagües previstos.
- Ventilación adecuada.

Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.

b) Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre estructuras de concreto, adecuadamente proyectadas para absorber las vibraciones.

c) En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalara una válvula de interrupción.

En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.

d) Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el sistema de bombeo deberá contar como mínimo con dos equipos de bombeo de funcionamiento alternado.

e) La capacidad de cada equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en 2 horas. Si el equipo es doble en cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.

f) El sistema hidroneumático deberá estar dotado de los dispositivos mínimos adecuados para su correcto funcionamiento:

- Cisterna
- Electrobombas
- Tanque de presión
- Interruptor de presión para arranque y parada a presión mínima y máxima
- Manómetro
- Válvula de seguridad
- Válvulas de interrupción que permitan la operación y mantenimiento del equipo.
- Dispositivo de drenaje del tanque con su respectiva válvula.
- Compresor o un dispositivo automático cargador de aire de capacidad adecuada.

El volumen del tanque de presión se calculara en función del caudal, de las presiones máximas y mínimas y las características de funcionamiento.

6. DESAGUE Y VENTILACION

6.1 Dispositivos Generales

a) El sistema integral de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo aparato sanitario, sumidero u otro punto de colección, hasta el lugar de descarga con velocidades que

Permitan el arrastre de las excretas y materiales en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

c) Se deberán prever diferentes puntos de ventilación, distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.

d) Las edificaciones situadas donde exista un colector público de desagüe, deberán tener obligatoriamente conectadas sus instalaciones domiciliarias de desagüe a dicho colector. Esta conexión de desagüe a la red pública se realizara mediante

Caja de registro o buzón de dimensiones y de profundidad apropiadas, de acuerdo a lo especificado en esta norma.

e) El diámetro del colector principal de desagüe de una edificación, debe calcularse para las condiciones de máxima descarga.

f) Todo sistema de desagüe deberá estar dotado de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

g) Para desagües provenientes de locales industriales u otros , cuyas características físicas y químicas difieran de los del tipo doméstico, deberán sujetarse estrictamente a lo que se establece en el reglamento de desagües industriales vigente, aprobado por el Decreto Supremo N° 28-60-S.A.P.L. del 29.11.60, antes de su descarga a dicha red Pública.

g) Cuando las aguas residuales provenientes del edificio o parte de este, no puedan ser descargadas por gravedad a la red pública, deberá instalarse un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

6.2 Red de Colección

a) Los colectores se colocaran en tramos rectos.

b) Los colectores enterrados situados en el nivel inferior y paralelos a las cimentaciones, deberán estar ubicados, en forma tal, que el plano formado por el borde inferior de la cimentación y el colector, forme un ángulo de menos 45° con la horizontal.

Cuando un colector enterrado cruce una tubería de agua deberá pasar por debajo de ella y la distancia vertical entre la parte inferior de la tubería de agua y la clave del colector, no será menor de 0.15m.

c) Los empalmes entre colectores y los ramales de desagüe, se harán a un ángulo no mayor de 45° salvo que se hagan a un buzón o caja de registro.

La pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100mm (4") y mayores; y no menor de 1.5% para diámetros de 75mm (3") o inferiores.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que pueda descargar cada aparato.

El cálculo de los ramales, montantes y colectores de desagüe se determinará por el método de unidades de descarga.

Podrá utilizarse cualquier otro método racional para calcular los ramales, montantes y colectores, siempre que sea debidamente fundamentado.

d) Al calcular el diámetro de los conductos de desagüe se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El diámetro mínimo que reciba la descarga de un inodoro será de 100mm (4").
- El diámetro de una montante no podrá ser menor que el de cualquiera de los ramales horizontales que en él descarguen.
- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de los aparatos que en él descarguen.

e) Cuando se requiera dar un cambio de dirección a una montante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior de la montante se calcularán de la siguiente manera:

- Si la parte inclinada forma un ángulo de 45° o más con la horizontal, se calculará como si fuera una montante.

- Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45° con la horizontal, se calculara tomando en cuenta el número de unidades de descarga que pasa por el tramo inclinado como si fuera un colector con pendiente de 4%

- Por debajo de la parte inclinada, la montante en ningún caso tendrá un diámetro menor que el tramo inclinado.

- Los cambios de dirección por encima del más alto ramal horizontal de desagüe, no requiere aumento de diámetro.

f) Los montantes deberán ser colocadas en ductos o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción.

g) Se permitirá usar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0.20m entre sus generatrices más próximas.

h) Se permitirá el uso de colectores existentes para servir a nuevas construcciones, solamente cuando su inspección demuestren que están en buenas condiciones y cumplan lo establecidos en esta norma.

i) Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (punto de colección abierto), deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 0.05m, ni mayor de 0.10m, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón).

j) Todo registro deberá ser del diámetro de la tubería a la que sirve. En caso de tuberías de diámetro mayor de 100mm (4"), se instalara un registro de 100mm (4") como mínimo.

Los registros se ubicaran en sitios fácilmente accesibles. Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, los registros, deberán extenderse utilizando conexiones de 45° hasta terminar al ras con la pared o piso acabado.

La distancia mínima entre la tangente del tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 0.10m.

Se colocara registros por lo menos en:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
- Cada 15m en los conductos horizontales de desagüe
- Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10m.
- Cada dos cambios de direcciones en los conductos horizontales de desagüe.
- En la parte superior de cada ramal de las trampas <<U>>.

k) Se instalara cajas de registro en las redes exteriores en todo cambio de dirección, pendiente, material o diámetro y cada 15m de largo como máximo en tramos rectos.

Las dimensiones de las cajas se determinan de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a su profundidad, según la tabla siguiente:

| Dimensiones Interiores(m) | Diámetro Máximo(mm) | Profundidad Máxima(m) |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0,25 x 0,50 (10" x 20") | 100 (4") | 0,60 |
| 0,30 x 0,60 (12" x 24") | 150 (6") | 0,80 |
| 0,45 x 0,60 (18" x 24") | 150 (6") | 1,00 |
| 0,60 x 0,60 (24" x 24") | 200 (8") | 1,20 |

Para profundidades mayores se deberá utilizar cámaras de inspección según NTE-070 Redes de Aguas Residuales.

l) Cuando las aguas residuales contengan grasa, aceite, material inflamable, arena, tierra. Yeso u otros sólidos o líquidos objetables que pudieran afectar el buen funcionamiento del sistema de evacuación del edificio u otro sistema público, será necesario la instalación de interceptores o separadores u otro sistema de tratamiento.

m) La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores y separadores, estará de acuerdo con el uso respectivo.

n) Se instalaran separadores de grasa en los conductos de desagüe de lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares,

donde exista el peligro de introducir en el sistema de desagüe, grasa en cantidad suficiente para afectar el buen funcionamiento de este.

o) Se instalarán separadores de aceite en el sistema de desagüe de estaciones de servicio, talleres de mecánica de vehículos motorizados y otros edificios, donde

Exista el peligro de introducir aceite y otros lubricantes al sistema a la red de aguas residuales, ya sea en forma accidental o voluntaria.

p) Se instalarán interceptores de arena, vidrio, pelos, hilos u otros sólidos en el sistema de desagüe de embotelladores, lavanderías y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de sólidos objetables.

q) Los interceptores y separadores deberán estar provistos de ventilación en forma similar a otros aparatos sanitarios. El tubo de ventilación tendrá un diámetro mínimo de 50mm (2").

Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos maquinarias o equipos que pudiera impedir su adecuado mantenimiento. La boca de inspección será de dimensiones adecuadas.

r) Los aparatos sanitarios, depósitos o partes del sistema de agua, con dispositivos que descarguen al sistema de desagüe de la edificación, lo harán en forma indirecta, a fin de evitar conexiones cruzadas o interferencias entre los sistemas de distribución de agua para consumo humano y de redes de aguas residuales. La descarga de desagüe indirecto se hará de acuerdo con los siguientes requisitos:

- La tubería de descarga se llevará hasta una canaleta, caja, sumidero, embudo y otro dispositivo adecuado, provisto de sello de agua y su correspondiente ventilación.

- Deberá dejarse una brecha o interruptor de aire entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el que no podrá ser menor de dos veces el diámetro de la tubería de descarga.

- Las canaletas, cajas, sumideros, embudos y otros dispositivos deberán instalarse en lugares bien ventilados y de fácil acceso. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando ello sea requerido para seguridad de las personas.

s) No se permitirá descargar los aparatos sanitarios dotados de descarga de desagüe indirecto en ningún otro aparato sanitario.

6.3 ELEVACION

El equipo de bombeo deberá instalarse en lugar de fácil acceso, ventilación e iluminación adecuada.

Los equipos de bombeo deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Que permita el paso de sólidos.

b) La capacidad total de bombeo deberá ser por lo menos el 150% del gasto máximo que recibe la cámara de bombeo.

c) El número mínimo de equipos será de dos, de funcionamiento alternado. La capacidad de cada uno será igual gasto máximo.

d) El gasto se determinara utilizando el método de unidades de descarga u otro método aprobado.

e) La tubería de descarga estará dotada de una válvula de interrupción y unan válvula de retención.

Los motores de los equipos de elevación deberán ser accionados por los niveles en la cámara de bombeo. Se proveerán además controles manuales y dispositivos de alarma para sobre nivel.

Cuando el suministro normal de energía no garantice un servicio continuo a los equipos de bombeo en hoteles, hospitales y similares, deberán proveerse fuentes de energía independientes.

6.4 VENTILACION

- a) El sistema de desagüe debe ser adecuadamente ventilado, de conformidad con los párrafos siguientes, a fin de mantener la presión atmosférica en todo momento y proteger el sello de agua de cada una de las unidades del sistema.
- b) El sello de agua deberá ser protegido contra sifonaje, mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en conjunto, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos.
- c) Los tubos de ventilación deberán tener una pendiente uniforme no menor de 1% en forma tal que el agua que pudiere condensarse en ellos, escurra a un conducto de desagüe o montante.
- d) Los tramos horizontales de la tuberías de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 0.15m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto al cual ventilan.
- e) La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, según la siguiente tabla

| Diametro del conducto de desagüe del aparato sanitario (mm) | distancia maxima entre el sello y el tubo de ventilacion (m) |
|---|--|
| 40 (1 1/2") | 1.10 |
| 50(2") | 1.50 |
| 75(3") | 1.80 |
| 100(4") | 3.00 |

Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación.

- f) Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongara por encima del piso hasta una altura no menor de 1.80m.

Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inalcanzable, la montante será prolongada por encima de este, 0.15m como mínimo.

En caso que la distancia entre la boca de un montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire al edificio sea menor de 3m horizontalmente, el extremo superior del montante deberá quedar como mínimo 0.60m, por encima de la entrada del aire.

La unión entre la montante y la cubierta del techo terraza deberá ser a prueba de filtraciones.

g) La Tubería principal de ventilación se instalara vertical, sin quiebres en lo posible y sin disminuir su diámetro.

h) El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación a la montante de aguas residuales, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüé, más bajo. El extremo superior del tubo de ventilación se podrá conectar a la montante principal, a una altura no menor de 0.15m por encima de la línea de rebose del aparato sanitario más alto.

i) En los edificios de gran altura se requerirá conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo.

j) El diámetro del tubo auxiliar de ventilación a que se refiere el numeral anterior, será igual al del tubo principal de ventilación.

Las conexiones a este y la montante de aguas residuales deberán hacerse por medio del accesorio tipo “Y” en la forma siguiente:

- Las conexiones al montante de aguas residuales se harán por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente.

- Las conexiones al tubo de ventilación principal se harán a no menos de 1,0m por encima del piso correspondiente.

k) El diámetro del tubo de ventilación principal se determinara tomando en cuenta su longitud total, el diámetro del montante correspondiente y el total de unidades de descarga ventilada, según la siguiente tabla.

Dimensión de los tubos de ventilación Principal

| Diámetro de la montante, (mm) | Unidades de descarga ventiladas | Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|--|--------|---------|---------|
| | | 2" | 3" | 4" | 6" |
| | | 50(mm) | 75(mm) | 100(mm) | 150(mm) |
| Longitud Máxima del Tubo en metros | | | | | |
| 50 (2") | 12 | 60,0 | - | - | - |
| 50 (2") | 20 | 45,0 | - | - | - |
| 65 (2½") | 10 | - | - | - | - |
| 75 (3") | 10 | 30,0 | 180,0 | - | - |
| 75 (3") | 30 | 18,0 | 150,0 | - | - |
| 75 (3") | 60 | 15,0 | 120,0 | - | - |
| 100 (4") | 100 | 11,0 | 78,0 | 300,0 | - |
| 100 (4") | 200 | 9,0 | 75,0 | 270,0 | - |
| 100 (4") | 500 | 6,0 | 54,0 | 210,0 | - |
| 203 (8") | 600 | - | - | 15,0 | 150,0 |
| 203 (8") | 1400 | - | - | 12,0 | 120,0 |
| 203 (8") | 2200 | - | - | 9,0 | 105,0 |
| 203 (8") | 3600 | - | - | 8,0 | 75,0 |
| 203 (8") | 3600 | - | - | 8,0 | 75,0 |
| 254 (10") | 1000 | - | - | - | 38,0 |
| 254 (10") | 2500 | - | - | - | 30,0 |
| 254 (10") | 3800 | - | - | - | 24,0 |
| 254 (10") | 5600 | - | - | - | 18,0 |

l) Cuando una montante tenga en su recorrido un cambio de dirección de 45° o más con la vertical, será necesario ventilar los tramos de la montante que queden por encima y por debajo de dicho cambio. Estos tramos podrán ventilarse separadamente según lo especificado en el inciso i) del presente artículo, o bien se podrá ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior.

Cuando el cambio de dirección de la montante sea menor de 45° con la vertical, no se requerirá la ventilación auxiliar.

m) Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüé al cual ventila y no menor de 50mm ("2") cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y longitud se determinara según la siguiente tabla.

**Diámetro de los Tubos de Ventilación de Circuito y de los
Ramales Terminales de tubos de Ventilación**

| Diámetro de ramal horizontal de desagüe (mm) | Número máximo unidades de descarga | Diámetro del tubo de ventilación | | |
|--|------------------------------------|---|-------|--------|
| | | 50 mm | 75 mm | 100 mm |
| | | 2" | 3" | 4" |
| | | Máxima longitud del tubo de ventilación (m) | | |
| 50 (2") | 12 | 12,0 | - | - |
| 50 (2") | 20 | 9,0 | - | - |
| 75 (3") | 10 | 6,0 | 30,0 | - |
| 75 (3") | 30 | - | 30,0 | - |
| 75 (3") | 60 | - | 24,0 | - |
| 100 (4") | 100 | 2,1 | 15,0 | 60,0 |
| 100 (4") | 200 | 1,8 | 15,0 | 54,0 |
| 100 (4") | 500 | - | 10,8 | 42,0 |

m) Se permitirá utilizar un tubo común de ventilación para servir dos aparatos sanitarios, en los casos que se señalan a continuación, siempre que el diámetro del tubo de ventilación y la distancia máxima cumplan con lo establecido en el inciso e) del presente artículo.

- Dos aparatos sanitarios tales como lavatorios, lavaderos de cocina o de ropa instaladas en el mismo piso y conectados al ramal de desagüe en un mismo nivel.

- Dos aparatos sanitarios ubicados en el mismo piso, pero conectados a la montante o ramal vertical de desagüe a diferentes niveles, siempre que el diámetro de dicho ramal o montante sea de un tamaño mayor que el requerido por el aparato superior y no menor que el requerido por el aparato inferior.

o) La prolongación de la montante o tubería de desagüe por encima del último ramal, Podrá servir como único medio de ventilación para lavatorios y lavaderos siempre que cumpla con las distancias máximas establecidas en el inciso e) del presente artículo.

p) Para el caso de ventilación común, para más de dos aparatos podrá usarse la ventilación común, para más de dos aparatos podrá usarse la ventilación en circuito, siempre que cumpla los requisitos establecidos en el presente artículo.

q) El diámetro del tubo de ventilación en circuito se calculara en función de su longitud y sobre la base del diámetro del ramal horizontal de desagüe, según la tabla del inciso m.

Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente y en ningún caso menor de 50mm (2”).

r) Es obligatorio instalar tubos auxiliares de ventilación en los siguientes casos:

- En la ventilación de la montante
- En la ventilación del circuito
- En todos aquellos otros casos en que sea necesario asegurar el buen Funcionamiento del sistema.
- En diámetro mínimo del tubo auxiliar de ventilación será la mitad del

Diámetro del ramal de desagüe a que está conectado.

s) Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidos en el inciso e) del presente artículo, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso caja u otro dispositivo apropiadamente ventilado.

2.5 DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

NORMA EM.010

INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

ARTICULO.- GENERALIDADES

Las instalaciones eléctricas interiores están tipificadas en el código Nacional de Electricidad y corresponde a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida hasta los puntos de utilización.

En términos generales comprende a las acometidas, los alimentadores, subalimentadores, tableros, sub-tableros, circuitos derivados, sistemas de protección y control, sistemas de medición y registro, sistemas de puestas a tierra y otros.

Las instalaciones eléctricas interiores deben ajustarse a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad, siendo obligatorio el cumplimiento de todas sus prescripciones, especialmente las reglas de protección contra el riesgo eléctrico.

ARTÍCULO 2.- GENERALIDADES

Las prescripciones de esta Norma son de aplicación obligatoria a todo proyecto de instalación eléctrica interior tales como: viviendas, locales comerciales, locales industriales, locales de espectáculos, centros de reunión, locales hospitalarios, educacionales, de hospedaje, locales para estacionamiento de vehículos, playas y edificios de estacionamiento, puesto de venta de combustible y estaciones de servicio.

En general en cualquier instalación interior en todo el territorio de la república.

ARTICULO 3.- CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: comerciales, oficinas, locales de espectáculos, aeropuertos, puertos, estaciones de transporte terrestre y similares, locales deportivos, fábricas y talleres, hospitales, centros de salud, postas médicas y afines, laboratorios, museos y afines.

A continuación se presenta la Tabla de iluminarias mínimas a considerar en lux, según los ambientes al interior de las edificaciones, definiendo la calidad de la iluminación según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes.

TABLAS DE ILUMINARIAS PARA AMBIENTES AL INTERIOR

| AMBIENTES | ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux) | CALIDAD |
|---|--------------------------------------|----------------|
| Áreas generales en edificios | | |
| Pasillos, corredores | 100 | D - E |
| Baños | 100 | C - D |
| Almacenes en tiendas | 100 | D - E |
| escaleras | 50 | C - D |
| Líneas de ensamblaje | | |
| Trabajo pesado (ensamblaje de maquinarias) | 300 | C - D |
| Trabajo normal (industria liviana) | 500 | B - C |
| Trabajo fino (ensambles electrónicos) | 750 | A - B |
| Trabajo muy fino (ensamble de instrumentos) | 1500 | A - B |
| Industrias químicas y plásticos | | |
| En procesos automáticos | 150 | D - E |
| Plantas al interior | 300 | C - D |
| Salas de laboratorios | 500 | C - D |
| Industria farmacéutica | 500 | C - D |
| Industrias del caucho | 500 | C - D |
| Inspección | 750 | A - B |
| Control de colores | 1000 | A - B |
| Fábricas de vestimenta | | |
| Planchado | 500 | A - B |
| Costura | 750 | A - B |
| Inspección | 1000 | A - B |
| Industrias eléctricas | | |
| Fabricación de cables | 300 | B - C |
| Bobinados | 500 | A - B |
| Ensamblaje de partes pequeñas | 1000 | A - B |
| Pruebas y ajustes | 1000 | A - B |
| Ensamble de elementos electrónicos | 1500 | A - B |
| Industrias alimentarias | | |
| Procesos automáticos | 200 | D - E |
| Áreas de trabajo general | 300 | C - D |
| Inspección | 500 | A - B |
| Trabajos en vidrio y cerámica | | |
| Salas de almacén | 150 | D - E |
| Áreas de mezclado y moldeo | 300 | C - D |
| Áreas de acabados manuales | 300 | B - C |
| Áreas de acabados mecánicos | 500 | B - C |
| Revisión gruesa | 750 | A - B |
| Revisión fina - retoques | 1000 | A - B |
| Trabajos en hierro y acero | | |
| Plantas automáticas | 50 | D - E |
| Plantas semi-automáticas | 200 | D - E |
| Zonas de trabajo manual | 300 | D - E |
| Inspección y control | 500 | A - B |
| Industrias de cuero | | |
| Áreas de trabajo en general | | |
| Prensado, curtiembre, costura | 300 | B - C |
| Producción de calzados | 750 | A - B |
| Control de calidad | 1000 | A - B |
| Trabajos en maquinado(forjado-torno) | | |
| Forjado de pequeñas piezas | 200 | D - E |
| Maquinado en tornillo de banco | 400 | B - C |
| Maquinado simple en torno | 750 | A - B |
| Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes | 1500 | A - B |
| AMBIENTES | ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux) | CALIDAD |

| | | |
|--|------|-------|
| Talleres de pintado | | |
| Preparación de superficies | 500 | C - D |
| Pintado general | 750 | B - C |
| Pintado fino, acabados, control | 1000 | A - B |
| Fábricas de papel | | |
| Procesos automáticos | 200 | D - E |
| Elaboración semi automática | 300 | C - D |
| inspección | 500 | A - B |
| Imprentas – construcción de libros | | |
| Salas de impresión a máquina | 500 | C - D |
| Encuadernado | 800 | A - B |
| Composición, edición, etc. | 750 | A - B |
| Retoques | 1000 | A - B |
| Reproducciones e impresiones a color | 1500 | A - B |
| Grabados en acero y cobre | 2000 | A - B |
| Industrias textiles | | |
| Areas de desembalaje | 200 | D - E |
| Diseño | 300 | D - E |
| Hilados, cardados, teñidos | 500 | C - D |
| Hilados finos, entrelazados | 750 | A - B |
| Cosido, inspección | 1000 | A - B |
| Industrias en madera | | |
| Aserradero | 200 | D - E |
| Ensamble en tornillo de banco | 300 | C - D |
| Trabajo con máquinas | 500 | B - C |
| Acabados | 7500 | A - B |
| Inspección control de calidad | 1000 | A - B |
| Oficinas | | |
| Archivos | 200 | C - D |
| Salas de conferencia | 300 | A - B |
| Oficinas generales y salas de cómputo | 500 | A - B |
| Oficinas con trabajo intenso | 750 | A - B |
| Salas de diseño | 1000 | A - B |
| Centros de enseñanza | | |
| Salas de lectura | 300 | A - B |
| Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasio | 500 | A - B |
| Tiendas | | |
| Tiendas convencionales | 300 | B - C |
| Tiendas de autoservicio | 500 | B - C |
| Tiendas de exhibición | 750 | B - C |
| Edificios públicos | | |
| Salas de cine | 150 | B - C |
| Salas de conciertos y teatros | 200 | B - C |
| Museos y galerías de arte | 300 | B - C |
| Iglesias | | |
| - nave central | 100 | B - C |
| - altar y púlpito | 300 | B - C |

CALIDAD DE LA ILUMINACION POR TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD

| CALIDAD | TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD |
|---------|--|
| A | Tareas visuales muy exactas |
| B | Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración. |
| C | Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador. |
| D | Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica. |
| E | Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área. |

ARTÍCULO 4.- EVALUACIÓN DE LA DEMANDA

Los proyectos deberán incluir un análisis de la potencia instalada y máxima demanda de potencia que requerirán las instalaciones proyectadas.

La evaluación de la demanda podrá realizarse por cualquiera de los dos métodos que se describen:

Método 1. Considerando las cargas realmente a instalarse, los factores de demanda y simultaneidad que se obtendrán durante la operación de la instalación.

Método 2. Considerando las cargas unitarias y los factores de demanda que estipula el Código Nacional de Electricidad o las Normas DGE correspondientes; el factor de simultaneidad entre las cargas será asumido y justificado por el proyectista.

El valor mínima de la demanda máxima y el tipo de suministra para la elaboración del Proyecto de Subsistema de Distribución Secundaria, que requiere una habilitación de tierras para ser dotada del servicio público de electricidad, están establecidos en la Norma DGE “Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria”.

ARTICULO 5.- COMPONENTES DE UN PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR

Para los efectos de la presente Norma se considera que un proyecto de instalación eléctrica interior consta de los siguientes:

- Memoria Descriptiva
- Factibilidad y punto de entrega del servicio público
- Memoria de cálculo
- Especificaciones técnicas
- Planos

- Certificado de habilitación de proyectos

Memoria Descriptiva

Descripción de la naturaleza del proyecto y la concepción del diseño de cada una de las instalaciones que conforman el sistema proyectado.

Factibilidad y Punto de Entrega del Servicio Público de Electricidad

Cartas con la factibilidad y punto de entrega (suministro) para el servicio público de electricidad, otorgada por el respectivo concesionario.

Memoria de Cálculo

Descripción y formulación de los parámetros de cálculo de los diferentes diseños, complementado con las respectivas hojas de cálculo.

Especificaciones Técnicas

Descripción de las características específicas y normas de fabricación de cada uno de los materiales y/o equipos a utilizarse; así como, los métodos constructivos a seguirse.

Planos

Los planos deben ser presentados en hojas de tamaño normalizados según la NTP 272.002 y NTP 833.001, doblados al tamaño A4 conforme a la NTP 833.002 debiendo quedar a la vista el rótulo respectivo donde figurar el nombre completo y número de registro del Colegio de Ingenieros del Perú del Profesional Responsable (Ing. Electricista o Ing. Mecánico-Electricista); así como su firma y sello oficial.

De acuerdo a la naturaleza y magnitud del proyecto los planos pueden ser:

Planos Generales: para que mediante aplicación de los símbolos gráficos normalizados en electricidad se haga la distribución de las salidas, diagramas unifilares y demás elementos de los diseños del proyecto. El plano debe ser desarrollado en escala 1:50.

Planos de Conjunto: para identificar la posición relativa de las distintas partes y/o elementos de un sistema, que por su tamaño sea necesario hacerlo. El plano debe desarrollado en escala 1:100, 1:200 ó 1:500.

Planos de Detalles: para una mejor identificación o comprensión de algunos elementos o parte de los diseños del proyecto, tales como esquemas generales, planos isométricos, etc. Sean necesarios. Los detalles deben ser desarrollados en escala 1:20 ó 1:250

Certificación de habilitación de proyectos

Documento emitido por el consejo Departamental del Colegio de Ingenieros del Perú, por lo que certifica que el Profesional que se menciona se encuentra hábil y está autorizado para desarrollar un proyecto de su especialidad.

ARTÍCULO 6.- DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El diseño de instalaciones eléctricas, deberá realizarse de acuerdo con el código Nacional de Electricidad.

ARTÍCULO 7.- CONSTRUCCIÓN POR ETAPAS

Cuándo las instalaciones de un proyecto vayan a construirse por etapas se deberá:

- a) Elaborar el proyecto completo, dejando claramente establecido cada una de las etapas.
- b) En el caso que nos e pueda definir las cargas de alguna de las etapas, deberá preverse lo necesario y suficiente para atender las futuras etapas tales como: circuitos de reserva en el tablero eléctrico, canalizaciones, etc.

ARTICULO 8.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOCALES ESPECIALES SEGÚN EL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Se regirán por lo dispuesto en el Código Nacional de Electricidad, Normas Técnicas y las disposiciones emitidas por las autoridades competentes.

ARTÍCULO 9.- INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES

Las instalaciones eléctricas temporales están destinadas a dar suministro de energía eléctrica a actividades temporales.

Las instalaciones eléctricas temporales deberán:

- a) Cumplir con las prescripciones del Códigos Nacional de Electricidad y Normas DGE de suministros Provisionales.
- b) Garantizar la seguridad de las personas.
- c) Al concluir la actividad temporal deberá retirarse todas las instalaciones efectuadas.

ARTICULO 10.- EQUIPOS PARA SUMINISTROS DE ENERGIA POR EMERGENCIA

Los equipos a instalarse deberán cumplir con las prescripciones del Código Nacional de Electricidad.

Los locales con afluencia de público, incluyendo los edificios multifamiliares, deberán contar con instalaciones de iluminación de emergencia.

ARTÍCULO 11.- REFERENCIAS NORMATIVAS

En la presente norma se hace mención a las siguientes normas Técnicas Peruanas:

NTP 272.002 Papeles. Lista de aplicación de los formatos de la serie A INTINTEC

NTP 833.001 Dibujo técnico. Formato de Láminas.

NTP 833.002 dibujo Técnico. Plegado de Láminas.

CAPITULO 3: ARQUITECTURA DEL PABELLON

3.1 Diseño por analogía de los pabellones existentes

3.1.1 Construcción realizada en el año de 1988, con el modelo para los colegios construidos ese año por el **INFES**, constituido en su mayor parte por placas.

Este pabellón consta de 2 partes, la primera al lado derecho de la entrada principal del colegio que consta de 6 aulas de forma rectangular en 2 pisos y el segundo pabellón en forma octogonal en 3 pisos unidos al rectángulo por medio de un pasillo.

Estos pabellones están conformados por columnas en forma de escalonada, forma de T, forma rectangular y forma circular.

Los pisos superiores son unidos entre sí mediante pasillos.

Hay una escalera entre ambos pabellones y un depósito ubicado debajo de la misma, que es usado como un ambiente para sacar fotocopias.

También se construyo un área de baños para caballeros y damas y un tanque elevado.

Los servicios higiénicos separados entre sí por un ambiente que sirve para colocar los tanques de agua de los inodoros y además de ventilación.

Ambos cuentan también con servicios higiénicos para los profesores.

3.1.2 Construcción realizada por **FONCODES**, hoy llamado “Pabellón Huascarán”

Este pabellón consta de 3 aulas en el primer nivel y 3 ambientes en el segundo nivel, que son usados como laboratorios de cómputo.

Para acceder al segundo nivel se cuenta con una escalera de 2 tramos, que presenta una reja de seguridad, esto para proteger las computadoras que se encuentran en el nivel superior.

La escalera se encuentra al lado del pabellón, pero de manera independiente, esto quiere decir que presenta sus propias columnas. Columnas que tienen las dimensiones aproximadas de 0.30m x 0.25m.

La escalera tiene 18 peldaños con un descanso en la mitad de los mismos, y debajo hay un ambiente que es usado como depósito.

Estos ambientes si fueron construidos con accesoria técnica, ya que están compuestos por pórticos y mampostería. Los pórticos en la dirección Y, y albañilería en ambos sentidos.

Al lado de las aulas se ubica una gruta, y delante de las mismas se tiene el asta de la Bandera.

Estas aulas están ubicadas frente a las tribunas, con un pequeño patio antes de bajar a uno de los patios principales.

Tienen acceso por las escaleras centrales, hacia el lado derecho está ubicado las aulas de FONCODES y al lado izquierdo la dirección.

En la parte exterior de las aulas se construyó una vereda de aproximadamente 2.10m de ancho por 30.40 m de largo.

Tienen muy buena iluminación, ya que presenta grandes ventanas por la parte delante y ventanas altas para la parte posterior que colinda con uno de los 2 patios auxiliares.

Hacia el lado derecho del pabellón, hay una rampa de aproximadamente 7m de ancho por 18.80m de largo que conectan a uno de los patios principales.

A este nivel superior se encuentra también una puerta de acceso al colegio.

3.1.3 La presente tesis propone la construcción basada en 2 modelos de pabellones, uno de los pabellones que consta de 4 aulas por piso y el otro que tendrá servicio higiénico y solo 2 aulas por piso.

El primer pabellón se denominará Pabellón Tipo “A”

1er Piso

En este primer nivel se encuentran las actividades académicas que se desarrollan en 4 aulas.

A este nivel se accede a través de un patio exterior que comunica con el patio principal de ingreso.

2do Piso

En este segundo nivel se encuentran las actividades académicas que se desarrollan en 4 aulas.

A este nivel se accede a través de una escalera que conectará el primer y segundo piso con una proyección a un tercer nivel.

Para ambos niveles harán un total de 8 aulas para este pabellón.

El segundo pabellón se denominará Pabellón Tipo “B”

1er Piso

En este nivel se encuentran actividades académicas que se desarrollan en 2 aulas y con servicios higiénicos tanto para el alumnado como para los profesores los cuales estarán separado por un muro divisorio, sólo en el primer nivel se colocaran los lavaderos.

2do Piso

En este segundo nivel se encuentran las actividades académicas que se desarrollan en 2 aulas y con servicios higiénicos tanto para el alumnado como para los profesores.

Para ambos niveles harán un total de 4 aulas y 2 ambientes de servicios higiénicos.

Estos baños tendrán ventanas altas que darán a la parte posterior del colegio.

La idea de hacer estos 2 tipos de pabellones es para intercalarlos, de tal manera que uno encuentre un pabellón “solo de aulas”, seguido por un pabellón de aulas y servicios higiénicos y acabando con otro pabellón “solo de aulas”; las escaleras se ubicaran en los pabellones solo de aulas.

Pensado en el futuro y en el posible crecimiento estudiantil, estos pabellones han sido diseñados siguiendo las normas técnicas actuales y han sido proyectados para construirse hasta 3 pisos.

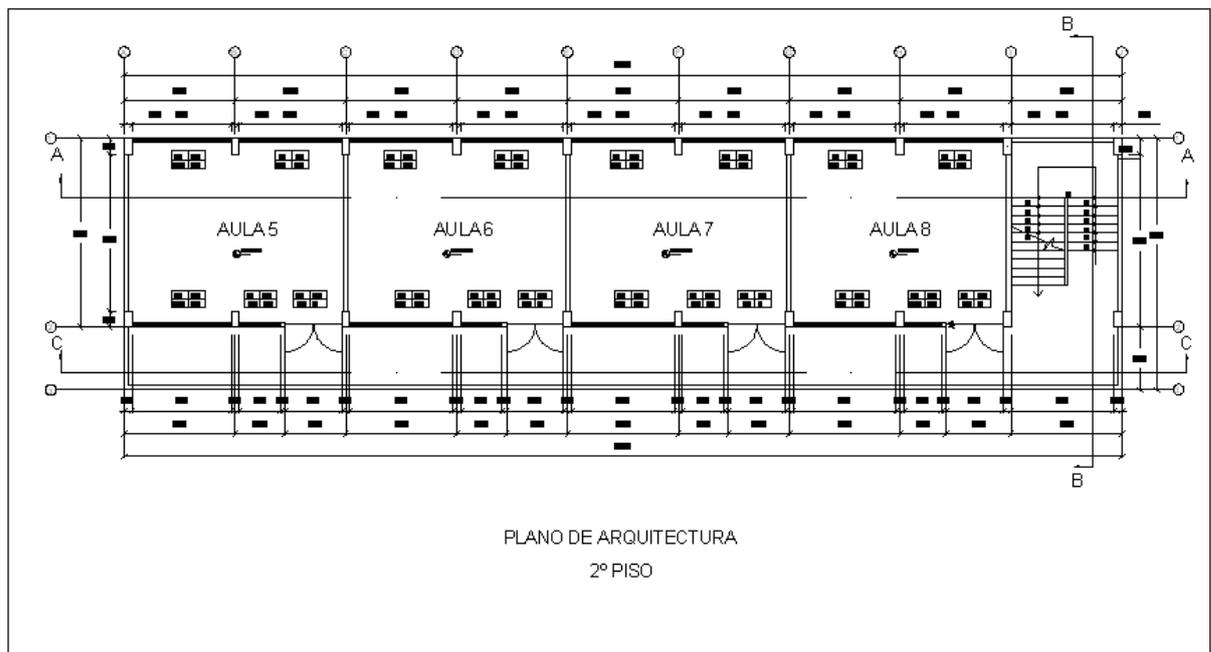
Para abastecer al alumnado, se construirá 1 cisterna con sistema hidroneumático, que dotará de agua a la población escolar.

Para utilizar al máximo los espacios, se ha pensado en utilizar los espacios debajo de las escaleras como depósitos para que el personal de limpieza pueda guardar sus implementos o ser usado como almacén.

CAPITULO 4: APLICACIÓN DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PABELLON

DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

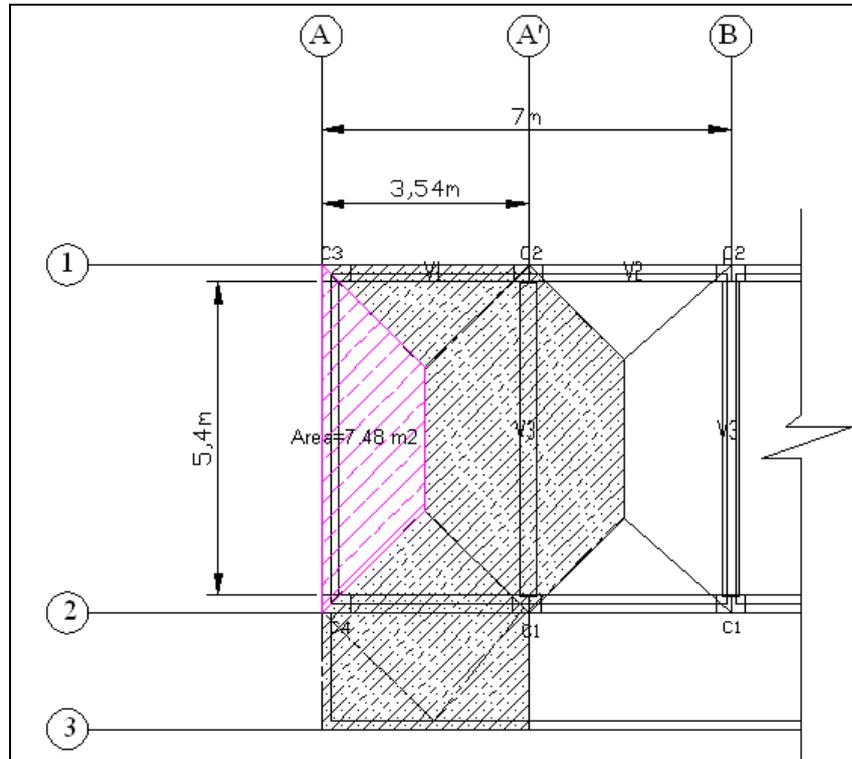
4.1 METRADO DE CARGAS



1er y 2do Piso

EJE AA-EJE EE:

Area = 7.48 m² ; CM = 1.22 ; CV = 0.22



EJE AA', A'B, BB', B'C, CC', C'D, DD', D'E – EJE 11:

Area = 3.12 m² ; CM = 0.96 ; CV = 0.16

EJE AA', A'B, B'C, CC', C'D, DD', D'E – EJE 22:

Area = 6.60 m² ; CM = 1.62 ; CV = 0.33

EJE A'A', BB, B'B', CC, C'C', DD, D'D':

Area = 14.79 m² ; CM = 2.01 ; CV = 0.43

3er Piso

EJE AA-EJE EE:

$$\text{Area} = 7.48 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 0.86 \quad ; \quad \text{CV} = 0.11$$

EJE AA', A'B, BB', B'C, CC', C'D, DD', D'E – EJE 11:

$$\text{Area} = 3.12 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 0.72 \quad ; \quad \text{CV} = 0.08$$

EJE AA', EJE A'B, BB', B'C, CC', C'D, DD', D'E – EJE 22:

$$\text{Area} = 6.60 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 1.11 \quad ; \quad \text{CV} = 0.17$$

EJE A'A', BB, B'B', CC, C'C', DD, D'D':

$$\text{Area} = 14.79 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 1.35 \quad ; \quad \text{CV} = 0.22$$

VOLADO:

EJE AA, EE – EJE 33:

$$\text{Area} = 1.77 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 0.95 \quad ; \quad \text{CV} = 0.18$$

EJE A'A', BB, B'B', CC, C'C', DD, D'D' – EJE 33:

$$\text{Area} = 3.50 \text{ m}^2 \quad ; \quad \text{CM} = 1.17 \quad ; \quad \text{CV} = 0.35$$

4.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

$$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$$

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

DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS:

L = luz libre en metros

| Viga | | Luz libre | h=L/10 | b=h/2 |
|------|---|-----------|--------|-------|
| V1 | x | 4.75 | 0.475 | 0.238 |
| V2 | x | 3.25 | 0.325 | 0.163 |

| h(m) | b(m) |
|------|------|
| 0.6 | 0.25 |

DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS:

$$\text{Area de la columna} = \frac{P(\text{servicio})}{0.45f'_c}$$

Para el cálculo de P (Servicio):

P servicio = Área de influencia de la columna mas cargada x Nro. de pisos x Peso estimado de la estructura por m³.

Peso estimado de la estructura por m³ = 1Ton/m²

Área de influencia de la columna mas cargada = 17.50m²

Nro. de Pisos = 3

$$P(\text{servicio}) = 52.5 \text{ ton}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Area de la columna} = 555.55 \text{ cm}^2$$

Considerando:

$$\begin{array}{l} b = 0.25\text{m} \longrightarrow b = 0.25\text{m} \\ h = 0.22\text{m} \longrightarrow h = 0.50\text{m} \end{array}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA:

L= luz libre en metros

Losa:

| Luz libre | $e=L/25$ |
|-----------|----------|
| 3.50 | 0.15 |

 $\longrightarrow e=0.20$

DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA

Nota: Las dimensiones de la estructura esta acotada en los ejes.

La viga que se va apoyar en la escalera se considero como viga chata con una altura del espesor de la losa.

Area de la abertura de la escalera = 21m²

Consideraciones:

Losa = 300kg/cm²

Acabados = 120kg/cm²

Tabiqueria = 250kg/cm²

$$s/c = 350\text{kg/cm}^2 \quad \text{1er, 2do, 3ro, volado}$$

$$s/c = 400\text{kg/cm}^2 \quad \text{Pasillo}$$

$$\gamma = 2.4\text{Tn/m}^3$$

Se considero como el eje X al tramo más largo de la estructura.

$$\text{Area} = 168.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Area para losa} = 140.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Area para acab, tab, s/c} = 165.75\text{m}^2$$

$$\text{1er Piso:} \quad h=3.06\text{m}$$

$$\text{Peso del Primer piso} = 186.45$$

$$\text{2do Piso:} \quad h=3.06\text{m}$$

$$\text{Peso del segundo piso} = 186.45$$

$$\text{3er Piso:} \quad h=3.06\text{m}$$

$$\text{Peso del Tercer piso} = 152.05$$

Volado:

$$\text{Peso del volado} = 48.48$$

$$\text{PESO TOTAL} = 621.91 \text{ Tn}$$

4.3 MODELACION EN SAP

4.3.1 ANALISIS ESTATICO

$$V = \frac{ZUCS}{R}P$$

Donde:

Z= factor de zona

U= factor de uso e importancia

S= factor de suelo

C=coeficiente de amplificación sísmica

P= peso total de la edificación

R= coeficiente de reducción de sollicitación sísmica

Para la dirección en X e Y en ambas direcciones presentan placa y pórticos

Z = 0.40 Lima

U = 1.50 categoria

S = 1.4 Tipo S3

R = 8 Porticos

Periodo fundamental:

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

$$hn = 9.18$$

$$C_t = 45$$

$$T = 0.20$$

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T_p = 0.90$$

$$C = 11.03 \quad (\text{No mayor de 2.5})$$

Cortante en la base: $V = 163.3 \text{ Tn}$

Fuerza de Sismo en cada Nivel:

$$F_i = \frac{P_i * H_i}{\sum P_i * H_i} * V$$

$$F_3 = 92.50 \text{ Tn}$$

$$F_2 = 39.91 \text{ Tn}$$

$$F_1 = 30.83 \text{ Tn}$$

Efecto de Torsión:

Momento accidental: $M_i = \pm F_i * e_i$

En la dirección "X"

Donde:

e_i = excentricidad accidental, se considera 0.05 veces de la dimensión del estudio

$$L_x = 31.5 \text{ m}$$

$$e_x = 1.58$$

$$M3 = 145.69 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M2 = 62.87 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M1 = 48.56 \text{ Tn} * \text{m}$$

En la dirección "Y"

$$Ly = 8.00 \text{ m}$$

$$ey = 0.40 \text{ m}$$

$$M3 = 37.00 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M2 = 15.97 \text{ Tn} * \text{m}$$

$$M1 = 12.33 \text{ Tn} * \text{m}$$

4.3.2 ANALISIS DINAMICO

Es el mismo en ambas direcciones

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g$$

$$Z = 0.4$$

$$U = 1.5$$

$$S = 1.4$$

$$Rx = 8$$

$$Ry = 8$$

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$h_n = 9.18 \text{ m}$$

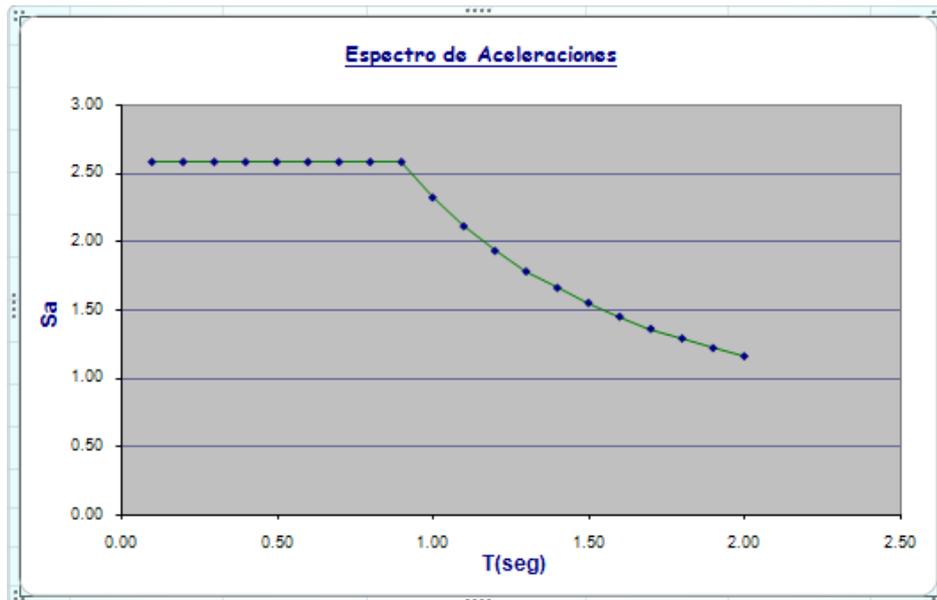
$$C_t = 45$$

$$T = 0.20$$

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

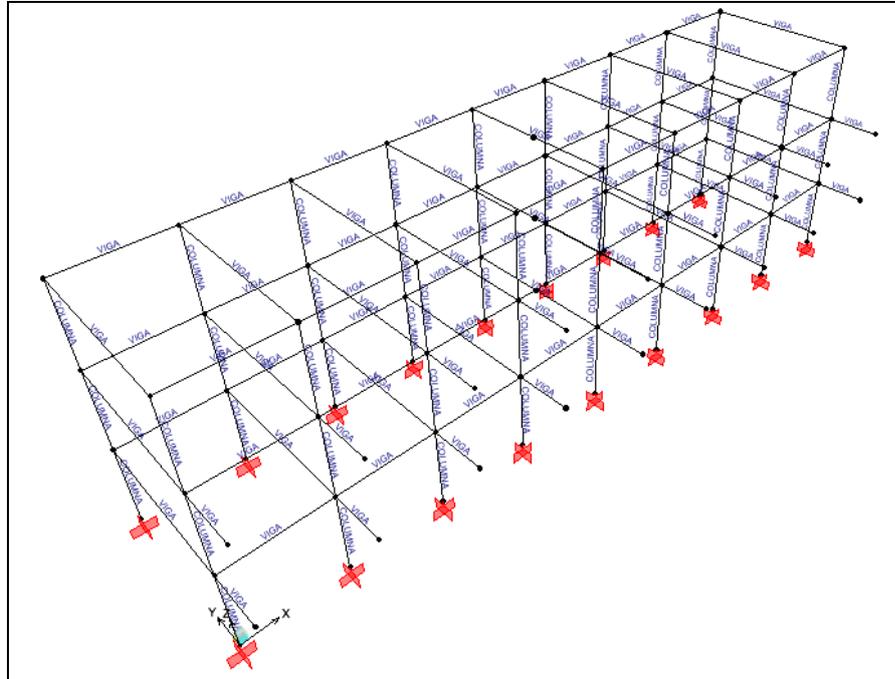
$$T_p = 0.9$$

4.3.3 ANALISIS ESPECTRAL

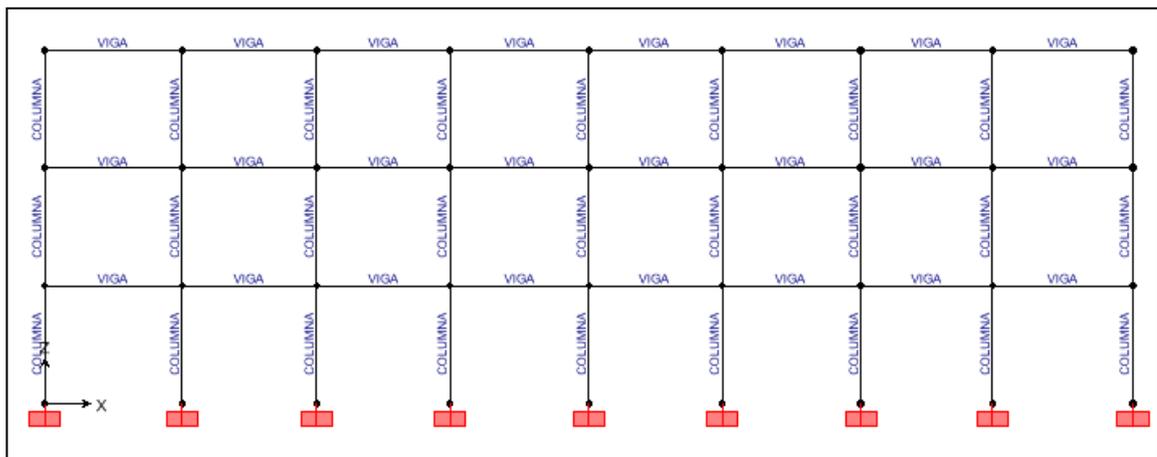


MODELAMIENTO EN SAP DEL COLEGIO J.C.TELLO

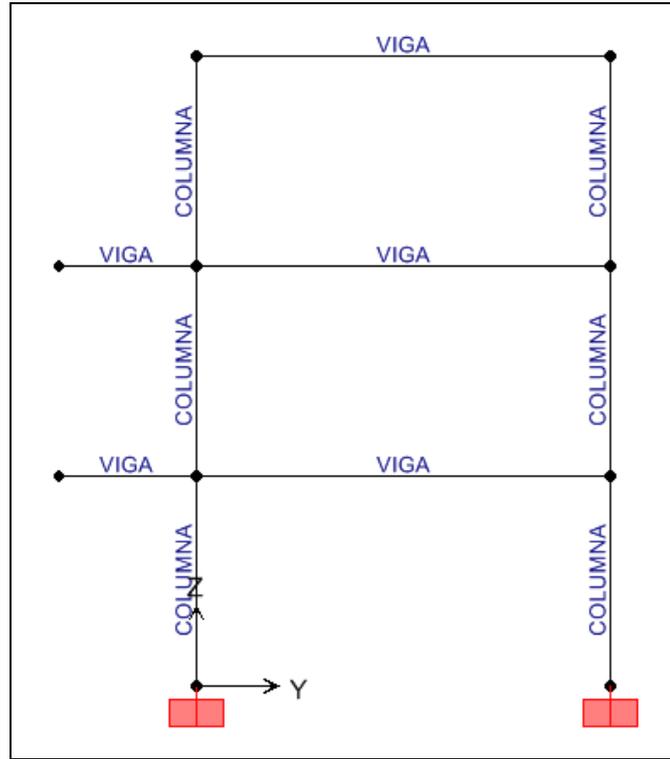
VISTA EN 3D



VISTA EN XZ



VISTA EN XZ



DEFORMADA EN 3D

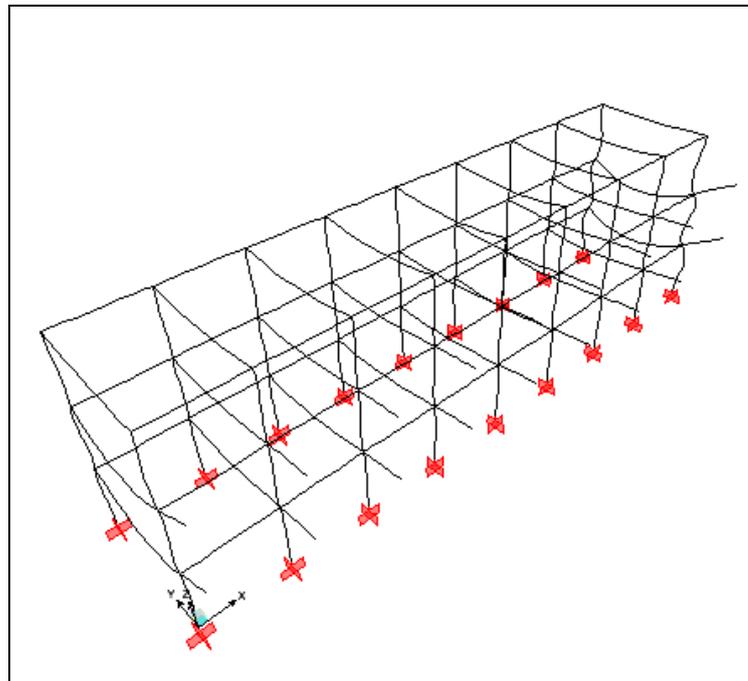
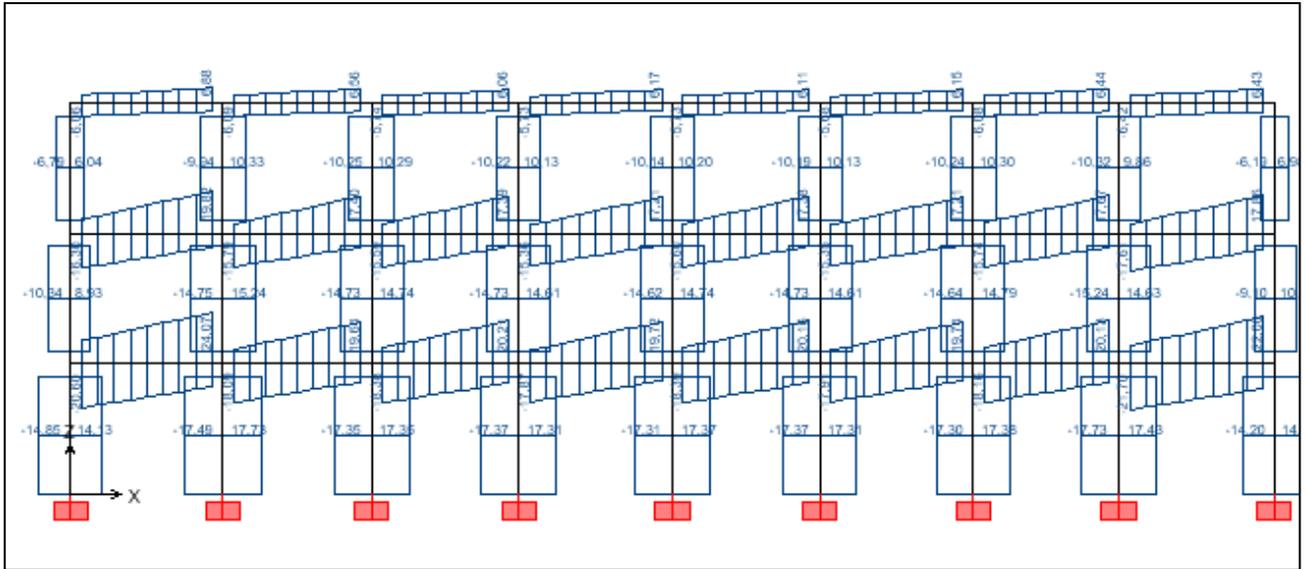


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTE 2-2 (ENVOLVENTE)



Diagrams for Frame Object 64 (COLUMNA)

Case: ENVOLV
 Items: Major (V2 and M3) | Max/Min Env

End Length Offset (Location):
 I-End: Jt: 53
 0.000000 m (0.00000 m)
 J-End: Jt: 54
 0.300000 m (2.76000 m)

Display Options:
 Scroll for Values
 Show Max

Location: 0.00000 m

Resultant Shear

Shear V2
 17.3698 Ton
 -17.3130 Ton
 at 0.00000 m

Resultant Moment

Moment M3
 28.37072 Ton-m
 -28.31647 Ton-m
 at 0.00000 m

Reset to Initial Units | Done | Units: Ton, m, C

DIAGRAMA DE MOMENTO 3-3 (ENVOLVENTE)

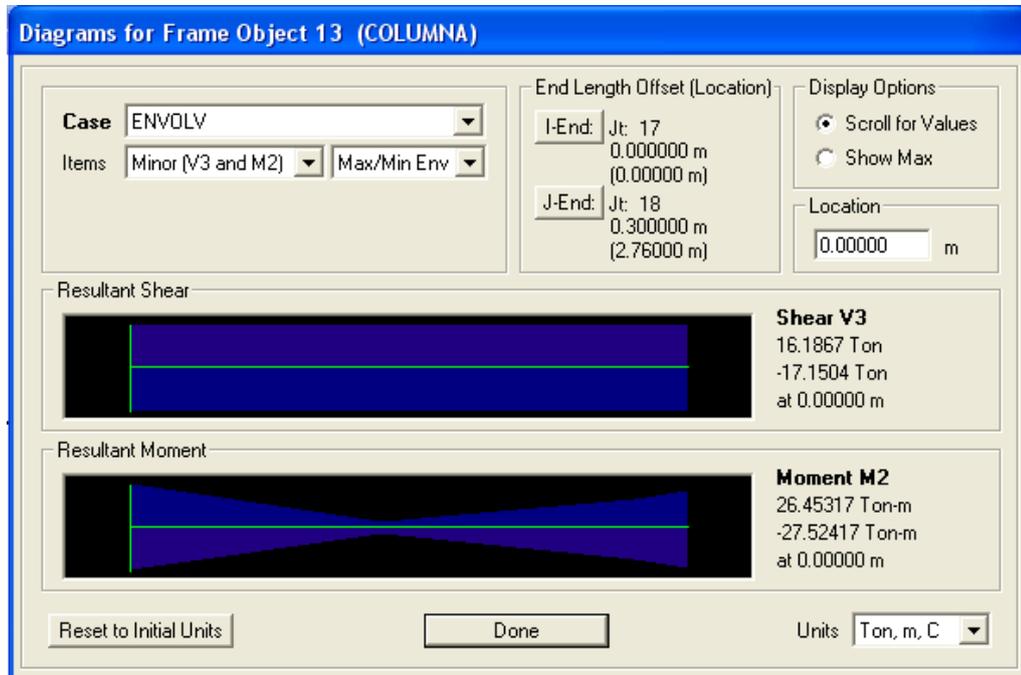
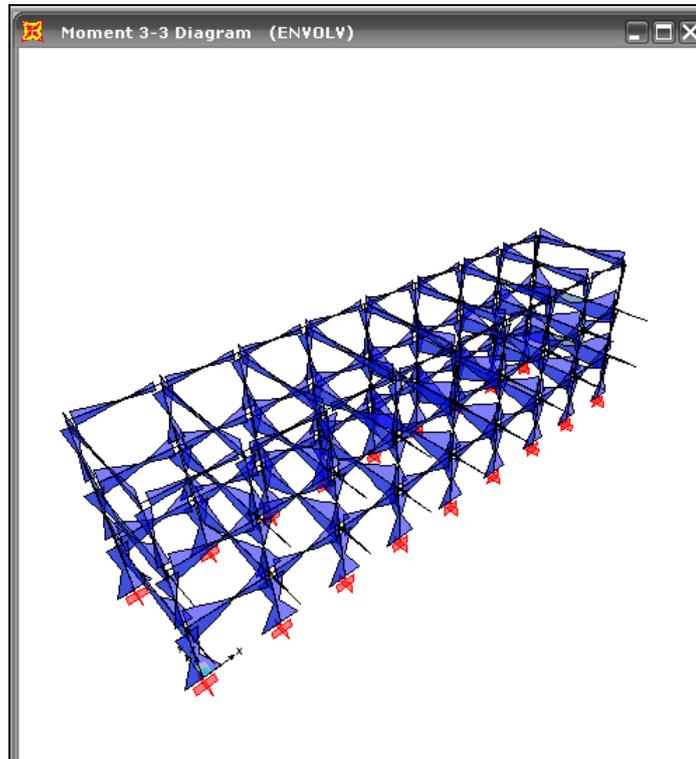


DIAGRAMA DE MOMENTO 3-3 (ENVOLVENTE)

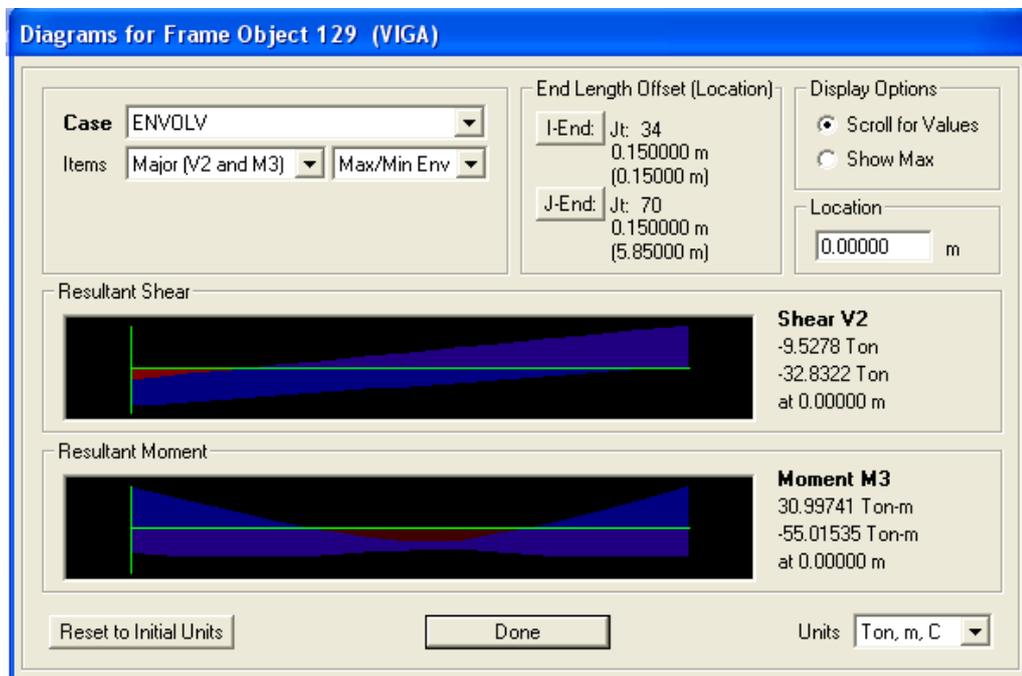
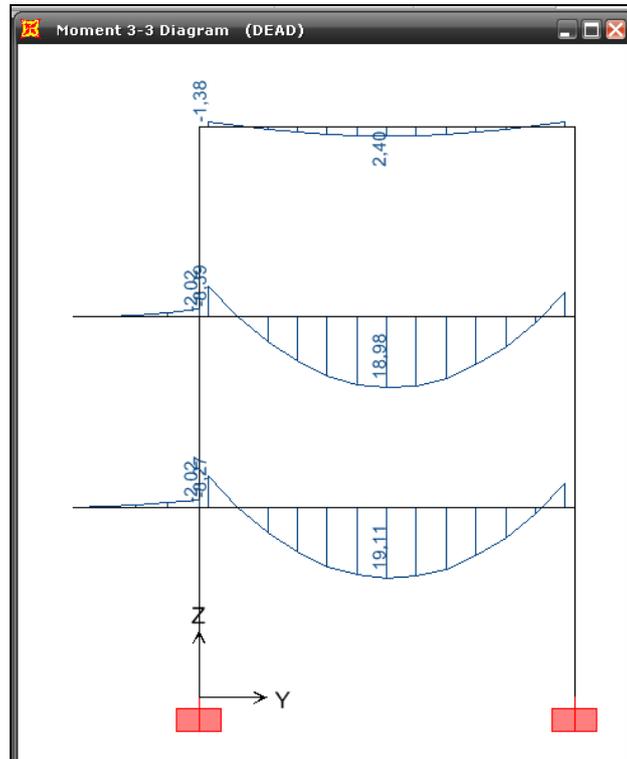
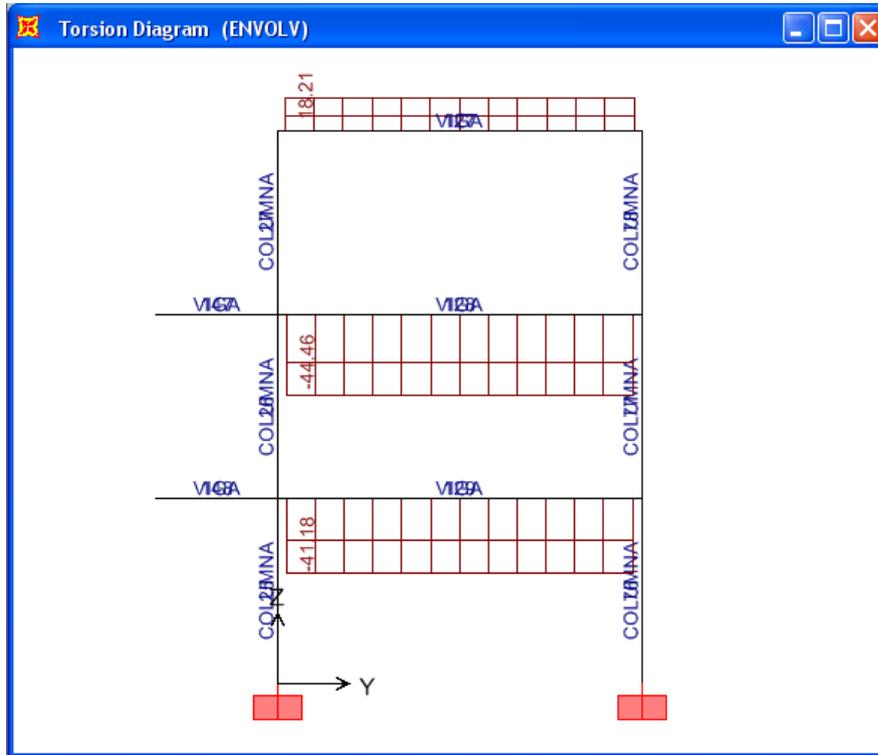


DIAGRAMA DE TORSION (ENVOLVENTE)



Diagrams for Frame Object 127 (VIGA)

Case: ENVOLV
Items: Axial (P and T) Max/Min Env

End Length Offset (Location)
I-End: Jt: 36
0.125000 m (0.12500 m)
J-End: Jt: 72
0.125000 m (5.87500 m)

Display Options
 Scroll for Values
 Show Max

Location: 0.00000 m

Resultant Axial Force
Axial
0.0000 Ton
0.0000 Ton
at 0.00000 m

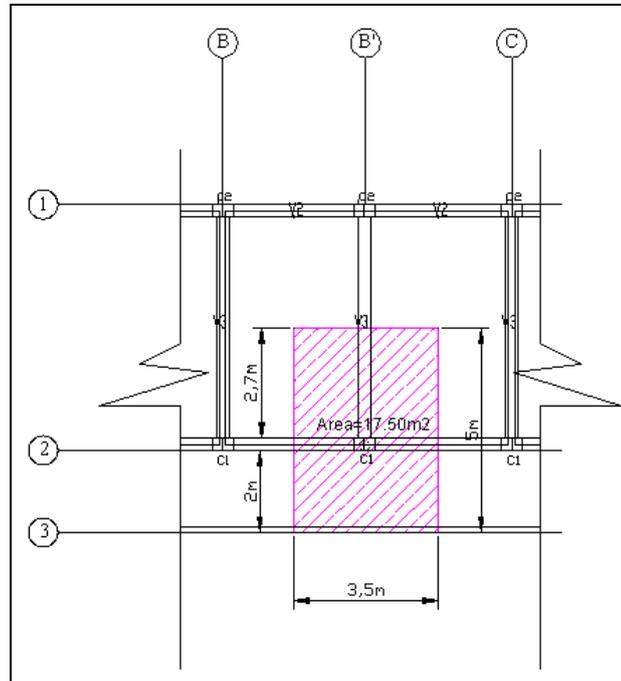
Resultant Torsion
Torsion
0.01821 Ton-m
0.00794 Ton-m
at 0.00000 m

Reset to Initial Units Done Units: Ton, m, C

Peso para cada zapata:

Zapata 1:

Area = 17.50 m² ; CM = 35.18 ; CV = 18.38



Zapata 2:

Area = 10.50 m² ; CM = 21.10 ; CV = 11.02

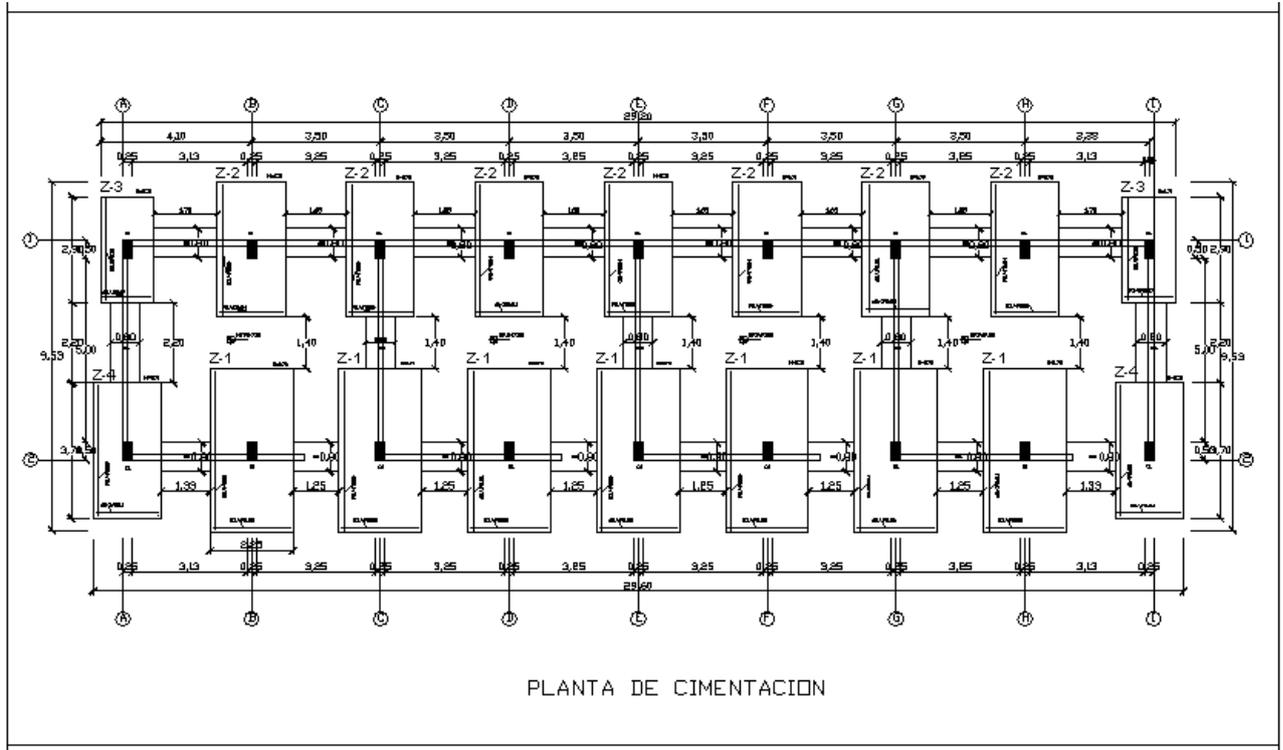
Zapata 3:

Area = 5.31 m² ; CM = 10.67 ; CV = 5.57

Zapata 4:

Area = 8.84 m² ; CM = 17.78 ; CV = 9.29

4.4 DISEÑO DE LA CIMENTACION



PLANTA DE CIMENTACION

ZAPATA1:

Datos:

$$\text{Columna} = 0.25 \times 0.50$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$CM = 48.27$$

$$CV = 7.77$$

$$\sigma_t = 0.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 7.5 \text{ cm}$$

Dimensionamiento:

De acuerdo a la resistencia del terreno, asumiremos que el peso propio de la zapata es 13%

$$p * p = 7.28$$

$$p = 63.33 \text{ Tn}$$

$$A_{\text{zapata}} = 97423.385 \text{ cm}^2$$

$$A = 220.71 \text{ cm}$$

Usaremos zapatas que tengan la misma proporción de la columna 1:2

$$A = 2.25 \text{ m}$$

$$B = 4.50 \text{ m}$$

Diseño:

Factores de carga

$$CM = 1.5$$

$$CV = 1.8$$

$$P_u = 86.40 \text{ Tn}$$

Reacción neta:

$$q_n = 0.85 \text{ kg/cm}^2$$

Determinación del peralte por Punzonamiento

Se hace por tanteo, el primer valor debe ser mayor que el menor lado de la columna.

Tantaremos con:

$$d = 60\text{cm}$$

$$b_o = 390\text{ cm}$$

$$V_u = 78413.2$$

$$\phi V_c = 305527.5 > V_u$$

También se puede comparar esfuerzos:

$$V_u = 3.35\text{kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} = 13.06\text{kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Intentando con:

$$b_o = 370\text{cm}$$

$$V_u = 3.9\text{kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Comprobación del peralte por corte por flexión

$$V_u = 8639.1\text{kg}$$

$$\phi V_c = 80788.52$$

$$\phi V_c > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

También

$$V_u = 0.70\text{kg/cm}^2$$

$$V_{uc} = 6.53\text{kg/cm}^2$$

$$V_{uc} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Verificación del peralte para el anclaje de la armadura de la columna

Las barras están sometidas a compresión, en consecuencia:

$$d_b = \frac{0.08 * db * fy}{\sqrt{f'c}}$$

$$db = 2.54\text{cm} \quad (\text{varilla de } 1")$$

$$d_b = 58.89\text{cm}$$



$$d_b = 0.004dbfy$$

Se toma el mayor

$$d_b = 42.67\text{cm}$$

$$d_b = 58.90\text{cm}$$

$$d_b = 60\text{cm}$$

Luego el peralte mínimo que se requiere es de 30cm, mas el recubrimiento

$$d = h - (7.5 + \emptyset\text{barra})$$

$$h = 67.50 \approx 68\text{cm}$$

$$d = 57.96 \approx 58\text{cm}$$

Diseño del refuerzo

$$Mu_{ef} = \frac{(L2^2 * q_s)}{2} L$$

$$Mu_{cd} = \frac{(L1^2 * q_s)}{2} L$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

$$B = 225 \text{ cm}$$

$$L = 450 \text{ cm}$$

$$L_1 = 200 \text{ cm}$$

$$L_2 = 100 \text{ cm}$$

Varilla de 3/4"

$$d_b = 1.91 \text{ cm}$$

$$A_b = 2.85 \text{ cm}^2$$

Cd: $M_{u_{cd}} = 38396000 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

$$A_s = 17.98 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 1.88 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.94$$

$$n = 6$$

$$6 \phi 3/4"$$

$$A_{s_{\min}} = 31.52 \text{ cm}^2$$



Se toma el mayor

$$A_{s_{\min}} = 23.91 \text{ cm}^2$$

Ef: $M_{u_{ef}} = 1919800 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

$$A_s = 8.99 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 0.94 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.47$$

$$n = 3.2$$

$$4\emptyset 3/4"$$

$$A_{s_{min}} = 63.04 \text{ cm}^2$$



Se toma el mayor

$$A_{s_{min}} = 11.96 \text{ cm}^2$$

Verificación por adherencia, las barras están a tracción

$$L_d = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \quad ; \quad L_d = 0.006 d_b f_y$$

$$L_d = 49.56 \text{ cm} \quad ; \quad L_d = 48.13 \text{ cm}$$

Se toma el mayor

$$L_d = 49.56 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

Verificación de la transparencia de esfuerzos en la base de la columna

$$f_a = \frac{P_u}{A_g}$$

$$f_a = 69.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = 9 \leq 2$$

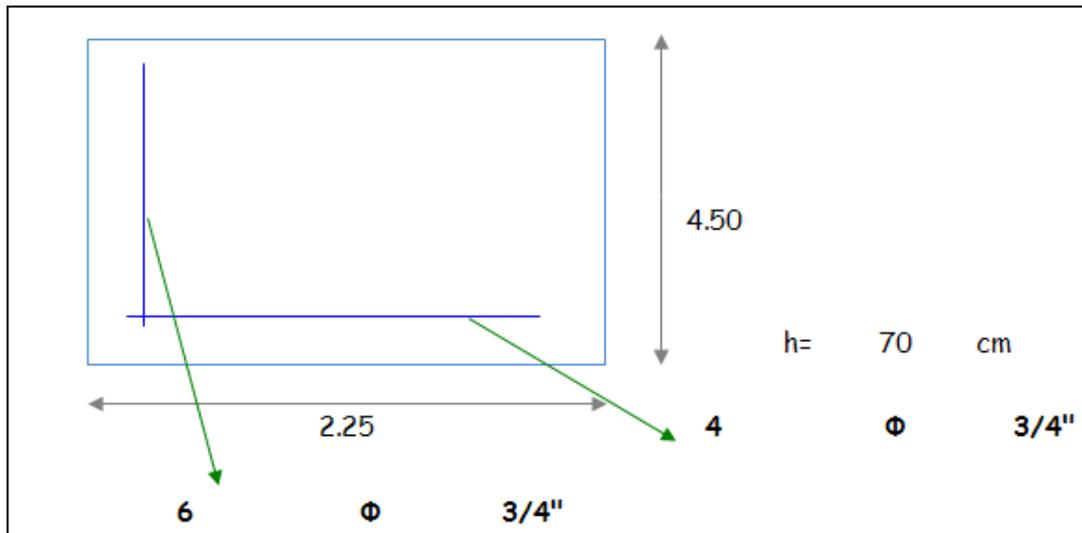
$$\emptyset f_{an} = f_a = 250 \text{ kg/cm}^2$$

En consecuencia la altura final de la zapata es

$$h = 69.41 \text{ cm} \approx 70.00 \text{ cm}$$

a) Esquema del armado

Z-1



ZAPATA 2:

Datos:

$$\text{Columna} = 0.25 \times 0.50$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$CM = 34.18$$

$$CV = 4.44$$

$$\sigma_t = 0.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 7.5 \text{ cm}$$

a) Dimensionamiento:

De acuerdo a la resistencia del terreno, asumiremos que el pp. de la zapata es 13%

$$p * p = 5.02$$

$$p = 43.64 \text{ Tn}$$

$$A_{\text{zapata}} = 67139.38 \text{ cm}^2$$

$$A = 183.22 \text{ cm}$$

Usaremos zapatas que tengan la misma proporción de la columna 1:2

$$A = 1.85 \text{ m}$$

$$B = 3.70 \text{ m}$$

b) Diseño:

Factores de carga

$$CM = 1.5$$

$$CV = 1.8$$

$$P_u = 59.30 \text{ Tn}$$

Reacción neta:

$$q_n = 0.87 \text{ kg/cm}^2$$

c) Determinación del peralte por Punzonamiento

Se hace por tanteo, el primer valor debe ser mayor que el menor lado de la columna.

Tantaremos con:

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$b_o = 370 \text{ cm}$$

$$V_u = 51989.5 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 265704.5 > V_u$$

También se puede comparar esfuerzos:

$$V_u = 2.55 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} = 13.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Intentando con:

$$d = 50 \text{ cm}$$

$$b_o = 350 \text{ cm}$$

$$V_u = 3.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

d) Comprobación del peralte por corte por flexión

$$V_u = 4805.0 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 60387.38$$

$$\phi V_c > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

También

$$V_u = 0.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

e) Verificación del peralte para el anclaje de la armadura de la columna

Las barras están sometidas a compresión, en consecuencia:

$$d_b = \frac{0.08 * db * fy}{\sqrt{f'c}}$$

$$db = 2.54\text{cm} \quad (\text{varilla de 1"})$$

$$d_b = 58.89\text{cm}$$

$$d_b = 0.004dbfy$$



Se toma el mayor

$$d_b = 42.67\text{cm}$$

$$d_b = 58.90\text{cm}$$

$$d_b = 60\text{cm}$$

Luego el peralte mínimo que se requiere es de 30cm, más el recubrimiento

$$d = h - (7.5 + \emptyset\text{barra})$$

$$h = 67.50 \approx 68\text{cm}$$

$$d = 57.96 \approx 58\text{cm}$$

f) Diseño del refuerzo

$$Mu_{ef} = \frac{(L2^2 * q_s)}{2} L$$

$$Mu_{cd} = \frac{(L1^2 * q_s)}{2} L$$

$$As = \frac{Mu}{\emptyset fy (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{Asfy}{0.85f'cb}$$

$$B = 185\text{cm}$$

$$L = 370\text{cm}$$

$$L1 = 160\text{cm}$$

$$L2 = 80\text{cm}$$

Varilla de 5/8"

$$d_b = 1.59\text{cm}$$

$$A_b = 1.98\text{cm}^2$$

Cd: $Mu_{cd} = 2050145\text{kg} - \text{cm}$

$$As = 9.52\text{cm}^2 \rightarrow a = 1.21 \rightarrow \frac{a}{2} = 0.61$$

$$n = 4.76$$

$$5\phi 5/8"$$

$$As_{\min} = 25.92\text{cm}^2$$

$$As_{\min} = 12.66\text{m}^2$$

} Se toma el mayor

Ef: $Mu_{ef} = 1025072\text{kg} - \text{cm}$

$$As = 4.76\text{cm}^2 \rightarrow a = 0.61 \rightarrow \frac{a}{2} = 0.30$$

$$n = 2.38$$

$$3\phi 1/2"$$

$$As_{\min} = 44.68\text{cm}^2$$

$$As_{\min} = 6.33\text{cm}^2$$

} Se toma el mayor

g) Verificación por adherencia, las barras están a tracción

$$L_d = \frac{0.06A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \quad ; \quad L_d = 0.006d_b f_y$$

$$L_d = 34.78\text{cm} \quad ; \quad L_d = 48.13\text{cm}$$

Se toma el mayor

$$L_d = 48.13\text{cm} \approx 49\text{cm}$$

h) Verificación de la transparencia de esfuerzos en la base de la columna

$$f_a = \frac{P_u}{A_g}$$

$$f_a = 47.41\text{kg/cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = 7 \leq 2$$

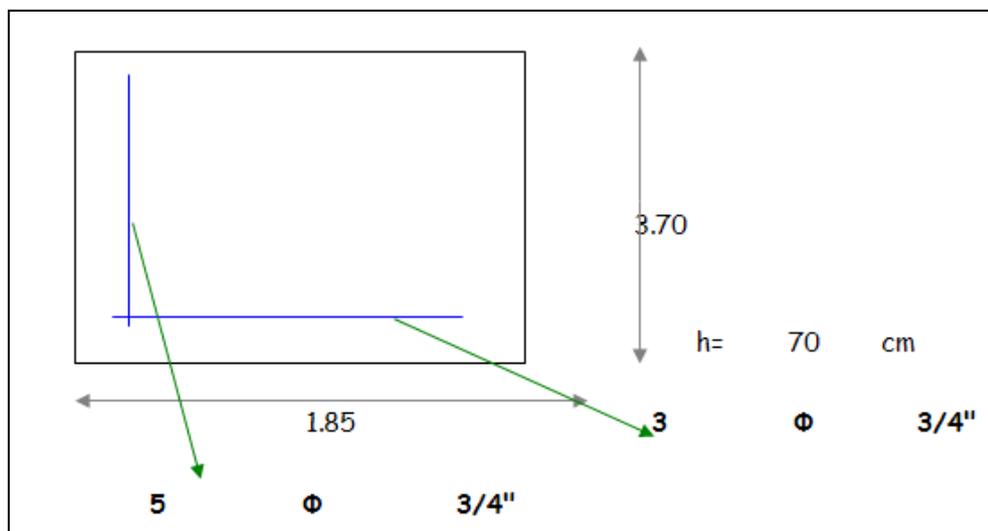
$$\phi f_{an} = f_a = 250\text{kg/cm}^2$$

En consecuencia la altura final de la zapata es

$$h = 69.41\text{cm} \approx 70.00\text{cm}$$

i) Esquema del armado

Z-2



ZAPATA 3:

Datos:

$$\text{Columna} = 0.25 \times 0.50$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$CM = 21.82$$

$$CV = 2.29$$

$$\sigma_t = 0.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 7.5 \text{ cm}$$

a) Dimensionamiento:

De acuerdo a la resistencia del terreno, asumiremos que el peso propio de la zapata es 13%

$$p * p = 3.13$$

$$p = 27.24 \text{ Tn}$$

$$A_{\text{zapata}} = 41914.30 \text{ cm}^2$$

$$A = 144.7 \text{ cm}$$

Usaremos zapatas que tengan la misma proporción de la columna 1:2

$$A = 1.45 \text{ m}$$

$$B = 2.90 \text{ m}$$

b) Diseño:

Factores de carga

$$CM = 1.5$$

$$CV = 1.8$$

$$P_u = 36.90 \text{ Tn}$$

Reacción neta:

$$q_n = 0.88 \text{ kg/cm}^2$$

c) Determinación del peralte por Punzonamiento

Se hace por tanteo, el primer valor debe ser mayor que el menor lado de la columna.

Tantaremos con:

$$d = 50 \text{ cm}$$

$$b_o = 350 \text{ cm}$$

$$V_u = 30279.1$$

$$\phi V_c = 228492.8 > V_u$$

También se puede comparar esfuerzos:

$$V_u = 1.73 \text{ g/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} = 13.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Intentando con:

$$d = 40 \text{ cm}$$

$$b_o = 310 \text{ cm}$$

$$V_u = 2.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

d) Comprobación del peralte por corte por flexión

$$V_u = 2541.5 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 37864.52$$

$$\phi V_c > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

También

$$V_u = 0.44 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

e) Verificación del peralte para el anclaje de la armadura de la columna

Las barras están sometidas a compresión, en consecuencia:

$$d_b = \frac{0.08 * d_b * f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$d_b = 2.54 \text{ cm} \quad (\text{varilla de } 1")$$

$$d_b = 58.89 \text{ cm}$$

$$d_b = 0.004 d_b f_y$$

$$d_b = 42.67 \text{ cm}$$

$$d_b = 58.90 \text{ cm}$$

$$d_b = 60 \text{ cm}$$



Se toma el mayor

Luego el peralte mínimo que se requiere es de 30cm, mas el recubrimiento

$$d = h - (7.5 + \phi_{\text{barra}})$$

$$h = 67.50 \approx 68\text{cm}$$

$$d = 57.96 \approx 58\text{cm}$$

f) Diseño del refuerzo

$$M_{u_{ef}} = \frac{(L2^2 * q_s)}{2} L$$

$$M_{u_{cd}} = \frac{(L1^2 * q_s)}{2} L$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi_{fy} \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_{cb}}$$

$$B = 145\text{cm}$$

$$L = 290\text{cm}$$

$$L1 = 120\text{cm}$$

$$L2 = 60\text{cm}$$

Varilla de 5/8"

$$d_b = 1.59\text{cm}$$

$$A_b = 1.98\text{cm}^2$$

Cd: $M_{u_{cd}} = 914946\text{kg} - \text{cm}$

$$A_s = 4.25\text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 0.69 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.34$$

$$n = 2.14$$

$$6\emptyset 3/4''$$

$$A_{s_{\min}} = 20.31\text{cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 2.85\text{cm}^2$$

} Se toma el mayor

Ef: $Mu_{ef} = 457473\text{kg} - \text{cm}$

$$As = 2.14\text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 0.35 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.17$$

$$n = 1.08$$

$$4\emptyset 3/4''$$

$$A_{s_{\min}} = 40.62\text{cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 2.85\text{cm}^2$$

} Se toma el mayor

g) Verificación por adherencia, las barras están a tracción

$$Ld = \frac{0.06A_b f_y}{\sqrt{f_c}} \quad ; \quad Ld = 0.006d_b f_y$$

$$Ld = 34.43\text{cm} \quad ; \quad Ld = 40.07\text{cm}$$

Se toma el mayor

$$Ld = 40.07\text{cm} \approx 40\text{cm}$$

h) Verificación de la transparencia de esfuerzos en la base de la columna

$$f_a = \frac{P_u}{A_g}$$

$$f_a = 69.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_1}{A_2}} = 6 \leq 2$$

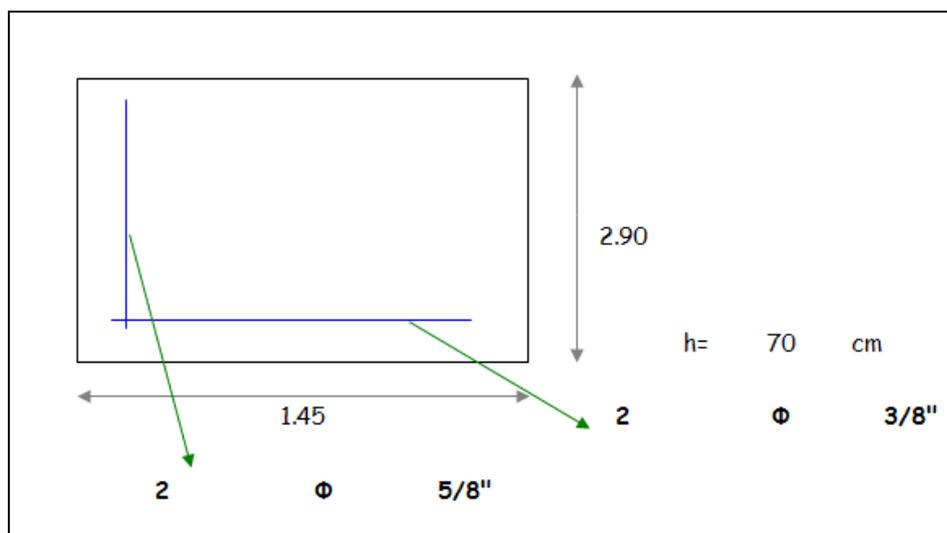
$$\phi_{fan} = f_a = 250 \text{ kg/cm}^2$$

En consecuencia la altura final de la zapata es

$$h = 69.09 \text{ cm} \approx 70.00 \text{ cm}$$

i) Esquema del armado

Z-3



ZAPATA 4

Datos:

$$\text{Columna} = 0.25 \times 0.50$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$CM = 32.00$$

$$CV = 4.13$$

$$\sigma_t = 0.65 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Recubrimiento} = 7.5 \text{ cm}$$

a) Dimensionamiento:

De acuerdo a la resistencia del terreno, asumiremos que el peso propio de la zapata es 13%

$$p * p = 4.69$$

$$p = 40.83 \text{ Tn}$$

$$A_{\text{zapata}} = 62810.615 \text{ cm}^2$$

$$A = 177.2 \text{ cm}$$

Usaremos zapatas que tengan la misma proporción de la columna 1:2

$$A = 1.85 \text{ m}$$

$$B = 3.70 \text{ m}$$

b) Diseño:

Factores de carga

$$CM = 1.5$$

$$CV = 1.8$$

$$P_u = 55.40 \text{ Tn}$$

Reacción neta:

$$q_n = 0.81 \text{ kg/cm}^2$$

c) Determinación del peralte por Punzonamiento

Se hace por tanteo, el primer valor debe ser mayor que el menor lado de la columna.

Tantaremos con:

$$d = 55 \text{ cm}$$

$$b_o = 370 \text{ cm}$$

$$V_u = 48631.3$$

$$\phi V_c = 265704.5 > V_u$$

También se puede comparar esfuerzos:

$$V_u = 2.39 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} = 13.06 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

Intentando con:

$$d = 50 \text{ cm}$$

$$b_o = 350 \text{ cm}$$

$$V_u = 2.80 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{u_{\max}} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

d) Comprobación del peralte por corte por flexión

$$V_u = 4494.6 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 60387.38$$

$$\phi V_c > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

También:

$$V_u = 0.49 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{uc} > V_u \rightarrow \text{Ok}$$

e) Verificación del peralte para el anclaje de la armadura de la columna

Las barras están sometidas a compresión, en consecuencia:

$$d_b = \frac{0.08 * d_b * f_y}{\sqrt{f'_c}}$$

$$d_b = 2.54 \text{ cm} \quad (\text{varilla de } 1")$$

$$d_b = 58.89 \text{ cm}$$

$$d_b = 0.004 d_b f_y$$

$$d_b = 42.67 \text{ cm}$$

$$d_b = 58.90 \text{ cm}$$

$$d_b = 60 \text{ cm}$$



Se toma el mayor

Luego el peralte mínimo que se requiere es de 30cm, mas el recubrimiento

$$d = h - (7.5 + \phi_{\text{barra}})$$

$$h = 67.50 \approx 68\text{cm}$$

$$d = 57.96 \approx 58\text{cm}$$

f) Diseño del refuerzo

$$M_{u_{ef}} = \frac{(L_2^2 * q_s)}{2} L$$

$$M_{u_{cd}} = \frac{(L_1^2 * q_s)}{2} L$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b}$$

$$B = 185\text{cm}$$

$$L = 370\text{cm}$$

$$L_1 = 160\text{cm}$$

$$L_2 = 80\text{cm}$$

Varilla de 3/4"

$$d_b = 1.91\text{cm}$$

$$A_b = 2.85\text{cm}^2$$

$$\text{Cd: } M_{u_{cd}} = 1917717\text{kg} - \text{cm}$$

$$A_s = 8.90\text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 1.13 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.57$$

$$n = 3.12$$

$$4\phi_{3/4}$$

$$A_{s_{\min}} = 25.92 \text{ cm}^2$$



Se toma el mayor

$$A_{s_{\min}} = 11.84 \text{ cm}^2$$

Ef: $Mu_{ef} = 958858 \text{ kg} \cdot \text{cm}$

$$A_s = 4.45 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad a = 0.57 \quad \rightarrow \quad \frac{a}{2} = 0.28$$

$$n = 1.56$$

$$2\emptyset 5/8''$$

$$A_{s_{\min}} = 51.83 \text{ cm}^2$$



Se toma el mayor

$$A_{s_{\min}} = 5.92 \text{ cm}^2$$

g) Verificación por adherencia, las barras están a tracción

$$L_d = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \quad ; \quad L_d = 0.006 d_b f_y$$

$$L_d = 49.56 \text{ cm} \quad ; \quad L_d = 48.13 \text{ cm}$$

Se toma el mayor

$$L_d = 49.56 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

h) Verificación de la transparencia de esfuerzos en la base de la columna

$$f_a = \frac{P_u}{A_g}$$

$$f_a = 44.35 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sqrt{\frac{A1}{A2}} = 7 \leq 2$$

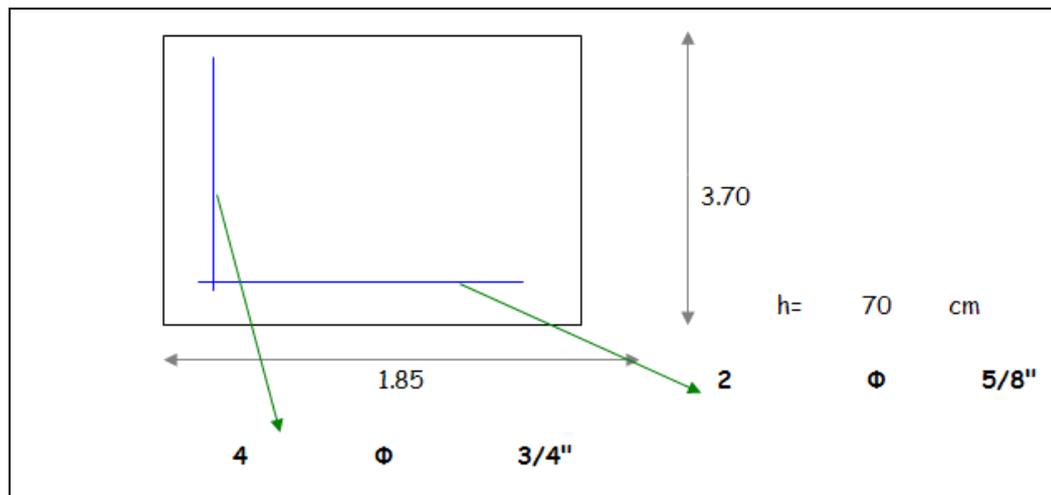
$$\sigma_{fan} = f_a = 250 \text{ kg/cm}^2$$

En consecuencia la altura final de la zapata es

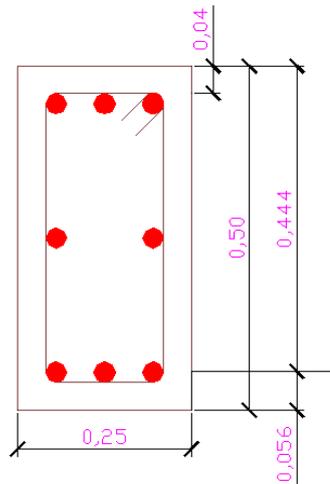
$$h = 69.41 \text{ cm} \approx 70.00 \text{ cm}$$

i) Esquema del armado

Z-4



4.5 DISEÑO DE COLUMNAS



Datos:

$$f'c = 210\text{kg/cm}^2$$

$$A\emptyset(1") = 5.07\text{cm}^2$$

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

$$b = 25\text{cm}$$

$$h = 50\text{cm}$$

$$\text{Estribos} = 3/8"$$

$$yo = 25\text{cm Centroide}$$

$$Ast = 8\emptyset 3/4"$$

$$As_1 = 15.21\text{cm}^2$$

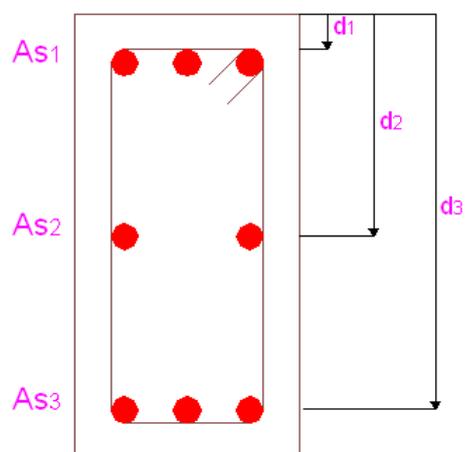
$$d_1 = 5.60\text{cm}$$

$$As_2 = 10.14\text{cm}^2$$

$$d_2 = 25.00\text{cm}$$

$$As_3 = 15.21\text{cm}^2$$

$$d_3 = 44.40\text{cm}$$



Condición de carga concéntrica

$$A_g = 1250 \text{ cm}^2 \quad ; \quad A_{st} = 40.584 \text{ cm}^2$$

$$P_{no} = 0.85 f'_c * A_g + A_{st} * f_y$$

$$P_{no} = 393.58 \text{ Tn}$$

a) Condición Balanceada

$$\epsilon_u = 0.003$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_y} = 0.0021$$

$$\frac{C_b}{\epsilon_u} = \frac{d}{\epsilon_u + \epsilon_y} \quad \rightarrow \quad C_b = 26.12 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.80$$

$$a_b = 0.8 * C_b$$

$$a_b = 20.89 \text{ cm} \rightarrow a_b = 0.21 \text{ m}$$

$$f_{s1} = 6 \frac{(c-d_i)}{c}$$

$$f_{s1} = 4.71 \quad \rightarrow \quad f_{s1} = f_y = 4.2 \text{ Tn/cm}^2$$

$$f_{s2} = 0.26 \text{ Tn/cm}^2$$

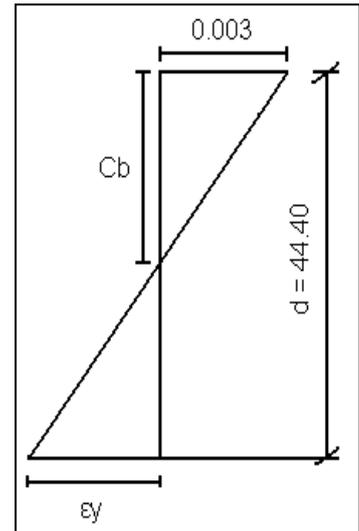
$$f_{s3} = f_y = -4.2 \quad \rightarrow \quad 4.2 \text{ Tn/cm}^2 \quad (\text{Tracción})$$

Ahora se puede calcular las fuerzas en el acero y el concreto, y hacer el equilibrio

$$C_{s1} = 63.92 \text{ Tn}$$

$$C_{s2} = 2.61 \text{ Tn}$$

$$T_{s3} = 63.92 \text{ Tn}$$



$$C_c = 0.85f'_c * b * a \quad \rightarrow \quad C_c = 93.24 \text{ Tn}$$

$$Pn_b = C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_{s3} \quad \rightarrow \quad Pn_b = 95.85 \text{ Tn}$$

$$Mn_b = C_c (Y_o - a/2) + C_{s1} (y_o - d_1) + C_{s2} (y_o - d_2) + T_{s3} (d_3 - y_o)$$

$$Mn_b = 38.37 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

Luego:

$$e_b = \frac{Mn_b}{Pn_b} \quad \rightarrow \quad e_b = 0.40 \text{ m}$$

b) Un punto de falla en la zona de fluencia del acero en tracción

Para ello, $C < C_b$

Asumiremos:

$$C = 15 \text{ cm}$$

$$a = 12 \text{ cm}$$

$$f_{s1} = 3.76 \text{ T/cm}^2$$

$$f_{s2} = -4 \text{ T/cm}^2$$

$$f_{s3} = f_y = -11.76 = 4.2 \text{ T/cm}^2$$

(Tracción)

$$C_{s1} = 57.22 \text{ Tn}$$

$$T_{s2} = -40.58 \rightarrow 40.58 \text{ Tn}$$

(Tracción)

$$Ts_3 = 63.92 \text{ Tn}$$

$$C_c = 53.55 \text{ Tn}$$

$$Pn_b = 5.27 \text{ Tn}$$

$$M_n = 33.68 \text{ Tn} - \text{m}$$

$$e_b = 5.37$$

c) Un punto en la zona de falla a compresión:

Para ello, $C > C_b$

Asumiremos:

$$C = 45 \text{ cm}$$

$$a = 36 \text{ cm}$$

$$fs_1 = 5.25 \text{ Tn/cm}^2$$

$$fs_2 = 2.67 \text{ Tn/cm}^2$$

$$fs_3 = 0.08 \text{ Tn/cm}^2$$

$$Cs_1 = 79.95 \text{ Tn}$$

$$Cs_2 = 27.06 \text{ Tn}$$

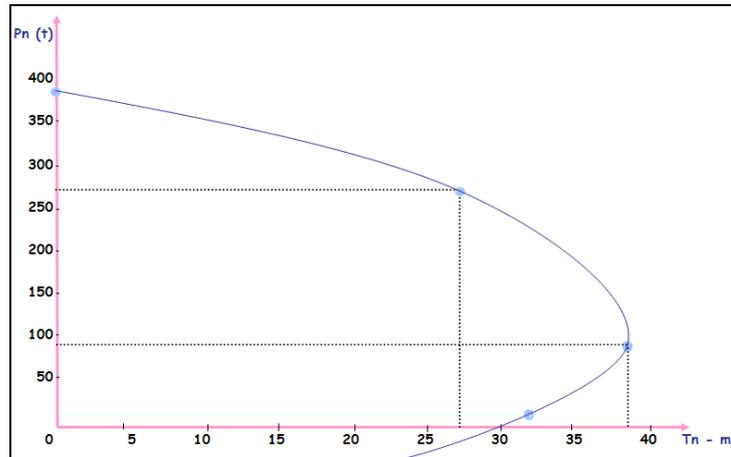
$$Cs_3 = 1.22 \text{ Tn}$$

$$C_c = 160.65 \text{ Tn}$$

$$Pn_b = 268.87 \text{ Tn}$$

$$M_n = 26.99 \text{ Tn}$$

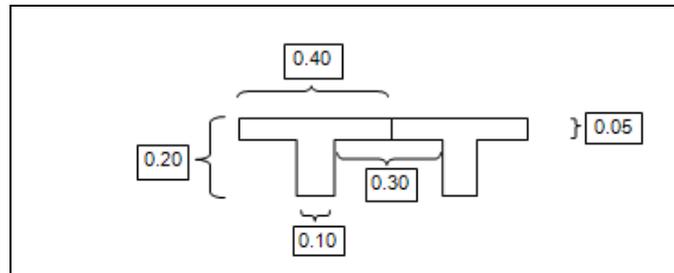
DIAGRAMA DE ITERACION RESULTANTE



4.6 DISEÑO DE LOSAS, VIGAS Y ESCALERAS

Losas

Analizaremos la losa como viga "T"



Sabemos que:

$$b \leq \frac{L}{4} \quad ; \quad b \leq 16t + b_w \quad ; \quad b < B + b_w$$

$$L_n = 3.50 \text{ m}$$

$$\text{Columna: } 0.25 \times 0.50$$

$$h = 0.20 \text{ m}$$

$$B = 0.30 \text{ m}$$

$$t = 0.05 \text{ m}$$

$$b_w = 0.10 \text{ m}$$

De las formulas anteriores podemos determinar

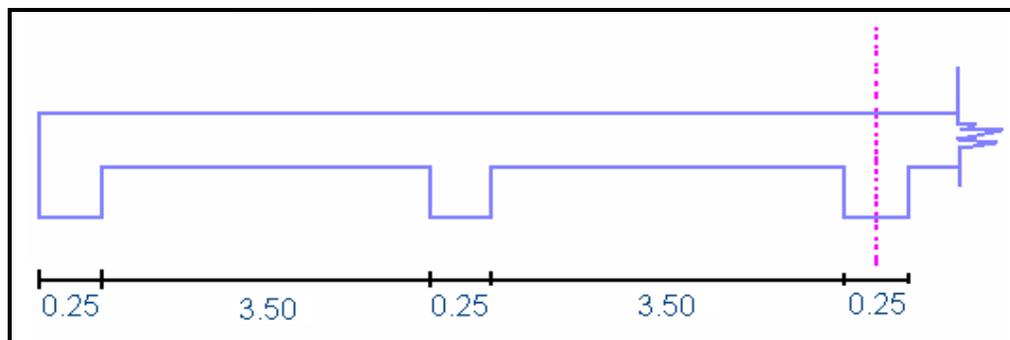
$$b_1 = 0.88 \text{ m}$$

$$b_2 = 0.90 \text{ m}$$

$$b_3 = 0.40 \text{ m}$$

Comprobando que la menos dimensión del ala es 0.40, podemos comprobar con las siguientes expresiones “Relaciones aconsejables entre el espesor del ala y el espesor del alma”

$$t > \frac{b_w}{2} \quad ; \quad b < 4b_w$$



Datos:

Vigueta:

$$b_v = 0.10 \text{ m}$$

$$h_v = 0.15 \text{ m}$$

$$P_{\text{terminado}} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

Tabiquería = 250kg/cm²

Factores de carga:

s/c = 350 kg/cm²

f'c = 210 kg/cm²

CM = 1.5

fy = 4200 kg/cm²

CV = 1.8

$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$\rho_b = 0.02125$

$\rho_{\text{min}} = 0.00276$

1) Predimensionamiento: Según el RNC, para losas aligeradas podemos tomar.

$$h \geq \frac{l_n}{25} \quad \rightarrow \quad h = 0.14\text{cm}$$

Adoptamos: $h = 0.20 \text{ cm}$

2) Metrado de cargas

Peso propio del aligerado

Peso losa: 48 kg/vigueta/m

Peso de la vigueta: 36 kg/vigueta/m

Ladrillo: 27 kg/vigueta/m

111 kg

Para 1m² de losa tenemos: En 1 m hay 2.5 viguetas

$$276.7 \text{ kg/m}^2$$

Conservadoramente podemos considerar adicional el peso del acero teniendo:

$$\text{Peso total} = 300 \text{ kg/m}^2$$

Luego:

- Peso propio del aligerado: 0.300 T/m²
- Piso terminado: 0.100 T/m²
- Tabiquería: 0.250 T/m²

$$\text{CM} = 0.650 \text{ T/m}^2$$

- Sobrecarga: 0.350 T/m²

$$\text{CV} = 0.350 \text{ T/m}^2$$

Para 1m de losa tenemos:

$$W_u = 1.605 \text{ T/m}$$

$$\text{Por vigueta: } q_v = 0.642 \text{ T/m}$$

$$q_v = 642 \text{ kg/m}$$

3) Calculo de los Momentos de Diseño:

Método de los coeficientes del ACI, la viga es monolítica con la losa, la luz de cálculo es la luz libre.

$$l_{n1} = 3.50 \text{ m}$$

;

$$l_{n2} = 3.50 \text{ m}$$

Momentos en los apoyos: Momentos negativos M (-)

$$M = CW_u * l_n^2$$

Por "m" de losa:

$$W_u = 1.61 \text{ t/m}$$

$$M_A = 0.819 \text{ T/m}$$

$$M_B = 1.966 \text{ T/m}$$

$$M_c = 1.787 \text{ T/m}$$

Por Vigüeta:

$$W_u = 0.642 \text{ T/m}$$

$$M_A = 0.328 \text{ T/m}$$

$$M_B = 0.786 \text{ T/m}$$

$$M_c = 0.715 \text{ T/m}$$

Momentos en los tramos: Momentos positivos M (+)

$$M_{AB} = 1.404 \text{ T - m}$$

$$M_{BC} = 1.229 \text{ T - m}$$

$$M_{AB} = 0.562 \text{ T - m}$$

$$M_{BC} = 0.492 \text{ T - m}$$

4) Cálculo de Momento resistente

Consideramos 3cm de recubrimiento + diámetro de la varilla, usaremos varillas 1/2"

$$d_{v(1/2'')} = 1.27 \text{ cm}$$

$$d = 17.4 \text{ cm}$$

a1. Considerando:

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b \quad ; \quad \rho_b = \alpha \frac{0.003}{\frac{f_y}{E_s} + 0.003} \times \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\zeta\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$w = \rho \frac{f_y}{f'_c} \quad \rightarrow \quad w = 0.318 \quad \text{se asume}$$

$$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

$$M_u = 3.68 \text{ T} - \text{m} > 1.97 \text{ T} - \text{m}$$

5) Calculo del Área de refuerzo

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

La norma E-060 indica el valor mínimo de $A_{s \text{ min}}$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c} b_w d}{f_y}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.36 \text{ cm}^2$$

Momentos negativos por vigueta:

Apoyo A: $\phi 3/8''$ $A_{\phi 3/8''} = 0.71 \text{ cm}^2$

$\phi 1/2''$ $A_{\phi 1/2''} = 1.27 \text{ cm}^2$

$\phi 5/8''$ $A_{\phi 5/8''} = 1.98 \text{ cm}^2$

$\phi 3/4''$ $A_{\phi 3/4''} = 2.85 \text{ cm}^2$

$$M_u = 81.92 \text{ T} - \text{m} \quad ; \quad a = \frac{d}{6} = 3 \quad ; \quad A_s = 0.54 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.28 \quad A_s = 0.52 \text{ cm}^2 \text{ Ok!}$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \rightarrow A_s = 0.52 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 3/8''$$

Apoyo B:

$$M_u = 196.61 \text{ T} - \text{m} \quad ; \quad a = 2.89 \quad ; \quad A_s = 1.31 \text{ cm}^2$$

$$a = 3.08 \quad A_s = 1.31 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \rightarrow A_s = 0.52 \text{ cm}^2 \rightarrow 2\emptyset 3/8''$$

Apoyo C:

$$M_u = 178.74 \text{ T} - \text{m} \quad ; \quad a = 3 \quad ; \quad A_s = 1.19 \text{ cm}^2$$

$$a = 2.80 \quad A_s = 1.18 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \rightarrow A_s = 1.18 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 3/8''$$

Momentos positivos por vigueta: Se deberá verificar si la vigueta trabaja como rectangular o viga "T" consideremos

$$hf = a = 5 \text{ cm}$$

Tramo AB:

$$M_u = 140.4 \text{ T} - \text{cm} \quad ; \quad a = 5 \quad ; \quad A_s = 1.00 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.59 \quad ; \quad A_s = 0.87 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 0.001439$$

$$c = 1.179 \text{ cm} < 5 \text{ cm} \rightarrow \text{Viga Rectangular } b = 0.40$$

Luego:

$$a = 0.59 \quad ; \quad A_s = 0.87 \text{ cm}^2$$

$$a = 0.51 \quad ; \quad A_s = 0.57 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \rightarrow A_s = 0.87 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 1/2''$$

a2. Alternativamente de las formulas

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad ; \quad a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \rightarrow a = \frac{\rho f_y d}{0.85 f'_c}$$

$$a = 6.51$$

$$M_n = 0.85 f'_c b a \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad ; \quad M_u = \phi M_n$$

$$M_n = 4.10 \text{ T} - \text{m}$$

$$M_u = 3.69 \text{ T} - \text{m} > 1.97 \text{ T} - \text{m}$$

Notamos que en ambos casos el momento resistente es mayor que el máximo momento actuante. En todos los casos se tiene comportamiento dúctil

b. Por vigueta:

b1. Considerando : $\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.01594$

$$w = \frac{\rho f_y}{f_c} \rightarrow w = 0.318$$

$$M_u = 147.23 \text{ T} - \text{cm}$$

$$M_u = 1.472 \text{ T} - \text{m} > 0.786 \text{ T} - \text{m}$$

b2. Alternativamente de las formulas:

$$a = 0.51 \text{ cm}$$

$$M_u = 1.64 \text{ T} - \text{m}$$

$$M_u = 1.48 \text{ T} - \text{m} > 0.79 \text{ T} - \text{m}$$

Tramo BC:

$$M_u = 122.9 \text{ T} - \text{cm} \quad ; \quad a = 1 \quad ; \quad A_s = 0.82 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s_{\min}} \rightarrow A_s = 0.82 \text{ cm}^2 \rightarrow 1\emptyset 1/2''$$

Se colocara refuerzo mínimo que servirá como refuerzo de temperatura:

$$A_s = 0.0018bh \rightarrow A_s = 0.9 \text{ cm}^2$$

$$1\emptyset 3/8'' @ 0.25 \quad S_{\max} = 5t \text{ o } 45 \text{ cm}$$

6) Chequeo por corte:

$$V_u = \frac{1.15w_u l_n}{2} \rightarrow V_u = 3230.1 \text{ Kg}$$

Máximo corte en la cara del apoyo: $V_{\text{critico}} = 2951.34 \text{ kg}$

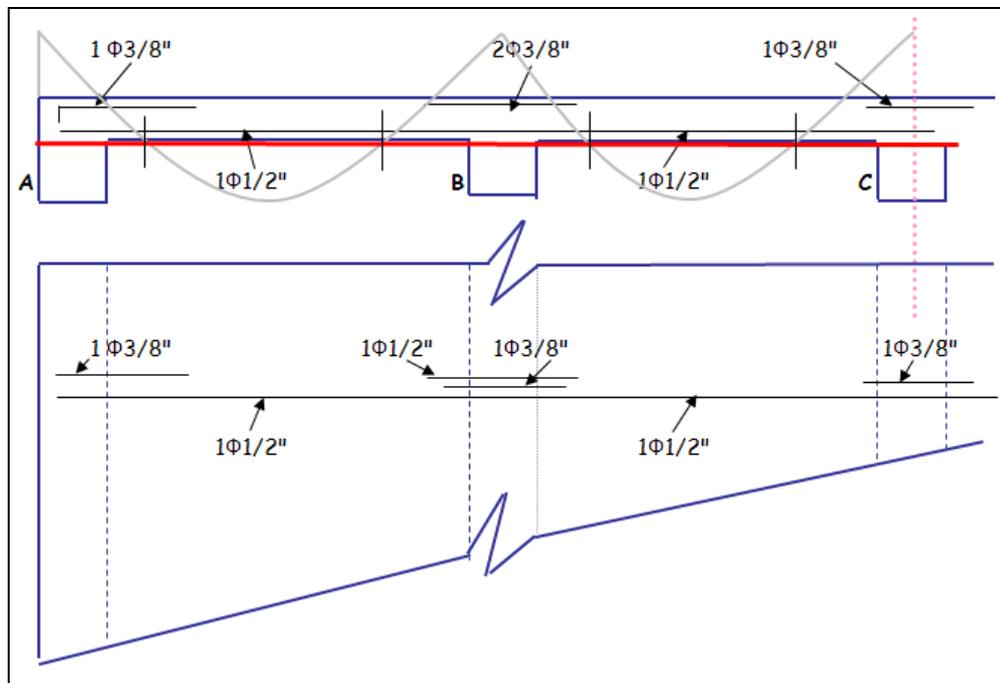
Esfuerzo cortante nominal:

$$V_n = \frac{V_{\text{critico}}}{\phi b d} \rightarrow V_n = 8 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo cortante admisible del concreto:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * 1.10$$

Es posible incrementar en 10% la resistencia del concreto para permitir la redistribución de la sobrecarga entre las viguetas



$$V_c = 8.45 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_c = 8.45 > V_n = 8.00 \rightarrow \text{Ok!}$$

Vigas

Dimensionaremos la viga con la luz mayor

Luz de Viga = 5.00 m

Area Viga = b x h

Base de la viga (b) = $\frac{\text{Peralte}}{2}$

Peralte de la Viga (h) = $\frac{\text{Luz de la Viga}}{12}$

b = 0.21 m

h = 0.42 m

usaremos: b = 0.25 m ; h = 0.60 m

Datos:

$M^{(-)}$ izquierdo $\rightarrow M_u = 25580 \text{ kgxm}$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

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

$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'c} \right)$; donde: $\rho = \frac{A_s}{bd}$; $\rho = 0.18 \frac{f'c}{f_y}$

$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$

Estimamos el peralte efectivo: $d \approx h - 6$ ó $d \approx h - 8$

$$d = 54 \text{ cm}$$

1) Tanteo: Supongamos $a = 10 \text{ cm}$ (aprox $d/5$) $\rightarrow a/2 = d/10$

$$a/2 = 5.4 \approx 5$$

$$A_s = 13.8 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 13 \text{ cm}$

2) Tanteo: En base al valor calculado para "a" Supongamos

$$a = 8 \text{ cm}$$

$$a/2 = 4$$

$$A_s = 13.53 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 12.74 \text{ cm}$

Luego: $A_s = 13.53 \text{ cm}^2$

3 Varillas de 1" $\rightarrow 15.21 \text{ cm}^2$

Generalmente se encuentra que el valor calculado en el primer tanteo es suficiente para fines de diseño.

El paso siguiente es verificar que no excedamos la cuantía máxima:

$$\rho = 0.0100$$

$$\rho_{\max} = 0.016$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Ok!}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\text{temperatura}} * bd$$

$$A_{s_{\min}} = 2.43 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq A_{s_{\min}} \text{ Cumple !!}$$

Datos:

$$M^{(-)} \text{Derecho} \rightarrow M_u = 29220 \text{ kgxm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'c} \right) \quad ; \quad \text{donde:} \quad \rho = \frac{A_s}{bd} \quad ; \quad \rho = 0.18 \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

Estimamos el peralte efectivo: $d \approx h - 6$ ó $d \approx h - 8$

$$d = 54 \text{ cm}$$

1) Tanteo: Supongamos

$$a = 10 \text{ cm} \quad (\text{aprox } d/5) \rightarrow a/2 = d/10$$

$$a/2 = 5.4 \approx 5$$

$$A_s = 15.8 \text{ cm}^2$$

Comprobación:

$$a = 14.85 \text{ cm}$$

2) Tanteo: En base al valor calculado para "a" supongamos

$$a = 8 \text{ cm}$$

$$a/2 = 4$$

$$A_s = 15.46 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 14.55 \text{ cm}$

Luego: $A_s = 15.46 \text{ cm}^2$

$$3 \text{ Varillas de } 1" \rightarrow 15.21 \text{ cm}^2$$

Generalmente se encuentra que el valor calculado en el primer tanteo es suficiente para fines de diseño.

El paso siguiente es verificar que no excedamos la cuantía máxima:

$$\rho = 0.0115$$

$$\rho_{\max} = 0.016$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Ok!}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\text{temperatura}} * bd$$

$$A_{s_{\min}} = 2.43 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq A_{s_{\min}} \text{ Cumple !!}$$

Datos:

$$M^{(-)}_{\text{Centro}} \rightarrow M_u = 7440 \text{ kgxm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad ; \quad \text{donde:} \quad \rho = \frac{A_s}{bd} \quad ; \quad \rho = 0.18 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

Estimamos el peralte efectivo: $d \approx h - 6$ ó $d \approx h - 8$

$$d = 54 \text{ cm}$$

1) Tanteo: Supongamos $a = 10 \text{ cm}$ (aprox $d/5$) $\rightarrow a/2 = d/10$

$$a/2 = 5.4 \approx 5$$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 3.78 \text{ cm}$

2) Tanteo: En base al valor calculado para "a" supongamos

$$a = 8 \text{ cm}$$

$$a/2 = 4$$

$$A_s = 3.94 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 3.70 \text{ cm}$

Luego: $A_s = 3.96 \text{ cm}^2$

$$1 \text{ Varillas de } 1" \rightarrow 5.07 \text{ cm}^2$$

Generalmente se encuentra que el valor calculado en el primer tanteo es suficiente para fines de diseño.

El paso siguiente es verificar que no excedamos la cuantía máxima:

$$\rho = 0.0029$$

$$\rho_{\max} = 0.016$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Ok!}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\text{temperatura}} * bd$$

$$A_{s_{\min}} = 2.43 \text{ cm}^2$$

$$A_s \geq A_{s_{\min}} \text{ Cumple !!}$$

Dimensionaremos con la luz del volado:

Luz de la viga = 2.00 m

Datos:

$$M^{(-)} \text{Derecho} \rightarrow M_u = 2360 \text{ kgxm}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'c} \right) \quad ; \quad \text{donde:} \quad \rho = \frac{A_s}{bd} \quad ; \quad \rho = 0.18 \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

Estimamos el peralte efectivo: $d \approx h - 6$ ó $d \approx h - 8$

$$d = 54 \text{ cm}$$

1) Tanteo: Supongamos $a = 10 \text{ cm}$ (aprox $d/5$) $\rightarrow a/2 = d/10$

$$a/2 = 5.4 \approx 5$$

$$A_s = 1.30 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 1.20 \text{ cm}$

2) Tanteo: En base al valor calculado para "a" supongamos

$$a = 8 \text{ cm}$$

$$a/2 = 4$$

$$A_s = 1.25 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 1.18 \text{ cm}$

Luego: $A_s = 1.25 \text{ cm}^2$

$$1 \text{ Varillas de } 1" \rightarrow 5.07 \text{ cm}^2$$

Generalmente se encuentra que el valor calculado en el primer tanteo es suficiente para fines de diseño.

El paso siguiente es verificar que no excedamos la cuantía máxima:

$$\rho = 0.0009$$

$$\rho_{\max} = 0.016$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Ok!}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\text{temperatura}} * bd$$

$$A_{s_{\min}} = 3.261 \text{ cm}^2$$

Datos:

$$M^{(-)}_{\text{Centro}} \rightarrow M_u = 590 \text{ kgxm}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$M_u = \phi A_s f_y d \left(1 - 0.59 \rho \frac{f_y}{f'_c} \right) \quad ; \quad \text{donde:} \quad \rho = \frac{A_s}{bd} \quad ; \quad \rho = 0.18 \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b$$

Estimamos el peralte efectivo: $d \approx h - 6$ ó $d \approx h - 8$

$$d = 54 \text{ cm}$$

1) Tanteo: Supongamos $a = 10 \text{ cm}$ (aprox $d/5$) $\rightarrow a/2 = d/10$

$$a/2 = 5.4 \approx 5$$

$$A_s = 0.30 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 0.30 \text{ cm}$

2) Tanteo: En base al valor calculado para "a" supongamos

$$a = 8 \text{ cm}$$

$$a/2 = 4$$

$$A_s = 0.31 \text{ cm}^2$$

Comprobación: $a = 0.29 \text{ cm}$

Luego: $A_s = 0.31 \text{ cm}^2$

1 Varillas de 1" $\rightarrow 5.07 \text{ cm}^2$

Generalmente se encuentra que el valor calculado en el primer tanteo es suficiente para fines de diseño.

El paso siguiente se verificará que no excedamos la cuantía máxima:

$$\rho = 0.0002$$

$$\rho_{\max} = 0.016$$

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Ok!}$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\text{temperatura}} * bd$$

$$A_{s_{\min}} = 3.261 \text{ cm}^2$$

DISEÑO POR CORTE

Cortante para la base: $L = 6.00 \text{ m}$

Datos: $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $A_{\text{estribo}(3/8")} = 0.71 \text{ cm}^2$

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

$$\phi_{v3/4"} = 1.98 \text{ cm}$$

$$b = 0.25 \text{ cm}$$

$$d = 0.50 \text{ cm}$$

$$s = 0.25 \approx 0.20 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c}bd$$

$$V_c = 9.60 \text{ Tn}$$

$$V_s = \frac{A_s f_y d}{s}$$

$$V_s = 7.45 \text{ Tn}$$

$$V_u = 0.85(V_c + V_s)$$

$$V_u = 14.50 \text{ Tn}$$

$$V_u^{(-)} = 14.50 \text{ Tn} \rightarrow l = 1.45 \text{ m}$$

$$1@0.05, 2@0.10, 8@0.15, R@0.20$$

Cortante para la viga:

$$L = 3.50 \text{ m}$$

$$1@0.05, 4@0.10, 2@0.15, R@0.20$$

DISEÑO POR FLEXION

1ro, 2do, 3er Nivel

Para el diseño por flexión debemos saber que el tipo de falla deseable es la falla dúctil con la cual la sección ha desarrollado grandes deformaciones

El código del ACI da los límites de cuantía para el diseño:

- Cuantía Máxima

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f'_c - 280)}{70}$$

Nota: El valor de β_1 es 0.85 si la resistencia del concreto es menor que 280 kg/cm². Si este no es el caso este disminuirá en 0.05 por cada incremento de 70 kg/cm² en la resistencia del concreto, no siendo su valor menor de 0.65.

Para zona sísmica se tomara como cuantía máxima el valor de $0.5\rho_b$

- Cuantía Mínima

Se tomará el mayor de las dos siguientes expresiones

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y} \quad ; \quad \rho_{\min} = 0.8 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Donde f'_c y f_y están en kg/cm²

Requisitos de cuantía

Datos:

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s = 21.50 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \rightarrow \rho = 0.01593$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$1) \rho_{\min} = 0.00333$$

} Mayor=0.00333

$$2) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

Datos:

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s = 20.81 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \rightarrow \rho = 0.01541$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$3) \rho_{\min} = 0.00333$$

} Mayor=0.00333

$$4) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

Datos:

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$As = 4.84 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{As}{bd} \rightarrow \rho = 0.00359$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$5) \rho_{\min} = 0.00333$$



Mayor=0.00333

$$6) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

Volados:

Datos:

$As^{(-)}$ Derecho

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$As = 3.17 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \rightarrow \rho = 0.00235$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$7) \rho_{\min} = 0.00333$$

}

$$\text{Mayor} = 0.00333$$

$$8) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

Datos:

$A_s^{(+)} \text{Centro}$

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s = 0.78 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \rightarrow \rho = 0.00058$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$9) \rho_{\min} = 0.00333$$

}

$$\text{Mayor} = 0.00333$$

$$10) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

Datos:

$A_s^{(-)}$ Izquierdo

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s = 3.26 \text{ cm}^2$$

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 54 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \rightarrow \rho = 0.00242$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{\max} = 0.01594$$

$$11) \rho_{\min} = 0.00333$$



Mayor=0.00333

$$12) \rho_{\min} = 0.00276$$

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{Ok!}$$

$$\rho > \rho_{\min} \rightarrow \text{Ok!}$$

DISEÑO DE VIGA PERALTADA

Datos: Viga (.15x.40)

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$L = 315 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$\phi_{5/8} = 1.59$$

$$\text{recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d = 35.21 \text{ cm}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$A_{\phi 5/8} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\rho_b = 0.425$$

$$\rho = 0.319$$

$$M_u = 909357.3$$

$$M_u = 9.09 \text{ T} - \text{m} \quad ; \quad \frac{a}{2} = \frac{d}{10} = 3.52$$

$$A_s = 7.59 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 11.91 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.22 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 12.90 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.37 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 13.12 \text{ cm}$$

$$A_s = 8.37 \text{ cm}^2$$

$$n = 5$$

$$5 \phi 5/8"$$

$$\rho = 0.015843$$

$$\left. \vphantom{\rho} \right\} \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\max} = 0.015938$$

$$A_{s_{\min}} = 1.28 \text{ cm}^2$$

Datos: Viga (.20x.40)

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\phi = 0.90$$

$$\phi_{v5/8} = 1.59$$

$$\text{recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$d = 35.21 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$A_{v5/8} = 1.98 \text{ cm}^2$$

$$\rho_b = 0.425$$

$$\rho = 0.319$$

$$M_u = 1212476$$

$$M_u = 12.12 \text{ T - m} \quad ; \quad \frac{a}{2} = \frac{d}{10} = 3.52$$

$$A_s = 10.12 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 11.91 \text{ cm}$$

$$A_s = 10.97 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 12.90 \text{ cm}$$

$$A_s = 11.16 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 13.12 \text{ cm}$$

$$A_s = 11.16 \text{ cm}$$

$$n = 6$$

$$6 \text{ } \varnothing \text{ } 5/8''$$

$$\rho = 0.015843$$

$$\left. \vphantom{\rho} \right\} \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\max} = 0.015938$$

$$A_{s_{\min}} = 1.70 \text{ cm}^2$$

Datos: Viga (.20x.60)

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$\phi = 0.90$$

$$\phi_{v3/4''} = 1.91$$

$$\text{recubrimiento} = 4 \text{ cm}$$

$$h = 60 \text{ cm}$$

$$d = 55.05 \text{ cm}$$

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$A_{v3/4''} = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$\rho_b = 0.425$$

$$\rho = 0.319$$

$$M_u = 3705189$$

$$M_u = 37.05 \text{ T-m} \quad ; \quad \frac{a}{2} = \frac{d}{10} = 5.50$$

$$A_s = 19.79 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 18.62 \text{ cm}$$

$$A_s = 21.43 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 20.17 \text{ cm}$$

$$A_s = 21.80 \text{ cm}^2 \quad ; \quad a = 20.52 \text{ cm}$$

$$A_s = 21.80 \text{ cm}^2$$

$$n = 8$$

$$8 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4''$$

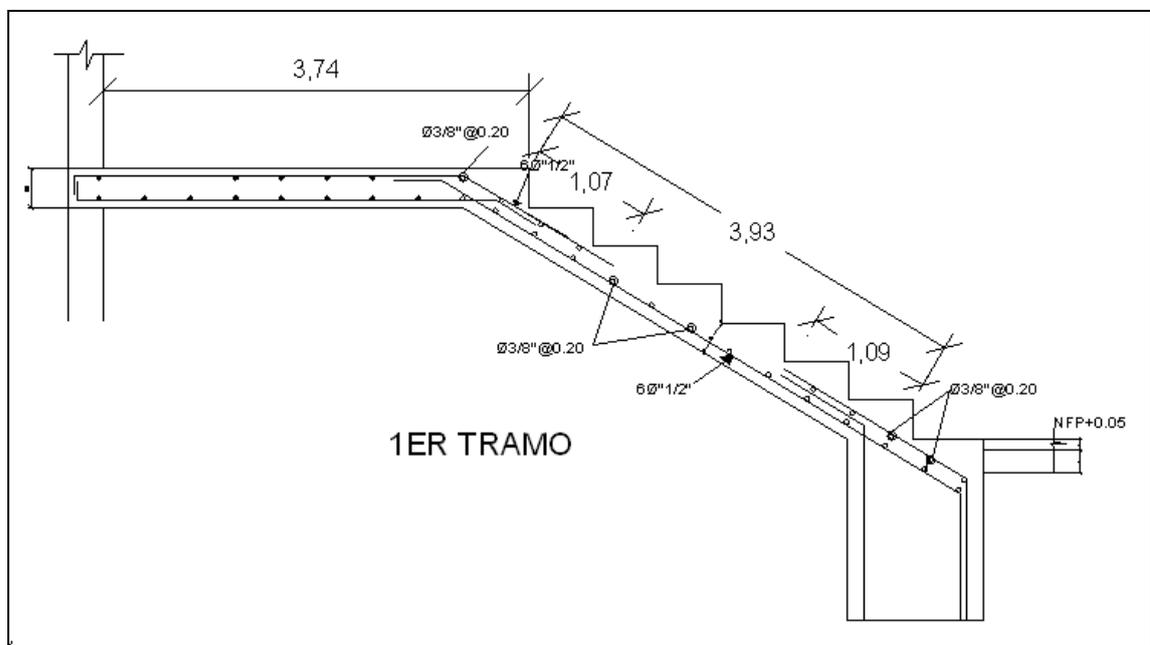
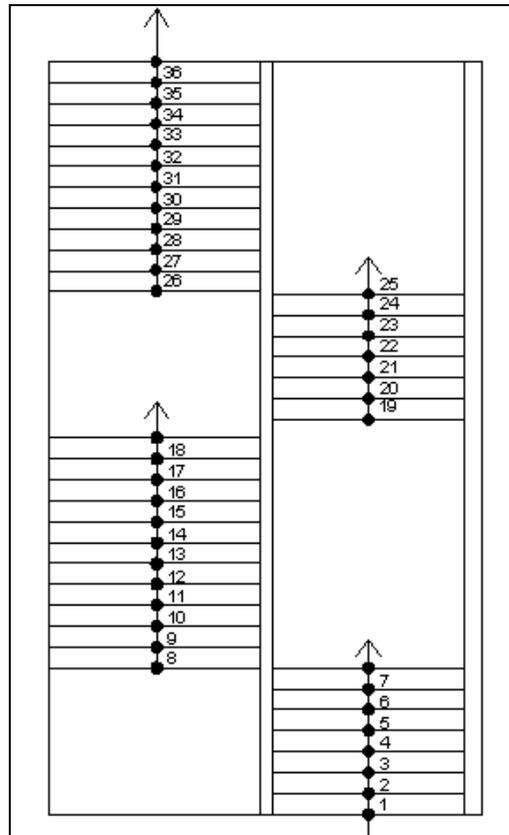
$$\rho = 0.015843$$

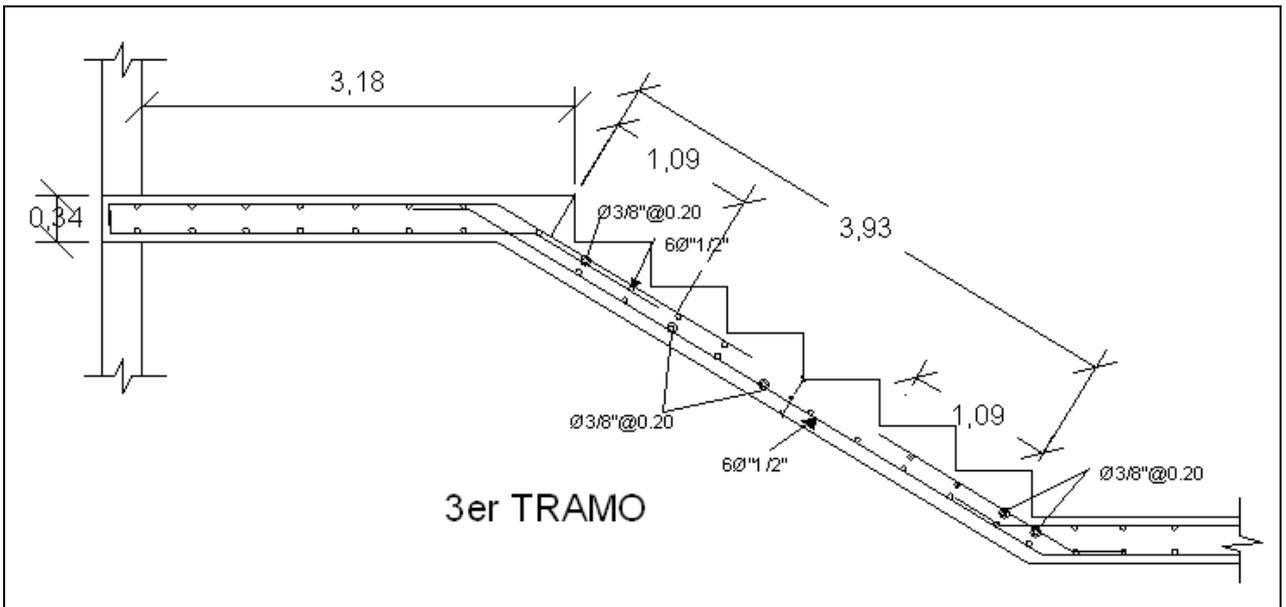
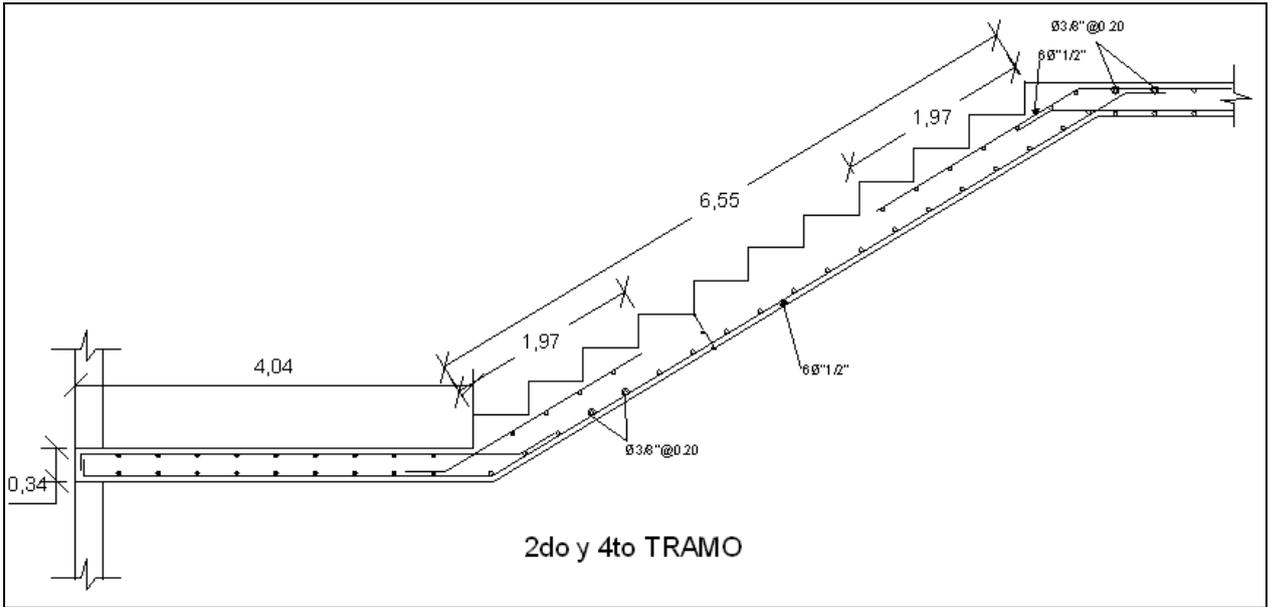
$$\left. \vphantom{\rho} \right\} \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\max} = 0.015938$$

$$A_{s_{\min}} = 3.32 \text{ cm}^2$$

DISEÑO DE LA ESCALERA:





Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ly = 3.36 \text{ m}$$

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

$$Lx = 5.55 \text{ m}$$

$$s/c = 400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Paso} = 28 \text{ cm}$$

$$\text{Acabados} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Contrapaso} = 17 \text{ cm}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2.4 \text{ Tn/m}^3$$

$$\text{ancho escalera} = 1.63 \text{ m}$$

Coeficientes:

$$Wl = 1.5 \quad ; \quad Wd = 1.8$$

Para el dimensionamiento

1er Tramo:

$$t = \frac{Ln}{20} \quad ; \quad t = \frac{Ln}{25}$$

$$t = 0.168 \text{ m}$$



$$t = 0.15 \text{ m}$$

$$t = 0.134 \text{ m} \quad (\text{Se toma el promedio})$$

2do Tramo:

$$t = 0.277 \text{ m}$$



$$t = 0.20 \text{ m}$$

$$t = 0.222 \text{ m} \quad (\text{Se toma el promedio})$$

Diseño del Primer Tramo:

$$hm = h + \frac{C_p}{2} \quad ; \quad h = \frac{t}{\cos \theta} \quad ; \quad \cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}}$$

$$hm = 26.19 \text{ cm} \quad ; \quad h = 17.69 \text{ cm} \quad ; \quad \cos \theta = 0.855$$

Calculo del Peso:

$$\text{Peso propio} = 1.024 \text{ T/m}$$

$$\text{Peso propio} = 0.59 \text{ T/m}$$

$$\text{Acabado} = 0.163 \text{ T/m}$$

$$\text{Acabado} = 0.163 \text{ T/m}$$

$$s/c = 0.72 \text{ T/m}$$

$$s/c = 0.72 \text{ T/m}$$

$$W_{u1} = 1.91 \text{ T/m}$$

$$W_{u2} = 1.47 \text{ T/m}$$

$$L_1 = 1.68 \text{ m}$$

$$L_2 = 2.27 \text{ m}$$

$$L_t = 3.95 \text{ m}$$

$$\text{Calculando R1:} \quad R_1 = 3.48 \text{ T}$$

$$\text{Calculando el Xo:} \quad V_x = R_1 - W_{u1}X_o = 0 \quad x_o = \frac{R_1}{W_{u1}}$$

$$x_o = 1.83$$

Calculando el momento máximo:

$$M_{\max} = R_1X_o - W_{u1}X_o/2$$

$$M_{\max} = 3.18 \text{ T - m}$$

Considerando $\emptyset 3/8''$

Recubrimiento de la escalera = 2 cm

Varillas de 3/8"

Area = 0.71 cm²

Diametro = 0.95 cm²

d = 12.65 cm

Calculando el momento de diseño:

$$M_{\text{diseño}} = 0.9M_{\text{max}}$$

$$M_{\text{diseño}} = 2.86 \text{ T} - \text{m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b} \quad ; \quad \emptyset = 0.90$$

Si a=2 cm

$$A_s = 6.51 \text{ cm}^2 \quad a = 1.53 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.38 \text{ cm}^2 \quad a = 1.50 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.37 \text{ cm}^2 \quad a = 1.50 \text{ cm}$$

Por lo tanto $\rightarrow A_s = 6.37 \text{ cm}^2$

$$\text{Calculando el } A_{s \text{ min}}: \quad A_{s \text{ min}} = 0.0018bd$$

$$A_{s \text{ min}} = 2.2761 \text{ cm}^2$$

Calculando la separación de varillas:

$$\text{Si } b=1.63 \text{ cm}$$

$$A_s = 10.39 \text{ cm}^2$$

$$s = 0.12$$

$$n = 15 \text{ varillas} \rightarrow 15 \text{ } \emptyset 3/8" @ 0.12$$

Calculando el espaciamiento máximo:

$$S_{\max} = 3t < 45 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 45.36 \text{ cm}$$

Calculando el refuerzo negativo:

$$A_s^{(-)} = \frac{A_s^{(+)}}{2}$$

$$A_s^{(-)} = 5.19 \text{ cm}^2$$

Calculando el A_s min. $A_{s_{\min}} = 2.276 \text{ cm}^2$

Se considera la mitad del refuerzo de momento positivo debido a que el apoyo de muro de albañilería portante continuo es un apoyo rígido.

Calculando el número de varillas y separación

$$s = 0.23$$

$$n = 8 \text{ varillas} \rightarrow 8 \text{ } \emptyset 3/8" @ 0.20$$

Calculando el acero transversal

$$A_{st} = 0.0018bd$$

$$A_{st} = 2.722 \text{ cm}^2$$

$$n = 4$$

$$s = 0.32$$

usar $\varnothing 3/8'' @ 0.30$

Diseño del Segundo Tramo:

$$hm = 31.90 \text{ cm} \quad ; \quad h = 23.39 \text{ cm} \quad ; \quad \cos \theta = 0.855$$

Calculo del Peso:

$$\text{Peso propio} = 1.25 \text{ T/m}$$

$$\text{Peso propio} = 0.782 \text{ T/m}$$

$$\text{Acabado} = 0.163 \text{ T/m}$$

$$\text{Acabado} = 0.163 \text{ T/m}$$

$$s/c = 0.72 \text{ T/m}$$

$$s/c = 0.72 \text{ T/m}$$

$$\text{-----}$$
$$W_{u1} = 2.13 \text{ T/m}$$

$$\text{-----}$$
$$W_{u2} = 1.67 \text{ T/m}$$

$$L_1 = 2.27 \text{ m}$$

$$L_2 = 2.80 \text{ m}$$

$$L_3 = 0.95 \text{ m}$$

$$L_t = 6.02 \text{ m}$$

$$\text{Calculando } R_1: \quad R_1 = 5.52 \text{ T}$$

$$\text{Calculando el } X_0: \quad V_x = R_1 - W_{u1}X_0 = 0 \quad x_0 = \frac{R_1}{W_{u1}}$$

$$x_0 = 3.09$$

Calculando el momento Máximo:

$$M_{\max} = R_1 X_o - W_{u1} X_o / 2$$

$$M_{\max} = 8.15 \text{ T} - \text{m}$$

Considerando \emptyset 1/2"

Recubrimiento de la escalera = 2 cm

Varillas de 1/2"

$$\text{Area} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diametro} = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$d = 17.37 \text{ cm}$$

Calculando el momento de diseño:

$$M_{\text{diseño}} = 7.34 \text{ T} - \text{m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y (d - a/2)} \quad ; \quad a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b} \quad ; \quad \emptyset = 0.90$$

Si $a=2$ cm

$$A_s = 13.18 \text{ cm}^2$$

$$a = 3.10 \text{ cm}$$

$$A_s = 13.63 \text{ cm}^2$$

$$a = 3.21 \text{ cm}$$

$$A_s = 13.68 \text{ cm}^2$$

$$a = 3.22 \text{ cm}$$

Por lo tanto $\rightarrow A_s = 13.68 \text{ cm}^2$

Calculando el $A_{s \text{ min}}$: $A_{s \text{ min}} = 0.0018bd$

$$A_{s \text{ min}} = 3.13 \text{ cm}^2$$

Calculando la separación de varillas:

Si $b=1.63 \text{ m}$

$$A_s = 23.30 \text{ cm}^2$$

$$s = 0.093$$

$n = 18 \text{ varillas} \rightarrow 18 \text{ } \varnothing 1/2" @ 0.10$

Calculo del acero transversal:

$$A_{st} = 0.0018bd$$

$$A_{st} = 3.6 \text{ cm}^2$$

$$n = 3$$

$$s = 0.47$$

usar $\varnothing 3/8" @ 0.47$

Calculando el refuerzo negativo en los apoyos:

$$b = 1.63 \text{ m}$$

$$A_{s^{(-)}} = 11.15 \text{ cm}^2$$

$$s = 0.11$$

$$n = 16$$

usar $\varnothing 16 \varnothing 3/8" @ 0.11$

4.7 DISEÑO DE ELEMENTOS VARIOS

DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERIA NO PORTANTES

Tabla N° 1 Valores de s

a) Para morteros con cal

| | Zona Sísmica | | |
|-----------|--------------|------|------|
| | 3 | 2 | 1 |
| Tabiques | 0.28 | 0.20 | 0.09 |
| Cercos | 0.20 | 0.14 | 0.06 |
| Parapetos | 0.81 | 0.57 | 0.24 |

Tabla N° 2 Valores de m

Caso 2: Muro con 3 bordes arriostrados

a = Longitud del borde libre

| | | | | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| b/a =0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | ∞ |
| 0.060 | 0.074 | 0.087 | 0.097 | 0.106 | 0.112 | 0.128 | 0.132 | 0.133 |

Datos:

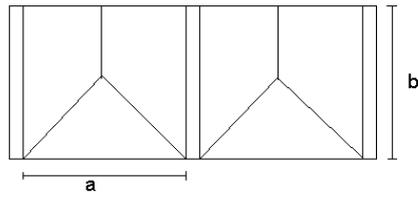
t = ?

Mortero con cal

Altura de muro h = 0.98m

U = 1.5 (categoría)

A construir en Lima – VMT (Zona sísmica 3)



Expresión del Reglamento (Norma Técnica E-070)

$$t = U s m a^2$$

Para parapeto con mortero con cal en zona sísmica 3 de la tabla N° 1

$$b/a = m = 3.125/0.98 = 3.188$$

De la tabla N° 1 se obtiene que $s = 0.81$

Entonces:

$$t = 1.5 \times 0.81 \times 0.133 \times 0.98^2$$

$$t = 0.141 \approx 0.14 \text{ (mínimo valor del muro caravista)}$$

CAPITULO 5: RIESGO SISMICO

5.1 Peligro Sísmico

El peligro sísmico representa la probabilidad de ocurrencia dentro de un periodo específico de tiempo y dentro de un área dada, de un movimiento sísmico con una intensidad determinada. Los estudios de peligro sísmico tienen como objetivo estimar el movimiento del terreno en un lugar determinado, o proporcionar una evaluación del tamaño del sismo en la zona de estudio.

El peligro sísmico describe los efectos provocados por movimiento sísmico en el suelo de dicha zona, tales como la aceleración, velocidad, desplazamiento del terreno o intensidad macro sísmica de la zona.

Riesgo Sísmico (R)

Es la estimación o evaluación matemática de pérdidas de vidas, que daña a los bienes materiales, a la propiedad y economía, para un periodo específico y área conocidas, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y vulnerabilidad.

$$\text{RIESGO}=\text{PELIGRO}*\text{VULNERABILIDAD}$$

5.2 Vulnerabilidad

Aplicación del método del índice de Vulnerabilidad

Metodología de Evaluación

La metodología propuesta en esta investigación está diseñada para analizar evaluación que nos permite obtener a futuro posibles escenarios de daño como consecuencia de un evento sísmico. Evidentemente, esto solo será posible con la disposición de los datos requeridos por la metodología; es decir, la información obtenida de los trabajos de campo al evaluar las

instituciones educativas, las características del suelo donde se desplazan, la peligrosidad sísmica de la zona y los factores de daño obtenido ya sean de forma estática o por estudios que los fundamentan posteriormente.

Parámetros para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Se considera que los parámetros propuestos para la evaluación de la vulnerabilidad presentados en este trabajo inciden de manera importante en el comportamiento sísmico de una edificación.

Uso de la edificación (ocupación)

La ocupación es una información relacionada con el uso del edificio y la carga de ocupación es el número de personas en el edificio.

Existen varias clases generales de ocupación: viviendas, oficinas, industrial, servicios de emergencia, colegios. En esta tesis tendremos en cuenta que el tipo de uso pertenece a un colegio.

Colegios

Esta clase de ocupación incluye todas las instalaciones públicas y privadas como centros educativos iníciales, colegios, universidades. Dichas instituciones educativas son de vital importancia y se les considera edificaciones esenciales según el reglamento nacional de edificación, pues servirán como zona de refugio temporal ante emergencia o desastres.

Año de construcción

Esta información es uno de los elementos claves del procedimiento visual rápido. La edad del edificio está atada enseguida a las prácticas de diseño y construcción de esa época. Por consiguiente el año de construcción puede ser un factor determinante del edificio y puede afectar los resultados finales.

VULNERABILIDAD SISMICA

Para el caso particular del fenómeno sísmico, se define la vulnerabilidad de una estructura o grupo de estructuras como el grado de daño que resulta por la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno a una intensidad dada.

La vulnerabilidad es una característica intrínseca de las estructuras, dependiendo de la forma como haya sido diseñado pero independientemente de la peligrosidad

Sísmica del sitio donde esté ubicado. En otras palabras una estructura puede ser vulnerable, pero no estar en riesgo sino se encuentra en un lugar con un determinado peligro sísmico.

En principio la evaluación de la vulnerabilidad puede venir del análisis mediante modelos numéricos del daño sísmico de estructuras de la inspección del edificio existente, o de las pruebas en el laboratorio. Es aquí donde se hace necesario distinguir entre la vulnerabilidad observada, que significa la vulnerabilidad que ha sido derivada de la observación de los daños posteriores en un terremoto y del análisis estadístico de los mismos para un tipo definido de estructura y la vulnerabilidad calculada que significa la vulnerabilidad que ha sido derivada de un análisis matemático mediante un modelo estructural o mediante ensayos en laboratorios de modelos reducidos y cuyos resultados han sido expresados en términos probabilísticos.

Tipos de vulnerabilidad

Hay 3 tipos principales: la vulnerabilidad estructural, la vulnerabilidad no estructural y la vulnerabilidad funcional. Cada una tiene su importancia y cabe ser considerada en cualquier evaluación.

1.- Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural es el grado en que pueden afectarse los elementos estructurales de una edificación; son todos los aspectos ingenieriles de un edificio y que son la base soporte del mismo.

Los elementos estructurales de un edificio se conciben en el diseño, donde se les debe prestar la primera atención para que cumplan con los requerimientos necesarios para soportar un desastre; luego en la etapa de construcción se debe cuidar los métodos adecuados y los materiales de buena calidad; por último, al hacer reparaciones o al reforzarlos, se debe tomar en cuenta al riesgo al que se expone la edificación y a sus ocupantes debido a las amenazas naturales.

2.- Vulnerabilidad no estructural

Esta implica los sistemas arquitectónicos de la edificación; un edificio que sufra daños no estructurales severos puede ser tan mortal como uno que sufra daños estructurales. La falta de los elementos no estructurales de un edificio puede causar la inhabilitación del edificio para su buen funcionamiento o para su ocupación temporal, o puede llegar a causar gran cantidad de pérdidas humanas, además de materiales.

Los elementos arquitectónicos también están sujetos a un diseño y deben cumplir con normas especiales para resistir la avenencia de un evento de desastre. Muchas veces las pérdidas más grandes se han dado en edificios que no colapsaron, pero que sus elementos no estructurados fueron incapaces de soportar el evento.

De allí que la vulnerabilidad estructural no estructural sea de también de gran importancia en una evaluación pre y post desastre como factor de peligro en caso de un sismo, deslizamiento, etc.

3.- Vulnerabilidad funcional

La vulnerabilidad funcional se da en términos de los efectos de un desastre en el buen funcionamiento de una edificación para el fin que tiene propuesto. Por ejemplo en el caso de hospitales, se evalúan lo referente a la infraestructura; en primer lugar, el sistema de suministro de agua y de emergencia eléctrica que sean las partes más vulnerables; también la tubería de aguas servidas, alcantarillado, gas, etc.

Métodos de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

Generalidades

Existen una variedad de metodologías y técnicas propuestas por diferentes autores para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica diferentes tipos de instalaciones. Estas técnicas de evaluación dependen principalmente de los siguientes factores:

- Naturaleza y objetivos del estudio
- Información disponible
- Características del elemento que se pretende estudiar
- Metodología de evaluación empleada
- Resultado esperado
- Destinatario de esta información
- La selección de una determinada metodología está íntimamente relacionada con la escala de análisis y las características de los elementos bajo estudio.

Para este proyecto no es necesario hacer un cálculo sobre riesgo sísmico, ya que para eso tendríamos que tener información acerca de la zonificación de la zona en este caso del distrito de Villa María del Triunfo, además nuestro proyecto se basa más en lo estructural.

CAPITULO 6: INSTALACIONES ELECTRICAS

6.1 Sistema de alumbrado

Según el modelo estudiado, observamos 2 tipos de pabellones.

El primero de uso exclusivo de aulas, el cual consta de 4 aulas por piso, obteniendo un total de 8 aulas.

El segundo que consta de aulas a los extremos y servicios higiénicos para varones y damas al centro, haciendo un total de 2 aulas por piso, en total 4 aulas y 2 servicios higiénicos para varones y damas.

En los ambientes que serán destinados para aulas, mediante el reglamento se determinó la colocación de 6 fluorescente de 2x36w, haciendo un total de 432w. Colocados al centro de cada ambiente para lograr una iluminación ideal a todo el aula.

En el área de pasillos se colocaran: 8 fluorescentes de 2x36w, haciendo un total de 576w. Ubicados afuera de cada aula desde el comienzo hasta el final del pasillo.

En el área de escalera, se determinó el uso de 2 fluorescentes de 2x26w, haciendo un total de 144w, ubicados al comienzo y al centro de la escalera.

En los ambientes donde funcionaran los servicios higiénicos utilizaremos: 6 fluorescente de 2x36w, haciendo un total de 432w. Colocados al centro de cada baño para lograr una iluminación uniforme.

Para la colocación de interruptores, se ha previsto usar los interruptores 2S, y el número calculado es 1 por cada aula.

6.2 Sistema de Tomacorriente

Los tomacorrientes han sido calculados de la siguiente manera:

Tomacorrientes 2T: 3 en cada aula, esto para el uso destinado a televisor, Dvd, ecran, proyector, etc. o algún otro dispositivo electrónico que se utilizase para enseñanza escolar.

Se ha colocado 1 caja de pase por aula.

En los ambientes destinados a servicios higiénicos se han colocado de la siguiente manera:

Interruptores: 1 en cada servicio higiénico de varones y damas.

CAPITULO 7: INSTALACIONES SANITARIAS

7.1 Red de agua

Para la consideración del presente sistema, se han seguido los parámetros que fija el Reglamento Nacional de Construcción, a las cuales se ha dado la holgura del caso.

A este colegio se le ha dotado de un tanque de 300 Gls de capacidad, el cual, por medio de un sistema hidroneumático se encargará de alimentar a todos los servicios que lo requieran.

Calculo de la Dotación de agua

Para la determinación de la demanda de agua se ha tomado en consideración las dotaciones indicadas en la norma S.200 del Reglamento Nacional de Construcción y además la máxima demanda que se puede presentar en conjunto para el diseño de los alimentadores.

Abastecimiento de agua potable con sistema hidroneumático

El abastecimiento de agua potable, por el sistema hidroneumático, presenta ciertas ventajas, con respecto a otros sistemas de instalación de agua potable, pudiendo mencionar entre las principales, las siguientes:

- a) Alto grado de seguridad, contra la contaminación del agua potable, debido a que estas máquinas, se encuentran herméticamente cerrados, lo que no sucede con los tanques elevados.
- b) La posibilidad de obtener en la red de distribución, la presión deseada, mientras que, por el sistema de reservorios abiertos, la presión se encuentra limitada al nivel, en la cual, está instalado el depósito.
- c) La eliminación de los inconvenientes y riesgos, que significa el almacenamiento de grandes masas de agua, en la azotea del edificio.

Así mismo el sistema de autoclave, tiene como ventajas:

- a) Un mayor costo de instalación.
- b) Los ruidos molestos de la maquinaria y,
- c) La falta de grandes depósitos de agua de reserva, para alimentar, por algún tiempo, los servicios, en caso de desperfectos de las maquinarias, o también, por cortes de la energía eléctrica.

El sistema es sencillo, se explica de la siguiente manera: la electrobomba aspira el agua mediante una tubería y la impulsa a la maquina hidroneumática, constituido por un recipiente cilíndrico, de plancha de fierro galvanizado, herméticamente cerrado y diseñado para soportar la máxima presión de trabajo de la instalación.

Mediante la tubería el agua es conducida a la red de distribución, para su posterior alimentación de los aparatos sanitarios del colegio.

Mediante el indicador de nivel, se permite observar el nivel del agua dentro de la máquina.

En la parte superior del autoclave se tiene aire comprimido.

El ciclo de funcionamiento de la instalación, consta de un período de compresión (durante el funcionamiento de la bomba) y otro período de descompresión (cuando la bomba no funciona).

El interruptor de presión, cierra el circuito del interruptor, en el momento que la presión alcanza un determinado limite. Este límite máximo y mínimo de la presión, tanto en el autoclave, como en toda la red de distribución de agua, son regulables mediante un dispositivo que forma parte, del indicador de presión.

El cierre de apertura del circuito, accionado por el indicador de presión, hacen que un relax, instalado en el aparato de arranque reciba o no corriente, y que a su vez, este, conecte o desconecte el motor de la electrobomba.

Al inicio del primer ciclo, de funcionamiento, el autoclave, se encuentra lleno de aire. Al accionar la electrobomba, cierta cantidad de agua, es introducida en el autoclave, la cual, comprime el aire, en la parte superior del recipiente. La bomba sigue funcionando, hasta un

determinado límite de presión, siempre por debajo del máximo preestablecido. Al llegar a ese límite, el indicador de presión se desconecta y se paraliza la electrobomba.

El aire comprimido, en la parte superior del autoclave, presiona el agua, lo que permite que el líquido, llegue al punto de consumo, mas alto y distante, del colegio.

Con la salida del agua, de la instalación, el nivel de ésta en el autoclave, en el aire y en el agua, de tal manera, que al alcanzar el límite mínimo, prefijado, vuelve a funcional, el indicador de presión, que pone en marcha, la electrobomba.

Instalaciones por compresor

$$V = 30 \times \frac{Q_e \times P_1 + 1}{N \quad P_1 - P_2}$$

$$N \quad P_1 - P_2$$

El funcionamiento de la bomba es:

$$V_1 = 0.83 V$$

7.2 Red de Desagüe

Los desagües de los servicios higiénicos de los módulos proyectados es conducido a través de tuberías y cajas de registro para después descargarlos en una caja de registro final colindante a la calle como se muestra en los planos.

CAPITULO 8: OBRAS COMPLEMENTARIAS

8.1 DISEÑO DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO

- **Cálculo de la Cisterna**

Como se está proyectando un sistema de bombas y equipo Hidroneumático, según se indican en los planos.

Para este caso, se están considerando 840 alumnos, y con una dotación de 50 Lts. /día nos da una dotación de 42000 Lts/día.

La bomba trabajará 2 horas, con un gasto de:

$$Q = \frac{42000 \text{ litros/día}}{4 \times 60}$$

$$4 \times 60$$

$$Q = 175 \text{ litros/ minuto}$$

$$Q = 2.92 \text{ litros/segundo}$$

Cálculo de la tubería de impulsión

Según las normas IS 200

Si $Q = 2.92$ litros/ segundo

Le corresponde un diámetro de $\Phi 1 \frac{1}{4}$ "

Cálculo de pérdidas de carga por fricción

Longitud de impulsión, desde su salida de la máquina hidroneumática hasta los servicios:

$$L = 6.12 + 0.20 + 0.20$$

$$L = 6.52 \text{ m.}$$

De las tablas del tratado de Instalaciones Sanitarias por Angelo Gallizio, se tiene:

Si $Q = 2.92$ litros/segundo y $\Phi = 11/4''$

$$J = 0.444$$

$$V = 3.12 \text{ m/s}$$

Luego: $hf = L \times J$

$$hf = 6.52 \times 0.444$$

$$hf = 2.89 \text{ m.}$$

$$H = L + hf$$

$$H = 6.52 + 2.89$$

$$H = 9.41$$

$$H = 9.00\text{m}$$

Cálculo de las presiones en la autoclave

Considerando la carga $H = 9.00\text{m}$ así como también las cargas locales y con criterio de seguridad, se adoptará una presión mínima, equivalente a 10m. de altura, es decir:

$$P_2 = 10 \text{ m.}$$

Una consideración de carácter práctico es que la presión máxima en el autoclave no debe sobrepasar la presión equivalente a los 50 m. de columna de agua, luego:

$$P_1 = 50 \text{ m.}$$

Por lo tanto las presiones serán:

$$P_1 = 5 \text{ atm.}$$

$$P_2 = 1 \text{ atm.}$$

Aplicando la ecuación para la instalación de autoclave con compresor se tiene:

$$V = 30 \frac{Q_e \times (P_1 + 1)}{N \times (P_1 - P_2)}$$

Donde:

Q_e = máximo número de disparos por hora.

P_1 = presión máxima de trabajo de agua.

P_2 = presión mínima de trabajo de agua.

$Q_e = 2.92 \text{ litros/segundo} = 175.20 \text{ litros/minuto} = 175 \text{ litros/minuto}$

$$V = 30 \times (175/10) \times (5+1)/(5-1)$$

$$V = 787.50 \text{ litros}$$

$$V = 788 \text{ litros}$$

Por lo tanto la máquina deberá tener un volumen de 788 litros aproximadamente.

El volumen de la cámara de aire comprimido en la parte superior de la máquina al iniciarse el período T (principio de funcionamiento de la bomba), se determinará por la fórmula:

$$V_u = 0.83 \times V$$

$$V_u = 0.83 \times 788 \text{ litros}$$

$$V_u = 654.03 \text{ litros}$$

Mientras que, el término de funcionamiento de la bomba está dado por la fórmula:

$$V_1 = 0.83 \times V \times (P_2 + 1) / (P_1 + 1)$$

$$V_1 = 0.83 \times 788 \times (1+1) / (5+1)$$

$$V_1 = 218.01 \text{ litros}$$

La cantidad de agua almacenada, durante el período de disparos, será por lo tanto:

$$V_0 = V_u - V_1$$

$$V_0 = 654.03 \text{ litros} - 218.01 \text{ litros}$$

$$V_0 = 436.02 \text{ litros}$$

- **Cálculo de las redes interiores de agua potable y desagüe**

El cálculo de las redes interiores de agua potable y desagüe se realizó con los gastos probables, obtenidos según el número de unidades de gasto de los aparatos sanitarios a servir de acuerdo al método de HUNTER. En sus tablas III-4-1, III-4-2 y III-4-3 del S-200 del Reglamento Nacional de Construcciones.

DISEÑO DE CISTERNAS

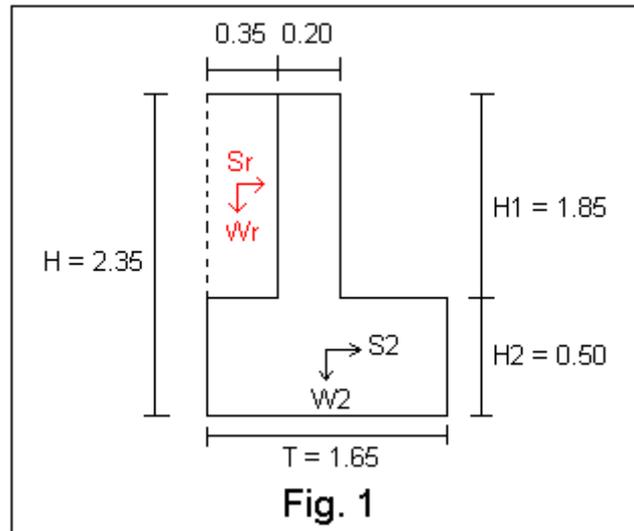
1.- CONCEPTO DE CISTERNA

Se denominan cisternas a las estructuras de concreto armado que almacenan líquidos, está compuesta de paredes laterales, un fondo y dependiendo del uso de un techo, en nuestro caso la cisterna servirá para el almacenamiento de agua para el colegio.

2.- DISEÑO POR FLEXIÓN

Para el diseño de la cisterna se considerará la dotación, dimensiones y espesores de la cisterna, así como los metrados de las paredes laterales, fondo y tapa,

Diseño de paredes laterales de la cisterna



Se observa que la situación más crítica para el diseño de las paredes laterales se presentará cuando la cisterna se encuentre vacía, pues en esta condición las presiones ejercidas sobre las paredes laterales no tendrán unas fuerzas contrarias, caso que sucede cuando se encuentra la cisterna llena o parcialmente llena de agua. Por lo cual tenemos que:

$$\Gamma_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\Gamma_r = 1800 \text{ Kg/m}^3$$

$$f'_c = 175 \text{ Kg/m}^2$$

$$f_s = 2100 \text{ Kg/m}^2$$

$$q = 65 \text{ Kg/m}^2$$

$$k_h = 550 \text{ Kg/m}^2$$

$$C = 0.30$$

Calculando:

$$W1 = \Gamma_c \cdot V01$$

$$W1 = 2400 * 1.85 * 0.20$$

$$W1 = 888 \text{ Kg.}$$

$$S1 = 0.12 * W1$$

$$S1 = 0.12 * 888$$

$$S1 = 106.56 \text{ Kg.}$$

$$W2 = \Gamma_c . V02$$

$$W2 = 2400 * 1.65 * 0.50$$

$$W2 = 1980 \text{ Kg.}$$

$$S2 = 0.12 * W2$$

$$S2 = 0.12 * 1980$$

$$S2 = 237.6 \text{ Kg.}$$

$$Wr = \Gamma_r * Vor$$

$$Wr = 1800 * 1.85 * 0.35$$

$$Wr = 1165.5 \text{ Kg.}$$

$$Sr = 0.12 * Wr$$

$$Sr = 0.12 * 1165.5$$

$$S_r = 139.86 \text{ Kg.}$$

$$E_h = 1.12 E'h = 1.12 (1/2 * K_h * H^2)$$

$$E_h = 1.12 * 0.5 * 550 * 2.352$$

$$E_h = 1518.69 \text{ Kg.}$$

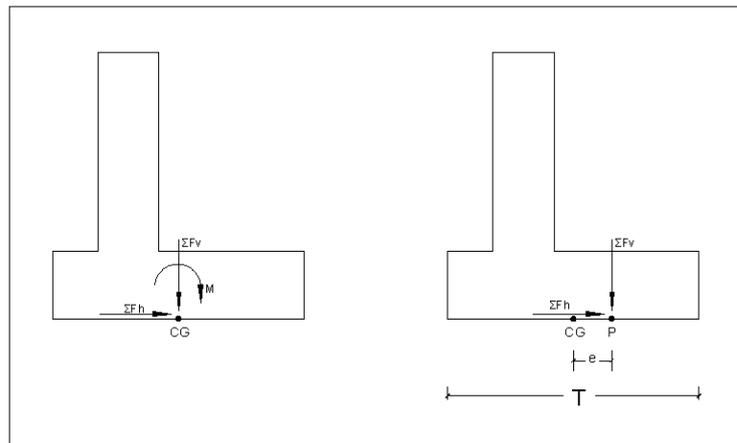
$$E_q = 1.12 E'q = 1.12 (C * q * h)$$

$$E_q = 1.12 * 0.3 * 65 * 2.35$$

$$E_q = 51.32 \text{ Kg.}$$

Verificación del esfuerzo cortante en la sección AB:

Todo el sistema de fuerzas sobre el muro puede reducirse al sistema de la figura (a), equivalente al sistema de la figura (b)



$$\sum F_h = E_h + E_q + S_r + S_1 + S_2$$

$$= 1518.69 + 51.32 + 139.86 + 106.56 + 237.6$$

$$= 2054.03 \text{ Kg}$$

$$\sum F_v = W_r + W_1 + W_2$$

$$= 1165.5 + 888 + 1980$$

$$= 4033.5 \text{ Kg}$$

$$M = E_h \cdot H/3 + E_q \cdot H/2 + S_r \cdot V_r + S_1 \cdot V_1 + S_2 \cdot V_2 - W_h \cdot h'1 - W_1 \cdot h'1$$

$$= 1518.69 \cdot 2.35/3 + 51.32 \cdot 2.35/2 + 139.86 \cdot 1.425 + 106.56 \cdot 1.425 +$$

$$237.6 \cdot 0.25 - 1165.5 \cdot 0.65 - 888 \cdot 0.375$$

$$M = 1310.816 \text{ Kg-m}$$

Cumple que:

$$\sum F_v \cdot e = M$$

$$e = M / \sum F_v$$

$$e = 1424.8 / 4033.5$$

$$e = 0.35$$

Suponiendo que los esfuerzos en la base son de compresión:

$$\sigma = \sum F_v / A \pm M \cdot I / 2$$

$$= 4033.5 \pm 131081.6 \cdot 82.5$$

$$165 \times 100 \pm \frac{100 \times (165^3)}{12}$$

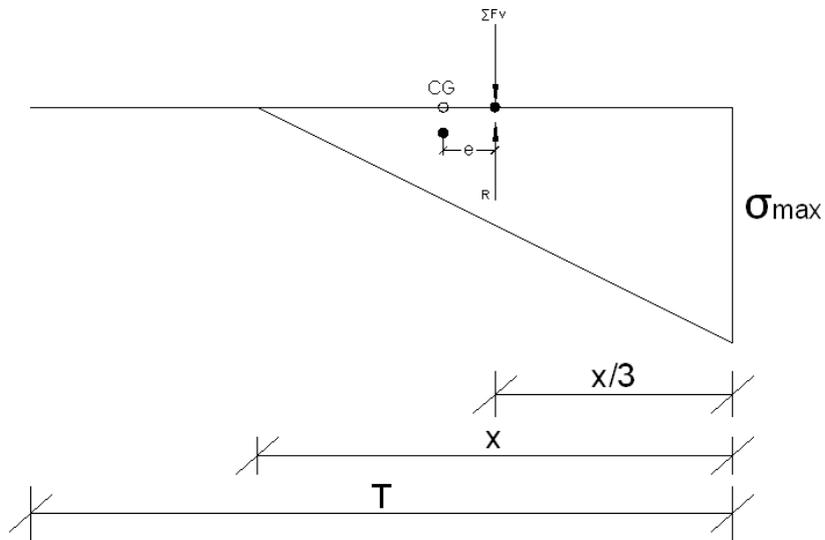
$$= 0.24 \pm 0.31$$

$$\sigma_1 = 0.55 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = -0.07 \text{ tracción en el suelo, no permitida}$$

Es decir que la resultante sale del tercio central de la base (efectivamente $e > \frac{T}{6}$)

Por lo tanto, el esfuerzo máximo de compresión debe ser calculado por equilibrio bajo una nueva distribución de esfuerzos, en la cual hay tracciones



$$\underline{X} = \underline{T} - e$$

$$3 \quad 2$$

$$X = 82.5 - 35$$

$$X = 142 \text{ cm}$$

$$\sum F_v = \frac{1}{2} \sigma \text{ máx.} * X * 100$$

$$\sigma \text{ máx.} = \frac{2 \sum F_v}{X * 100}$$

$$\sigma \text{ máx.} = \frac{2 * 4033.5}{142 * 100}$$

$$\sigma \text{ máx.} = 0.57 \text{ kg/cm}^2 < 0.65 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{BIEN}$$

Verificación del esfuerzo cortante en la sección AB

$$V = E_h1 + E_q1 + S_r + S_1 \quad E_h1 = 1.12 (0.5 * K_h * H12)$$

$$E_q1 = 1.12 (C * q * H1)$$

$$V = (1.12 * 0.5 * 550 * 1.852) + (1.12 * 0.3 * 65 * 1.85) + 139.86 + 106.56$$

$$V = 1073.3 + 40.4 + 139.86 + 106.56$$

$$V = 1340.95 \text{ Kg.}$$

$$V = V/A = V / (d * b)$$

$$V = 1340.95 / (20 * 100)$$

$$V = 0.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_c = 0.29 \sqrt{f'_c}$$

$$V_c = 0.29 \sqrt{175}$$

$$V_c = 3.80 \text{ Kg/cm}^2$$

$V \ll V_c$ Bien

Cálculo de la armadura en la cara A´A:

El momento máximo en la parte inferior:

$$Eh1 = 1054.13 \text{ Kg.} \quad Eq1 = 40.40 \text{ Kg.}$$

$$H1 / 3 = 1.85 / 3 = 0.62 \text{ m.}$$

$$H1 / 2 = v' r = 1.85 / 2 = 0.93 \text{ m.}$$

$$Sr = 139.86 \text{ Kg.}$$

$$S1 = 106.56 \text{ Kg.}$$

$$M = Eh1 * H1/3 + Eq1 * H1/2 + Sr * v' r + S1 * v' l$$

$$M = 1054.13 * 0.62 + 40.40 * 0.93 + 139.86 * 0.93 + 106.56 * 0.93$$

$$M = 920.30 \text{ Kg-m.}$$

$$k = \frac{n * f_c}{f_s + n f_c}$$

$$n = E_s / E_c = 2100000 / 210000 = 10 \quad f_s = 2100 \text{ kg/cm}^2$$
$$f_c \leq 0.45 f' c = f_c = 0.45 * 175 = 78.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$k = \frac{10 * 78.8}{2100 + 10 * 78.8}$$

$$k = 788 / 2888$$

$$k = 0.30$$

$$j = 1 - k/3$$

$$j = 1 - 0.30/3$$

$$j = 0.90$$

$$A_s = M / f_s * j * d$$

$$A_s = 92030 / (2100 * 0.90 * 16)$$

$$A_s = 3.04 \text{ cm kg/cm}^2 \text{ por ml.}$$

La cuantía sería:

$$A_s / t_1 * b = 3.04 / 20 * 100 = 0.00152$$

La cuantía mínima requerida por flexión es 0.0012 y por temperatura es $0.0018/2 = 0.0009$.

Por lo tanto el refuerzo requerido en A' A es de 3.04 por metro lineal.

$$S = \frac{\text{Long.} - 2r - d}{n-1} \quad ; \quad n = \frac{A_s}{A\emptyset}$$

$$S = \frac{100 - 2(4) - 0.95}{4.28-1} = 27.76 \approx 0.30 \text{ cm}$$

Por lo tanto, usar $\emptyset 3/8 @ 0.30\text{m}$. A1

Longitud de anclaje a la tracción: $30 * 0.95 = 28.5 = 30 \text{ cm}$.

Longitud de anclaje a la compresión: $20 * 0.95 = 19 \text{ cm}$.

La armadura horizontal consiste de fierro de temperatura:

$$A_s = 0.0009 * t_1 * b$$

$$A_s = 0.0009 * 20 * 100$$

$$A_s = 1.80 \text{ cm}^2 \text{ por m.l.}$$

Por lo tanto, usar $\emptyset 3/8 @ 0.30\text{m}$. A2

Calculo de la armadura en la cara B'B:

Colocar refuerzo de temperatura, es decir,

Usar $\emptyset 3/8 @ 0.30\text{m}$. B1

Longitud de anclaje a la tracción: $30 * \emptyset = 30 \text{ cm}$.

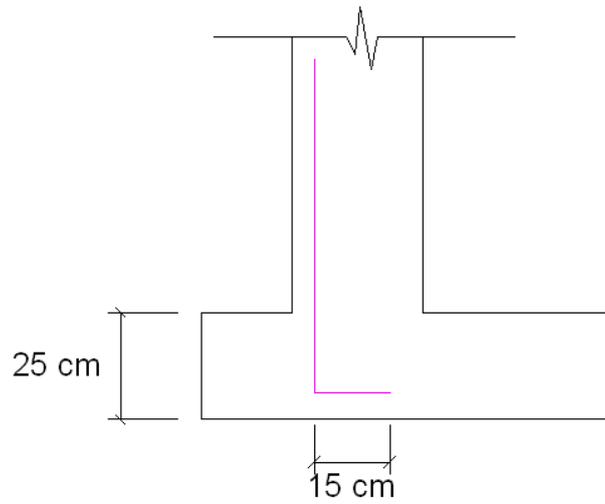
Longitud de anclaje a la compresión: $20 * \emptyset = 20 \text{ cm}$.

La armadura horizontal consiste igualmente de fierro de temperatura, es decir,

Usar $\emptyset 3/8 @ 0.30\text{m}$.

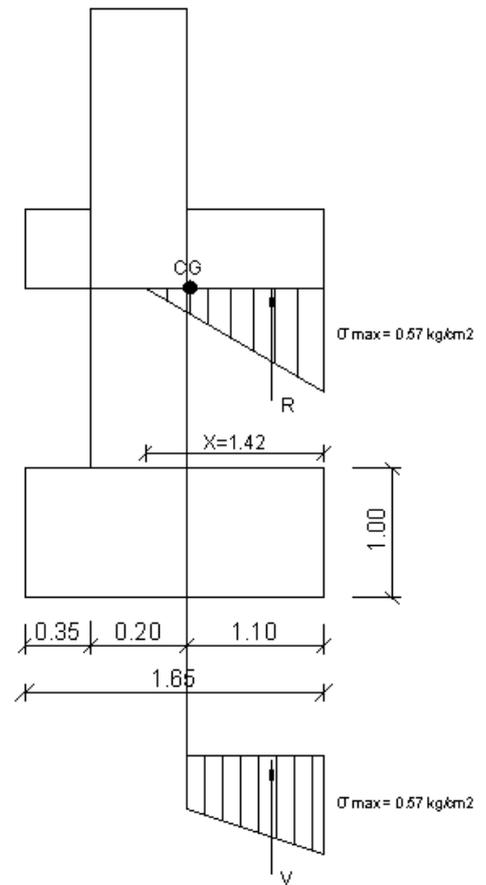
NOTA: No se traslapan las varillas de fierro vertical de la cara A'A, en todos los demás casos la longitud de traslape deberá ser de 30cm.

Anclaje de fierro vertical de la cara A'A



Calculo de la armadura de la Zapata

a) Esquema de fuerzas para el diseño por flexión.



b) Esquema de fuerzas para verificación de corte.

Armadura Principal:

$$M = R \cdot X = 4033.5 \cdot 2 \cdot 1.42 = 3818.38 \text{ Kg-m}$$

$$A_s = \frac{M}{F_s \cdot j \cdot d} = \frac{3818.38}{2100 \cdot 0.90 \cdot 45} = 4.49 \text{ cm}^2$$

$$F_s \cdot j \cdot d = 2100 \cdot 0.90 \cdot 45$$

Teniendo en cuenta que el vaciado no va a ser sobre el terreno sino sobre una base de concreto ciclópeo, se puede usar:

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$d = H_2 - 5 = 50 - 5 = 45 \text{ cm}$$

La cuantía resulta: $A_s = 4.49 = 0.0009$

$$H_2 \cdot b = 50 \cdot 100$$

La cuantía mínima requerida por flexión es 0.0012 y por temperatura 0.0018. Por lo tanto el refuerzo requerido en la zapata es:

$$0.0018 H_2 \cdot b = 0.0018 \cdot 50 \cdot 100 = 9 \text{ cm}^2 \text{ por ml}$$

Usar $\emptyset 1/2''$ cada 20cm (Z1)

Esfuerzo cortante:

$$V = (0.16 + 0.57) / 2 \times 110 \times 100$$

$$V = 4015 \text{ Kg.}$$

$$v = V/db$$

$$v = 4015/(45*100)$$

$$v = 0.89 \text{ Kg/cm}^2.$$

Cortante del concreto: $V_c = 0.29\sqrt{f'_c}$

$$V_c = 0.29 \times \sqrt{175}$$

$$V_c = 3.8 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$v \ll V_c$$

$$0.89 \ll 3.8 \text{ BIEN}$$

Longitud de anclaje a la tracción = $30\phi = 40 \text{ cm}$.

El acero de temperatura es:

$$A_s = 0.0018h^2 \times b$$

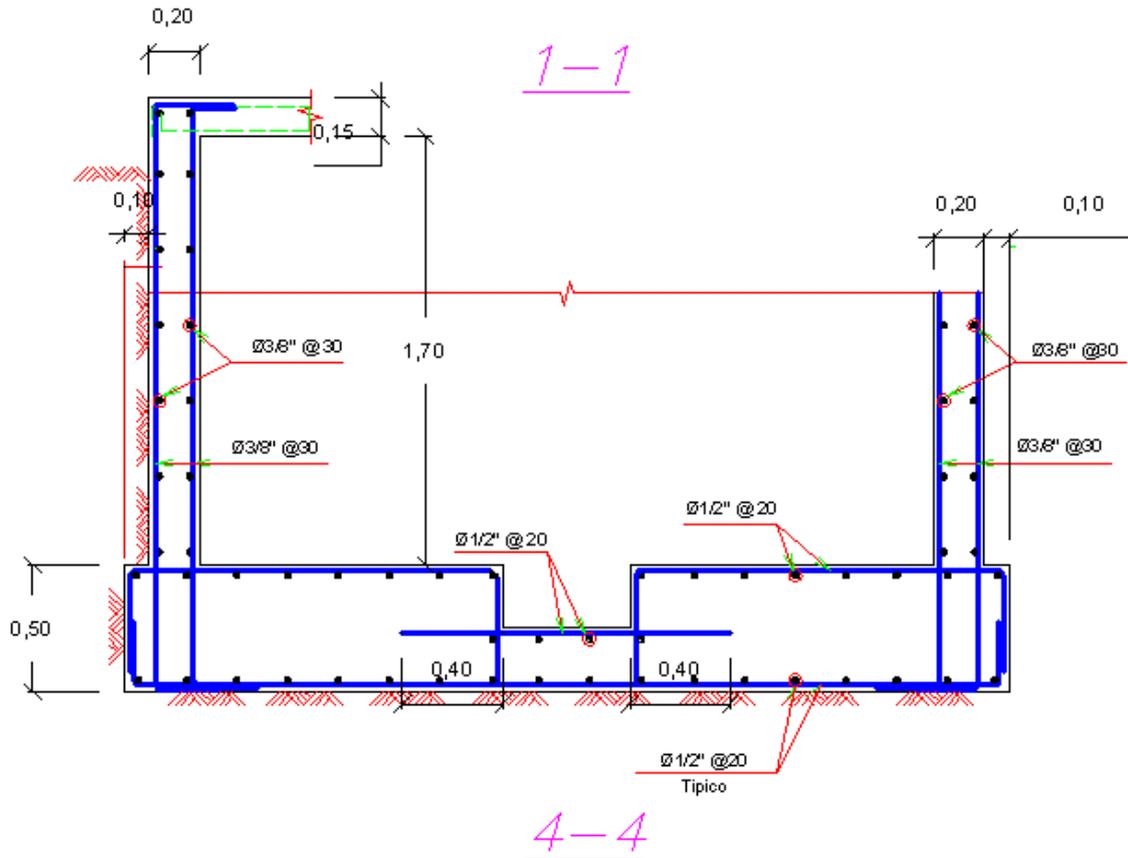
$$A_s = 0.0018 * 50 * 100 = 9 \text{ cm}^2 \text{ por ml.}$$

Por lo tanto usaremos $\phi 1/2''$ cada 0.20cm. (Z2)

Nota: no se traslaparan las varillas en la armadura principal. En el fierro de temperatura la longitud de traslape deberá ser:

$$L_t \geq 36\phi = 45 \text{ cm.}$$

En resumen, los resultados del diseño están como se indica en la figura:



8.2 REPARACION DE LOSAS Y TRIBUNAS

La actual losa deportiva tiene un espesor de $e=0.10\text{m}$, y una resistencia de $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$, para este caso se verifico en qué condiciones se encontraba y se llegó a la conclusión en que se debería hacer una reparación, la cual consistirá en picar las zonas que se encuentren en mal estado, y reponerlas teniendo en cuenta el mismo espesor y resistencia de la losa, así como las juntas de las mismas.

En el caso de las tribunas similar al de la losa se verifico el estado y se concluyó que se hará una reparación teniendo en cuenta las mismas dimensiones.

CAPITULO 9: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se realizó el diseño de la arquitectura tomando como referencia la geometría de los pabellones ya existentes, teniendo en consideración las condiciones del terreno, el Reglamento Nacional de Edificaciones y referencias arquitectónicas del libro de Ernest Neufert “El Arte de Proyectar”.
2. En base al diseño arquitectónico se diseño la estructura apoyados en las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma de Diseño Sismo Resistente y las Normas de Concreto Armado vigentes. La estructura cuenta con zapatas aisladas y cimientos corridos, el diseño nos llevo al desarrollo de una estructuración de tipo aporticada, con paños de 7m cada uno y losas aligeradas, los desplazamientos en el eje x (eje critico) son menores a 0.007, cumpliendo con las normas.
3. La instalaciones eléctricas cumplen con la normatividad aplicada a las instituciones educativas, para lo cual se diseñaron y calcularon lo circuitos de dado que existe sistema de alumbrado, sistema de tomacorriente y demás accesorios indicados en los planos de instalaciones eléctricas del presente proyecto. Lográndose los objetivos del proyecto.
4. Cuenta con un sistema hidroneumático de 2 electrobombas Pedrollo de 3 HP de 1 ½” x 1 “ de doble impulsión trifásico, 1 tanque de 300 galones galvanizado de Φ 78 cm. y altura de 2.67cm., 2 cargadores de aire midi, 2 presostatos, 2 válvulas de pie 1 ½”, 2 manómetros y 1 tablero alternador.
5. Los costos de los materiales son de la zona, los dos pabellones uno sin servicios y el otro con servicios asciende al monto de 1,321,652.81
6. El desarrollo de la programación de la obra se calculo que tendrá un periodo de 6 meses.
7. La Universidad Ricardo Palma cumple con esta labor dado que el día de la ejecución de la obra podría cumplir con el tema de la supervisión para garantizar que se cumplan con todas las especificaciones técnicas.

CAPITULO 10: BIBLIOGRAFÍA

- EL ARTE DE PROYECTAR EN ARQUITECTURA
Ernest Neufert.
14º Edición - Ediciones G. Gili, S.A. de C.V. – México. 1997.
- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
Capeco.
- Apuntes de clase
Curso: “Materiales de Construcción”
Pereyra, Enriqueta. 100 paginas. 1998.
- Concreto Armado I, Ing. Julio Arango Ortiz.
- Concreto Armado II, Ing. Julio Arango Ortiz.
- Concreto Arango. Norma Técnica de Edificaciones E-060.
- INSTALACIONES SANITARIAS
Ing. Ángelo Gallizio. HOEPI. 1981.
- Reglamento Nacional de Construcción /Norma Técnica de Edificaciones E.030 –
Diseño Sismorresistente.
- Reglamento Nacional de Construcción /Norma Técnica de Edificaciones E.050 –
Suelos y Cimentaciones
- Reglamento Nacional de Construcción /Norma Técnica de Edificaciones E.060 –
Concreto Armado
- Reglamento Nacional de Construcción /Norma Técnica de Edificaciones EM.010 –
Instalaciones Eléctricas Interiores.
- REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES / Norma Técnica S.200
Instalaciones Sanitarias para edificaciones
Instituto Nacional de Investigación y normalización de la vivienda
Diciembre 1991