



**MINISTERIO DE ECONOMIA Y OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS
SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES**

CONSEJO FEDERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

**NORMAS DE ESTUDIO
CRITERIOS DE DISEÑO
Y PRESENTACION DE PROYECTOS
DE DESAGÜES CLOACALES
PARA LOCALIDADES DE HASTA 30.000 HABITANTES**

FUNDAMENTACION DE NORMAS

Volumen VIII

1993

INDICE GENERAL

1.- PRESENTACION DE PROYECTOS

2.- PARAMETROS DE DISEÑO

- 2.1.- Población
- 2.2.- Períodos de Diseño
- 2.3.- Caudales
- 2.4.- Economicidad del Proyecto
- 2.5.- Bibliografía

3.- ESTUDIOS ESPECIALES PARA DEFINIR EL TIPO DE SERVICIO

- 3.1.- Introducción
- 3.2.- Vías de Transmisión de los Agentes Patógenos
- 3.3.- Caracterización de los Agentes Patógenos
- 3.4.- El Proceso Infectante
- 3.5.- Antecedentes Nacionales
- 3.6.- Experiencias en Distintos Países
- 3.7.- Justificación de las Normas Propuestas para el Estudio de las Comunidades Incorporadas al Programa
- 3.8.- Bibliografía

4.- ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

- 4.1.- Introducción
- 4.2.- Aspectos Generales
- 4.3.- Estudios Globales
- 4.4.- Estudios sobre el Area a Sanear
- 4.5.- Batimetría
- 4.6.- Estudios de Detalle
- 4.7.- Trabajos de Mensura y Afectaciones
- 4.8.- Bibliografía

5.- GEOTECNIA - MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

- 5.1.- Introducción
- 5.2.- Fundamentos
- 5.3.- Etapas de la Investigación
- 5.4.- Investigaciones Geotécnicas Complementarias
- 5.5.- Yacimientos y Fuentes de Provisión de Materiales de Construcción
- 5.6.- Cantidad de Investigaciones
- 5.7.- Informe Técnico
- 5.8.- Consideraciones Generales
- 5.9.- Normatización
- 5.10.- Bibliografía

6.- CUERPOS RECEPTORES

- 6.1.- Cuerpos Receptores Superficiales
- 6.2.- Cuerpos Receptores Subterráneos
- 6.3.- Bibliografía

7.- SISTEMA DE DISPOSICION DE EXCRETAS

- 7.1.- Fundamentos del Tratamiento Intradomiciliario
 - 7.2.- Letrinas sin Arrastre Hidráulico
 - 7.3.- Sistemas Mínimos con Arrastre Hidráulico
 - 7.4.- Cámaras Sépticas
 - 7.5.- Disposición Final del Efluente
- Anexo:
Propuesta de Reglamento de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias

8.- REDES COLECTORAS

- 8.1.- Cálculo Hidráulico de Colectores Cloacales
 - 8.2.- Cálculo Estructural de Caños
 - 8.3.- Sistemas de Redes Cloacales
 - 8.4.- Operación y Mantenimiento de Redes
- Anexos:
- 8.A.-Fundamentos de la Hidráulica de los Esguimientos Unidimensionales
 - 8.B.-Movimientos Variados a Superficie Libre
 - 8.C.-Teoría del Cálculo Estructural de Cañerías
 - 8.D.-Proyecto de Agregado a la Norma IRAM N° 11.513
Relativa a "Caños de Hormigón Simple para Cloacas"

9.- CONDUCCIONES DE IMPULSION

- 9.1.- Introducción
- 9.2.- Altura Manométrica
- 9.3.- Determinación del Diámetro más Económico en Impulsiones
- 9.4.- Golpe de Ariete en Impulsiones
- 9.5.- Problemática Originada en el Aire en Conducciones a Presión

10.- ESTACIONES DE BOMBEO

- 10.1.- Generalidades
- 10.2.- Obras Civiles
- 10.3.- Instalaciones de Aspiración e Impulsión
- 10.4.- Instalaciones Electromecánicas y Obras Civiles Complementarias
- 10.5.- Volumen de la Cámara de Aspiración
- 10.6.- Descripción y Tipo de Bombas
- 10.7.- Selección de la Bomba

11.- TRATAMIENTO

- 11.1.- Selección de Tratamiento
- 11.2.- Rejas
- 11.3.- Desarenadores
- 11.4.- Sedimentadores
- 11.5.- Tanques Imhoff
- 11.6.- Tratamientos Anaeróbicos

- 11.7.- Lechos Percoladores
- 11.8.- Lodos Activados
- 11.9.- Zanjias de Oxidación
- 11.10.- Lagunas de Estabilización
- 11.11.- Reuso del Líquido Tratado para la Agricultura
- 11.12.- Recarga de Acuíferos
- 11.13.- Tratamientos Terciarios de Efluentes
- 11.14.- Tratamientos Electrolíticos
- 11.15.- Tratamiento sobre el Terreno
- 11.16.- Tratamiento y Disposición de Lodos
- 11.17.- Desinfección
- 11.18.- Transferencia de Oxígeno
- 11.19.- Bibliografía

12.- ESTRUCTURAS

- 12.1.- Objeto
- 12.2.- Alcance
- 12.3.- Reglamentos y Normas de Aplicación
- 12.4.- Dificultades de Interpretación
- 12.5.- Simbología - Notación
- 12.6.- Proyecto de las Estructuras
- 12.7.- Dirección de la Obra
- 12.8.- Construcción de las Estructuras
- 12.9.- Cálculo de los Recipientes Cilíndricos
- 12.10.- Cálculo de los Recipientes Prismáticos
- 12.11.- Ejemplos

13.- INSTALACIONES ELECTRICAS

- 13.1.- Objeto
- 13.2.- Alcance
- 13.3.- Proyecto
- 13.4.- Provisión de Equipos
- 13.5.- Operatividad, Arranque de Motores
- 13.6.- Estudio de Protecciones
- 13.7.- Especificación Técnica de Cables
- 13.8.- Canalizaciones Eléctricas con Caños
- 13.9.- Canalizaciones con Bandejas
- 13.10.- Iluminación Interior
- 13.11.- Iluminación de Emergencia
- 13.12.- Iluminación Exterior

14.- IMPACTO AMBIENTAL

- 14.1.- Objetivos
- 14.2.- Generalidades sobre Impacto Ambiental
- 14.3.- Generalidades sobre Ordenamiento Ambiental
- 14.4.- Requerimiento de Evaluación
- 14.5.- Listado de Variables Consideradas para la Evaluación de Calidad del Medio Ambiente (según Canter y Hill)
- 14.6.- Bibliografía

Anexo:

Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales
en las Operaciones del Banco

**15.- ASPECTOS DE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO VINCULADOS
CON EL PROYECTO**

- 15.1.- Proyecto, Operación y Mantenimiento
- 15.2.- Otros Aspectos que deberá Contemplar el Proyectista
- 15.3.- Necesidad de los Manuales
- 15.4.- Responsable de la Confección de los Manuales
- 15.5.- Manual de Operación
- 15.6.- Manual de Mantenimiento
- 15.7.- Planos Conforme a Obra
- 15.8.- Plazo de Entrega de los Manuales

12.- ESTRUCTURAS

- 12.1.- Objeto
- 12.2.- Alcance
- 12.3.- Reglamentos y Normas de Aplicación
- 12.4.- Dificultades de Interpretación
- 12.5.- Simbología - Notación
- 12.6.- Proyecto de las Estructuras
- 12.7.- Dirección de la Obra
- 12.8.- Construcción de las Estructuras
- 12.9.- Cálculo de los Recipientes Cilíndricos
- 12.10.- Cálculo de los Recipientes Prismáticos
- 12.11.- Ejemplos

13.- INSTALACIONES ELECTRICAS

- 13.1.- Objeto
- 13.2.- Alcance
- 13.3.- Proyecto
- 13.4.- Provisión de Equipos
- 13.5.- Operatividad, Arranque de Motores
- 13.6.- Estudio de Protecciones
- 13.7.- Especificación Técnica de Cables
- 13.8.- Canalizaciones Eléctricas con Caños
- 13.9.- Canalizaciones con Bandejas
- 13.10.- Iluminación Interior
- 13.11.- Iluminación de Emergencia
- 13.12.- Iluminación Exterior

14.- IMPACTO AMBIENTAL

- 14.1.- Objetivos
- 14.2.- Generalidades sobre Impacto Ambiental
- 14.3.- Generalidades sobre Ordenamiento Ambiental
- 14.4.- Requerimiento de Evaluación
- 14.5.- Listado de Variables Consideradas para la Evaluación de Calidad del Medio Ambiente (según Canter y Hill)
- 14.6.- Bibliografía

Anexo:

Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales en las Operaciones del Banco

15.- ASPECTOS DE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO VINCULADOS CON EL PROYECTO

- 15.1.- Proyecto, Operación y Mantenimiento
- 15.2.- Otros Aspectos que deberá Contemplar el Proyectista
- 15.3.- Necesidad de los Manuales
- 15.4.- Responsable de la Confección de los Manuales

:

- 15.5.- Manual de Operación
- 15.6.- Manual de Mantenimiento
- 15.7.- Planos Conforme a Obra
- 15.8.- Plazo de Entrega de los Manuales

12.- ESTRUCTURAS

12.- ESTRUCTURAS

12.1.- OBJETO

Todo lo establecido en la Norma, Recomendaciones y Ejemplos pretenden dar, tanto al profesional responsable del Proyecto como al que ejerza la Dirección de Obra, los requisitos y pautas generales mínimos, orientándolo a lo largo de las dos etapas mencionadas y durante la Construcción de las estructuras.

12.2.- ALCANCE

Dado que frecuentemente la ejecución de las estructuras que se están considerando se lleva a cabo con hormigón armado, se ha hecho especial hincapié en aspectos que son propios de las construcciones realizadas con este material. Esto no es óbice para que tanto los lineamientos de carácter general como aquellos particulares que deben ser adaptados, puedan también extenderse a estructuras ejecutadas con hormigón pretensado o acero, considerando en cada caso todas aquellas disposiciones reglamentarias y recomendaciones específicas de las estructuras realizadas con ellos.

12.3.- REGLAMENTOS Y NORMAS DE APLICACION

Dado que los Reglamentos redactados por el CIRSOC (Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles) y las Normas elaboradas por el IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales), ya sea exclusivamente o en colaboración con el IAS (Instituto Argentino de Siderurgia), constituyen la reglamentación argentina vigente, se los ha adoptado en forma general para su aplicación en el Proyecto, la Dirección y la Construcción de las estructuras. De modo particular, habrá que seleccionar aquellos que por las características propias del proyecto al que han de aplicarse, tales como el lugar de emplazamiento de la obra y los procedimientos constructivos, sean los adecuados para su total realización.

Más adelante se detallan los Reglamentos redactados por el CIRSOC que fueron incorporados al SIREA con una nueva denominación.

Considerando además la probable existencia de situaciones eventuales, se ha propuesto la utilización puntual de Reglamentos y Recomendaciones publicados por instituciones de reconocido prestigio internacional, con las salvedades indicadas en la Norma.

REGLAMENTOS REDACTADOS POR EL CIRSOC QUE FUERON INCORPORADOS AL SIREA CON UNA NUEVA DENOMINACION

El 6 de julio de 1987, por Resolución Nº 55/87, la Secretaría de Obras Públicas de la Nación creó el Sistema Reglamentario Argentino SIREA, y el 18 de agosto de 1987, por Resolución Nº 69/87, se adoptó para el SIREA la documentación redactada por el CIRSOC, asignándole una nueva denominación.

PUBLICACIONES REDACTADAS POR EL CIRSOC

DENOMINACION ASIGNADA EN EL SIREA

CIRSOC 101	R.A.3.1. Primera parte
"Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de las estructuras de edificios"	"Reglamento Argentino de cargas y sobrecargas"
CIRSOC 102	R.A.3.2.
"Acción del viento sobre las construcciones"	"Reglamento Argentino de acciones del viento"
CIRSOC 102-1	N.A.3.2.
"Acción dinámica del viento sobre las construcciones"	"Acción dinámica del viento sobre las construcciones"
CIRSOC 103	R.A.3.3.
"Normas Argentinas para construcciones sismorresistentes"	"Reglamento Argentino para acciones sísmicas"
CIRSOC 104	R.A.3.1. Segunda parte
"Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones"	"Reglamento Argentino de cargas y sobrecargas"
CIRSOC 105	N.A.1.1.2.
"Superposición de acciones. Combinación de estados de carga"	"Superposición de acciones. Combinación de estados de carga"
CIRSOC 106	N.A.1.1.1.
"Dimensionamiento del coeficiente de seguridad"	"Dimensionamiento del coeficiente de seguridad"

CIRSOC 107	N.A.3.1.1.
"Acción térmica climática sobre las construcciones"	"Acción térmica climática sobre las construcciones"
CIRSOC 201	R.A.2.1.
"Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón armado y pretensado"	"Reglamento Argentino de construcciones de hormigón"
CIRSOC 201-1	N.A.2.1.1.
"Acero para hormigón armado con $\beta_S = 500 \text{ MN/m}^2$ y $\beta_S = 600 \text{ MN/m}^2$ "	"Acero para hormigón armado con resistencia de 500 MPa y 600 MPa"
CIRSOC 251	N.A.2.1.2.
"Acero para estructuras de hormigón armado. Métodos de ensayo y condiciones de aceptación"	"Aceros para estructuras de hormigón armado. Métodos de ensayo y condiciones de aceptación"
CIRSOC 252	N.A.2.1.3.
"Agregados para hormigón. Métodos de ensayo"	"Agregados para hormigón. Métodos de ensayo"
CIRSOC 301	R.A.2.2. Primera parte
"Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de acero para edificios"	"Reglamento Argentino de construcciones de acero"
CIRSOC 301-2	Manual 2.2.1.
"Métodos simplificados admitidos para el cálculo de las estructuras metálicas"	"Métodos simplificados admitidos para el cálculo de las estructuras metálicas"
CIRSOC 302	R.A.2.2. Segunda parte
"Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero"	"Reglamento Argentino de construcciones de acero"

"Métodos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero"

"Métodos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero"

CIRSOC 303

N.A.2.2.1.

"Estructuras livianas de acero"

"Estructuras livianas de acero"

REGLAMENTOS Y NORMAS REDACTADOS POR EL CIRSOC QUE FUERON INCORPORADOS AL SIREA

El 12 de julio de 1988, por Resolución Nº 38/88 de la Secretaría de Obras Públicas de la Nación, se aprobó el siguiente documento redactado por el CIRSOC:

R.A.2.2. Tercera parte

"Reglamento Argentino de construcciones de acero. Estructuras de acero soldadas"

12.4.- DIFICULTADES DE INTERPRETACION

Dada la variedad de casos que pueden presentarse para ser tratados con la Norma, es lógico adoptar una postura conservadora. Es por este motivo que se ha propuesto que en general y en casos de dudas, todas las interpretaciones sean realizadas con el criterio de que los mejores conocimientos, métodos, materiales y mano de obra sean empleados y prevalezcan.

12.5.- SIMBOLOGIA - NOTACION

La notación empleada más adelante es la adoptada por el CIRSOC, o bien la de uso más frecuente en la literatura técnica correspondiente a los temas involucrados.

12.6.- PROYECTO DE LAS ESTRUCTURAS

La documentación que forma el proyecto debe proporcionar todos los elementos que resultan necesarios para poder conocer acabadamente las estructuras que habrán de construirse. Por tanto, será imprescindible que contenga datos tales como la concepción de la estructura, las sollicitaciones a que estará sometida, su dimensionamiento, el proceso constructivo, los materiales constitutivos y las condiciones de resistencia, rigidez, estabilidad y durabilidad.

Estos elementos de juicio pueden compilarse y describirse en los siguientes documentos:

- a) Memoria Descriptiva, en la que se describen las características más importantes de las estructuras y su configuración.
- b) Análisis de Cargas, donde se detallan y analizan todas las cargas actuantes, incluyendo un esquema de ubicación. En general, integra la Memoria de Cálculos.
- c) Memoria de Cálculos, en la que se dejan asentados el cálculo estático (determinación de solicitaciones) y el dimensionamiento de todos los elementos estructurales; esta última parte incluye, como es lógico, la verificación de la capacidad de uso, es decir, el control de las deformaciones, del cuadro de fisuración (estranqueidad si resulta necesaria), de la seguridad a la rotura, de los procesos de corrosión, etc.
- d) Memoria del Estudio de Suelos, que permita conocer los datos sobresalientes tanto del estrato resistente, tales como el tipo de fundación que resulta más apropiado realizar y la presión de contacto admisible a adoptar, como así también de la masa de suelo que rodea a la estructura, tales como los coeficientes de los empujes activo y pasivo, el nivel de la napa freática, etc.
- d) Pliego de Especificaciones Técnicas, donde se establezcan, entre otras cosas, las características de los materiales constitutivos. Más adelante se sugieren las que podrían considerarse más importantes en el caso de estructuras a ejecutar con hormigón armado.
- e) Planos Generales y de Detalles, en los que consten las formas, dimensiones y ubicación de todas las partes de la estructura, así como las armaduras y demás elementos constitutivos.

12.7.- DIRECCION DE LA OBRA

Es enorme la relevancia que ésta adquiere, dado que de ella depende el hecho de que las estructuras concebidas y diseñadas durante la etapa de Proyecto sean correctamente ejecutadas. Dadas las dificultades que, en mayor o menor medida, son propias del proceso de construcción, es sumamente importante que además de los conocimientos y la experiencia del encargado de ejercer la Dirección de la Obra, se sume su permanente presencia en la obra para que pueda adoptar todas

aquellas disposiciones que considere necesarias para asegurar que todas las condiciones del Proyecto y las especificaciones contenidas en los Reglamentos correspondientes se cumplen rigurosamente.

12.8.- CONSTRUCCION DE LAS ESTRUCTURAS

12.8.1.- Materiales

Se dan a continuación las características que se consideran más importantes para el caso de estructuras ejecutadas con hormigón armado.

12.8.1.1.- Hormigón

A) Resistencia, Características y Dosificación

Teniendo en cuenta las características de los líquidos que deben tratarse en las instalaciones que son objeto de este cuerpo normativo, las disposiciones del Reglamento SIREA R.A.2.1. conducen a la conclusión de que las estructuras deben ejecutarse con hormigón cuya resistencia característica a la compresión, medida a los 28 días en probetas cilíndricas de 15 cm * 30 cm, sea mayor o igual que 21 MPa (210 kgf/cm²).

El concepto de Resistencia Característica queda definido de acuerdo con lo estipulado por el Reglamento SIREA R.A.2.1.

Los hormigones que se utilicen en la construcción de las estructuras deben cumplir las exigencias especificadas en el Art. 6.6.5.4. del SIREA R.A.2.1. para hormigón expuesto a la agresión química o física y química.

Pueden diferenciarse los siguientes tipos de hormigones:

- a) Hormigón para estructuras de hormigón armado en contacto con suelos, aguas y/o sus vapores.
- b) Hormigón para superestructuras y revestimientos.
- c) Hormigón para la ejecución de elementos premoldeados en contacto con el suelo o el agua.
- d) Hormigón para la ejecución de elementos premoldeados de superestructuras.
- e) Hormigón para rellenos.
- f) Hormigón de limpieza.

Las características básicas de los hormigones a emplear son las siguientes:

Hormigón tipo	Clase de resistencia	Cemento P. tipo	Contenido cemento	Máx.razón a/c
a)	H21	ARS	380 kg/m ³	0,45
b)	H21	ARS	300 kg/m ³	0,45
c)	H21	ARS	380 kg/m ³	0,45
d)	H21	Normal	300 kg/m ³	0,45
e)	H13	ARS	250 kg/m ³	0,45
f)	H8		150 kg/m ³	0,45

Los hormigones que se utilicen en estructuras y sean colocados en una etapa posterior a la de hormigonado inicial (2da. etapa), deben tener las mismas características que los de las estructuras que se completan.

Las proporciones en que intervengan en la mezcla el cemento y los áridos deben establecerse en peso; puede dejarse librada a la Empresa la elección del dosaje de los áridos, aunque en este caso deberá demostrar previamente a la iniciación de los trabajos que la calidad del hormigón se ajusta a la establecida precedentemente.

Si bien el dosaje en sí mismo es una responsabilidad de la Empresa, debe establecerse que en ningún caso se emplee un hormigón con menor contenido de cemento por m³ de hormigon que el indicado anteriormente.

B) Hormigón Elaborado

La utilización de hormigón elaborado para la construcción de las estructuras queda supeditada a la aceptación por parte de la Dirección de Obra del establecimiento proveedor del mismo, el que debe cumplir con todos los requisitos especificados en el Art. 5.3 del SIREA R.A.2.1. En particular, debe exigirse que cada partida de hormigón fresco que ingrese a la obra se acompañe de un remito de entrega que incluya, como mínimo, los datos que a continuación se detallan:

- Destinatario (empresa, obra, etc.).
- Volumen enviado.
- Asentamiento solicitado.

- Hora de puesta en contacto del agua con el cemento.
- Inclusión eventual de aditivo retardador.
- Clase de resistencia especificada.
- Propiedades especiales especificadas.
- Prevención sobre la eventual acción expansiva.

Este remito debe contar con la certificación del Director Técnico del establecimiento proveedor y puede ser considerado como una garantía de aptitud. Los comprobantes deben archiarse y forman parte de la documentación técnica de la obra.

El hormigón elaborado debe satisfacer las exigencias de la Norma IRAM 1666.

C) Materiales Componentes

C.1) Cemento

Sólo deben emplearse cementos tipo portland, de marca aprobada oficialmente, categoría CP40 (40 MPa) según Resolución S.O.P. Nº 68/87, que satisfagan todos los requisitos establecidos por las Normas IRAM 1503 y 1669.

El contenido máximo de Aluminato Tricálcico debe ser igual al 5% en el caso de los hormigones de los tipos a), b), c) y e).

En caso de utilizarse agregados, finos o gruesos, cuyo análisis mineralógico los caracterice como potencialmente reactivos, sólo pueden emplearse cementos que, complementariamente a lo especificado en las Normas IRAM anteriormente mencionadas, tengan un contenido total de Alcalis, expresado en Oxido de Sodio, que no exceda de 0,6%, calculado con la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Alcalis} = \% \text{ Na}_2\text{O} + 0,658 \% \text{ K}_2\text{O}$$

El cemento a utilizar debe ser fresco y no debe presentar grumos ni partículas endurecidas; la provisión y el almacenamiento deben cumplir con los requisitos especificados en SIREA R.A.2.1.

C.2) Agregados

Sólo deben utilizarse agregados pétreos, de densidad normal, provenientes de la desintegración natural o de la trituración de rocas sanas y compactas, duras, resistentes y durables. Las partículas deben estar limpias y libres de películas superficiales y no deben contener sustancias perjudiciales en cantidades tales que puedan disminuir la resistencia y durabilidad del hormigón, ni producir ataque alguno sobre las armaduras.

Si es la empresa quien propone los agregados a utilizar, debe presentar un análisis mineralógico completo de cada uno, con especial indicación de los contenidos sustancias perjudiciales.

Si el análisis mineralógico caracteriza el agregado, fino o grueso, como potencialmente reactivo con los álcalis del cemento portland, no debe permitirse su acopio ni su empleo en la obra hasta que se haya demostrado fehacientemente, a juicio exclusivo de la Dirección de Obra, que el conjunto cemento-agregado propuesto no reaccionará desfavorablemente en el hormigón.

C.2.1) Agregados Finos

Deben ser de origen natural, de partículas redondeadas y de naturaleza predominantemente silícea. Deben satisfacer los requisitos del Art. 6.3.1.1. del SIREA R.A.2.1., y su composición granulométrica ajustarse al Art. 6.3.2.1. y a los párrafos a), b), c) y f) del punto 6.3.2.1.1., del mismo Reglamento.

Para la provisión y almacenamiento de agregados finos rige el Art. 6.3.3. del SIREA R.A.2.1.

En lo que hace a los métodos de ensayo, debe cumplirse con lo indicado en la Disposición SIREA N.A.2.1.3.

C.2.2) Agregados Gruesos

Deben estar constituidos por grava, piedra partida, o mezcla de ambas, que cumpla las exigencias de dureza, resistencia, limpieza y granulometría especificadas en SIREA R.A.2.1. (Arts. 6.3.1.2., 6.3.2. y 6.6.4.2).

Para la provisión y almacenamiento de agregados gruesos rige el Art. 6.3.3. del mismo Reglamento.

En lo que hace a los métodos de ensayo, debe cumplirse con lo indicado en la Disposición SIREA N.A.2.1.3.

C.3) Agua

El agua a emplear para elaborar y curar el hormigón y para lavar los agregados debe cumplir con las condiciones establecidas por la Norma IRAM 1601 y el Art. 6.5. del SIREA R.A.2.1., que prevalece sobre aquélla.

C.4) Aditivos

Deben satisfacer las exigencias de la Norma IRAM 1663 y del Art. 6.4.1 del SIREA R.A.2.1., e ingresar a la hormigonera disueltos en el agua de mezclado.

12.8.1.2.- Aceros

Las barras y mallas de acero deben cumplir con las disposiciones y métodos de ensayo contenidos en el Art. 6.7. del Reglamento SIREA R.A.2.1. y en la Disposición N.A.2.1.2.

Para el hormigón armado debe utilizarse acero en barras tipo ADN 420 (acero nervurado de alta adherencia, de dureza natural). Si en algún caso se prescribiera el uso de mallas de acero, éstas serán del tipo AM-500 (acero nervurado de alta adherencia, de dureza mecánica).

Si se empleara acero importado, debería contarse con el certificado de calidad extendido por el fabricante y cumplirse, a la entrada en la obra, con los requisitos del Art. 7.8.1. del SIREA R.A.2.1.

Las verificaciones y ensayos a realizar sobre cada lote de barras y mallas de acero deben efectuarse de acuerdo con lo establecido en el Reglamento SIREA R.A.2.1. y la Disposición SIREA N.A.2.1.2.

Los materiales y métodos de soldadura de las barras y mallas de acero para hormigón armado deben cumplir con lo establecido por la Norma IRAM - IAS - U 500 - 97.

Los ensayos para calificar la aptitud de un soldador deben registrarse por la Norma IRAM - IAS - U 500 - 96.

12.8.2.- Ejecución

Tal como lo establece la Norma, debe realizarse de modo que la etapa de construcción se desarrolle de acuerdo con las condiciones y especificaciones contenidas en los Reglamentos y Normas de aplicación, como así también en el Pliego de Especificaciones Técnicas correspondiente, con lo que habrán de alcanzarse, seguramente, los objetivos establecidos durante la etapa de Proyecto.

Será entonces importante tener en cuenta, entre otras cosas, todo lo que atañe a la producción del hormigón y su transporte a obra; el control de calidad del hormigón; el proyecto, cálculo y construcción de los encofrados, moldes, apuntalamientos, cimbras, andamios, elementos de sostén y otras construcciones temporarias; la colocación de armaduras e insertos; el manipuleo, la colocación, la compactación y el curado del hormigón; las juntas de construcción; las juntas de contracción y de dilatación; la remoción de encofrados y apuntalamientos; etc.

12.9.- CALCULO DE RECIPIENTES CILINDRICOS

12.9.1.- Generalidades

Considerando que es muy frecuente el empleo de depósitos de hormigón armado con paredes cilíndricas empotradas en el fondo, se dan a continuación las pautas fundamentales para abordar su diseño.

12.9.2.- Características Geométricas

- D_0 = diámetro interno del recipiente (m)
- e_0 = espesor de la pared del recipiente (m)
- D_1 = diámetro externo del recipiente = $D_0 + 2 * e_0$ (m)
- a = prolongación del fondo desde la cara exterior del recipiente (m)
- D_2 = diámetro de la superficie de apoyo = $D_1 + 2 * a$ (m)
- h_0 = profundidad del recipiente (m)
- h_1 = elevación del recipiente sobre el N.T.N. (m)
- h_2 = parte enterrada del recipiente = $h_0 + e_1 - h_1$ (m)
- e_1 = espesor del fondo del recipiente (m)
- z = profundidad de la N.F. respecto del N.T.N. (m)
- N.T.N. = nivel del terreno natural
- N.F. = napa freática

12.9.3.- Verificación de la Estabilidad del Conjunto

Desde el punto de vista de la estabilidad general de la estructura es necesario efectuar las dos verificaciones siguientes:

12.9.3.1.- Verificación al flotamiento

Al realizar esta verificación se considera el caso en el cual el depósito se encuentra totalmente vacío, mientras que la napa freática se ubica en un nivel tal que produce un empuje hidrostático desestabilizante.

Habrà que verificar entonces que el coeficiente de seguridad al flotamiento sea el adecuado, o sea que:

$$\mu_{fl} = \frac{G}{E} \geq 1,5$$

Donde:

μ_{fl} = coeficiente de seguridad al flotamiento

G = suma de todas las fuerzas estabilizantes

E = empuje hidrostático desestabilizante

En la evaluación de G deben considerarse el peso propio del recipiente, el peso de todos los elementos permanentemente vinculados a él y, si corresponde, el peso del suelo ubicado por encima de la prolongación del fondo.

La intensidad del empuje hidrostático E surge de multiplicar el valor de la presión hidrostática que se ejerce sobre el fondo por el área de la superficie correspondiente.

Si el coeficiente de seguridad resulta menor que el indicado, habrá que analizar qué medida se adopta, pero, en primera instancia, la solución puede consistir en prolongar el fondo, incrementando así el peso del suelo estabilizante.

12.9.3.2.- Verificación de las Presiones sobre el Terreno

Corresponde también verificar que las presiones que se ejercen sobre el estrato del suelo en el que se funda el recipiente no superan el valor admisible, de modo que los asentamientos que tengan lugar no puedan comprometer el correcto funcionamiento de la instalación. El valor admisible de la presión a ejercerse sobre el terreno se obtiene del Estudio de Suelos correspondiente.

Si en la etapa de Anteproyecto no se contase aún con dicho documento, la verificación que puede hacerse consiste en comprobar que el peso del recipiente lleno de líquido no sea mayor que el del suelo retirado al excavar el área ocupada por aquél.

12.9.4.- Pared Cilíndrica. Solicitaciones y Dimensionamiento

12.9.4.1.- Cálculo de Solicitaciones

En los casos de depósitos que han de soportar presiones pequeñas, puede efectuarse un cálculo elemental de los esfuerzos que solicitan a la pared cilíndrica aplicando las fórmulas correspondientes a las formas tubulares, es decir, considerándola como una membrana. Pero cuando las presiones a las que ha de estar sometido el depósito son de cierta magnitud, se desarrollan importantes solicitaciones de flexión (que no pueden omitirse), como consecuencia de la incompatibilidad de deformaciones entre la parte inferior de la pared cilíndrica y la placa de fondo (si la unión de estos elementos es articulada, los esfuerzos de flexión no tienen lugar).

Se efectúa a continuación un estudio de las paredes cilíndricas, primero mediante la Teoría Membranal, y después considerando la Teoría de Flexión.

12.9.4.1.1.- Aplicación de la Teoría Membranal

El esfuerzo principal de compresión N_I que actúa según la dirección de las generatrices vendrá determinado por el peso propio de la pared y por otras cargas verticales que pudiesen actuar sobre ella.

En lo que hace a la determinación del esfuerzo principal anular N_{II} , debe tenerse presente que las acciones que pueden actuar sobre las paredes del recipiente son, fundamentalmente (se considera al depósito en zona no sísmica), las siguientes:

- Presión del suelo que lo rodea.
- Presión hidrostática exterior.
- Presión por sobrecargas en la superficie (N.T.N.)
- Presión hidrostática interior.
- Eventualmente habrá que tener en cuenta los efectos en acciones térmicas.

Los tres primeros estados de carga, que pueden actuar simultáneamente, producen esfuerzos anulares de compresión; por tanto, sólo debe verificarse que la sección de hormigón armado los absorba con un margen de seguridad adecuado. En contraposición, el cuarto estado de carga genera esfuerzos de tracción, que serán condicionantes del dimensionamiento, ya que por tratarse de un depósito debe prestarse especial atención al control de la fisuración o a la condición de estanqueidad.

Denominando p_1 , p_2 , p_3 y p_4 los valores de las presiones correspondientes a los cuatro estados de carga anteriormente mencionados en el nivel donde se quieren calcular los esfuerzos anulares $N_{II,1}$, $N_{II,2}$, $N_{II,3}$ y $N_{II,4}$, respectivamente, se tendrá:

$$N_{II,1} = - p_1 * (D_o + e_o) / 2 \quad (t/m)$$

$$N_{II,2} = - p_2 * (D_o + e_o) / 2 \quad (t/m)$$

$$N_{II,3} = - p_3 * (D_o + e_o) / 2 \quad (t/m)$$

$$N_{II,4} = + p_4 * (D_o + e_o) / 2 \quad (t/m)$$

12.9.4.1.2.- Aplicación de la Teoría de Flexión

Considerando aquí también que el cuarto estado de carga (presión hidrostática interior) es el que condiciona el diseño de la pared, y tratando de simplificar el cálculo de las solicitaciones, se transcriben en las figuras 12.1, 12.2 y 12.3 los gráficos que muestran las variaciones de los esfuerzos específicos n_{II} y m_I , en función de x/h , para distintos valores del parámetro k , donde:

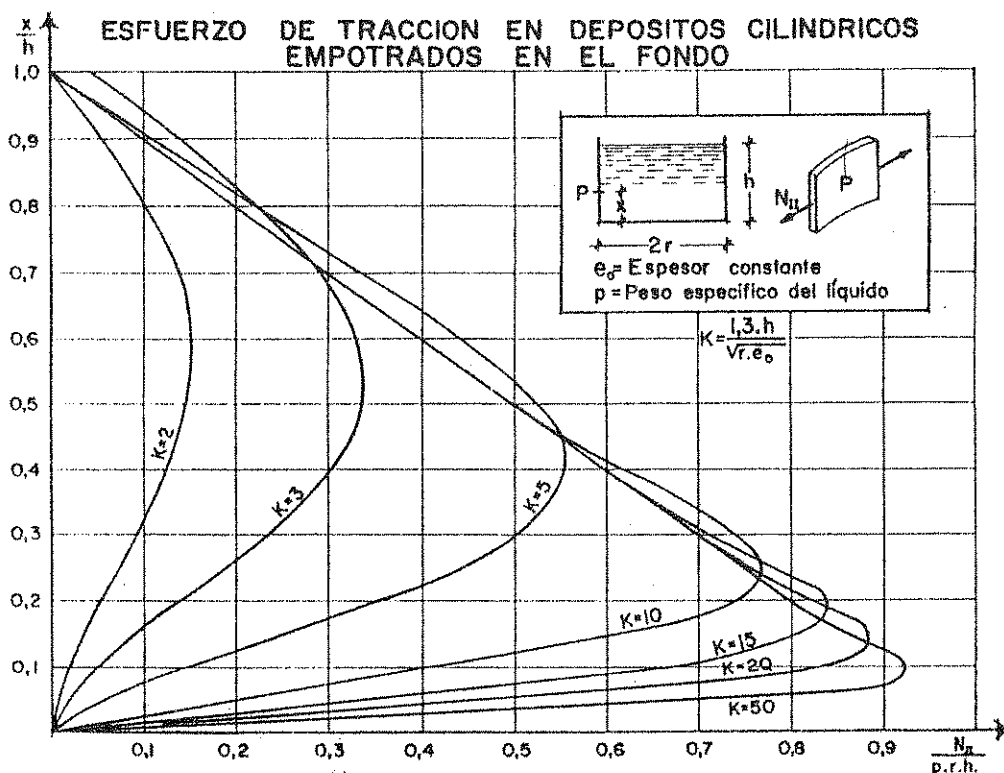


Figura 12.1

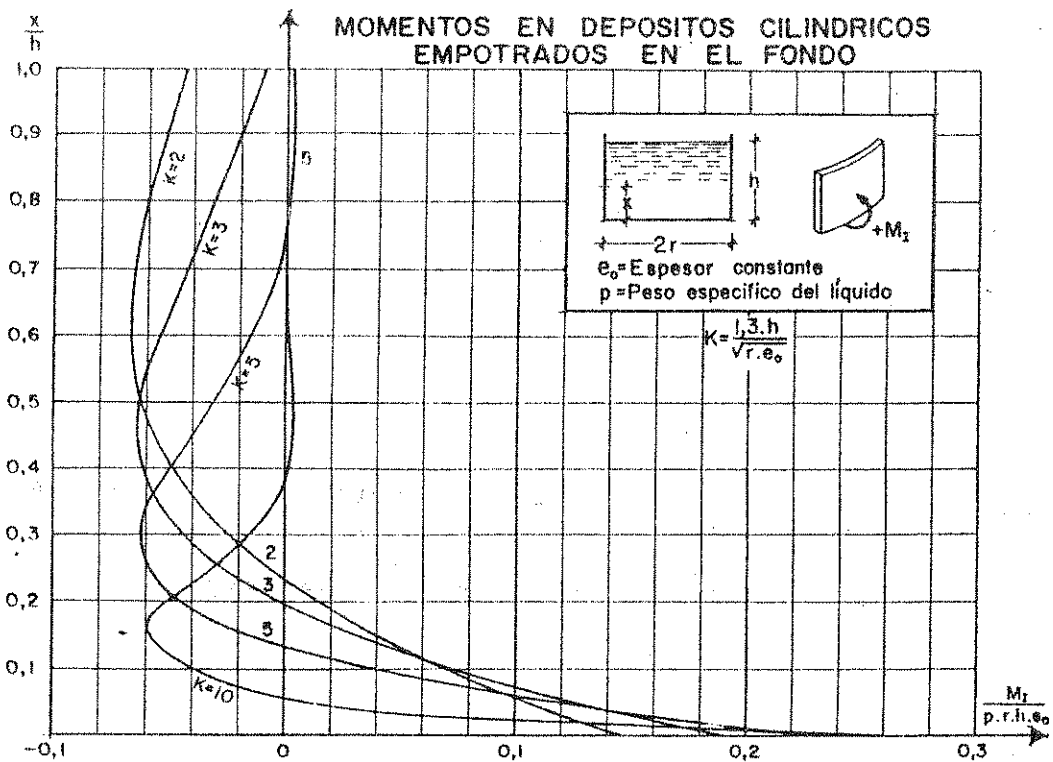


Figura 12.2

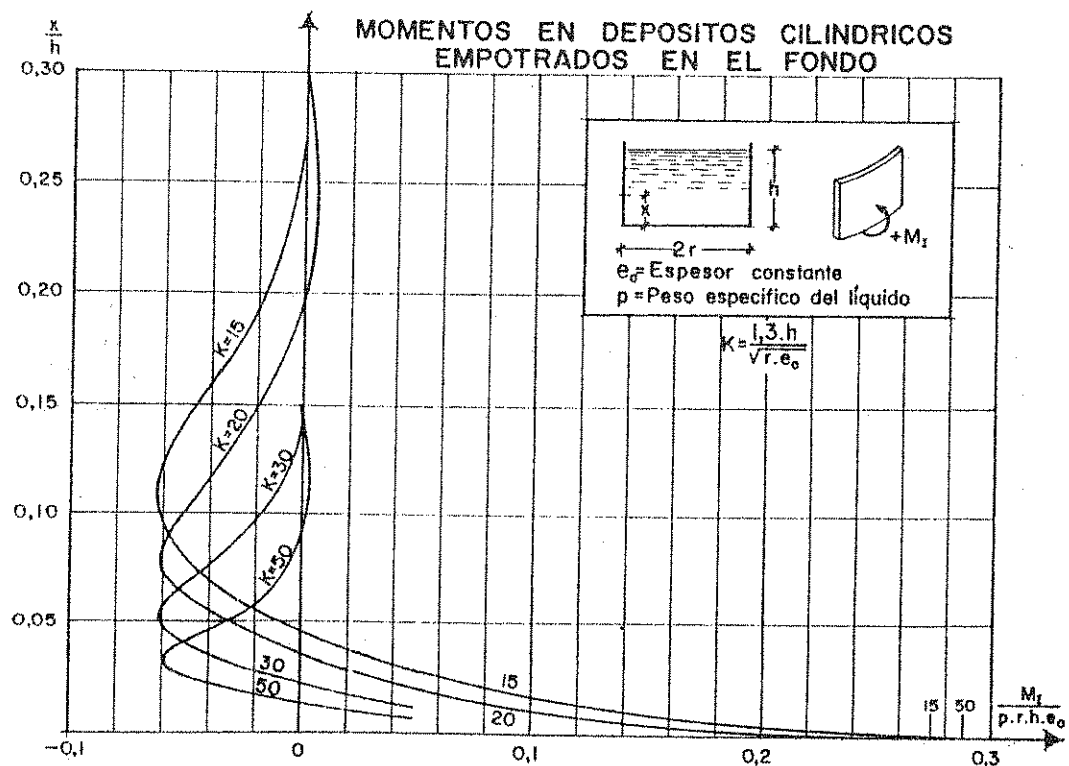


Figura 12.3

$$n_{II} = \frac{N_{II}}{p * r * h}$$

$$m_I = \frac{M_I}{p * r * h * e_0}$$

Donde:

N_{II} = esfuerzo principal anular

M_I = momento flexor que produce curvatura en la dirección de las generatrices

x = altura de la sección considerada respecto del fondo

h = altura del depósito

$$k = \frac{1,3 * h}{(r * e_0)^{1/2}}$$

p = peso específico del líquido

r = radio del depósito = $(D_0 + e_0) / 2$

e_0 = espesor de la pared

12.9.4.2.- Dimensionamiento

12.9.4.2.1.- Aplicación de la Teoría Membranal

Siendo conocido el espesor de la pared y adoptando previamente la separación entre las barras, la sección de armadura necesaria puede calcularse con la siguiente fórmula empírica que tiene en cuenta la seguridad a la fisuración:

$$A_s = \frac{\mu_f * N - A_c * f_{ct}}{100 * \left(\frac{100}{s + 4} - \frac{s^2}{300} \right)}$$

Con las siguientes notaciones:

A_s = sección de las armaduras (cm^2/m)

μ_f = coeficiente de seguridad a fisuración = 1,5

N = esfuerzo de tracción máximo previsto (kgf/m) =
= N_{II,4}

A_C = área de la sección del hormigón (cm²/m)

f_{ct} = resistencia a tracción del hormigón (kgf/cm²) =
= 0,09*f_{ck}

s = separación de las barras (cm)

f_{ck} = resistencia característica del hormigón a compresión
(kgf/cm²)

La verificación de la sección de hormigón armado a compresión simple se realiza por medio de la siguiente expresión:

$$\mu_C = \frac{A_b * \beta_R + A_s * \beta_s}{N} \geq 2,1$$

Donde:

μ_C = coeficiente de seguridad a compresión simple

A_b = área de la sección del hormigón (cm²/m)

β_R = tensión de cálculo del hormigón (kgf/cm²)

A_s = sección de las armaduras (cm²/m)

β_s = tensión de cálculo del acero (kgf/cm²)

N = esfuerzo de compresión máximo previsto (kgf/m)
= N_{II,1} + N_{II,2} + N_{II,3}

12.9.4.2.2.- Aplicación de la Teoría de Flexión

En este caso habrá que realizar el dimensionamiento a flexo-compresión (en la dirección de las generatrices) y a flexo-tracción (en la dirección anular) de las secciones elegidas, verificándose luego si se satisfacen los requisitos reglamentarios sobre control de la fisuración (o estanqueidad si fuera necesario).

Cabe agregar que el momento flexor M_{II} que se desarrolla según la dirección anular se obtiene multiplicando el valor de M_I por el coeficiente de Poisson correspondiente (0,15 ó 0,20 para el hormigón).

12.9.5.- Fondo. Solicitaciones y Dimensionamiento

12.9.5.1.- Cálculo de Solicitaciones

En este caso, la losa de fondo debe tratarse como una placa circular. Dado que el líquido contenido en el recipiente no produce solicitaciones, sólo habrá que considerar el estado de carga que se deriva del caso en el que el depósito se halla vacío y la napa freática se ubica por encima del nivel del fondo (subpresión).

Llamando "q" a la carga neta que actúa sobre la losa (= presión hidrostática - peso propio), los momentos flexores máximos correspondientes serán iguales a:

- Losa simplemente apoyada:

$$\text{máx } M_r = q * R^2 * 0,1978 \quad (\text{tracción arriba})$$

$$\text{máx } M_a = q * R^2 * 0,1978 \quad (\text{tracción arriba})$$

- Losa perfectamente empotrada:

$$\text{máx } M_r = q * R^2 * 0,0729 \quad (\text{tracción arriba})$$

$$\text{máx } M_a = q * R^2 * 0,0729 \quad (\text{tracción arriba})$$

$$\text{máx } M_{ra} = q * R^2 * 0,1250 \quad (\text{tracción abajo})$$

$$\text{máx } M_{aa} = q * R^2 * 0,0208 \quad (\text{tracción abajo})$$

Con la siguiente notación:

q = carga neta actuante sobre la losa (t/m²)

R = radio de la placa circular (m) = (D₀ + e₀)/2

máx M_r = máximo valor absoluto del momento flexor radial en el centro de la placa (tm/m)

max M_a = idem anterior, pero en dirección anular

máx M_{ra} = máximo valor absoluto del momento flexor radial en el borde empotrado (tm/m)

máx M_{aa} = idem anterior, pero en dirección anular

Al estado de carga que acabamos de considerar habrá que superponerle, cuando la intensidad de las fuerzas y las dimensiones del fondo lo justifiquen, el que corresponde a la acción de las cargas que actúan distribuidas a lo largo de su perímetro, y que derivan del peso propio de la pared del depósito y de otras cargas verticales que actúen sobre ella.

En este caso, la losa de fondo deberá ser resuelta como una placa sobre apoyo elástico continuo.

12.9.5.2.- Dimensionamiento

Sólo deben determinarse las armaduras necesarias para absorber los esfuerzos de flexión y verificar luego que se satisfacen los requisitos del Reglamento SIREA R.A.2.1. (cuantía, diámetro "ds") sobre fisuración, o bien, cuando corresponda, que se cumpla la condición de estanqueidad.

12.10.- CALCULO DE RECIPIENTES PRISMATICOS

12.10.1.- Generalidades

Dado que también es frecuente el empleo de depósitos de hormigón armado con paredes planas y forma prismática, se harán a continuación algunas consideraciones al respecto.

12.10.2.- Verificación de la Estabilidad del Conjunto

El cambio de forma no invalida en absoluto las pautas consideradas en el caso de pared cilíndrica, tanto en lo que se refiere a la Verificación al flotamiento como en lo que hace a la Verificación de las presiones sobre el terreno, dado que sólo se han dado lineamientos de carácter general en los que no se ha involucrado la forma del recipiente. Por tanto, es válido para este caso todo lo dicho en el numeral anterior.

12.10.3.- Cálculo de Solicitaciones y Dimensionamiento

12.10.3.1.- Cálculo de Solicitaciones

Exceptuando casos particulares, puede decirse que, en general, tanto el fondo como las paredes del depósito son, desde el punto de vista estructural, elementos susceptibles de ser tratados como placas. Dado que éstas se presentan frecuentemente como parte integrante de los modelos estructurales y que el cálculo de las solicitaciones correspondientes no ofrece dificultades, sólo se recogen en las tablas 12.1 y 12.2 los esfuerzos y flechas de placas rectangulares apoyadas en sus cuatro bordes o en tres de ellos, respectivamente, sin mayores detalles.

Los esfuerzos han sido calculados por el método clásico y para un coeficiente de Poisson igual a 0,15. Las cargas consideradas son uniformes y triangulares, extendidas a la totalidad de la placa. Se puede interpolar para valores intermedios de la relación l_y/l_x . La notación adoptada en las tablas es la siguiente:

l_x, l_y = dimensiones de la placa en las direcciones x e y (m)
 q = valor de la carga uniforme o valor máximo de la carga triangular (kgf/m^2)
 E = módulo de elasticidad longitudinal del hormigón (kgf/m^2)
 h = espesor de la placa (m)
 m_{x+} = valor máximo positivo del momento flexor unitario en la dirección x (alrededor del eje y) ($\text{kgf}\cdot\text{m/m}$)
 m_{x+0} = valor de m_{x+} en el centro de la placa, cuando ésta tiene un borde libre
 m_{x+b} = valor de m_{x+} en el borde libre de la placa
 m_{x-} = valor máximo negativo del momento flexor unitario en la dirección x (alrededor del eje y) ($\text{kgf}\cdot\text{m/m}$)
 $m_{y+}, m_{y+0}, m_{y+b}, m_{y-}$ = momentos flexores unitarios en la dirección y
 w = flecha máxima de la placa (m)

\\\\\\\\\\\\\\\\\\\
 _____ = borde empotrado
 _____ = borde simplemente apoyado

 _____ = borde libre

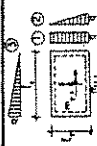
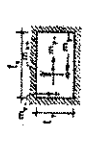
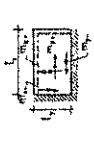
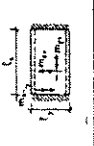


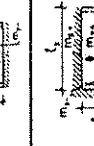
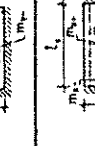



Para finalizar el cálculo de solicitaciones, sólo resta decir que los esfuerzos membranales pueden hallarse, aproximadamente integrando el diagrama de cargas sobre la división de la placa en triángulos y trapecios, tal como lo indica el Reglamento SIREA R.A.2.1. para determinar las acciones de una placa sobre las vigas de borde que le sirven de sustentación.

12.10.3.2.- Dimensionamiento

Deben seguirse en este caso pautas similares a las consideradas al tratar los recipientes de pared cilíndrica, aunque sin perder de vista el hecho de que por tratarse ahora de paredes planas siempre se desarrollarán solicitaciones de flexión, se trate o no de elementos empotrados en el fondo.

ESFUERZOS EN PLACAS RECTANGULARES APOYADAS EN SUS CUATRO BORDES, METODO CLASICO $\nu = 0.15$

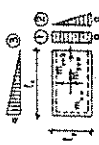

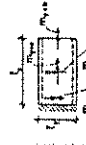
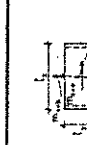

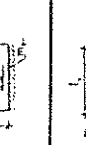


TABLA 12.1

	l_x/l_y	CARGA UNIFORME 1								CARGA UNIFORME 2								CARGA TRIANGULAR 3							
		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	119	102	85	71	58	48	59	51	43	35	29	24	64	53	44	36	30	24	24	54	45	38	31	26
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	30	28	25	22	18	15	15	14	13	11	9	8	16	14	13	11	10	8	16	14	13	11	10	8
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	41	38	34	29	25	21	21	19	17	16	14	12	24	21	18	15	13	11	12	10	11	13	12	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	84	80	74	67	59	52	50	48	45	41	37	33	50	47	42	36	32	27	33	30	28	27	26	24
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	58	58	58	57	55	52	30	30	30	29	28	27	45	43	41	39	36	33	27	25	23	21	19	16
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	55	49	43	36	30	25	26	23	20	17	15	12	28	25	22	18	14	12	28	25	22	18	14	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	57	52	45	39	33	27	27	24	21	18	14	12	30	27	23	19	15	12	30	27	23	19	15	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	16	20	24	26	27	27	8	9	10	11	11	12	13	13	13	13	13	12	13	13	13	13	13	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	119	111	101	91	80	70	64	60	57	52	47	42	65	57	50	44	37	33	57	50	44	37	33	27
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	82	82	80	78	74	70	37	37	37	36	34	33	62	58	54	50	46	42	62	58	54	50	46	42
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	99	76	57	42	31	23	50	38	28	21	16	12	50	38	28	21	16	12	50	38	28	21	16	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	84	65	49	37	27	20	45	36	28	23	19	15	43	33	25	19	14	11	43	33	25	19	14	11
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	36	38	39	37	34	31	18	20	20	18	18	17	23	22	22	21	19	16	23	22	22	21	19	16
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	119	111	102	91	80	70	62	57	53	48	43	38	84	75	68	58	51	44	84	75	68	58	51	44
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	30	30	29	26	25	23	16	15	14	14	13	12	20	17	16	15	14	12	20	17	16	15	14	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	42	41	39	37	34	31	22	21	20	19	18	16	26	25	23	21	19	17	26	25	23	21	19	17
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	8	10	13	16	18	20	7	8	9	10	10	11	12	14	15	16	16	15	12	14	15	16	16	15
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	64	83	82	78	74	70	52	51	50	48	46	44	58	52	48	44	41	38	58	52	48	44	41	38
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	109	88	70	55	42	33	30	30	30	30	30	30	52	42	33	26	20	15	52	42	33	26	20	15
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	91	75	60	48	37	30	30	30	30	30	30	30	45	37	29	23	18	14	45	37	29	23	18	14
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	34	38	40	39	38	36	10	11	11	12	13	14	24	23	22	20	18	16	24	23	22	20	18	16
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	122	117	110	102	93	84	66	63	60	56	53	50	84	77	69	62	55	50	84	77	69	62	55	50
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	58	53	49	43	37	33	26	24	22	20	18	15	26	24	22	20	18	15	26	24	22	20	18	15
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	60	56	51	46	40	36	28	27	25	22	20	18	28	27	25	22	20	18	28	27	25	22	20	18
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	15	19	23	26	28	30	10	11	11	12	13	14	24	23	22	20	18	16	24	23	22	20	18	16
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	122	116	109	101	93	84	66	63	60	56	53	50	84	77	69	62	55	50	84	77	69	62	55	50
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	29	28	27	24	21	19	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	42	40	37	33	29	26	26	26	26	26	26	26	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	9	12	15	18	19	21	10	11	11	12	13	14	13	13	13	13	13	12	13	13	13	13	13	12
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	85	83	79	74	68	62	55	55	55	55	55	55	50	46	42	37	33	29	50	46	42	37	33	29
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	56	57	58	58	57	55	36	36	36	36	36	36	45	43	41	39	36	34	45	43	41	39	36	34
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	53	45	38	30	24	19	24	21	17	14	11	9	24	21	18	15	13	11	24	21	18	15	13	11
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	55	48	40	33	28	21	26	23	20	16	14	11	26	23	20	16	14	11	26	23	20	16	14	11
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	18	23	25	27	26	26	10	11	11	12	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	114	102	91	88	86	82	66	62	57	51	45	39	34	29	24	20	16	14	34	29	24	20	16	14
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$ $m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$ $m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$	82	81	78	74	68	62	36	36	35	33	31	29	36	36	35	33	31	29	36	36	35	33	31	29

borde empotrado

borde simplemente apoyado

borde libre

	CARGA UNIFORME 1										CARGA UNIFORME 2										CARGA TRIANGULAR 3									
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0						
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$W = 0.001 \cdot q \cdot l_y^4 / (E \cdot h^3)$																													
	$m_y + o = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + b = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x + = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_y - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													
	$m_x - = 0.001 \cdot q \cdot l_y^2$																													

borde empotrado

borde simplemente apoyado

borde libre

12.11.- EJEMPLOS

Con la idea de clarificar las pautas generales que se han visto, se encara seguidamente la resolución de tres casos reales en los que se presentan diferentes situaciones, tanto en lo que hace a sus características geométricas como así también, aunque en menor medida, en lo atinente a los estados de cargas que deben considerarse.

El dimensionamiento de las armaduras para las secciones sometidas a flexión se ha llevado a cabo empleando las tablas " k_h " del Cuaderno 220 de la Comisión Alemana para el Estudio del Hormigón Armado (IRAM, 1976), ya sea haciendo uso del parámetro " k_e " o bien del valor " k_z ".

12.11.1.- Sedimentador

12.11.1.1.- Generalidades

Se trata de un recipiente de pared cilíndrica articulada en el fondo, de 20 m de diámetro interno y 4,15 m de altura promedio. Posee un núcleo central para apoyar el barredor sobre el que también se apoya el fondo, y un canal perimetral de desborde.

Se supone en este caso que el nivel de la napa freática se ubica por debajo del correspondiente al fondo, y que no existen sobrecargas a nivel del terreno natural que puedan afectar a la estructura, habida cuenta del detalle de terminación del perfil del terreno que la rodea.

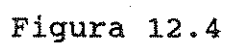
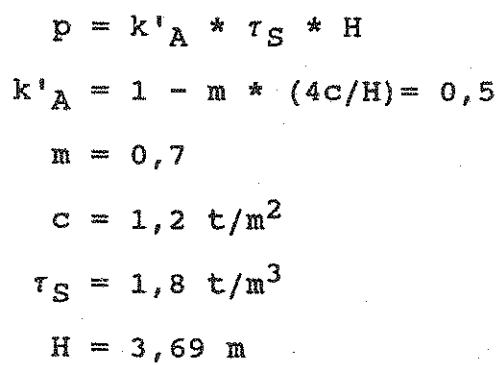
12.11.1.2.- Características Geométricas

Las características geométricas correspondientes pueden verse en las figuras 12.4 y 12.5.

12.11.1.3.- Análisis de Cargas

A) Presión del suelo que rodea al recipiente

Se supone que el suelo que rodea el recipiente ha sido clasificado como ARCILLA BLANDA. En consecuencia, si se tiene presente que la parte superior de aquél es prácticamente indesplazable, podrá adoptarse el siguiente diagrama de empujes:



B) Presión hidrostática exterior

No debe considerarse, ya que se ha supuesto que el nivel de la napa freática se ubica por debajo del fondo.

C) Presión por sobrecargas en la superficie del terreno natural

Tampoco debe ser considerada, ya que el terraplén que rodea al recipiente lo exime de la acción de sobrecargas que realmente pudiesen actuar sobre el T.N. (N.T.N. = +7,00.)

D) Presión hidrostática interior

En la figura 12.5 puede verse que el nivel máximo del pelo de agua es igual a +7,30 m; dado que el nivel del fondo en la zona de encuentro con la pared del recipiente es igual a +4,46 m, puede establecerse que la altura de carga hidrostática es igual a 2,84 m, por lo que la ordenada máxima del diagrama lineal de presiones sobre la pared es igual a $2,84 \text{ t/m}^2$.

En la figura 12.6 se han graficado los diagramas de empuje correspondientes a los estados de carga a) y d).

12.11.1.4.- Verificación de la Estabilidad del Conjunto

A) Verificación al flotamiento

No corresponde realizarla ya que se ha supuesto que el nivel de la napa freática se halla por debajo del fondo del recipiente.

B) Verificación de las presiones sobre el terreno

Se realizarán tres verificaciones, a saber:

B₁) Presiones en la zona del núcleo central;

B₂) Presiones en la zona media del fondo ($R = 5,50 \text{ m}$);

B₃) Presiones en la zona del borde exterior.

B.1) Presiones en la zona del núcleo central

Volumen del núcleo central = 6 m^3

Peso del núcleo central = $2,4 \text{ t/m}^3 * 6 \text{ m}^3 = 14,4 \text{ t}$

Peso del equipo mecánico = $2,0 \text{ t}$

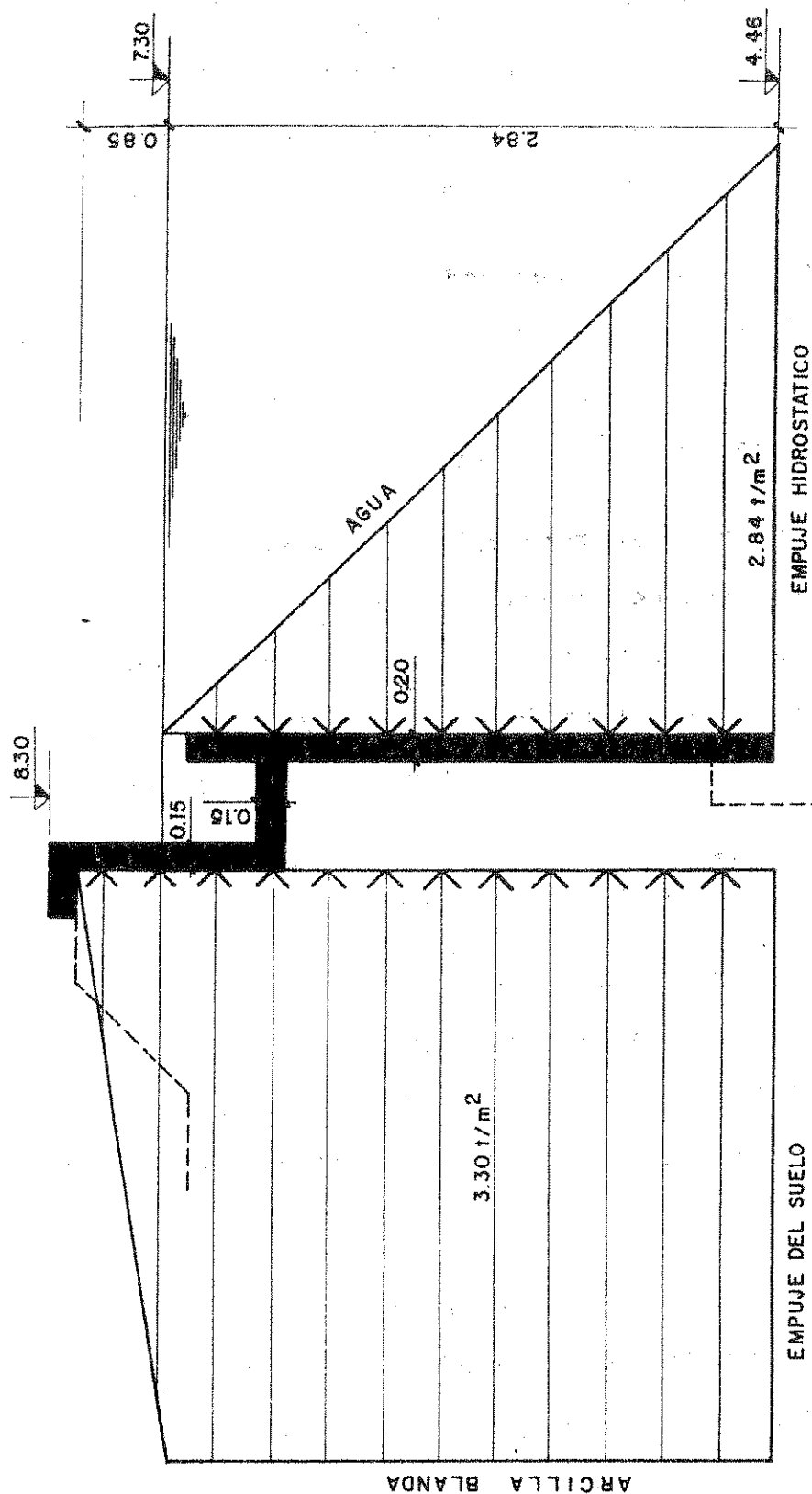


Figura 12.6
Diagramas de empuje

$$\text{Peso total} = 14,4 \text{ t} + 2,0 \text{ t} = 16,4 \text{ t}$$

$$\text{Area superficie de apoyo} = 3,14 * (2,20 \text{ m})^2 / 4 = 3,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Presión media sobre el terreno} = 16,4 \text{ t} / 3,80 \text{ m}^2 = 4,3 \text{ t/m}^2$$

B.2) Presiones en la zona media del fondo

$$\text{Peso del líquido} = 1 \text{ t/m}^3 * (7,30 - 4,18) \text{ m} = 3,1 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Peso de la losa de fondo} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,15 \text{ m} = 0,4 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Presión media sobre el terreno} = (3,1 + 0,4) \text{ t/m}^2 = 3,5 \text{ t/m}^2$$

B.3) Presiones en la zona del borde exterior

$$\text{Volumen del tabique lateral} = 0,95 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\text{Peso del tabique lateral} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,95 \text{ m}^3/\text{m} = 2,3 \text{ t/m}$$

$$\text{Presión máxima en el borde} = 2,3 \text{ t/m} / 1,0 \text{ m} * 0,9 \text{ m} =$$

$$= 2,8 \text{ t/m}^2 \text{ (Ver figura 12.8)}$$

12.11.1.5.- Pared Cilíndrica. Dimensionamiento

Solicitaciones

y

A) Cálculo de Solicitaciones

A.1) Esfuerzo anular de tracción

$$\text{Esfuerzo máximo debido a la presión hidrostática interior} =$$

$$= N_{II,4} = p_4 * (D_0 + e_0) / 2 = 2,84 \text{ t/m}^2 * (20,0 \text{ m} + 0,2 \text{ m}) / 2 =$$

$$= 28,68 \text{ t/m}$$

A.2) Esfuerzo anular de compresión

$$\text{Esfuerzo máximo debido al empuje del suelo} = N_{II,1} =$$

$$= - p_1 * (D_0 + e_0) / 2 = - 3,3 \text{ t/m}^2 * 20,2 \text{ m} / 2 =$$

$$= - 33,3 \text{ t/m}$$

A.3) Esfuerzos de flexión en la unión con el canal perimetral de descarga

$$\text{Volumen del canal perimetral de descarga} = 0,48 \text{ m}^3/\text{m} \\ \text{(distribuido sobre el perímetro de la pared cilíndrica)}$$

Peso del canal perimetral de descarga = $2,4 \text{ t/m}^3 * 0,48 \text{ m}^3/\text{m}$
 $= 1,15 \text{ t/m}$

Peso del agua contenida en el canal de descarga =
 (distribuido sobre el perímetro de la pared cilíndrica)
 $= 1 \text{ t/m}^3 * 0,47 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 10,45 \text{ m} / 10,1 \text{ m} = 0,24 \text{ t/m}$

Momento flexor de empotramiento =
 $= 1,15 \text{ t/m} * 0,675 \text{ m} + 0,24 \text{ t/m} * 0,35 \text{ m} = 0,9 \text{ tm/m}$

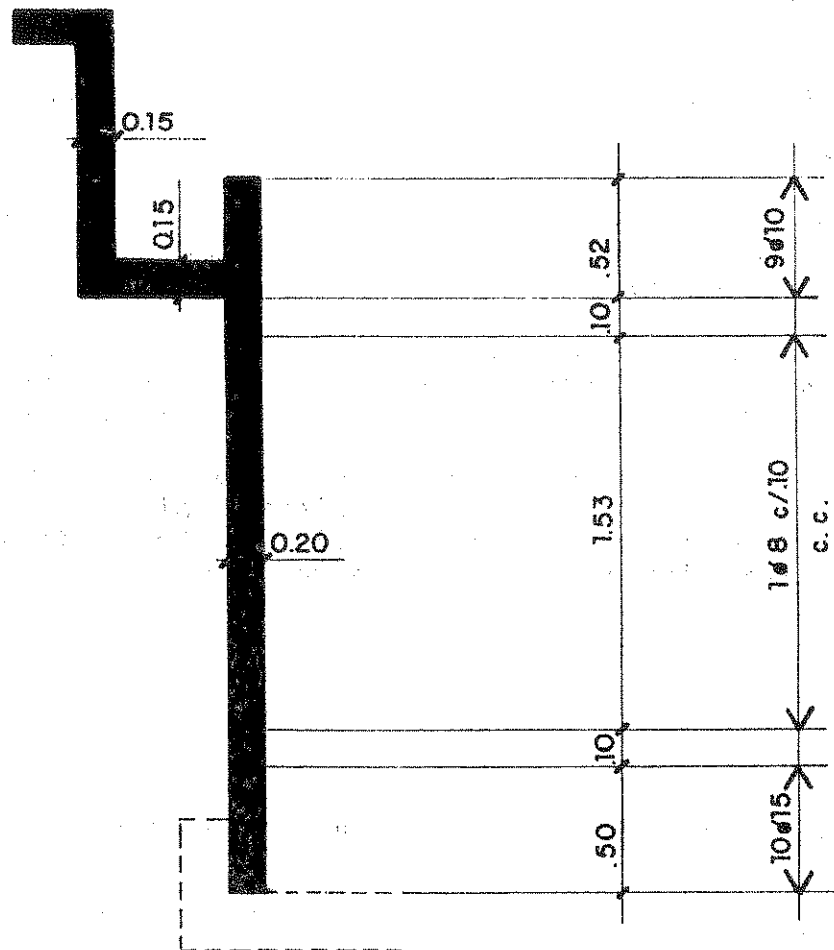


Figura 12.7

Distribución de armadura

Esfuerzo normal de compresión en pared cilíndrica =
(a nivel inferior de losa de fondo del canal de descarga)

$$= -(2,4 \text{ t/m}^3 * 0,2 \text{ m} * 0,52 \text{ m} + 1,15 \text{ t/m} + 0,24 \text{ t/m}) = \\ = - 1,7 \text{ t/m}$$

B) Dimensionamiento

La calidad de los materiales adoptados es la siguiente:

HORMIGON CLASE H21 ($\sigma'_{bk} = 210 \text{ kgf/cm}^2$)

ACERO ADN 420 ($\beta_s = 4200 \text{ kgf/cm}^2$)

B.1) Armadura anular de tracción

$$A_{sm\acute{a}x} = 1,75 * N_{II,4} / \beta_s = 1,75 * 28,68 \text{ t/m} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = \\ = 11,95 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta como armadura 1 ϕ 8 c/10, que absorbe la tracción en la zona central desde 50 cm bajo el nivel superior hasta 50 cm sobre el nivel inferior.

Considerando un posible funcionamiento del tabique como viga frente al probable desarrollo de asentamientos diferenciales en el contorno, se adopta una armadura mínima de flexión, superior e inferior, la que se suma a la que es necesaria para absorber el esfuerzo de tracción resultante de la carga que actúa en la zona de distribución de esa armadura: 50 cm desde el borde superior y 50 cm desde el borde inferior (ver distribución de armaduras en la figura 12.7).

$$\text{Armadura mínima de flexión} = 0,00125 * 20 \text{ cm} * 264 \text{ cm} = \\ = 6,6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura total en 50 cm superiores} = \\ = 1,52 \text{ cm}^2/\text{m} * 0,5 \text{ m} + 6,6 \text{ cm}^2 = 7,4 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 9 ϕ 10 (7,1 cm^2)

$$\text{Armadura total en 50 cm inferiores} = \\ = 10,9 \text{ cm}^2/\text{m} * 0,50 \text{ m} + 6,6 \text{ cm}^2 = 12,1 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 15 ϕ 10 (11,8 cm^2).

Control de fisuración

Se realiza la verificación en la zona inferior, que es la más comprometida.

Condición ambiental: elemento en zona de fluctuación de agua
(CIRSOC 201 - Tabla 17: Línea 3)

Requerimiento: verificación necesaria (CIRSOC 201-Art.17.6.2)

Condición a) $\mu_z = 11,8 \text{ cm}^2 / 20 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 1,18 \% > 0,3\%$
No verifica.

Condición b) $d_s < 8 \text{ mm}$
No verifica.

Condición c) $d_s < 10.000 r * \mu_z / \sigma_{sd}^2 =$
 $= 10.000 * 50 * 1,18\% / (240 \text{ MN/m}^2)^2 =$
 $= 10,2 \text{ mm} > 10 \text{ mm}$
Verifica.

B.2) Verificación a compresión simple

$$\begin{aligned}\mu_c &= (A_b * \beta_R + A_s * \beta_s) / N_{II,1} = \\ &= (0,2 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1.750 \text{ t/m}^2 + 5,0 \text{ cm}^2/\text{m} * 4,2 \text{ t/cm}^2) / \\ &/ 33,3 \text{ t/m} = 11,1 > 2,1\end{aligned}$$

B.3) Armadura de flexión

$$\begin{aligned}\text{Armadura en fondo del canal de descarga} &= \\ &= 0,9 \text{ tm/m} / 0,94 * 0,12 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2 = 3,32 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \text{Se adopta } 1 \phi 8 \text{ c/15 } (3,33 \text{ cm}^2/\text{m}).\end{aligned}$$

Armadura vertical en pared cilíndrica

$$\begin{aligned}M_s &= 1,7 \text{ t/m} * 0,07 \text{ m} + 0,9 \text{ tm/m} = 1,02 \text{ tm/m} \\ A_s &= 1,02 \text{ tm/m} / 0,95 * 0,17 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2 - 1,7 \text{ t/m} / \\ &/ 2,4 \text{ t/cm}^2 = 1,92 \text{ cm}^2/\text{m}\end{aligned}$$

Se adopta $1 \phi 8 \text{ c/20 } (2,5 \text{ cm}^2/\text{m})$.

12.11.1.6.- Pared exterior del Canal de Descarga. Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

A.1) Esfuerzo anular de tracción

$$\begin{aligned} &\text{Esfuerzo máximo debido a la presión hidrostática interior} = \\ &= N_{II,4} = p_4 * (D_0 + e_0) / 2 = 0,47 \text{ t/m}^2 * (21,4 \text{ m} + 0,15) / 2 = \\ &= 5,06 \text{ t/m} \end{aligned}$$

A.2) Esfuerzo anular de compresión

$$\begin{aligned} &\text{Esfuerzo máximo debido al empuje del suelo} = N_{II,1} = \\ &= - p_1 * (D_0 + e_0) / 2 = - 3,3 \text{ t/m}^2 * 21,55 \text{ m} / 2 = \\ &= - 35,6 \text{ t/m} \end{aligned}$$

B) Dimensionamiento

B.1) Armadura anular de tracción

$$\begin{aligned} A_{sm\acute{a}x} &= 1,75 * N_{II,4} / \beta_s = 1,75 * 5,06 \text{ t/m} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = \\ &= 2,11 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/20 en cada cara (5,0 cm²/m)

B.2) Verificación a compresión simple

$$\begin{aligned} \mu_c &= (A_b * \beta_R + A_s * \beta_s) / N_{II,1} = \\ &= (0,15 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1.750 \text{ t/m}^2 + 5,0 \text{ cm}^2/\text{m} * 4,2 \text{ t/cm}^2) / \\ &/ 35,6 \text{ t/m} = 8,0 > 2,1 \end{aligned}$$

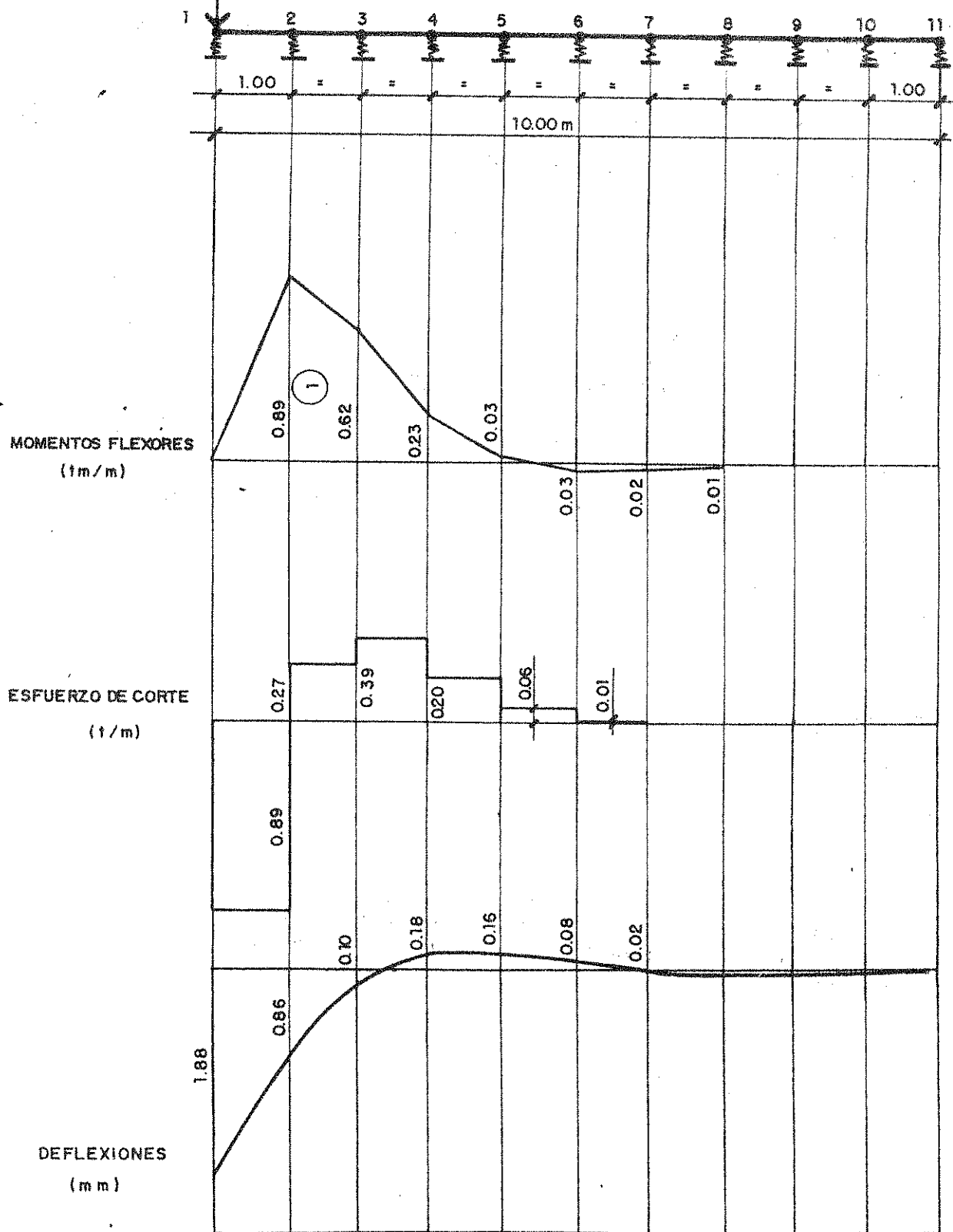


Figura 12.8

Modelo de cálculo, diagramas de momentos flexores, esfuerzos de corte y corrimientos de la losa de fondo

12.11.1.7.- Losa de Fondo. Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

Considerando que el peso propio de la losa de fondo así como el del líquido almacenado se transfieren directamente al terreno de fundación sin producir solicitaciones, se evalúan exclusivamente las originadas por la carga transmitida por la pared cilíndrica en su borde exterior.

Para ello se modeliza la estructura como placa sobre apoyo elástico continuo, sometida a la acción de una carga aplicada en el borde de 2,3 t/m.

Se adopta como coeficiente de balasto un valor de 1.500 t/m³.

En la figura 12.8 se resumen el esquema estructural y las solicitaciones derivadas.

Momento flexor máximo = 0,89 tm/m, en dirección radial.

Corte máximo = 0,89 t/m

B) Dimensionamiento

$$A_s = 0,89 \text{ tm/m} / 0,97 * 0,20 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2 = 1,91 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m)

Como armadura anular se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m)

Estas armaduras surgen de considerar una separación máxima de 15 cm para mantener bajo el ancho de fisuras y un diámetro mínimo de 8 mm para compensar posibles pérdidas de sección debido a la acción corrosiva del medio sobre las armaduras.

$$\tau = 0,89 \text{ t/m} / 1 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 0,85 = 5.2 \text{ t/m}^2 = 0,5 \text{ kgf/cm}^2$$

$< \tau_{adm}$

12.11.2.- Sedimentador Dortmund

12.11.2.1.- Generalidades

Se trata de un recipiente totalmente enterrado, de 4,08 m de profundidad, en el que se distinguen dos zonas: una superior, de forma cilíndrica circular de 4,00 m de diámetro interno y de 1,05 m de altura, que soporta el canal colector perimetral, y otra inferior, tronco-cónica.

El nivel de la napa freática se supone ubicado por debajo del nivel del fondo y las sobrecargas que puedan actuar en la superficie se estiman adicionando una altura de carga de suelo de 0,50 m, que equivale a unos 900 kg/m².

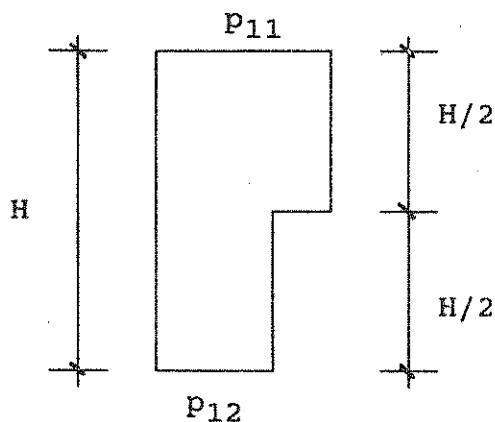
12.11.2.2.- Características Geométricas

Las características geométricas correspondientes pueden verse en las figuras 12.9 y 12.10.

12.11.2.3.- Análisis de Cargas

A) Presión del suelo que rodea el recipiente

Se supone que el suelo que rodea al recipiente ha sido clasificado como LOESS PAMPEANO. En consecuencia, si se tiene presente que la parte superior es prácticamente indesplazable, podrá adoptarse el siguiente diagrama de empujes:



$$P_{11} = 0,15 * \tau_w * H$$

$$H = 4,08 \text{ m}$$

$$P_{12} = 0,10 * \tau_w * H$$

$$p_{11} = 0,15 * 1 \text{ t/m}^3 * (7,02 - 2,94 + 0,50) \text{ m} = 0,69 \text{ t/m}^2$$

$$p_{12} = 0,10 * 1 \text{ t/m}^3 * (7,02 - 2,94 + 0,50) \text{ m} = 0,46 \text{ t/m}^2$$

B) Presión hidrostática exterior

No debe considerarse, ya que se ha supuesto que el nivel de la napa freática se ubica por debajo del fondo del recipiente.

C) Presión por sobrecargas en la superficie del T.N.

Al tratar las generalidades se ha expresado que las presiones debidas a la acción de sobrecargas actuantes sobre el N.T.N. se estiman considerando una sobrealtura de suelo de 0,50 m; por tanto, si se adopta un peso específico para el suelo igual a $1,8 \text{ t/m}^3$, resulta:

$$p_3 = 1,8 \text{ t/m}^3 * 0,50 \text{ m} = 0,90 \text{ t/m}^2$$

Su influencia ha sido incluida en la determinación de las presiones realizada en el apartado anterior.

D) Presión hidrostática interior

En la figura 12.10 puede verse que el nivel máximo del pelo de agua es igual a +7,12 m; dado que el nivel de la sección de encuentro entre el cilindro y el tronco de cono es +5,97 m y que el del fondo del recipiente es +2,94m, las intensidades de la presión hidrostática interna p_{41} y p_{42} correspondientes a esas secciones valdrán, respectivamente:

$$p_{41} = 1 \text{ t/m}^3 * (7,12 - 5,97) \text{ m} = 1,15 \text{ t/m}^2$$

$$p_{42} = 1 \text{ t/m}^3 * (7,12 - 2,94) \text{ m} = 4,18 \text{ t/m}^2$$

Los diagramas de empujes correspondientes a los estados de carga a) y d) se representan en la figura 12.11.

12.11.2.4.- Verificación de la Estabilidad del Conjunto

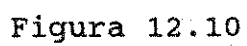
A) Verificación al flotamiento

No corresponde realizarla ya que se ha supuesto que el nivel de la napa freática se halla por debajo del fondo del recipiente.

B) Verificación de las presiones sobre el terreno

La verificación se realiza bajo la hipótesis corriente de que las características del suelo circundante son homogéneas, de manera que puede admitirse con buena aproximación que la totalidad de las cargas es transferida al suelo a través de la superficie tronco-cónica. Esto implica despreciar la carga que pudiera llegar a transmitirse por el pequeño tapón inferior.

De no ser así -por ejemplo, en caso de estratos de suelo más rígidos a nivel de fondo- es necesario determinar cómo se distribuye la carga total entre la superficie lateral tronco-cónica y el tapón.



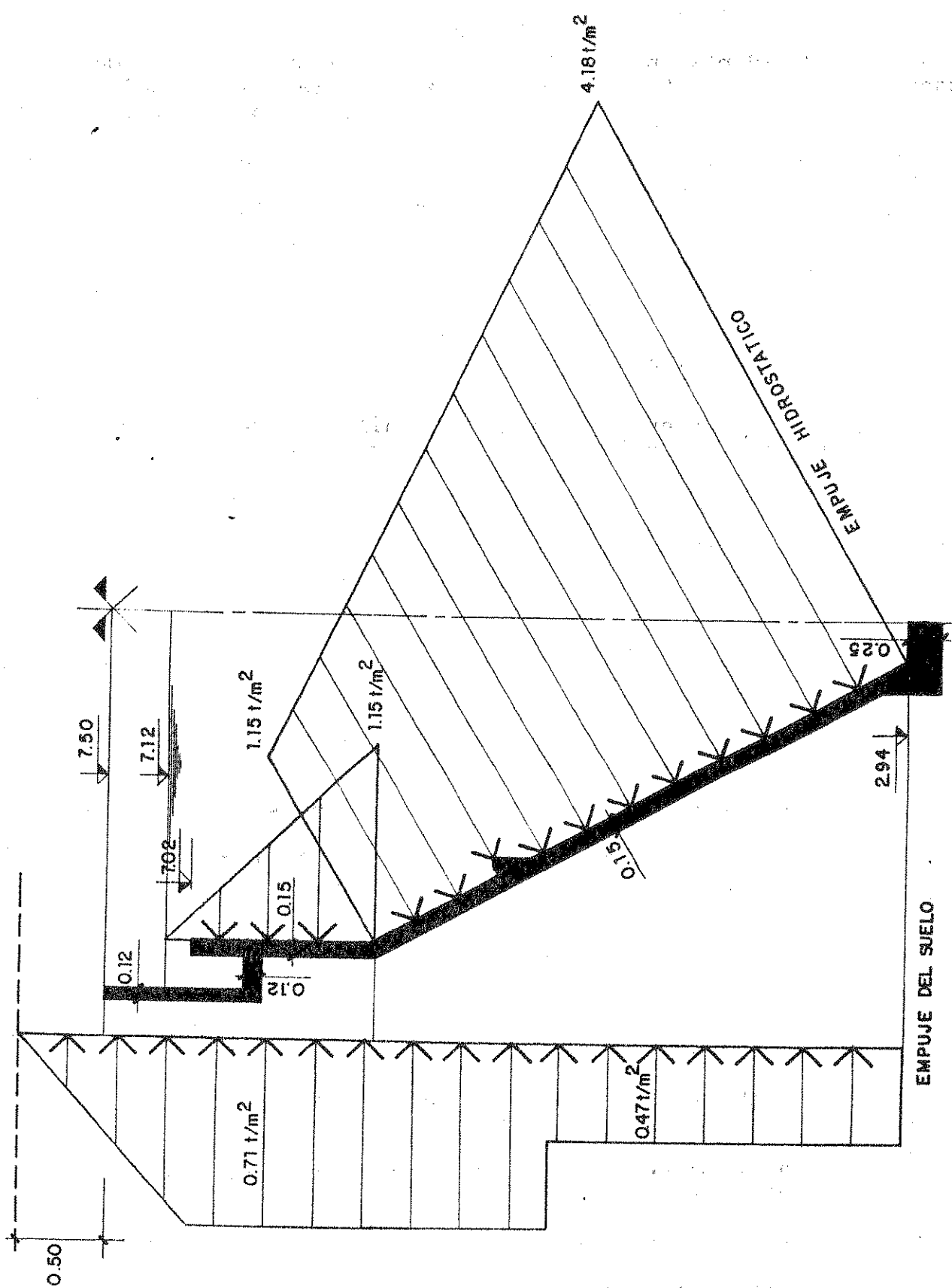


Figura 12.11
Diagramas de empuje

Se adopta para el cálculo un valor constante del coeficiente de balasto horizontal, pero la ley de variación, en general, surgirá del estudio de suelos correspondiente.

$$\text{Volumen de hormigón del recipiente} = 8,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del recipiente} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 8,5 \text{ m}^3 = 20,4 \text{ t}$$

$$\text{Volumen del líquido contenido} = 29,0 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del líquido contenido} = 1 \text{ t/m}^3 * 29,0 \text{ m}^3 = 29,0 \text{ t}$$

$$\text{Peso total transmitido} = (20,4 + 29,0) \text{ t} = 49,4 \text{ t}$$

La resultante del diagrama uniforme de presiones sobre la superficie cónica se ubicará aproximadamente a:

$$h = (5,97 - 2,94) \text{ m} / 3 = 1,01 \text{ m} \quad (\text{Nivel } +4,96 \text{ m})$$

Diámetro del paralelo a esa profundidad =

$$Dh = 4,0 \text{ m} - 2 * 1,01 \text{ m} * \text{tg } 30 = 2,83 \text{ m}$$

Perímetro del paralelo a esa profundidad

$$u = \pi * 2,83 \text{ m} = 8,89 \text{ m}$$

Proyección vertical de la carga por metro sobre la superficie cónica = $p_v = 49,4 \text{ ton} / 8,89 \text{ m} = 5,56 \text{ t/m}$

Carga por metro sobre el suelo = $p = 5,56 \text{ t/m} / \text{sen } 30 = 11,1 \text{ t/m}$

Area de una faja de 1 m de ancho a nivel + 4,96 m =

= Area Sup. Lat / 8,89 fajas =

$$= (4,15 \text{ m} * \pi * 2,075 \text{ m} - 0,55 \text{ m} * \pi * 0,275 \text{ m}) / 8,89 =$$

$$= 3,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Presión sobre el suelo} = 11,1 \text{ t/m} * 1 \text{ m} / 3,0 \text{ m}^2 = 3,7 \text{ t/m}^2$$

Esta presión debe ser menor o igual que la admisible.

12.11.2.5.- Pared Cilíndrica. Cálculo de Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

Teniendo en cuenta que el suelo que rodea al recipiente es muy poco deformable y considerando que el proceso constructivo se lleva a cabo realizando la excavación con un mayor diámetro en la zona ocupada por la parte cilíndrica, perfilando luego el terreno en el sector

correspondiente al tronco de cono, es lícito suponer para el cálculo de solicitaciones de la zona cilíndrica sometida a presión hidrostática interior que la misma está perfectamente empotrada en el borde inferior; el modelo de cálculo correspondiente puede verse en la figura 12.12.

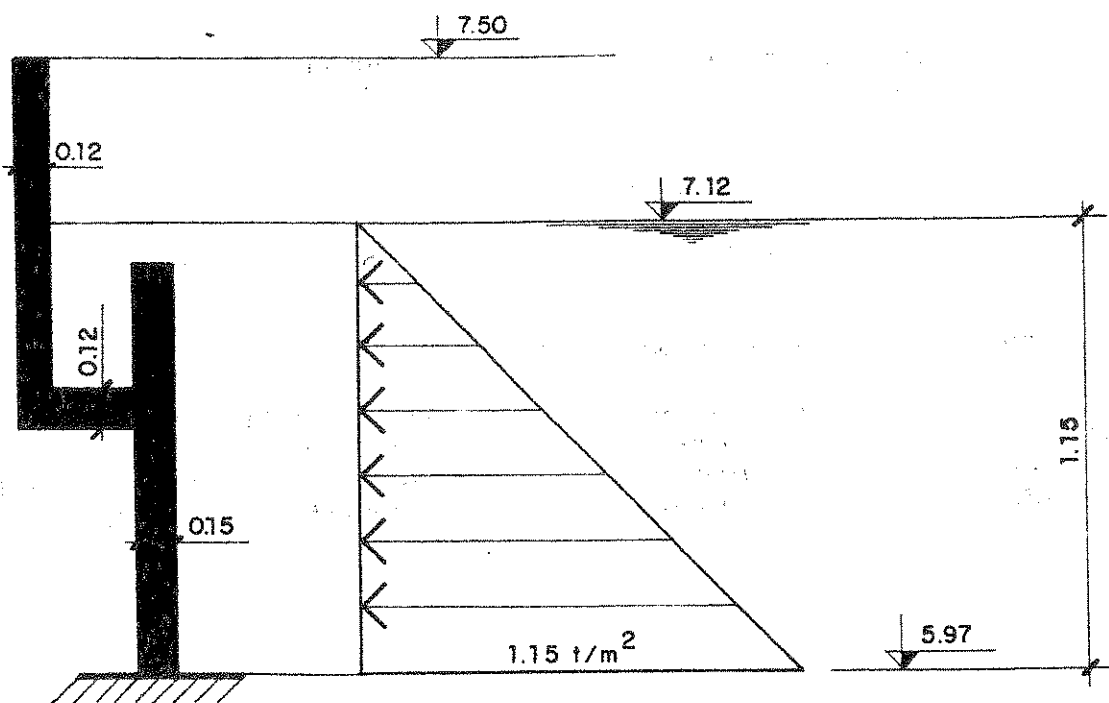


Figura 12.12

Modelo de cálculo

Para el cálculo de los esfuerzos del estado de carga empuje de suelo con depósito vacío deberá, en cambio, considerarse la estructura laminar completa, dado que los desplazamientos hacia el interior del recipiente no están restringidos.

Procediendo en la forma indicada, se obtienen los diagramas de esfuerzos axiales y de momentos flexores que se muestran en la figura 12.13.

A.1) Esfuerzo anular de tracción

Dado que debe aplicarse la Teoría de Flexión, se utiliza el gráfico de la figura 12.1, con un valor de k igual a:

$$k = 1,3 * 1,15 \text{ m} / (2,075 \text{ m} * 0,15 \text{ m})^{1/2} = 2,68$$

obteniéndose:

Esfuerzo máximo debido a la presión hidrostática interior =

$$n_{II,4} = 0,28$$

$$N_{II,4} = n_{II,4} * \tau_w * r * h =$$

$$= 0,28 * 1 \text{ t/m}^3 * 2,075 \text{ m} * 1,15 \text{ m} = 0,70 \text{ t/m}$$

A.2) Esfuerzo anular de compresión

Se lo determina en forma simplificada considerando la lámina en estado membranar. El esfuerzo así obtenido es mayor que el real, pero, teniendo en cuenta su pequeña intensidad y las bajas tensiones de compresión que produce en el hormigón, no se estima necesaria una mayor precisión.

Esfuerzo máximo debido al empuje del suelo =

$$N_{II,1} = -(0,71 \text{ t/m}^2 * 4,15 \text{ m} / 2) = -1,5 \text{ t/m}$$

A.3) Esfuerzos de flexión en la unión con el canal perimetral de descarga

Volumen del canal perimetral de descarga = $0,14 \text{ m}^3/\text{m}$
(distribuido sobre el perímetro de la pared cilíndrica)

$$\begin{aligned} \text{Peso del canal perimetral de descarga} &= 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,14 \text{ m}^3/\text{m} \\ &= 0,32 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso del agua contenida en el canal de descarga} &= \\ \text{(distribuido sobre el perímetro de la pared cilíndrica)} &= 1 \text{ t/m}^3 * 0,42 \text{ m} * 0,2 \text{ m} * 2,41 \text{ m} / 2,075 \text{ m} = 0,10 \text{ t/m} \end{aligned}$$

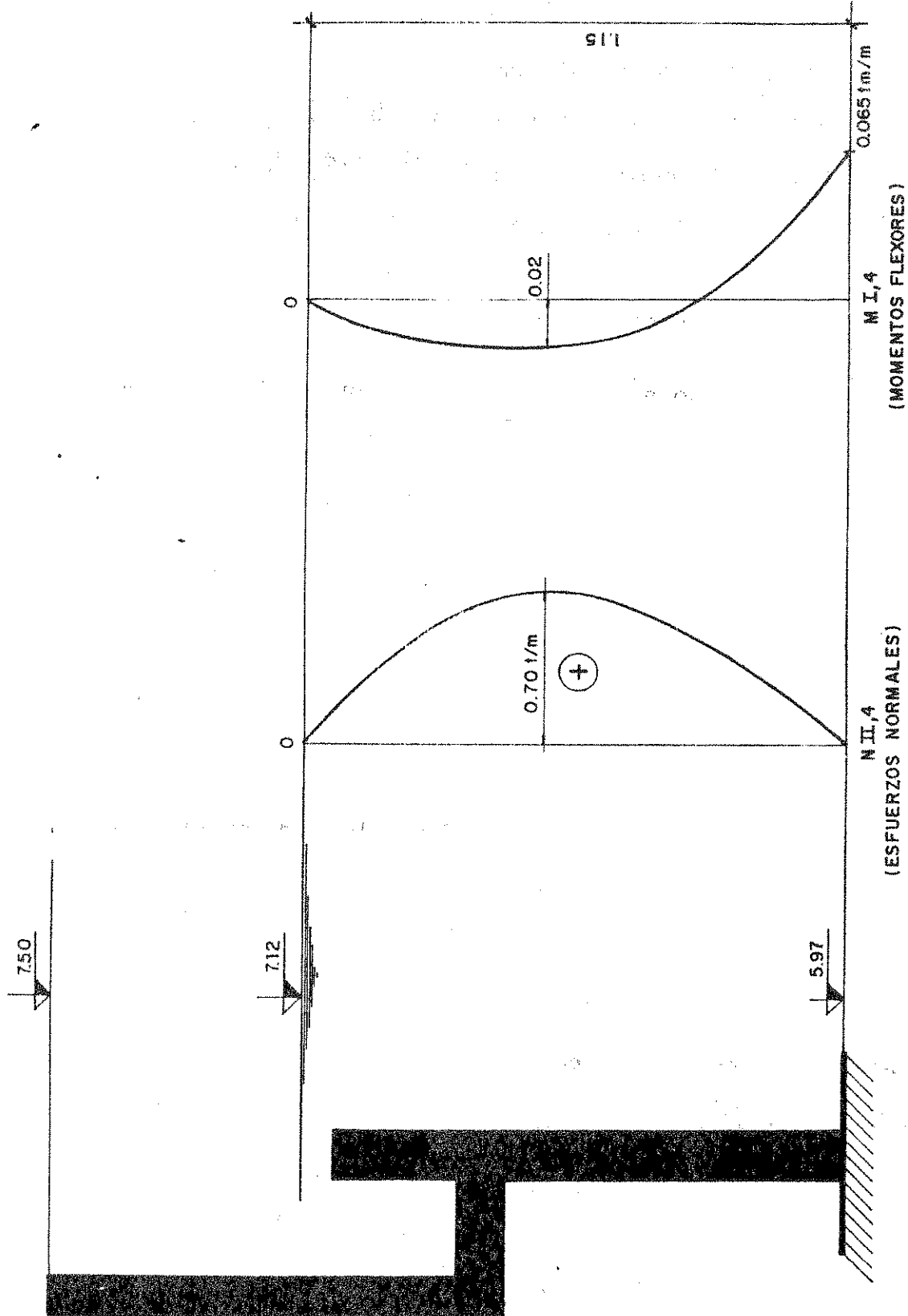


Figura 12.13

Diagrama de solicitaciones

Momento flexor de empotramiento =

$$= 0,32 \text{ t/m} * 0,335 \text{ m} + 0,10 \text{ t/m} * 0,175 \text{ m} = 0,13 \text{ tm/m}$$

Esfuerzo normal de compresión en pared cilíndrica =

(a nivel inferior de losa de fondo del canal de descarga)

$$= - (2,4 \text{ t/m}^3 * 0,15 \text{ m} * 0,45 \text{ m} + 0,32 \text{ t/m} + 0,10 \text{ t/m}) =$$
$$= - 0,6 \text{ t/m}$$

A.4) Esfuerzos de flexión en la unión con la lámina tronco-cónica

Utilizando el gráfico de la figura 12.2 se obtiene, con $k = 2,68$:

$$m_{I,4} = 0,18$$

$$M_{I,4} = m_{I,4} * r_W * r * h * e_0 =$$

$$= 0,18 * 1 \text{ t/m}^3 * 2,075 \text{ m} * 1,15 \text{ m} * 0,15 \text{ m} = 0,07 \text{ tm/m}$$

Esfuerzo normal de compresión en la pared cilíndrica =

$$= - (2,4 \text{ t/m}^3 * 0,15 \text{ m} * 1,15 \text{ m} + 0,32 \text{ t/m} + 0,10 \text{ t/m}) =$$
$$= - 0,9 \text{ t/m}$$

B) Dimensionamiento

La calidad de los materiales adoptados es la siguiente:

HORMIGON CLASE H21 ($\sigma'_{bk} = 210 \text{ kgf/cm}^2$)

ACERO ADN 420 ($\beta_s = 4200 \text{ kgf/cm}^2$)

B.1) Armadura anular de tracción

$$A_{sm\acute{a}x} = 1,75 * N_{II,4} / \beta_s = 1,75 * 0,7 \text{ t/m} / 4,2 \text{ t/cm}^2 =$$
$$= 0,29 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta como armadura mínima 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm^2/m) en cada cara.

Control de fisuración

No se lleva a cabo por haberse obtenido esfuerzos de tracción muy reducidos.

B.2) Verificación a compresión simple

$$\begin{aligned}\mu_C &= (A_b * B_R + A_s * B_s) / N_{II,1} = \\ &= (0,15 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1750 \text{ t/m}^2 + 6,66 \text{ cm}^2/\text{m} * 4,2 \text{ t/cm}^2) / 1,5 = \\ &= 194 \gg 2,1\end{aligned}$$

B.3) Armadura de flexión en intersección con canal de descarga

$$\begin{aligned}\text{Armadura en fondo del canal de descarga} &= \\ &= 0,13 \text{ tm/m} / 0,97 * 0,09 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2 = 0,62 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \text{Se adopta } 1 \phi 8 \text{ c/15 } (3,33 \text{ cm}^2/\text{m}) &\text{ como armadura mínima.}\end{aligned}$$

B.4) Armadura vertical en intersección con canal de descarga

$$\begin{aligned}M_s &= 0,6 \text{ t/m} * 0,045 \text{ m} + 0,13 \text{ tm/m} = 0,16 \text{ tm/m} \\ A_s &= (0,15 \text{ tm/m} / 0,97 * 0,12 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2) - \\ &\quad - (0,6 \text{ t/m} / 2,4 \text{ t/cm}^2) = 0,31 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \text{Se adopta } 1 \phi 8 \text{ c/20 } (2,5 \text{ cm}^2/\text{m}).\end{aligned}$$

B.5) Armadura de flexión en la sección de unión entre láminas cilíndrica y tronco-cónica

Armadura vertical

$$\begin{aligned}M_s &= 0,9 \text{ t/m} * 0,045 \text{ m} + 0,07 \text{ tm/m} = 0,11 \text{ tm/m} \\ A_s &= 0,11 \text{ tm/m} / 0,97 * 0,12 \text{ m} * 2,4 \text{ t/cm}^2 - 0,9 \text{ t/m} / 2,4 \text{ t/cm}^2 \\ &= 0,02 \text{ cm}^2/\text{m} \\ \text{Se adopta } 1 \phi 8 \text{ c/20 } (2,5 \text{ cm}^2/\text{m}).\end{aligned}$$

12.11.2.6.- Pared Exterior del Canal de Descarga. Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

A.1) Esfuerzo anular de tracción

$$\begin{aligned}\text{Esfuerzo máximo debido a la presión hidrostática interior} &= \\ &= N_{II,4} = p_4 * (D_0 + e_0) / 2 = 0,42 \text{ t/m}^2 * (4,7 \text{ m} + 0,12) / 2 = \\ &= 1,01 \text{ t/m}\end{aligned}$$

A.2) Esfuerzo anular de compresión

$$\begin{aligned}\text{Esfuerzo máximo debido al empuje del suelo} &= N_{II,1} = \\ &= - p_1 * (D_0 + e_0) / 2 = - 0,7 \text{ t/m}^2 * 4,82 \text{ m} / 2 = \\ &= - 1,7 \text{ t/m}\end{aligned}$$

B) Dimensionamiento

B.1) Armadura anular de tracción

$$\begin{aligned}A_{sm\acute{a}x} &= 1,75 * N_{II,4} / \beta_s = 1,75 * 1,01 \text{ t/m} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = \\ &= 0,42 \text{ cm}^2/\text{m}\end{aligned}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/20 en cada cara (5,0 cm²/m)

B.2) Verificación a compresión simple

$$\begin{aligned}\mu_c &= (A_b * \beta_R + A_s * \beta_s) / N_{II,1} = \\ &= (0,12 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1.750 \text{ t/m}^2 + 5,0 \text{ cm}^2/\text{m} * 4,2 \text{ t/cm}^2) / \\ & / 1,7 \text{ t/m} = 136 >> 2,1\end{aligned}$$

B.3) Armadura vertical

Se adopta 1 ϕ 8 c/20 en cada cara.

12.11.2.7.- Pared Tronco-Cónica. Cálculo de Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

De acuerdo con las hipótesis de partida empleadas para calcular las sollicitaciones en la pared cilíndrica y habida cuenta de los bajos esfuerzos que se obtuvieron, se considera en este caso que las presiones debidas al líquido contenido se transmiten directamente al terreno a través de las paredes de manera que, prácticamente, no existen sollicitaciones. Del mismo modo, si se tienen presentes los reducidos valores de las tensiones de compresión en el hormigón producidas por el empuje del suelo que rodea al recipiente, así como la reducción de ordenadas que presenta el diagrama de empujes, a la que debe sumarse la que corresponde a la inclinación de la pared del depósito, puede concluirse que la colocación de armaduras mínimas es suficiente para satisfacer los requerimientos.

B) Dimensionamiento

De acuerdo con lo expresado en el apartado anterior, se adoptan armaduras mínimas:

B.1) Armadura anular

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 en cada cara.

B.2) Armadura en la dirección de las generatrices

Previendo que pudiesen desarrollarse esfuerzos de compresión en esta dirección, se adopta como armadura mínima la correspondiente a tabiques armados:

$$A_s = 0,0025 * 15 \text{ cm} * 100 \text{ cm/m} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (en cada cara)}$$

Se coloca 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm^2/m) en cada cara.

12.11.3.- TANQUE IMHOFF

12.11.3.1.- Generalidades

Se trata de un recipiente de planta rectangular, de 22,48 m de largo, 11,34 m de ancho y 9,79 m de altura, de los cuales 6,19 m se ubican por debajo del N.T.N., por lo que el coronamiento del mismo se eleva 3,60 m por encima de dicho nivel de referencia.

Desde el punto de vista de su composición geométrica pueden distinguirse dos zonas: una superior, de forma prismática, de 22,08 m por 10,94 m en planta entre paramentos interiores y de 7,55 m de altura, y otra inferior constituida por ocho troncos de pirámide, de 5,37 m por 5,37 m interiores de base mayor, 0,60 m por 0,60 m también interiores de base menor, y de 2,24 m de altura.

El volumen interno del recipiente se halla dividido, por medio de un tabique longitudinal y tres transversales, en ocho compartimientos de 5,37 m por 5,37 m interiores en planta, en la zona prismática.

Los tabiques divisorios no alcanzan el nivel de coronamiento del recipiente; el longitudinal remata 3,90 m antes, mientras que los transversales lo hacen con un borde tipo "diente de sierra", que surge de su intersección con cuatro canales (de dirección longitudinal) que se extienden sobre toda la longitud del depósito, y cuyas paredes se hallan vinculadas por pequeños diafragmas cada 1,85 m, aproximadamente.

A 0,30 m del N.T.N. se ubica una viga perimetral de refuerzo, que constituye un marco cerrado de 50 cm por 30 cm de sección transversal, que sobresale 0,30 m respecto del paramento exterior de las paredes verticales. En los tabiques interiores se repite un refuerzo similar, a la misma profundidad y de 40 cm por 30 cm de sección transversal.

En el coronamiento del recipiente se ubica una pasarela perimetral de 0,80 m de ancho y 0,15 m de espesor, que consta además de un tramo transversal a mitad del recorrido.

El nivel de la napa freática se supone ubicado en el nivel de transición entre la zona prismática y la tronco-piramidal.

Las sobrecargas que pudieran actuar en la superficie del T.N. se estiman adicionando una altura de carga de suelo de 0,50 m, que equivale a unos 900 kg/m².

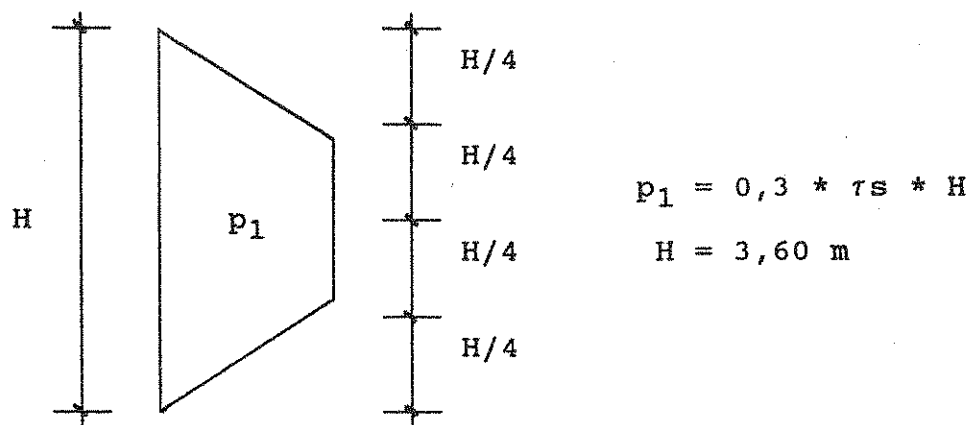
12.11.3.2.- Características Geométricas

Las características geométricas correspondientes pueden verse en las figuras 12.14, 12.15 y 12.16.

12.11.3.3.- Análisis de Cargas

A) Presión del suelo que rodea el recipiente

Se supone que el suelo que rodea el recipiente ha sido clasificado como ARCILLA COMPACTA. En consecuencia, si se tiene presente que la parte superior es prácticamente indesplazable, podrá adoptarse el siguiente diagrama aproximado de empujes:



$$P_1 = 0,3 * 1,8 \text{ t/m}^3 * (3,60 + 0,50) \text{ m} = 2,2 \text{ t/m}^2$$

B) Presión hidrostática exterior

De acuerdo con lo expresado en las generalidades, el nivel freático se ubica en la cota +98,10. Por lo tanto, la máxima ordenada del diagrama de presiones será igual a:

$$P_2 = r_w * h = 1 \text{ t/m}^3 * 2,59 \text{ m} = 2,60 \text{ t/m}^2$$

PLANTA A

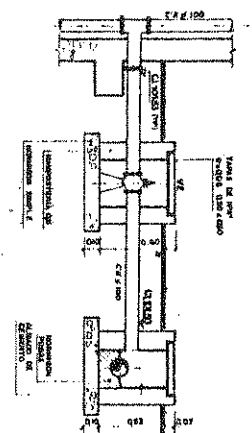
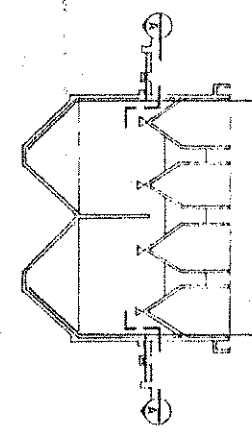
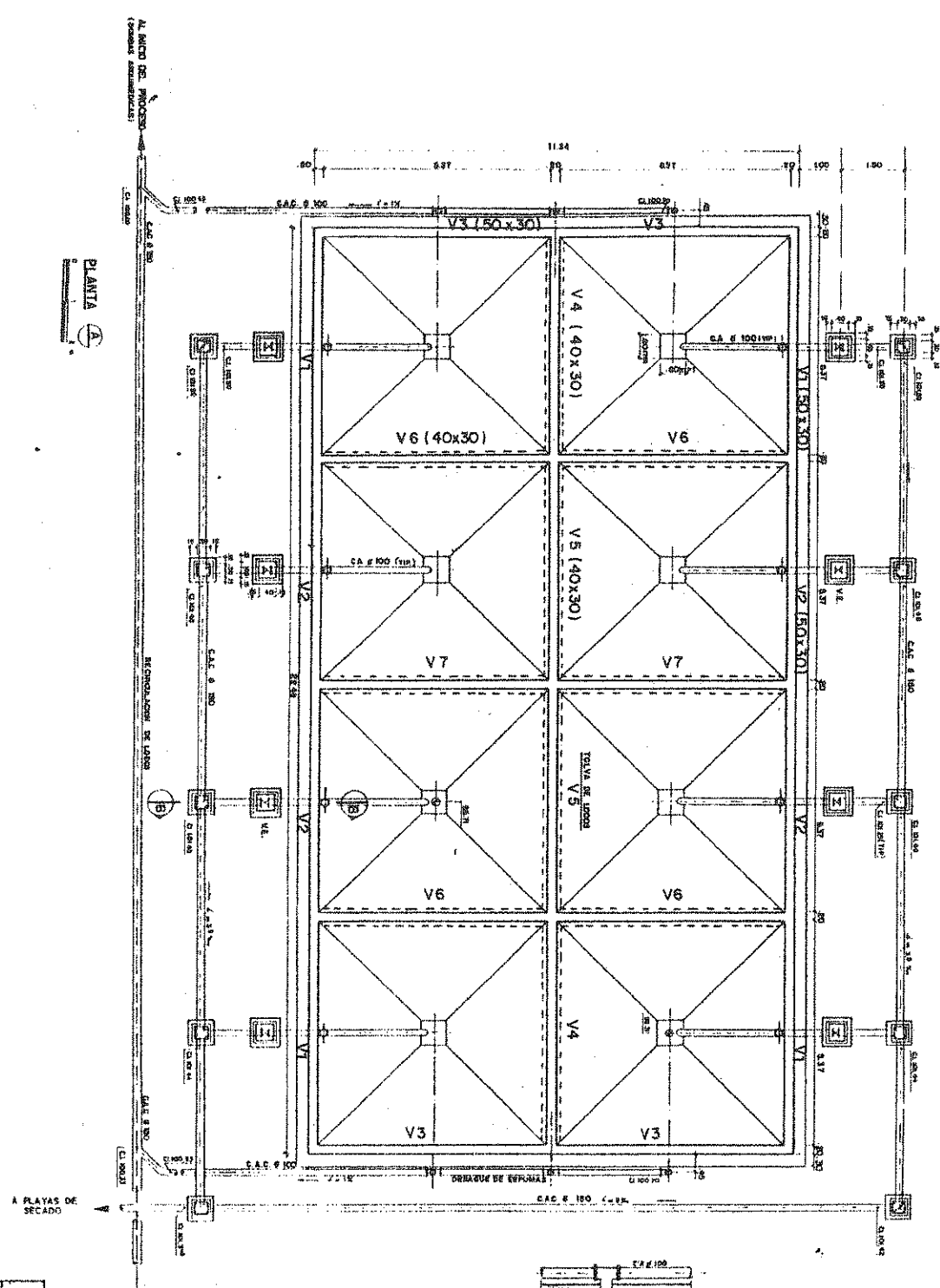


FIGURA 12.15

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS CONSEJO FEDERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	
Elaborado por: C. HERRERA, J. L.	PLAN DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE LA ZONA DE LA LAGUNA DE LA LAGUNA
DISEÑADO POR: J. L. HERRERA	TITULO: SANEAMIENTO TEMA: SANEAMIENTO
DISEÑADO POR: J. L. HERRERA	TITULO: SANEAMIENTO TEMA: SANEAMIENTO

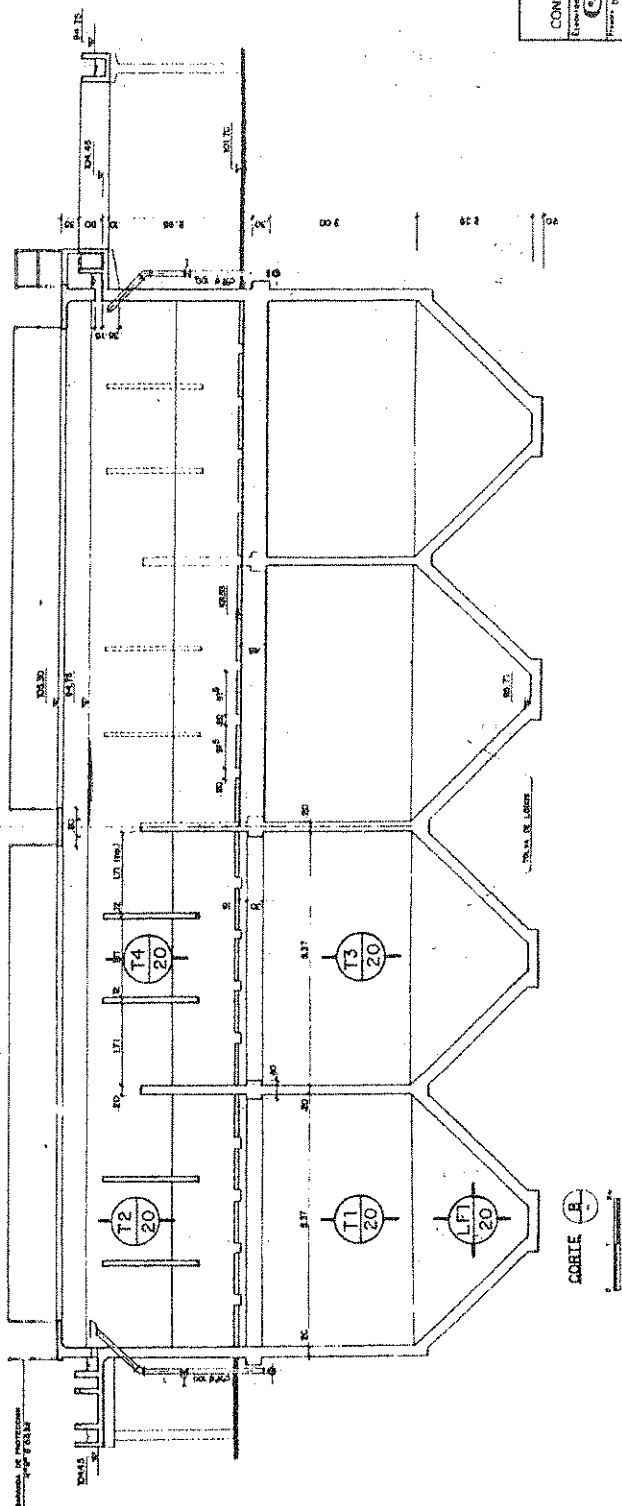


FIGURA 12.16

C) Presión por sobrecargas en la superficie del T.N.

Al tratar las generalidades se ha expresado que las presiones debidas a la acción de sobrecargas actuantes sobre el N.T.N. se estiman considerando una sobrealtura de suelo de 0,50 m; por tanto, si se adopta un peso específico para el suelo igual a $1,8 \text{ t/m}^3$, resulta:

$$p_3 = 1,8 \text{ t/m}^3 * 0,50 \text{ m} = 0,90 \text{ t/m}^2$$

Su influencia ha sido incluida aproximadamente en la determinación de las presiones realizada en el apartado correspondiente al empuje del suelo.

D) Presión hidrostática interior

En la figura 12.16 puede verse que el nivel máximo del pelo de agua es igual a +104,67 m; dado que el nivel de la sección de encuentro entre el sector prismático y el tronco piramidal es +98,10 m y que el del fondo del recipiente es +95,71 m, las intensidades de la presión hidrostática interna p_{41} y p_{42} correspondientes a esas secciones valdrán, respectivamente:

$$p_{41} = 1 \text{ t/m}^3 * (104,67 - 98,10) \text{ m} = 6,60 \text{ t/m}^2$$

$$p_{42} = 1 \text{ t/m}^3 * (104,67 - 95,71) \text{ m} = 9,00 \text{ t/m}^2$$

Los diagramas de empujes correspondientes a los distintos estados de carga se representan en la figuras 12.17 a 12.23, que incluyen esquemas de todos los elementos que componen la estructura.

12.11.3.4.- Verificación de la Estabilidad del Conjunto

A) Verificación al flotamiento

$$\text{Volumen de hormigón total} = 317 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso propio del recipiente} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 317 \text{ m}^3 = 761 \text{ t}$$

$$\text{Volumen de agua desalojada} = 8 * 33 \text{ m}^3 = 264 \text{ m}^3$$

$$\text{Empuje hidrostático} = 1 \text{ t/m}^3 * 264 \text{ m}^3 = 264 \text{ t}$$

Coeficiente de seguridad al flotamiento =

$$\mu_{fl} = \frac{761 \text{ t}}{264 \text{ t}} = 2,9 > 1,5 \quad \text{verifica}$$

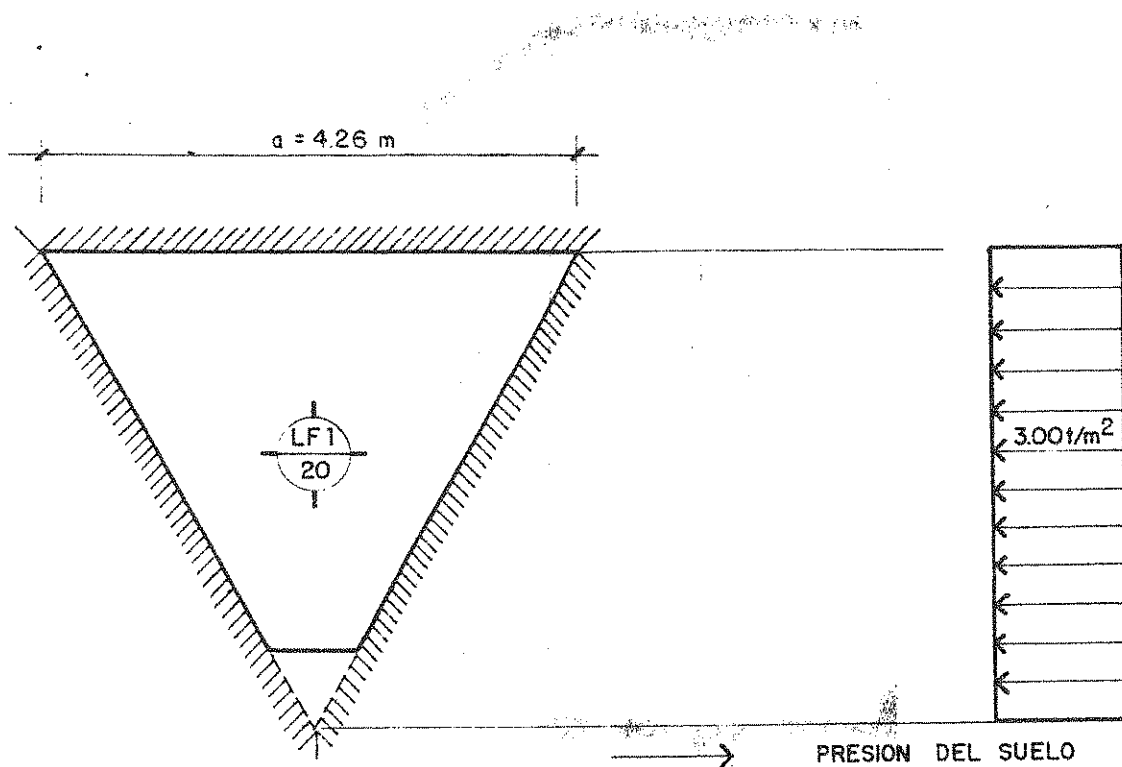


Figura 12.17

Estado de carga del tronco de pirámide

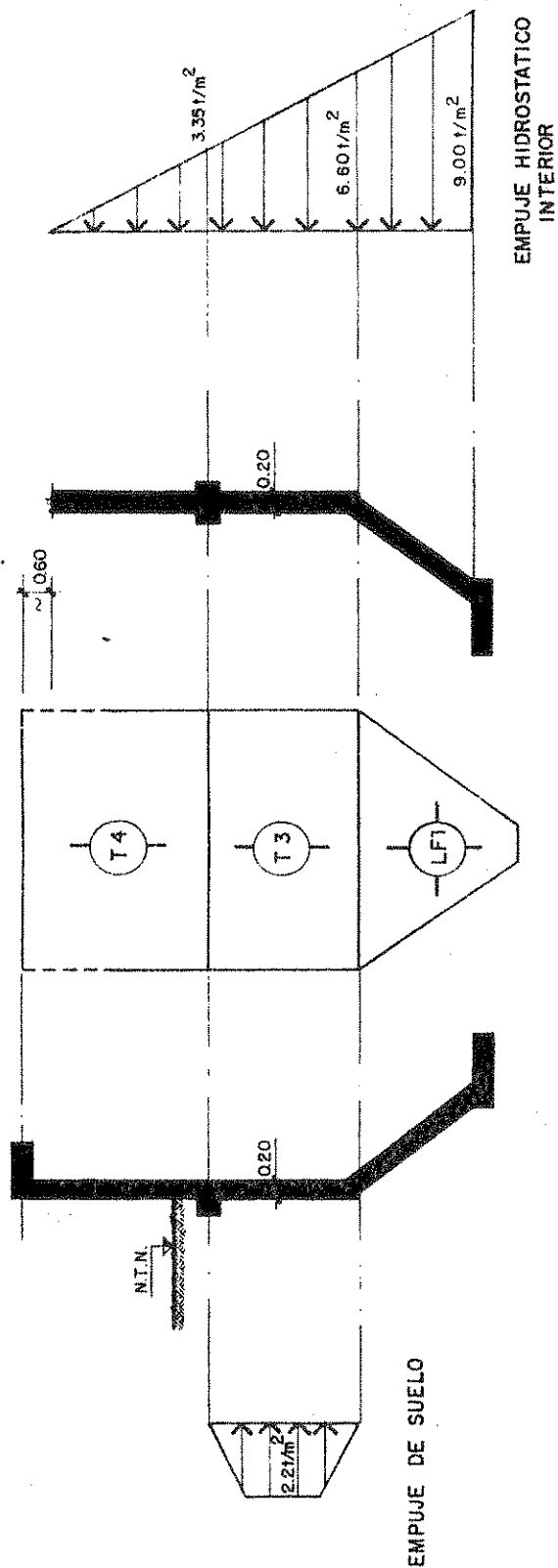


Figura 12.18

Estado de carga de los tabiques T3 / T4

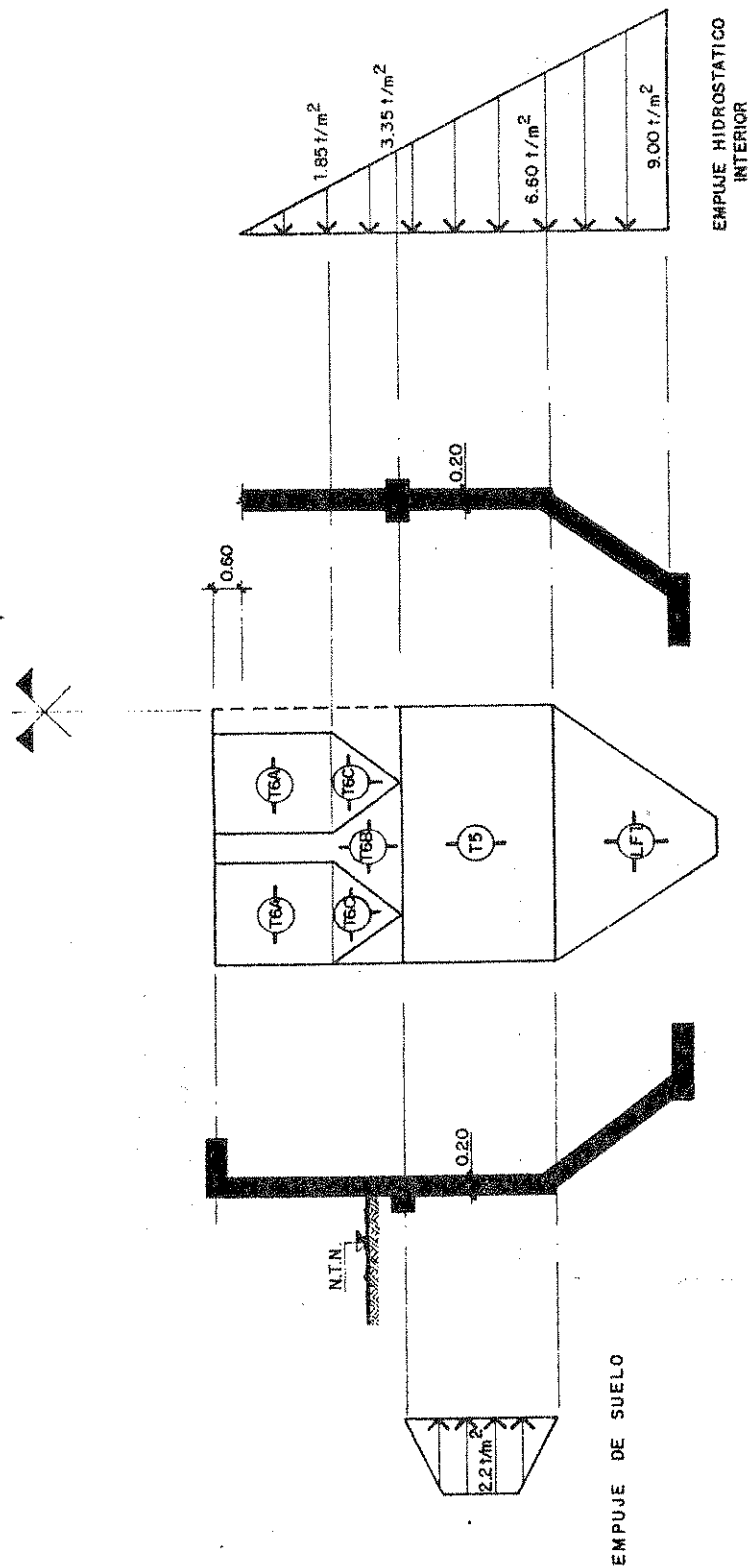


Figura 12.19

Estado de carga de los tabiques T5 / T6

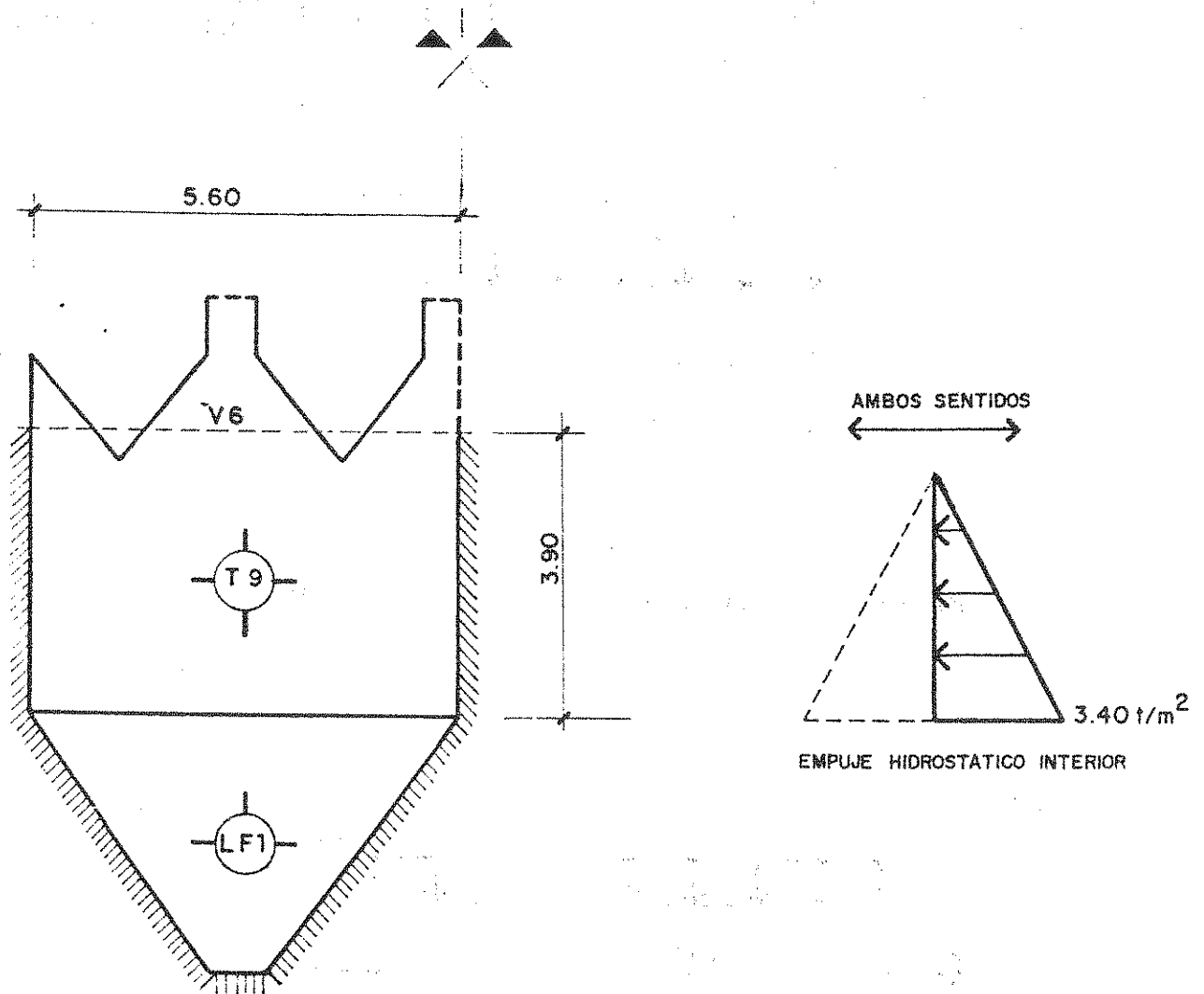
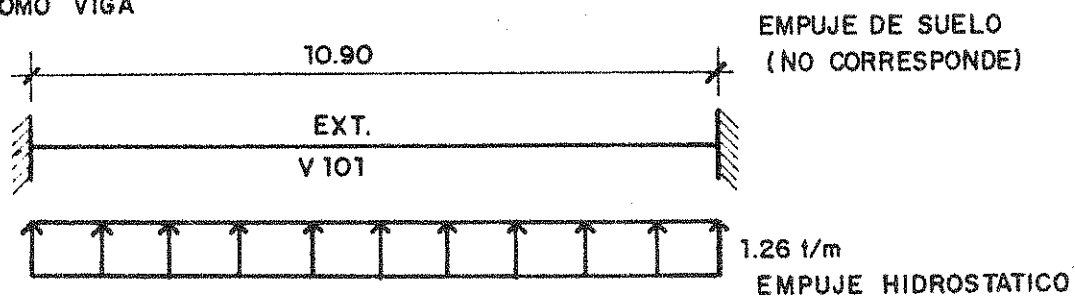


Figura 12.21

Estado de carga de los tabiques T9 / T10

FUNCIONANDO COMO VIGA



FUNCIONANDO COMO PASARELA

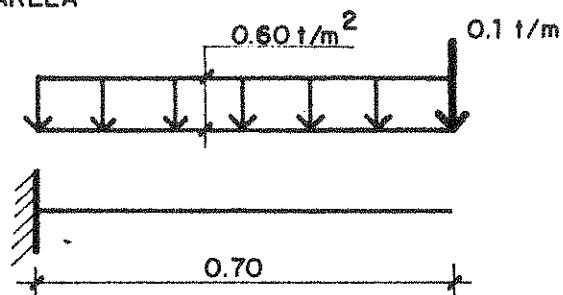


Figura 12.22

Estados de carga de las vigas V101, V102, V103

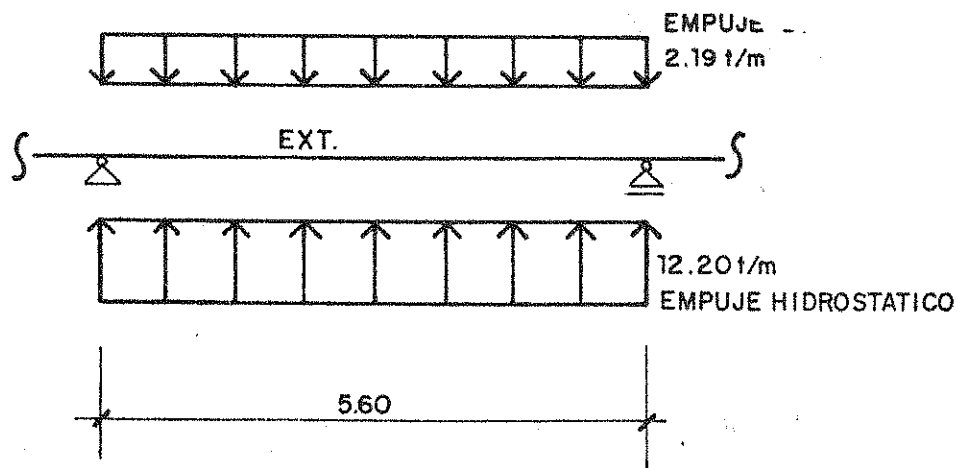


Figura 12.23

Estados de carga de las vigas V1, V2, V3

B) Verificación de las presiones sobre el terreno

Se determina una presión media hallando el cociente entre la carga vertical total (suma del peso propio del recipiente más el peso del líquido almacenado) y el área de la superficie de apoyo proyectada en planta.

$$\text{Volumen de hormigón del recipiente} = 317 \text{ m}^3$$

$$(\text{Volumen tolvas} = 65 \text{ m}^3)$$

$$(\text{Volumen restante} = 252 \text{ m}^3)$$

$$\text{Peso del recipiente} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 317 \text{ m}^3 = 761 \text{ t}$$

$$\text{Volumen del líquido contenido} = 1.722 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del líquido contenido} = 1 \text{ t/m}^3 * 1722 \text{ m}^3 = 1.722 \text{ t}$$

$$\text{Peso total transmitido} = (761 + 1.722) \text{ t} = 2.483 \text{ t}$$

$$\text{Area de la superficie de apoyo proyectada} = 255 \text{ m}^2$$

$$\text{Presión media sobre el suelo} = \frac{2.483 \text{ t}}{255 \text{ m}^2} = 10 \text{ t/m}^2$$

Esta presión debe ser menor o igual que la admisible.

$$\begin{array}{l} \text{Presión media sobre el suelo} \\ \text{debida al peso propio de la} \\ \text{estructura de hormigón} \end{array} = \frac{761 \text{ t}}{255 \text{ m}^2} = 3,0 \text{ t/m}^2$$

12.11.3.5.- Cálculo de Solicitaciones y Dimensionamiento

A) Cálculo de Solicitaciones

A.1) Losas de fondo LF1

Para el cálculo de solicitaciones sólo se considera la reacción del suelo frente a la acción del peso propio de la estructura de hormigón, ya que se supone que la carga del líquido almacenado se transfiere al suelo en forma directa sin producir solicitaciones de flexión en la losa.

$$p = 3,0 \text{ t/m}^2$$

Se emplea como modelo aproximado una losa triangular equilátera de igual área, de 4,26 m de lado.

$$M_{\text{trs}} = 0,0078 * p * a^2 = 0,42 \text{ tm/m} \quad \text{t.i.}$$

$$M_{aps} = 0,0190 * p * a^2 = 1,03 \text{ tm/m} \quad \text{t.e.}$$

Donde:

M_{tr_s} = momento flexor de tramo por presión del suelo

M_{ap_s} = momento flexor de apoyo por presión del suelo

t.i. = tracción en el paramento interior

t.e. = tracción en el paramento exterior.

A.2) Tabiques laterales T1 - T2

Se extienden para este caso los resultados obtenidos para los tabiques T3 - T4.

A.3) Tabiques laterales T3 - T4

Se calculan las solicitaciones considerándolos como losas continuas unidireccionales. Esto es válido porque la relación de luces de la losa T3 es igual a $5,6 \text{ m} / 3,25 \text{ m} = 1,72$ y la losa T4 tiene apoyos transversales solamente en un 60% de su longitud.

Las solicitaciones obtenidas para los estados de carga "Empuje del Suelo que Rodea el Recipiente" y "Empuje Hidrostático Interior" se resumen en la figura 12.24.

* Empuje del Suelo

Tramo T3	m_{y+1}	=	1,26 tm/m	t.i.
Tramo T4	m_{y+1}	=	0,66 tm/m	t.e.
Apoyo T3-T4	m_{y-1}	=	0,66 tm/m	t.e.
Apoyo T3-LF1	m_{y-1}	=	2,26 tm/m	t.e.
Corte máximo	$\text{máx } Q_1$	=	3,17 t/m	

Acción sobre viga V101	R_1	=	0	t/m
Acción sobre vigas V1/V2	R_1	=	2,19 t/m	(hacia el int.)
Acción sobre borde inferior	R_1	=	3,17 t/m	(hacia el int.)

* Empuje Hidrostático Interior

Tramo T3	m_{y+4}	=	2,28 tm/m	t.e.
Tramo T4	m_{y+4}	=	1,46 tm/m	t.e.
Apoyo T3-T4	m_{y-4}	=	3,72 tm/m	t.i.
Apoyo T3-LF1	m_{y-4}	=	4,85 tm/	t.i.
Corte máximo	$\text{máx } Q_4$	=	9,31 t/m	

Acción sobre viga V101	R_4	=	1,26 t/m	(hacia el ext.)
Acción sobre vigas V1/V2	R_4	=	12,20 t/m	(hacia el ext.)
Acción sobre borde inferior	R_4	=	9,31 t/m	(hacia el ext.)

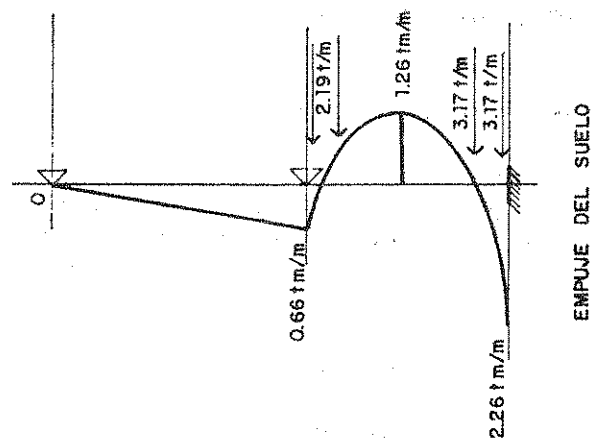
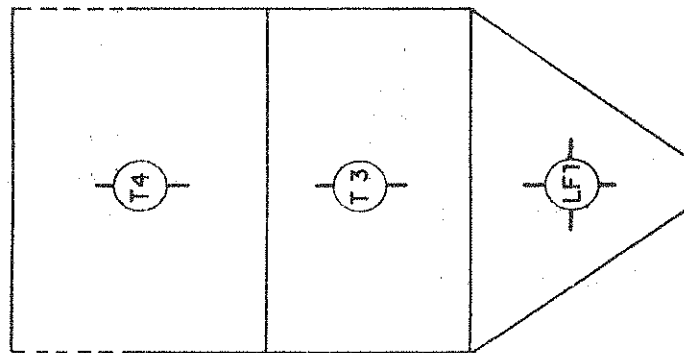
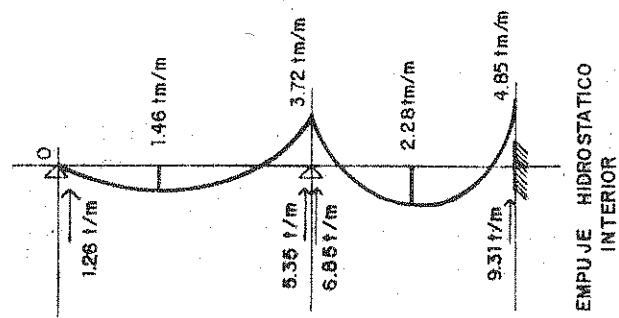


Figura 12.24

T3 - T4 : Solicitaciones

A.4) Tabiques frontales T5 - T6

Las solicitaciones del tabique inferior T5 pueden obtenerse calculándolo como losa unidireccional empotrada, en su borde inferior, en la losa de fondo y en el superior, en el tabique T6, cuya rigidez es mucho mayor debido a las aristas de apoyo que quedan establecidas por la intersección del tabique T6 con los tabiques T11.

Las solicitaciones obtenidas para los estados de carga "Empuje del Suelo que rodea el recipiente" y "Empuje Hidrostático Interior" se resumen en la figura 12.25.

* Empuje del Suelo

Tramo T5	m_{y+1}	=	0,93 tm/m	t.i.
Apoyo T5-T6	m_{y-1}	=	1,72 tm/m	t.e.
Apoyo T5-LF1	m_{y-1}	=	1,72 tm/m	t.e.
Corte máximo	$máx Q_1$	=	2,68 t/m	
Acción sobre viga V102	R_1	=	0 t/m	
Acción sobre vigas V3	R_1	=	2,68 t/m	(hacia el int.)
Acción sobre borde inferior	R_1	=	2,68 t/m	(hacia el int.)

* Empuje Hidrostático Interior

Tramo T5	m_{y+4}	=	2,20 tm/m	t.e.
Tramo T6	m_{y+4}	=	0,57 tm/m	t.e.
Apoyo T5-T6	m_{y-4}	=	4,09 tm/m	t.i.
Apoyo T5-LF1	m_{y-4}	=	4,67 tm/m	t.i.
Corte máximo	$máx Q_4$	=	9,14 t/m	
Acción sobre viga V102	R_4	=	0 t/m	(hacia el ext.)
Acción sobre vigas V3	R_4	=	7,03 t/m	(hacia el ext.)
Acción sobre borde inferior	R_4	=	9,14 t/m	(hacia el ext.)

A.5) Tabiques divisorios longitudinales T7 = T8

Se supone que se hallan sometidos a presión hidrostática interior, en la hipótesis de que de los dos compartimientos ubicados a cada lado de estos tabiques, uno contiene líquido hasta el máximo nivel posible y el restante se halla vacío.

Ordenada máxima del diagrama de presiones: $p = 3,4 \text{ t/m}^2$

Tabla 12.1 de Placas Rectangulares apoyadas en 4 bordes
Carga Triangular tipo 2

$$l_y/l_x = 3,25 / 5,6 = 0,60$$

$$\begin{aligned} m_{y+} &= 0,023 * q * l_y^2 = 0,023 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,25^2 \text{ m}^2 = 0,83 \text{ tm/m} \\ m_{x+} &= 0,011 * q * l_y^2 = 0,011 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,25^2 \text{ m}^2 = 0,40 \text{ tm/m} \\ m_{y-} &= 0,057 * q * l_y^2 = 0,057 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,25^2 \text{ m}^2 = 2,05 \text{ tm/m} \\ m_{x-} &= 0,036 * q * l_y^2 = 0,036 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,25^2 \text{ m}^2 = 1,29 \text{ tm/m} \end{aligned}$$

Ver esquema de solicitaciones en la figura 12.26

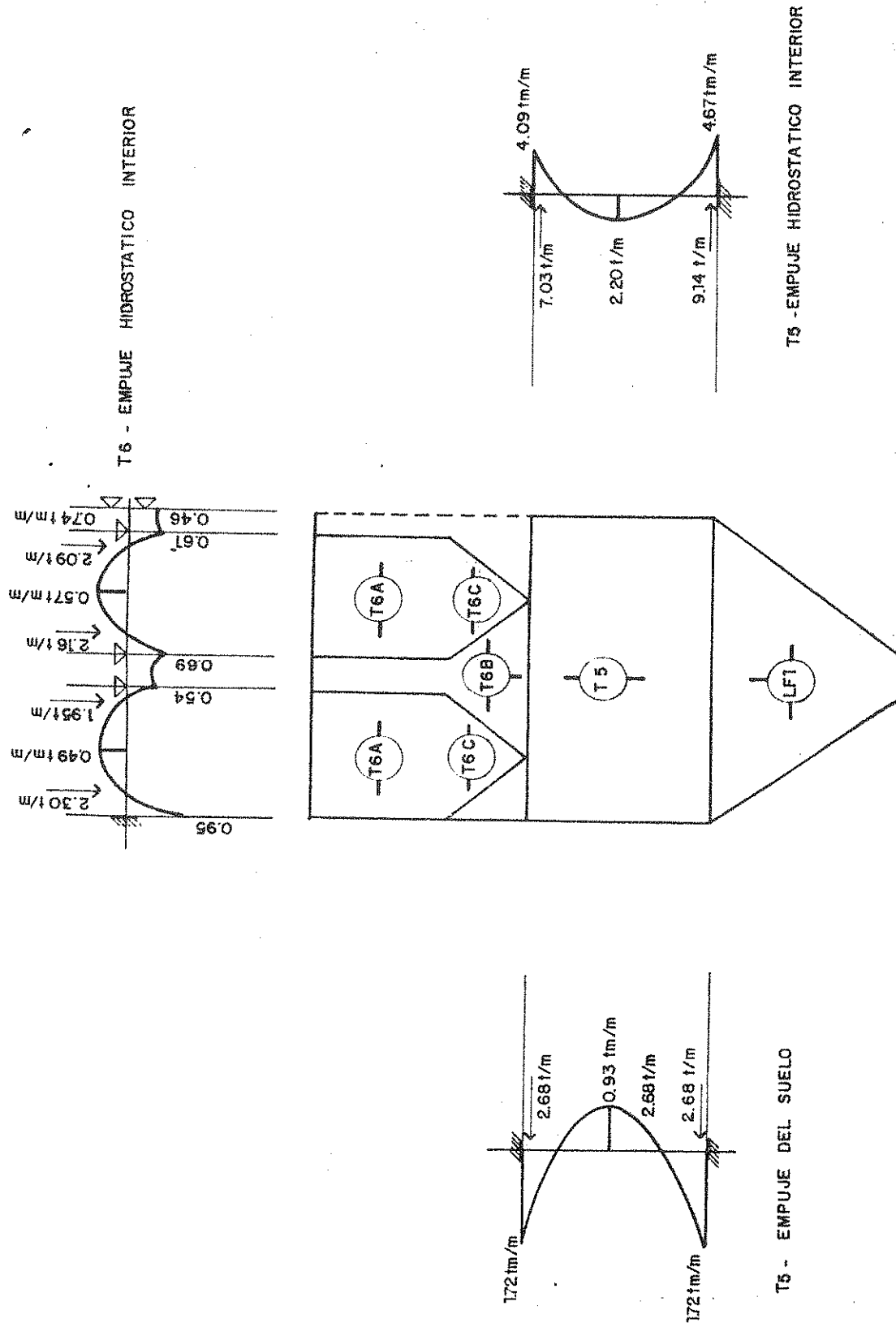


Figura 12.25

T5 - T6 : Solicitaciones

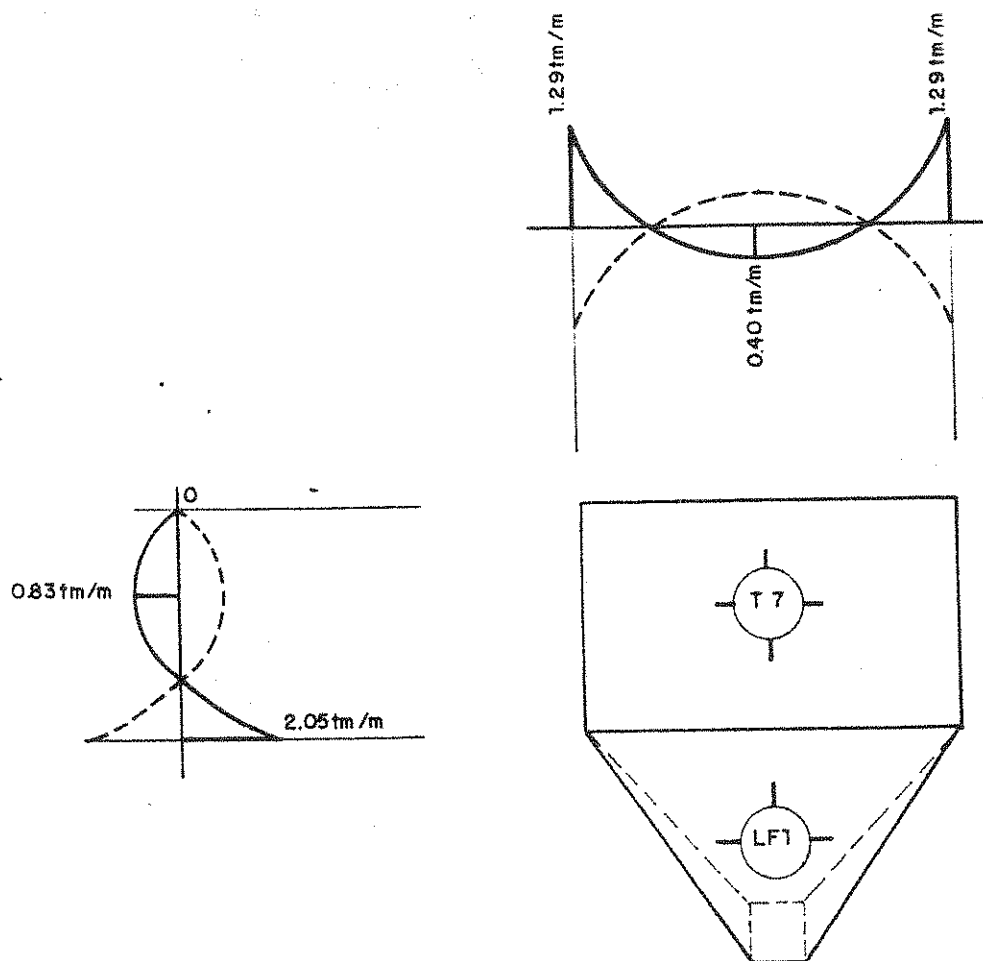


Figura 12.26

T7 = T8 : Solicitaciones

A.6) Tabiques divisorios transversales T9 = T10

Ordenada máxima del diagrama de presiones: $p = 3,4 \text{ t/m}^2$

Tabla 12.1 de Placas Rectangulares apoyadas en 4 bordes Carga Triangular tipo 2

$$l_y/l_x = 3,9 / 5,6 = 0,70$$

$$\begin{aligned}
 m_{y+} &= 0,020 * q * l y^2 = 0,020 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,9^2 \text{ m}^2 = 1,03 \text{ tm/m} \\
 m_{x+} &= 0,012 * q * l y^2 = 0,012 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,9^2 \text{ m}^2 = 0,62 \text{ tm/m} \\
 m_{y-} &= 0,051 * q * l y^2 = 0,051 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,9^2 \text{ m}^2 = 2,64 \text{ tm/m} \\
 m_{x-} &= 0,035 * q * l y^2 = 0,035 * 3,4 \text{ t/m}^2 * 3,9^2 \text{ m}^2 = 1,81 \text{ tm/m}
 \end{aligned}$$

Ver esquema de solicitaciones de la figura 12.27

A.7) Tabiques longitudinales T11

Carecen de solicitaciones de importancia.

A.8) Marco superior V101 - V102 - V103

Teniendo en cuenta la gran rigidez de las vigas V102 y V103 por su vinculación con los tabiques T11, se adopta como modelo de cálculo para la acción de las cargas horizontales una viga doblemente empotrada de 10,9 m de luz. Para el funcionamiento como pasarela se la calcula como losa en ménsula empotrada en los tabiques perimetrales. Cargas y solicitaciones se resumen en las figuras 12.22 y 12.28 respectivamente.

* Empuje del Suelo

Del Apartado a.3) se obtiene que la acción sobre la viga es nula.

* Empuje Hidrostático Interior

En este caso se obtiene:

$$\begin{aligned}
 q &= 1,26 \text{ t/m} \\
 M_{tr4} &= q * l^2 / 17 = 8,8 \text{ tm} \quad \text{t.e.} \\
 M_{ap4, \text{ eje de viga}} &= q * l^2 / 12 = 12,5 \text{ tm} \quad \text{t.i.} \\
 M_{ap4, \text{ borde de apoyo}} &= 9,9 \text{ tm} \quad \text{t.i.} \\
 \text{máx } Q_4 &= q * l / 2 = 6,87 \text{ t}
 \end{aligned}$$

Donde:

M_{tr} = máximo momento flexor de tramo

M_{ap} = máximo momento flexor de apoyo

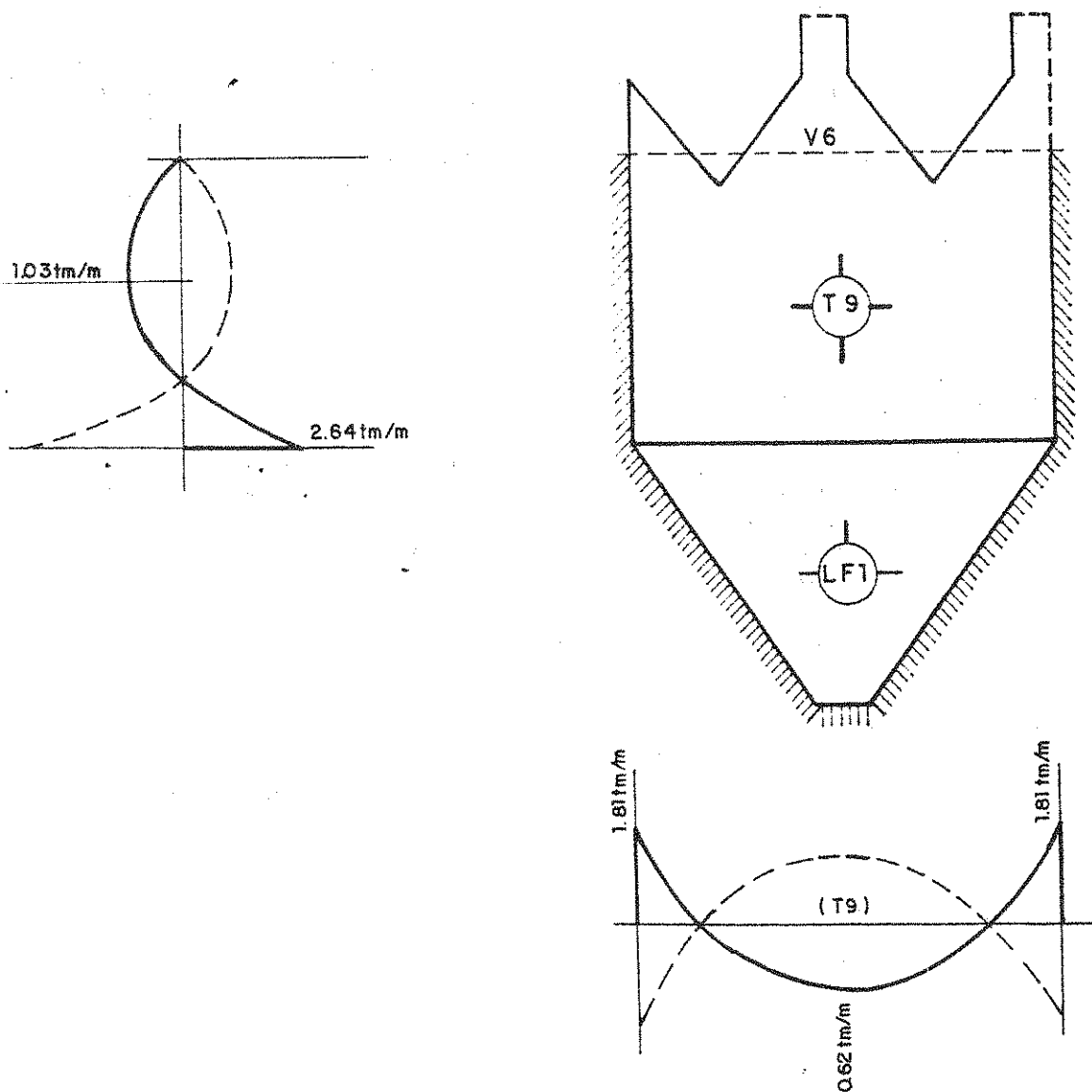


Figura 12.27

T9 = T10 : Solicitaciones

Funcionamiento como pasarela

Carga superficial = $g + p = 0,40 \text{ t/m}^2 + 0,20 \text{ t/m}^2 = 0,60 \text{ t/m}^2$

Carga lineal en el borde libre = peso de baranda = $0,1 \text{ t/m}$

$Map = q * l^2 / 2 + P * l =$

$= 0,60 \text{ t/m}^2 * (0,70 \text{ m})^2 / 2 + 0,1 \text{ t/m} * 0,70 \text{ m} = 0,22 \text{ tm/m}$

(tracción superior).

A.9) Marco intermedio V1 - V2 - V3

Las solicitaciones se determinan para un tramo intermedio de viga continua de gran número de tramos, con 5,60 m de luz. Cargas y solicitaciones se resumen en las figuras 12.23 y 12.29 respectivamente.

* Empuje del Suelo

Del Apartado a.3) se obtiene que la acción sobre la viga es igual a 2,19 t/m.

$$q = 2,19 \text{ t/m}$$

$$M_{tr1} = q * l^2 / 17 = 4,04 \text{ tm} \quad \text{t.i.}$$

$$M_{ap1, \text{ eje de viga}} = q * l^2 / 12 = 5,72 \text{ tm} \quad \text{t.e.}$$

$$\text{máx } Q_1 = q * l / 2 = 6,13 \text{ t}$$

* Empuje Hidrostático Interior

En este caso se obtiene:

$$q = 12,20 \text{ t/m}$$

$$M_{tr4} = q * l^2 / 17 = 22,5 \text{ tm} \quad \text{t.e.}$$

$$M_{ap4, \text{ eje de viga}} = q * l^2 / 12 = 31,9 \text{ tm} \quad \text{t.i.}$$

$$M_{ap4, \text{ borde de apoyo}} = 25,3 \text{ tm} \quad \text{t.i.}$$

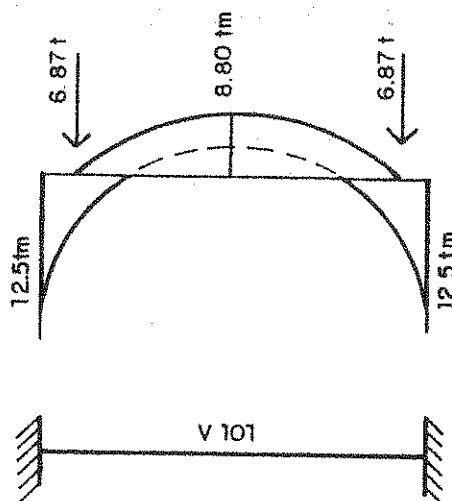
$$\text{máx } Q_4, \text{ eje de apoyo} = q * l / 2 = 34,16 \text{ t}$$

$$Q_{dim, 0,5h \text{ borde apoyo}} = 29,89 \text{ t}$$

A.10) Vigas Interiores V4 - V5 - V6 - V7

Dado que las solicitaciones de flexión no son importantes, se dimensionarán para absorber los esfuerzos de tracción originados por la descarga de las vigas V1, V2 y V3.

FUNCIONANDO COMO VIGA



FUNCIONANDO COMO PASARELA

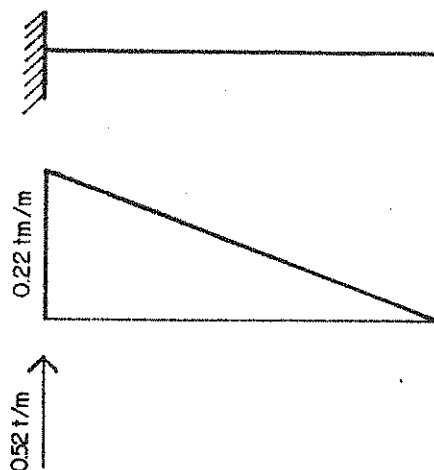
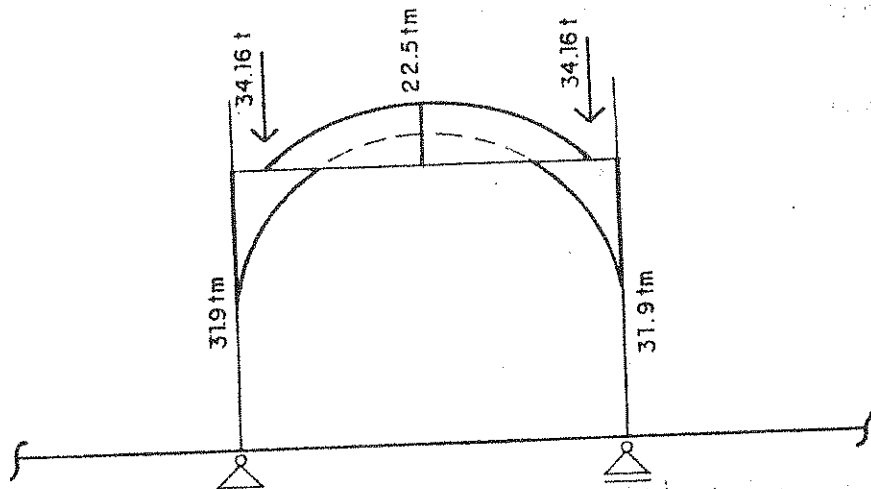
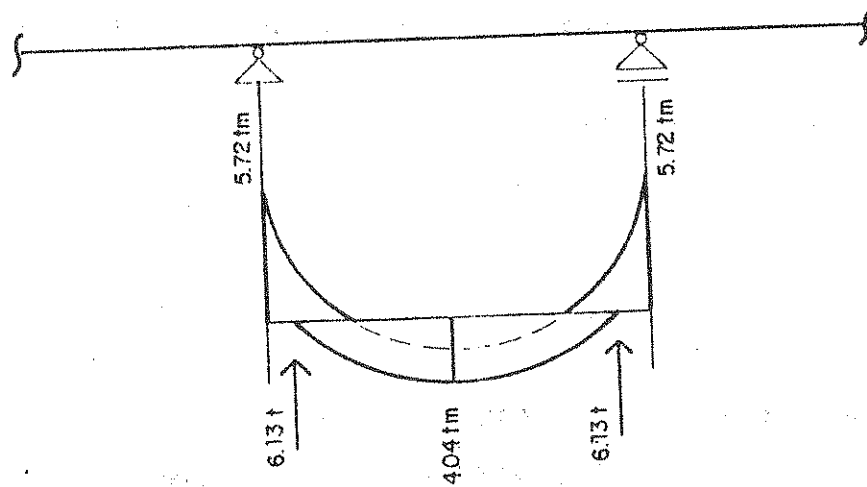


Figura 12.28

V101, V102, V103 : Solicitaciones

EMPUJE DE SUELO



EMPUJE HIDROSTATICO
INTERIOR

Figura 12.29

V1, V2, V3 : Solicitaciones

* Empuje del Suelo

No tiene mayor importancia ya que produce esfuerzos de compresión.

* Empuje Hidrostático Interior

En este caso se obtiene:

$$q = 12,20 \text{ t/m}$$

$$N = + (12,20 \text{ t/m} * 5,60 \text{ m}) = + 68,3 \text{ t}$$

A.11) Aristas de unión entre tabiques y tolvas

Se desprecia la flexión secundaria que se produce en los bordes de unión para el traspaso de las cargas de los tabiques a las aristas de las tolvas, considerándose únicamente los esfuerzos axiales de tracción que se desarrollan en ellas al establecer el equilibrio general de fuerzas en el fondo.

Este criterio resulta conservador ya que implica considerar que el recipiente se encuentra apoyado sobre el terreno solamente en los vértices de las tolvas.

Cargas verticales

$$\begin{aligned} \text{Peso de la estructura ubicada por encima del nivel } +98,10 \text{ s} &= \\ &= 2,4 \text{ t/m}^3 * 252 \text{ m}^3 = 605 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{Número de tolvas} = 8$$

Carga vertical por tolva

$$V_t = 605 \text{ t} / 8 \text{ tolvas} = 76 \text{ t} / \text{tolva}$$

Carga vertical en un Nudo de Esquina:

$$V_e = 0,25 * V_t = 0,25 * 76 \text{ t} = 19 \text{ t}$$

Carga vertical en un Nudo de Borde:

$$V_b = 0,50 * V_t = 0,50 * 76 \text{ t} = 38 \text{ t}$$

Esfuerzo de tracción en las aristas de los bordes:

$$T_e = 0,707 * 19 \text{ t} = 13,5 \text{ t}$$

Esfuerzo de tracción en las aristas centrales:

$$T_b = 38 \text{ t}$$

Cargas horizontales

Empuje Hidrostático sobre el borde inferior = 9,31 t/m
(Apartado a.3)

Esfuerzo de tracción en las aristas de los bordes:

$$T_e = 9,31 \text{ t/m} * 5,60 \text{ m} / 2 = 26,1 \text{ t}$$

Esfuerzo de tracción en las aristas centrales:

$$T_b = 9,31 \text{ t/m} * 5,60 \text{ m} = 52,1 \text{ t}$$

$$\text{Esfuerzos totales en aristas de borde} = 13,5 + 26,1 = 39,6 \text{ t}$$

$$\text{Esfuerzos totales en aristas centrales} = 38,0 + 52,1 = 90,1 \text{ t}$$

A.12) Esfuerzos de flexión en la unión con el canal perimetral de descarga

$$\text{Volumen del canal perimetral de descarga} = 0,14 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso del canal perimetral de descarga} &= 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,14 \text{ m}^3/\text{m} = \\ &= 0,32 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso del agua contenida en el canal de descarga} &= \\ &= 1 \text{ t/m}^3 * 0,40 \text{ m} * 0,23 \text{ m} = 0,10 \text{ t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momento flexor de empotramiento} &= \\ &= 0,32 \text{ t/m} * 0,36 \text{ m} + 0,10 \text{ t/m} * 0,25 \text{ m} = 0,14 \text{ tm/m} \end{aligned}$$

B) Dimensionamiento

La calidad de los materiales adoptados es la siguiente:

HORMIGON CLASE H21 ($\sigma'_{bk} = 210 \text{ kgf/cm}^2$)

ACERO ADN 420 ($\beta_s = 4200 \text{ kgf/cm}^2$)

B.1) Losas de Fondo LF1 (e = 20 cm)

Armadura de Tramo

$$A_{S+} = 0,43 * 0,42 / 0,17 = 1,06 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara interna})$$

Se adopta como armadura mínima 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m) en cada dirección y en cada cara.

Armadura de Apoyo

$$A_{S-} = 0,44 * 1,03 / 0,17 = 2,67 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara externa})$$

Esta armadura se cubre holgadamente con la que es necesario colocar para absorber el momento flexor en la unión entre el tabique lateral T3 y la losa de fondo LF1 calculado en el apartado a.3) ($m_{y-1} = 2,26 \text{ tm/m}$).

B.2) Tabiques laterales T1 - T2 ($e = 20 \text{ cm}$)

Se extienden para este caso los resultados obtenidos para los tabiques T3 - T4.

B.3) Tabiques laterales T3 - T4 ($e = 20 \text{ cm}$)

* Empuje del Suelo

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T3

$$A_{sy+} = 0,44 * 1,26 / 0,17 = 3,26 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara interna)}$$

$$\text{Se adopta } 1 \phi 8 \text{ c/15 } (3,33 \text{ cm}^2/\text{m})$$

$$(3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = 0,17\% A_b > \text{mín } A_s = 0,125 A_b).$$

Armadura Horizontal para el tabique T3

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar, también en este caso, $1 \phi 8 \text{ c/15}$ (cara interna).

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T4

Teóricamente no es necesaria ya que para este estado de carga la cara traccionada es la externa. De todos modos, se prolonga en este tramo la armadura adoptada para el tabique T3 ($1 \phi 8 \text{ c/15}$, cara interna).

Armadura Horizontal para el tabique T4

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar, también en este caso, $1 \phi 8 \text{ c/15}$ (cara interna).

Armadura de Apoyo T3 - T4 (vertical)

$$A_{sy-} = 0,44 * 0,66 / 0,17 = 1,71 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara externa)}$$

Se cubre con la armadura de tramo correspondiente al caso de Empuje Hidrostático.

Armadura de Apoyo T3 - LF1 (vertical).

$$A_{sy-} = 0,45 * 2,26 / 0,17 = 5,98 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara externa)}$$

Se cubre con la armadura de tramo del tabique T3 correspondiente al caso de Empuje Hidrostático Interior y con la prolongación de la armadura de la losa de fondo ubicada en la cara externa.

*** Empuje Hidrostático Interior**

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T3

$$A_{sy+} = 0,45 * 2,28 / 0,17 = 6,04 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara externa})$$

Se adopta 1 ϕ 10 c/30 + 1 ϕ 12 c/30 alternados (6,38 cm²/m)

Armadura Horizontal para el tabique T3

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar, también en este caso, 1 ϕ 8 c/15 (cara externa).

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T4

$$A_{sy+} = 0,44 * 1,46 / 0,17 = 3,78 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara externa})$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/30 + 1 ϕ 10 c/30 alternados (4,28 cm²/m).

Armadura Horizontal para el tabique T4

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar, también en este caso, 1 ϕ 8 c/15 (cara externa).

Armadura de Apoyo T3 - T4 (vertical)

$$A_{sy-} = 0,46 * 3,72 / 0,20 = 8,56 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara interna})$$

Dado que se ha empleado como momento flexor de diseño el correspondiente al eje del apoyo, se ha tomado como altura útil la altura total de la sección.

$$\text{Armadura existente} = 1 \phi 8 \text{ c/15} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura adicional} = (8,56 - 3,33) \text{ cm}^2/\text{m} = 5,23 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre colocando 1 ϕ 10 c/15 adic. (5,23 cm²/m)

Armadura de Apoyo T3 - LF1 (vertical)

$$A_{sy-} = 0,46 * 4,85 / 0,20 = 11,16 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara interna})$$

$$\text{Armadura existente} = 1 \phi 8 \text{ c/15} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{de T3})$$

$$\text{Armadura adicional} = (11,16 - 3,33) \text{ cm}^2/\text{m} = 7,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre colocando 1 ϕ 12 c/15 adic. ($7,53 \text{ cm}^2/\text{m}$)

B.4) Tabiques frontales T5 - T6 ($e = 20 \text{ cm}$)

* Empuje del Suelo

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T5

$$A_{sy+} = 0,44 * 0,93 / 0,17 = 2,41 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara interna)}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 ($3,33 \text{ cm}^2/\text{m}$) ($3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = 0,17\% A_b > A_{smín} = 0,125 A_b$).

Armadura Horizontal para el tabique T5

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar, también en este caso 1 ϕ 8 c/15 (cara interna).

Armadura Vertical para el tabique T6

Dado que este tabique transmite las cargas que actúan sobre él en la dirección horizontal, se adopta como armadura vertical 1 ϕ 8 c/15 (cara interna).

Armadura Horizontal de Tramo para el tabique T6

Se adopta la armadura que se ha considerado mínima, dado que por no estar este tabique sometido a empuje del suelo carece de las solicitaciones correspondientes, y las que le transmite el tabique T5 tienen un carácter secundario.

Por lo tanto, se adopta 1 ϕ 8 c/15 (cara interna).

Armadura de Apoyo T5 - T6 (vertical)

$$A_{sy-} = 0,44 * 1,72 / 0,20 = 3,78 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara externa)}$$

Se cubre con la armadura de tramo correspondiente al caso de Empuje Hidrostático.

Armadura de Apoyo T5 - LF1 (vertical)

$$A_{sy-} = 0,44 * 1,72 / 0,20 = 3,78 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ (cara externa)}$$

Se cubre con la armadura de tramo correspondiente al caso de Empuje Hidrostático Interior y con la prolongación de la armadura de la losa de fondo ubicada en la cara externa.

*** Empuje Hidrostático Interior**

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T5

$$A_{Sy+} = 0,45 * 2,20 / 0,17 = 5,82 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara externa})$$

Se adopta 1 ϕ 10 c/30 + 1 ϕ 12 c/30 alternados (6,38 cm²/m)

Armadura Horizontal para el tabique T5

Teniendo en cuenta el problema de la fisuración y la posible pérdida de sección por corrosión, se considera razonable adoptar 1 ϕ 8 c/15 (cara externa).

Armadura Vertical para el tabique T6

Dado que este tabique transmite las cargas que actúan sobre él en la dirección horizontal, se adopta como armadura vertical 1 ϕ 8 c/15 (cara externa).

Armadura Horizontal de Tramo para el tabique T6

$$A_{Sx+} = 0,44 * 0,57 / 0,17 = 1,48 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara externa})$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m)

Armadura de Apoyo T5 - T6 (vertical)

$$A_{Sy-} = 0,46 * 4,09 / 0,20 = 9,41 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara interna})$$

Dado que se ha empleado como momento flexor de diseño el correspondiente al eje del apoyo, se ha tomado como altura útil la altura total de la sección.

$$\text{Armadura existente} = 1 \phi 8 \text{ c/15} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura adicional} = (9,41 - 3,33) \text{ cm}^2/\text{m} = 6,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre colocando 1 ϕ 10 c/30 + 1 ϕ 12 c/30 alternadamente (6,38 cm²/m)

Armadura de Apoyo T5 - LF1 (vertical)

$$A_{Sy-} = 0,46 * 4,67 / 0,20 = 10,74 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\text{cara interna})$$

$$\text{Armadura existente} = 1 \phi 8 \text{ c/15} = 3,33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Armadura adicional} = (10,74 - 3,33) \text{ cm}^2/\text{m} = 7,41 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre colocando 1 ϕ 12 c/15 adic. (7,53 cm²/m)

B.5) Tabiques divisorios longitudinales T7 = T8
(e = 20 cm)

*** Empuje del Suelo**

No existen solicitaciones ya que los tabiques T7 y T8 no están sometidos a este estado de carga.

*** Empuje Hidrostático Interior**

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T7 (= T8)

$$A_{sy+} = 0,44 * 0,83 / 0,17 = 2,15 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m) en ambas caras.

Armadura Horizontal de Tramo para el tabique T7 (= T8)

$$A_{sx+} = 0,43 * 0,40 / 0,16 = 1,08 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m) en ambas caras.

Armadura Vertical de Apoyo para el tabique T7 (= T8)

$$A_{sy-} = 0,44 * 2,05 / 0,20 = 4,51 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre con la prolongación de la armaduras verticales del tramo T7 = T8 y de la losa de fondo LF1:

$$\begin{aligned} \text{Armadura existente} &= 2 * 1 \phi 8 \text{ c/15} = 2 * 3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = \\ &= 6,66 \text{ cm}^2/\text{m} > 4,51 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Apoyo para el tabique T7 (= T8)

$$A_{sx-} = 0,44 * 1,29 / 0,20 = 2,84 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre con la prolongación de la armaduras horizontales del tramo T7 = T8 y del tabique exterior o interior con el que se encuentre.

$$\begin{aligned} \text{Armadura existente mínima} &= 2 * 1 \phi 8 \text{ c/15} = 2 * 3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = \\ &= 6,66 \text{ cm}^2/\text{m} > 2,84 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B.6) Tabiques divisorios transversales T9 = T10
(e = 20 cm)

*** Empuje del Suelo**

No existen solicitaciones ya que los tabiques T9 y T10 no están sometidos a este estado de carga.

*** Empuje Hidrostático Interior**

Armadura Vertical de Tramo para el tabique T9 (= T10)

$$A_{sy+} = 0,44 * 1,03 / 0,17 = 2,67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m) en ambas caras.

Armadura Horizontal de Tramo para el tabique T9 (= T10)

$$A_{sx+} = 0,44 * 0,62 / 0,16 = 1,71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 (3,33 cm²/m) en ambas caras.

Armadura Vertical de Apoyo para el tabique T9 (= T10)

$$A_{sy-} = 0,45 * 2,64 / 0,20 = 5,94 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre con la prolongación de la armaduras verticales del tramo T9 = T10 y de la losa de fondo LF1:

$$\begin{aligned} \text{Armadura existente} &= 2 * 1 \phi 8 \text{ c/15} = 2 * 3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = \\ &= 6,66 \text{ cm}^2/\text{m} > 5,94 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Armadura Horizontal de Apoyo para el tabique T9 (= T10)

$$A_{sx-} = 0,44 * 1,81 / 0,20 = 3,98 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se cubre con la prolongación de la armaduras horizontales del tramo T9 = T10 y del tabique exterior interior con el que se encuentre:

$$\begin{aligned} \text{Armadura existente mínima} &= 2 * 1 \phi 8 \text{ c/15} = 2 * 3,33 \text{ cm}^2/\text{m} = \\ &= 6,66 \text{ cm}^2/\text{m} > 3,98 \text{ cm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

B.7) Tabique longitudinales T11 (e = 12 cm)

Se adopta 1 ϕ 8 c/15 en cada cara y en cada dirección.

B.8) Marco superior V101 - V102 - V103 (80 * 15)

* Empuje del Suelo

No existen solicitaciones.

* Empuje Hidrostático Interior

Armadura de Tramo para V101

$$A_{str} = 0,46 * 8,8 / 0,75 = 5,40 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara externa})$$

Se adoptan 3 ϕ 16 (6,03 cm²)

Armadura de Apoyo para V101

$$A_{sap} = 0,44 * 9,9 / 0,75 = 5,81 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara interna})$$

Se adoptan 3 ϕ 16 (6,03 cm²)

Armadura de Corte para V101

$$\text{máx } \tau = \frac{6870 \text{ kgf}}{15 \text{ cm} * 0,85 * 75 \text{ cm}} = 7,2 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_{012}$$

Por lo tanto, debe colocarse una armadura de corte mínima.

Funcionamiento como pasarela (e = 15 cm)

$$A_{sx-} = 0,43 * 0,22 / 0,12 = 0,79 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta como armadura mínima 1 ϕ 8 c/20 (2,50 cm²/m).

$$(2,50 \text{ cm}^2/\text{m} = 0,17 \% A_b > \text{mín } A_s = 0,125 \% A_b)$$

Armadura de Piel para V101

Se adoptan 3 ϕ 8 en cada cara.

Armadura de Tramo para V102

Se adopta la misma armadura que se determina para la viga V103.

Armadura de Tramo para V103

Esta pieza se halla solicitada a fléxo-tracción, como consecuencia de la descarga en ella de las vigas V101.

Por lo tanto, se tiene:

$$M = 0,50 * 9,9 \text{ tm} = 5,0 \text{ tm}$$

$$N = + (2 * 6,87 \text{ t}) = + 13,8 \text{ t}$$

$$M_s = 5,0 \text{ tm} - 13,8 \text{ t} * 0,35 \text{ m} = 0,2 \text{ tm} = 0$$

$$A_{stot} = 1,75 * 13,8 \text{ t} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = 5,75 \text{ cm}^2$$

Para simplificar la construcción y tener en cuenta el posible desarrollo de solicitaciones secundarias, se adopta una armadura simétrica e igual a la determinada para el caso de la viga V101, o sea:

$$A_s = A'_s = 3 \phi 16$$

$$\text{Estribos} = 1 \phi 8 \text{ c/20}$$

B.9) Marco intermedio V1 - V2 - V3 (50 * 30)

* Empuje del Suelo

Armadura de Tramo

$$A_{str} = 0,45 * 4,04 / 0,45 = 4,04 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara interna})$$

$$\text{Se adoptan } 3 \phi 25 \quad (14,73 \text{ cm}^2)$$

Armadura de Apoyo

$$A_{sap} = 0,45 * 5,72 / 0,50 = 5,15 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara externa})$$

$$\text{Se adoptan } 3 \phi 25 \quad (14,73 \text{ cm}^2)$$

Armadura de Corte

$$\text{máx } \tau = \frac{6130 \text{ kgf}}{30 \text{ cm} * 0,85 * 45 \text{ cm}} = 5,3 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_{012}$$

Por lo tanto, debe colocarse una armadura de corte mínima.

Armadura de Piel

Se adopta 1 ϕ 8 en cada cara.

* Empuje Hidrostático Interior

Armadura de Tramo

$$A_{str} = 0,46 * 22,5 / 0,45 = 23,0 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara externa})$$

Se adoptan 5 ϕ 25 (24,6 cm²)

Armadura de Apoyo

$$A_{sap} = 0,52 * 25,3 / 0,45 = 29,2 \text{ cm}^2 \quad (\text{cara interna})$$

Se adoptan 6 ϕ 25 (29,5 cm²)

Como criterio de armado general se adopta la colocación de 3 ϕ 25 corridos en cada cara, colocando luego 2 ϕ 25 adicionales en la cara externa y 3 ϕ 25 adicionales en la cara interna, para cubrir las secciones de armadura necesarias en el tramo y en el apoyo, respectivamente.

Armadura de Corte

$$\text{máx } \tau = \frac{29\,890 \text{ kgf}}{30 \text{ cm} * 0,85 * 45 \text{ cm}} = 26,0 \text{ kgf/cm}^2 > \tau_{02}$$

Por lo tanto, debe colocarse una armadura de corte que absorba las tensiones tangenciales sin reducción.

Se adoptan estribos de 4 ramas ϕ 10 c/10 en los cuartos de la luz adyacentes a los apoyos, duplicándose la separación en el medio central.

Armadura de Piel

Se adopta 1 ϕ 8 en cada cara.

B.10) Vigas interiores V4 - V5 - V6 - V7 (40 * 30)

* Empuje del Suelo

No corresponde.

* Empuje Hidrostático Interior

Armadura Longitudinal

$$A_{stot} = 1,75 * 68,3 \text{ t} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = 28,5 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 4 ϕ 25 + 4 ϕ 20 (32,2 cm²)

Armadura Transversal

Se adoptan estribos ϕ 8 c/15.

B.11) Aristas de unión entre tabiques y tolvas.

Aristas de borde

$$A_{sto}t = 1,75 * 39,6 \text{ t} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = 16,5 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 8 ϕ 16 (16,1 cm^2)

Aristas centrales

$$A_{sto}t = 1,75 * 90,1 \text{ t} / 4,2 \text{ t/cm}^2 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Se adoptan 20 ϕ 16 (40,2 cm^2)

B.12) Canal perimetral de descarga (e = 10 cm)

$$A_{sx-} = 0,44 * 0,14 / 0,07 = 0,88 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Se adopta, para todas las paredes del Canal de Descarga 1 ϕ 6 c/15 (1,89 cm^2/m).

13.- INSTALACIONES ELECTRICAS

13.- INSTALACIONES ELECTRICAS

13.1.- OBJETO

El objeto de este documento, es darle al Proyectista de la ingeniería eléctrica, lineamientos para la Ejecución del Proyecto de Instalación Eléctrica, elementos de juicio, comentarios y documentos típicos de apoyo, para un adecuado desarrollo de los proyectos de Desagües Cloacales.

13.2.- ALCANCE

El alcance de esta norma es para proyectos de instalaciones eléctricas para plantas de tratamiento de efluentes, estaciones de bombeo y obras auxiliares de poblaciones de hasta 30.000 habitantes.

Se considera que la alimentación es en Baja Tensión 3 * 380/220 V.

En virtud que la mayor potencia demandada para la mayor planta no supera, estimativamente, los 150 kVA, es que se considera que la alimentación es en baja tensión.

De no disponer de ella, se deberá convenir con la prestataria del servicio público de energía eléctrica la provisión de la misma.

No se incluyen dentro de esta norma las instalaciones internas telefónicas o radioeléctricas.

13.3.- PROYECTO

Para la realización del Proyecto de ingeniería eléctrica, deberá desarrollarse primero la ingeniería básica y luego la ingeniería de detalle.

13.3.1.- Ingeniería Básica

La ingeniería básica define los lineamientos generales o ideas básicas del proyecto, siendo los pilares en los que se basará la ingeniería de detalle, para la ejecución de los planos constructivos.

Los documentos a elaborar en la ingeniería básica son: planos, especificaciones técnicas y memorias de cálculo.

En la ingeniería básica se debe definir:

- 1 - El esquema unifilar con determinación de las corrientes nominales, tensiones nominales máxima y mínima y tensiones de servicios auxiliares.

- 2 - Estudio de la red de alimentación con determinación de los niveles de cortocircuito y sistema de protecciones previsto.
- 3 - Definición de los tableros, pupitres y comando locales con su ubicación y las características de los mismos.
- 4 - Definición de los componentes eléctricos, tipo de interruptores, seccionadores, contactores, fusibles, tipos de protección primaria o secundaria, electromecánica o de estado sólido, etc.
- 5 - Definición de las características de los motores y tipo de arranque.
- 6 - Determinación de la sección de los cables de alimentación y el tipo de cableado para comando y control.
- 7 - Ejecución de esquemas funcionales básicos con definición del sistema de operación, comando y control.

La ingeniería básica no es una ingeniería constructiva. Con la documentación elaborada en esta etapa no se puede construir y montar la instalación eléctrica con un adecuado nivel de ejecutividad. Para ello se debe realizar la ingeniería de detalle.

La ejecución de una obra sin ingeniería de detalle, solo con la ingeniería básica, lleva a la mala ejecución de la misma, atrasos en la obra, pago de adicionales e imprevistos, lo que eleva el costo de obra.

Con la ingeniería básica, las empresas Contratistas pueden cotizar la provisión y montaje de la obra con suficiente detalle y aproximación.

13.3.2.- Ingeniería de Detalle

La ejecución de la ingeniería de detalle, ajusta los valores y especificaciones técnicas de la ingeniería básica, conforme a las normas de reconocida autoridad y de acuerdo a las reglas del arte y de la seguridad.

La ingeniería de detalle consiste en convertir la información ejecutada en la ingeniería básica en un diseño detallado de las estaciones de bombeo y de las plantas de tratamiento de efluentes, de tal manera que permita la compra y/o construcción de sus elementos constructivos y su montaje en forma lógica, cumpliendo los requerimientos técnicos de la instalación.

Integran la ingeniería de detalle, planos, planillas, croquis, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, en forma y con alcance tal que permitan realizar todos los trabajos indicados anteriormente.

La ingeniería de detalle tiene como nueva variable la definición precisa de los equipos a montar y las características y particularidades del montaje de los mismos. Es decir que se cuenta con los planos conforme a fabricación de los equipos, a saber:

- Tableros
- Pupitres
- Motores

Con estos datos ciertos, se debe reelaborar todos los planos, definiendo con precisión la información volcada en los mismos para el fácil montaje y conexión para el ejecutante la obra.

La documentación a reelaborar y las nuevas a ejecutar son:

Planos de:

- Esquemas unifilares
- Esquemas trifilares
- Esquemas funcionales de comando, control, enclavamientos, señalizaciones
- Esquemas de borneras de equipos para conexión
- Listas de cables, para tendido e interconexión de equipos
- Lay-out de equipos, con ubicación de tableros y paneles dentro del edificio y en el exterior
- Planos de puesta a tierra
- Planos de canalizaciones eléctricas
- Detalles de montaje de equipos
- Ubicación de artefactos de iluminación y tomacorrientes
- Cómputo de materiales

Memorias de cálculo:

- Cortocircuito
- Puesta a tierra
- Protecciones y selectividad
- Iluminación interior y exterior
- Cálculo y dimensionamiento de cables

13.3.3.- Documentación de la Ingeniería

Los documentos que se emiten en la ingeniería son:

- . Planos
- . Memoria de cálculo
- . Especificaciones técnicas
- . Planillas de materiales

Cabe mencionar que generalmente se denomina a todos estos documentos "planos".

13.3.3.1.- Planos

La información volcada debe ser jerárquica. Es el producto final del proyecto.

Los planos deben ser claros y autosuficientes, para su entendimiento, salvo en lo complementario.

Al respecto tendrán indicados en sus "Referencias" los planos o documentos que los complementen.

En el caso de los planos de ingeniería de detalle, se debe tener siempre presente que con ellos la obra se construye.

No deben dejar margen de creación en la obra, salvo en detalles menores. Para salvar esta necesidad se hacen planos de detalle de montaje.

Todos los planos deben ser, en lo posible, del mismo tamaño para facilitar el archivo y el manejo de los mismos en la obra. Se suele adoptar el tamaño A 1 de la norma IRAM, que corresponde a las medidas de 594 mm * 841 mm.

Los esquemas funcionales y de borneras podrán ser tamaño A3 (297 mm * 420 mm).

Antes de la ejecución de un plano conviene realizar croquis a mano alzada de lo que se desea mostrar.

Un plano puede sufrir varias revisiones.

La manera adecuada y clara de reconocer las diferentes revisiones, es tener indicado con una nube a lápiz, en cada versión lo modificado y con un triángulo adjunto dentro del cual se indica la codificación de la revisión.

En cada nueva revisión se borran las nubes de las revisiones anteriores. El objeto de las nubes es poner en evidencia en forma clara y precisa las modificaciones de un plano respecto de la revisión anterior, individualizándolas rápidamente y sin lugar a duda.

Hay dos etapas en un plano en las que los mismos deben estar limpios de nubes:

- a) APTO PARA CONSTRUCCION
- b) CONFORME A OBRA

El plano CONFORME A OBRA es aquel que tiene asentado las modificaciones realizadas en obra, certificando como quedó construido, montado y conectado un equipo, o realizada una instalación.

Estos planos son de suma importancia ya que de ellos se valdrá el personal de explotación para la operación y mantenimiento de la Planta y también será el documento que se utilizará en el futuro para el desarrollo de la ingeniería correspondiente a ulteriores ampliaciones.

13.3.3.2.- Memorias de Cálculo

El objeto de las memorias de cálculo es volcar sobre el papel las razones de decisiones tomadas sobre la solución adoptada.

Las memorias deben ser claras, debiendo contener los siguientes puntos:

1. Objeto
2. Alcance
3. Premisas de cálculo
4. Desarrollo del cálculo
5. Conclusiones

Deben tener gráficos claros y dibujos simplificados.

Con relación a las revisiones, referencias y notas, reciben el mismo tratamiento que los planos.

Estos documentos serán volcados en tamaño A4 (297 mm * 210 mm).

13.3.3.3.- Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas definen con claridad como se desea que se realicen técnicamente algunas tareas, o como se desea la provisión de un determinado equipo.

Cabe aclarar, para este último aspecto, que se está mencionando el "que se desea", no deteniéndose en "como debe realizarse".

Las especificaciones técnicas no deben ser un manual de construcción del equipo, ya que ésto es responsabilidad del proveedor del equipo.

El Ingeniero de Proyecto no es un Ingeniero del producto. Para obtener la calidad deseada debe basarse en normas. Con la sola mención de las mismas es suficiente para obtener la calidad deseada del producto. Puede requerirse para los pasos intermedios de fabricación, que se cumplan los diferentes requerimientos de las normas.

No se deben mezclar diferentes normas para una misma provisión.

Las especificaciones Técnicas deben tener un desarrollo de sus puntos en forma clara, similar a las Memorias de Cálculo.

1. Objeto
2. Alcance
3. Características Generales
4. Características Particulares
5. Ensayos

Reciben el mismo tratamiento que los planos, en cuanto a revisiones, referencias y notas.

Cabe recalcar finalmente que la herramienta que posee el Ingeniero de Proyecto para comprobar que el equipo esté de acuerdo con la especificación técnica, es la ejecución de los ensayos de recepción correspondientes.

Estos documentos serán volcados en tamaño A4 (297 mm * 210 mm).

13.3.3.4.- Planillas de Materiales

En las mismas se definen los materiales requeridos en forma precisa y clara.

Las cantidades indicadas deben surgir del cómputo del proyecto, con una eventual mayoración a criterio del ingeniero.

Es responsabilidad del contratista de montaje la mayoración adicional sobre los cálculos de las planillas, debido a pérdidas, recortes de cables, etc.

13.4.- PROVISION DE EQUIPOS

Se indican a continuación las especificaciones técnicas típicas a que deberán responder los equipos eléctricos, provisión de componentes eléctricos y condiciones de montaje e instalación eléctrica, lo que sienta las bases de la normativa propuesta.

También integrarán la provisión, todas aquellos elementos que no se especifican expresamente y sean necesarios para la correcta operación de los equipos.

Con las presentes especificaciones se definen los objetivos propuestos y no la forma de lograrlos, que es responsabilidad exclusiva del fabricante.

Las características de construcción responderán a alguna de las siguientes normas, complementándose con los requerimientos de la presente.

IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales)
IEC (International Electrical Commission)
NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
ANSI (American National Standard Institute)
VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker)
CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)

Las mismas podrán ajustarse en función de la envergadura de la obra y las condiciones particulares de cada emplazamiento.

El proyectista podrá variar o alterar los requerimientos de estas especificaciones básicas, pero sustentadas por justificaciones técnicas que avalen las decisiones tomadas.

Se indican a continuación Especificaciones Técnicas típicas de equipos.

13.4.1.- Especificación Técnica de Tableros

13.4.1.1.- Características Generales

Los tableros serán del tipo protegido con el alcance dado a este término por la norma IRAM 2200 y no tendrán partes vivas accesibles desde el exterior.

El acceso a los mismos será mediante puertas abisagradas. De acuerdo a los requerimientos particulares, niveles de tensión, potencia y/o corriente, las puertas estarán enclavadas de modo que no puedan ser abiertas cuando esté conectado el sistema eléctrico asociado.

Estarán constituidos por compartimientos agrupados, conformando una estructura continua, pero separados completamente cada uno de ellos de los contiguos.

Cada tablero llevará una placa identificatoria en la que figurarán la denominación del fabricante, el tipo constructivo, número y año de fabricación, tipo de ambiente para el que ha sido previsto, tensión nominal en Volt, frecuencia nominal en ciclos por segundo, corriente nominal de las barras en Amperes.

La placa de identificación debe ser de material resistente a la corrosión, marcada en forma indeleble y fijada a la estructura con tornillos.

Se deberá identificar cada compartimiento o cubicle, mediante leyendas identificatorias, fijadas al frente de los mismos. Asimismo se deberá identificar cada equipo y aparato del tablero.

Todos los equipos primarios deberán ubicarse en compartimientos separados.

Aquellos elementos que pueden conservar cargas electrostáticas, deberán contar con adecuados dispositivos que los conecten a tierra.

El tamaño general del tablero será el mínimo necesarios para que pueda realizarse el montaje de los elementos y equipos integrantes del mismo y tal que se asegure una correcta ventilación, disipación, aislación y facilidades de acceso para mantenimiento.

Para la distribución de cubicles y paneles, se deberá tener en cuenta entre otros los siguientes factores:

- Agrupamiento por funciones.
- Posibilidades operativas del sistema.
- Reservas vacías.
- Facilidad de acceso y mantenimiento.
- Facilidades de ampliación.

Se debe diseñar el tablero y sus elementos constitutivos para resistir los esfuerzos térmicos y mecánicos originados por las corrientes de cortocircuitos especificadas.

El calentamiento de las partes constitutivas no debe superar los estándares establecidos por normas de construcción.

Todas las partes mecánicas que no estén bajo tensión deberán interconectarse, a los efectos de su puesta a tierra desde un único borne de la barra de puesta a tierra.

Los tableros deben diseñarse de modo que permitan su ampliación, mediante la adición de futuros paneles o compartimientos.

Para el montaje del tablero sobre el piso deberá preverse una base sólida, que permita su fijación mediante bulones de anclaje u otros dispositivos.

El tablero estará construido con chapa de acero, de espesor adecuado, a los efectos de asegurar su planitud y robustez.

La chapa será pintada, previa desoxidación y tratamiento de chapa, con dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de terminación.

El tablero contará con facilidades para su anclaje, izamiento y desplazamiento.

En caso de contar con elementos extraíbles, deberán ser perfectamente intercambiables.

Todas las partes metálicas que forman parte de la estructura de la bandeja, como también la chapa de separación entre cubicles, los órganos metálicos de adaptación, fijación y bulonería, serán cadmiados.

13.4.1.2.- Borneras y Cableado

Se proveerán bornes para realizar el cableado de control y de contactos auxiliares.

Para el cableado secundario se utilizarán como mínimo, conductores de 1 mm² de sección y 2 mm² para los circuitos de corriente.

El cableado estará debidamente protegido con cubiertas.

Donde fuera necesario se proveerán conductos adecuados para encerrar convenientemente el cableado de potencia.

La tensión de comando y control será de 24, 48, 110 ó 220 Vca.

Hay que tener en cuenta que actualmente los equipos de medición, protección y comando, son del tipo electrónico, requiriéndose tensiones menores, con la ventaja adicional de una mejor performance de los relés.

Las borneras, bornes y cableado interior, serán convenientemente identificados.

Se utilizarán terminales a compresión para los conductores de secciones pequeñas y del tipo a presión para los de secciones mayores.

13.4.1.3.- Protecciones Eléctricas

Las protecciones eléctricas del tablero serán perfectamente coordinables entre sí y el resto del sistema.

A tal efecto, se deberá realizar el estudio de coordinación de protecciones.

13.4.1.4.- Característica de los Componentes Eléctricos

La clase y demás características de instrumentos y transformadores de medición seguirán los requerimientos de las normas IRAM 2023 y 2025.

Los materiales utilizados para aislaciones serán antihigroscópicos y no inflamables.

Se utilizarán iguales marcas y tipos de relés, fusibles, llaves y demás elementos de género similar, a efectos de uniformizar instalaciones.

Los materiales que cumplen con la misma función serán idénticos e intercambiables entre sí.

Los interruptores serán de capacidad nominal y de cortocircuito adecuados al sistema a que están conectados y a los consumos que alimentan.

Los interruptores generales con protección termomagnética se elegirán de acuerdo a:

- La corriente nominal requerida (A)
- Tensión nominal (500 V, 50 Hz)
- Tipo (compacto, capsulado)
- Tensión de prueba un minuto de 3 kV, 50 Hz
- Capacidad de cierre (kA)
- Capacidad de interrupción simétrica (kA)
- Relés térmicos regulables, de retardo dependiente y rango según corriente de máxima simultaneidad prevista.
- Relés electromagnéticos: instantáneos, con actuación por desenganche directo.

Los fusibles serán de la capacidad adecuada a la corriente nominal y potencia de corto circuito debiéndose verificar su coordinación con el resto del sistema.

El dimensionamiento de los contactores y de los demás componentes eléctricos deberá ser realizado teniendo en cuenta:

- La corriente de arranque de los motores.
- El número de maniobras por hora.
- La corriente de desconexión.
- La vida útil.
- Potencia de los motores.
- Diseño compacto.
- Categoría de empleo.

13.4.1.5.- Características Particulares

Las características particulares de los tableros se deberá indicar precisando:

- Función principal (Distribución, CCM, Iluminación)
- Tensiones nominales.
- Nivel de cortocircuito, simétrico trifásico en kA.
- Instalación (Interior - Intemperie)
- Lugar de instalación

Ubicación geográfica

Temperatura ambiente

Máxima

Mínima

Media diaria

- Altura sobre el nivel del mar (m)

- Cerramiento

IP 44 (interior) (s/norma IEC)

IP 45 (exterior) (s/norma IEC)

otros

- Dimensiones

- Montaje

Sobre piso (para CCM y distribución)

Sobre pared (para iluminación)

- Acceso para operación y mantenimiento

Anterior

- Tipo de ejecución: fija
extraíble

- Posibilidad de ampliación

- Forma de alimentación del tablero

Con cables

Con conductos de barras (sólo para grandes corrientes, mayores de 800 A)

Los tableros serán provistos completos por el Proveedor, con todas sus partes montadas, su cableado interno ejecutado, pintado, ensayado y puesto a punto.

13.4.1.6.- Ensayos y Recepción

Los tableros y equipos deben someterse a ensayos y verificaciones de recepción, que serán realizados por el fabricante con la presencia de un representante del comprador.

Los ensayos de recepción mínimos requeridos son los siguientes:

- Control visual.
- Funcionamiento de instrumentos y dispositivos.
- Comportamiento a la corriente máxima admisible.
- Calentamiento para la intensidad de corriente nominal (a convenir)
- Rigidez dieléctrica.
- Funcionamiento mecánico.
- Verificación de las características dependientes de la instalación (al exterior o en ambientes especiales).
- Secuencia de maniobras.

Las pruebas de recepción serán realizadas sobre todas la unidades entregadas.

Se verificará si los equipos cumplen con los requisitos que corresponden al tipo determinado especificado.

Los ensayos de recepción se realizarán en fábrica y en el lugar de montaje.

13.4.2.- Especificación Técnica de Pupitres

13.4.2.1.- Características Generales

La función de los pupitres es el comando de los motores y demás equipos de las estaciones de bombeo y las plantas de tratamiento de efluentes, desde un solo puesto de mando.

Se recomienda su utilización para instalaciones importantes.

Los pupitres serán de chapa de acero doblada, doble decapada, de espesor adecuado a los efectos de asegurar su planitud y robustez.

Tendrán puerta frontal, con cierre hermético mediante apoyo sobre burlete de goma sintética y llevarán orejas para su fijación.

La chapa será tratada con desoxidado y fosfatizado, dos manos de antióxido y dos manos de pintura.

Los pupitres pertenecerán a la clase de protección IP44 (s/norma IEC).

Para la identificación de elementos y sus funciones, se utilizarán carteles de acrílico que se fijarán al frente del pupitre.

Todo la estructura del pupitre debe presentar características de robustez, durabilidad y firmeza.

13.4.2.2.- Cableado y Borneras

El cableado interno se realizará con cable aislado con material antillama y de una sección de 1mm^2 como mínimo.

Los conductores serán identificados en sus extremos con numeradores de anillos plasticos.

Se utilizarán terminales preaislados para la conexión de los conductores.

13.4.2.3.- Características Eléctricas de Operación

Las señalizaciones luminosas deberán elegirse para indicar con colores la función referida, siendo recomendable rojo para paradas y emergencias, verde para marchas, amarillo para funciones neutras o parciales.

El pupitre de mando de los motores deberá poseer por cada uno un conmutador para funcionamiento manual o automático.

En el pupitre se podrá instalar, para los motores principales, un amperímetro para medición de la corriente y cuenta-horas.

Los motores podrán comandarse a pié del equipo a través de un panel o botonera de comando local, que poseerá una llave de transferencia del comando de tres posiciones Local-0-Remoto.

En posición local se comanda el motor desde la botonera de comando local unicamente anulando el comando remoto.

En posición de remoto solo se podrá comandar desde la sala de control, siendo ésta la posición normal de operación.

La posición Local se utilizará para mantenimiento.

La posición "0" desconecta ambos comandos, utilizada también para mantenimiento.

Ambas posiciones Local y Remoto deberán respetar los enclavamientos y señalizaciones de la planta.

Las características particulares serán similares a la de los tableros.

13.4.3.- Especificación Técnica de Motores

13.4.3.1.- Introducción

El objeto de esta Especificación Técnica es establecer los requisitos técnicos exigidos para la fabricación, provisión, inspección y ensayos de los motores eléctricos destinados al accionamiento de los equipos.

13.4.3.2.- Características Generales

En general serán diseñados, fabricados y ensayados conforme a los requerimientos de alguna de las siguientes normas:

- IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales)
- NEMA (National Electric Manufacturers Association)
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker)
- IEC (International Electrotechnical Commission)

Se aplicará una de las normas citadas anteriormente.

En la oferta para la venta de motores, el proveedor deberá indicar expresamente a que norma se ajustarán los motores cotizados.

Los requerimientos de esa norma serán respetados en su totalidad, no admitiéndose la aplicación parcial de una u otra norma para distintas partes de la provisión y/o ensayos.

13.4.3.3.- Características Mecánicas

Los motores se ajustarán a tamaños constructivos normalizados, conforme a la norma de aplicación.

El tamaño constructivo de cada motor será indicado por el proveedor en su oferta, haciendo mención a la norma a la que pertenece, salvo que se requiera expresamente un tamaño determinado.

La elección del tipo de cojinete (a fricción o rodamiento) quedará a criterio y responsabilidad del fabricante o indicación del proyectista. En caso de usarse cojinete a fricción será competencia del fabricante proveer el suministro de los eventuales equipos de lubricación, los cuales deberán poseer características similares a los motores en cuanto a su cerramiento.

Los rodamientos de empuje de los motores verticales, utilizados fundamentalmente en las estaciones de bombeo, deben ser diseñados para soportar el máximo empuje axial (hacia arriba y/o abajo) impuesto por el equipo conducido como carga permanente, con la velocidad de régimen y con la duración necesaria de acuerdo a la vida útil prevista de equipo.

Se deberá tener muy en cuenta el sellado de los cojinetes, en particular cuando el motor esté afectado al servicio en una atmósfera polvorienta.

Todos los receptáculos para aceite podrán vaciarse totalmente. Las unidades lubricadas con grasa tendrán tapones de purga, además de los de engrase, para permitir enjuagues.

El rotor será estático y dinámicamente balanceado, siendo el valor de cualquier vibración, medida en la caja de los cojinetes, no superior a los valores establecidos por las normas según el tamaño y la velocidad del motor.

Los elementos de unión y fijación serán de cabeza exagonal y de material resistente a la corrosión o protegido adecuadamente contra ella.

El motor llevará en la parte inferior un sistema para desagote de condensaciones.

Para la protección de superficies se tendrá en cuenta el tipo de ambiente en el cual será instalado el motor (intemperie, interior, corrosivo, etc.).

Cada motor deberá proveerse con uno o más cáncamos, aros u orejas para soportar el peso total del motor en posiciones de traslado y montaje.

La caja terminal de alimentación será metálica, de amplias dimensiones, con cerramiento al agua y al polvo acorde con el tipo de protección del motor y ambiente especificado. Tendrá conexiones roscadas para conductos de acometida con las roscas que se indique y se podrá rotar en cuatro posiciones ortogonales para su conexionado.

La posición de montaje de la caja será sobre el costado derecho de la carcasa visto desde el lado de accionamiento, salvo que en las CARACTERISTICAS PARTICULARES se indique otra posición (izquierda o superior).

Los motores verticales con eje hacia abajo, con patas o con bridas, que deban ser instaladas a la intemperie, deberán ser provistos con cubierta protectora.

13.4.3.4.- Características Eléctricas

Los motores serán en general, hasta 0,6 kW de 220 V, monofásicos, a 50 Hz.

Para potencia mayores a 0,6 kW y hasta 185 kW serán trifásicos, 380 V, 50 Hz.

Todos los motores que operen válvulas serán trifásicos, de 380 V, 50 Hz.

Los motores serán asíncronos con rotor a jaula de ardilla (en cortocircuito).

Deberán admitir en condiciones de carga nominal y en régimen permanente, sin que se vea afectada su vida útil, las siguientes variaciones de tensión y frecuencia con respecto a sus valores nominales:

- Tensión $\pm 10 \%$ a frecuencia nominal.
- Frecuencia $\pm 2 \%$ a tensión nominal.
- Combinadas variaciones de tensión de $\pm 5\%$ con variaciones de frecuencia $\pm 1\%$.

Dentro de las variaciones especificadas, las características operativas de los motores no deberán responder necesariamente a los valores de tensión y frecuencia nominales.

Los motores deben ser adecuados para operar en servicio continuo y/o intermitente, bajo condiciones de carga y servicio nominal y deberán soportar las sobrecargas estipuladas por las normas de fabricación.

El calentamiento de los motores, no deberá sobrepasar los valores límites establecidos en la norma de aplicación, de acuerdo al material aislante usado, a efectos de no alcanzar los valores de temperatura límite en los devanados.

Se entiende por sobrecalentamiento la diferencia de temperatura existente entre la parte del motor considerada y el medio refrigerante.

La aislación de los motores será clase "B" de la norma IRAM, como mínimo.

La vida útil de los motores se considerará de 10 años como término razonable.

Los valores de cupla de arranque y cupla máxima, referidos a la cupla nominal, se seleccionarán de acuerdo a las características de la cupla resistente y del momento de aceleración requerido.

Los motores serán aptos para arrancar a plena tensión, en condiciones de carga nominal.

Todos los motores deben llevar en la caja de borneras un borne de puesta a tierra.

13.4.3.5.- Clase de Protección y Refrigeración

La clase de protección del motor indica el grado de protección mecánica a que se encuentran sometidas las partes eléctricas del motor contra contactos involuntarios, cuerpos sólidos, polvo y agua.

La refrigeración tiene por objeto evacuar la potencia de pérdidas del motor, a los efectos de que el calentamiento de los devanados no alcance valores perjudiciales, según su clase de aislación.

Los tipos de refrigeración a emplear definirán, según se trate, motores "abiertos" o "cerrados".

En los motores "abiertos" el aire de refrigeración es tomado del medio ambiente exterior, circula por el interior y es expulsado nuevamente al exterior del motor.

En los motores "cerrados", no existe libre intercambio entre el interior y el exterior de la carcasa.

Para motores "abiertos" se utilizará el tipo de refrigeración con ventilador interior incorporado.

Para motores "cerrados" se preferirá el tipo con ventilador externo incorporado, cubierto con un capuchón. El ventilador impulsa el aire, independientemente del sentido de giro del motor.

Para motores "abiertos", no se utilizarán protecciones inferiores a la IP 23 de las normas IEC 144.

Para motores "cerrados", con refrigeración de superficie, se utilizará normalmente la protección IP 44 de las normas IEC 144.

Cada motor será identificado con una placa de características, fijadas a su carcasa en lugar fácilmente visible, en la que figurarán, con caracteres indelebles, todos los datos requeridos por la norma de fabricación. Será construida de acero inoxidable, latón o bronce y fijada con elementos del mismo material.

13.4.3.6.- Ensayos

Los motores a proveer serán sometidos a los ensayos de RUTINA indicados a continuación, que serán los mínimos a realizar según la norma IRAM 2125:

- Medición de la resistencia de aislación.
- Ensayo de rigidez dieléctrica.
- Medición de la resistencia ohmica de los devanados, en frío y de la temperatura ambiente.
- Medición de vibración en los cojinetes.
- Ensayo en vacío a tensión y frecuencia nominal: determinación de potencia, cupla, tensión, corriente y $\cos \phi$.
- Ensayos a rotor bloqueado: determinación de la potencia, cupla, tensión, corriente y $\cos \phi$.

Los instrumentos de medida a emplear serán de clase 0,25, salvo para el wattímetro utilizado en los ensayos de bajo $\cos \phi$, que será de clase 0,5.

13.5.- OPERATIVIDAD. ARRANQUE DE MOTORES

El comando de los motores podrá realizarse en forma manual o automática desde el frente del tablero en instalaciones pequeñas, o desde un pupitre de mando en instalaciones de mayor envergadura.

El arranque de motores podrá ser en forma directa o progresiva.

La elección del tipo de arranque será en base a los requerimientos mecánicos y/u operativos de las bombas.

Si el arranque es en forma directa la alimentación al motor deberá contemplar este requerimiento, teniendo en cuenta la caída de tensión producida y la eventual perturbación que produzca en la red y al sistema de iluminación.

Si el arranque debe ser progresivo, podrá optarse por los siguientes sistemas:

- a) Estrella-Triángulo.
- b) Autotransformador.
- c) Equipos electrónicos de variación de velocidad.

En todos los casos, el equipamiento eléctrico deberá ser apto para la potencia del equipo que accionan y contará con las protecciones adecuadas para las sobrecargas y cortocircuitos.

13.5.1.- Estaciones de Bombeo

Se efectúa a continuación un análisis sintético de los requerimientos y características que deberían reunir las instalaciones y equipos eléctricos a incorporar en los mismos.

13.5.1.1.- Estaciones de Bombeo sin Locales

La alimentación se realizará con cable tipo PVC/PVC al tablero de alimentación y comando de la estación de bombeo, desde el punto de toma de energía.

El punto de toma de energía será el medidor de energía eléctrica, de la empresa prestataria, ubicada en el pilar correspondiente.

Cercano a dicho pilar se construirá el correspondiente al Tablero de Alimentación y Comando, que estará constituido por un interruptor termomagnético de entrada y dos salidas a las bombas, compuestas por seccionador bajo carga, fusible de alta capacidad de ruptura y contactor con protección térmica.

Las características del equipamiento eléctrico, se definirán durante la ejecución del proyecto en función de las corrientes nominales y de arranque de los motores de las bombas.

El tablero será del tipo intemperie.

El tablero y su pilar se instalarán próximos a la línea de edificación y/o alejado a un metro del borde de la cámara de bombeo.

El objeto del desplazamiento del tablero, del borde de la cámara de bombeo, es evitar que los vapores del ambiente agresivo de la estación elevadora ataquen al mismo.

La marcha y detención de las bombas se efectuarán mediante interruptores a flotante ubicados en los niveles de arranque y parada correspondientes.

Diez centímetros por sobre el nivel máximo y por debajo del nivel mínimo se instalarán otros sensores que activarán una alarma visual y acústica que indique el funcionamiento defectuoso del sistema.

La operatividad del sistema se realizará por una lógica incorporada en el tablero eléctrico.

El tablero contará con bornes externos para conectar un grupo electrógeno portátil y un conmutador que permita seleccionar la alimentación a las bombas desde la línea o desde el grupo electrógeno

13.5.1.2.- Estaciones de Bombeo con Locales en Superficie

Si se verificara que la localidad o la zona de ubicación de la estación, sufren cortes frecuentes de energía eléctrica, se instalará un grupo electrógeno fijo en uno de los locales.

El tablero, en este caso, será del tipo interior, constituido por un interruptor de entrada, enclavado con el interruptor del grupo electrógeno.

Además de las salidas para las bombas, contará con salidas correspondientes al sistema de iluminación y servicios auxiliares de la estación de bombeo.

Las características del equipamiento eléctrico se definirán durante la ejecución del proyecto, en función de las potencias de las bombas y requerimientos de iluminación interior, exterior y servicios.

Las bombas podrán ser del tipo sumergible o con motor instalado a nivel.

La marcha y detención de las bombas se efectuará mediante interruptores a flotante ubicados en los niveles de arranque y parada.

Diez centímetros por sobre el nivel máximo o por debajo del nivel mínimo, se instalarán otros interruptores de nivel que activarán una alarma visual y acústica que indique el funcionamiento defectuoso del sistema.

La operatividad del sistema se realizará por una lógica incorporada en el tablero eléctrico, o pupitre de comando.

13.6.- ESTUDIO DE PROTECCIONES

Es necesario el estudio de la coordinación de protecciones, que comprenderá la realización de gráficos doble logarítmicos de $t = f(I)$, para valores de corriente nominal (I_n), de sobrecarga admisible y de falla tripolar y unipolar a tierra.

13.7.- ESPECIFICACION TECNICA DE CABLES

En la norma se indica el dimensionamiento de los cables y sus características particulares.

Se indican a continuación justificaciones y comentarios adicionales.

Todos los cables serán del tipo aislados y con vaina de protección.

Los cables de fuerza motriz se recomienda que sean del tipo XLPE con vaina de PVC, puesto que tienen mayor capacidad de transporte de corriente. Se definirá, en función de los costos comparativos entre cables tipo XLPE y PVC, que tipo conviene instalar.

Los cables de comando y control serán del tipo PVC/PVC.

Si la instalación estará ubicada en una zona de muy bajas temperaturas, se analizará el comportamiento del aislante y la vaina de los cables.

Se deben respetar las recomendaciones de los fabricantes en cuanto al manipuleo, tendido, esfuerzo de tracción y radio de curvatura mínima de los cables.

Los cables enterrados y los de instalación a la vista que pudieran estar expuestos a daños mecánicos y/o roedores serán del tipo con armadura.

Sólo se admitirán cables sin envoltura de protección para las instalaciones eléctricas correspondientes a la obra civil.

Se utilizarán terminales y conectores de compresión, no permitiéndose el uso de terminales y conectores soldados, debido a eventuales fallas de contacto por calentamiento.

No se aceptará la realización de empalmes. En caso de ser necesarios se realizarán en cajas de paso o de conexión, por medio de borneras. Nunca deberá quedar un empalme dentro de un caño.

Las conexiones a las cajas de motores se realizarán con tornillos de bronce o acero galvanizado.

Se identificarán los conductores mediante el uso de anillos plásticos.

Los cables se identificarán en cada extremo con la numeración especificada en listas de cables y esquemas de borneras.

13.8.- CANALIZACIONES ELECTRICAS CON CAÑOS

13.8.1.- Dimensionamiento

El dimensionamiento se realiza considerando un grado de relleno del caño destinado a alejar los cables, de manera tal que sea factible su tendido, mantenimiento y remoción. El porcentaje de sección útil se indica en la norma respectiva.

13.8.2.- Características Particulares del Tendido de Caños Enterrados

Las canalizaciones con caños enterrados se realizarán formando cañeros. Los cañeros podrán ser de hierro galvanizado tipo conduits o caños de PVC del tipo reforzado.

Los caños destinados a potencia se ubicarán en la periferia de los cañeros, pudiendo alojar un solo cable (tripolar, tetrapolar, o su equivalente en unipolares) por cada caño. En los cañeros troncales, entre cámaras, se podrán agrupar cables.

Los caños destinados a comando o señalización podrán estar ubicados en cualquier posición, pudiéndose agrupar cables en un mismo caño, siempre que el nivel de ruido de los mismos lo permita.

Cada cañero estará recorrido por un cable de Cu desnudo de puesta a tierra, de sección adecuada al nivel de cortocircuito.

Todos los caños estarán sólidamente soportados y posicionados con espaciadores, los que permitirán el colado del hormigón. Se recomienda instalar espaciadores cada 1,5 m.

Los caños tendrán una pendiente del 1% entre cámaras, o en caso de no poderse efectuar, se materializará desde el punto medio del caño hacia ambas cámaras.

El diámetro mínimo de un caño enterrado será de 1".

El número de curvas, entre extremos de un tendido de caños, no superará los siguientes valores:

Distancia	N° de veces una curva de 90°
más de 120 m	0
hasta 90 m	1
hasta 60 m	2
hasta 30 m	3

Se consideran dos curvas de 45° equivalente a una curva de 90°. En caso de requerirse más curvas que las señaladas, se deberá instalar cajas de paso o cámaras de tiro.

13.8.3.- Características Particulares de las Canalizaciones a la Vista

13.8.3.1.- Rígidas

Se utilizarán caños de acero galvanizado.

En caso de instalaciones a la vista dentro de cielorrasos y para canalizaciones de iluminación, los caños podrán ser de hierro tipo pesado.

Se colocarán cajas de paso en la cantidad necesaria, evitando el uso de cajas individuales.

Entre cajas de paso se permitirán a lo sumo dos curvas de 90°.

Se consideran dos curvas de 45° equivalentes a una curva de 90°.

Los caños se fijarán a la obra civil mediante soportes de perfiles y grampas.

13.8.3.2.- Flexibles

Los flexibles a instalar serán de primera calidad, debiendo tener malla metálica.

Se considerará la longitud de los mismos tal que permita la ejecución del radio mínimo de curvatura requerido para la instalación de los cables.

El curvado del flexible no deberá producir secciones contraídas.

13.9.- CANALIZACIONES CON BANDEJAS

13.9.1.- Dimensionamiento

El dimensionamiento de las bandejas se efectuará considerando un tendido de cables, de manera tal de formar una sola capa uniforme.

Los cables unipolares de fuerza motriz podrán tenderse separados un diámetro propio, o en trébol, fijados en ambos casos a las bandejas con precintos.

El tipo de tendido deberá considerarse para el dimensionamiento de los cables.

Para el caso de los cables unipolares afecta tanto al coeficiente de tendido como a la reactancia.

Los cables de comando y control podrán tenderse en varias capas.

En todos los casos se deberá tener en cuenta los niveles de ruido de las señales (fuerza motriz, comando y control).

Se define como nivel de ruido al tipo de señal que transporta un conductor. El tipo de señal podrá variar desde corrientes muy débiles, como las señales analógicas o lógicas, hasta altos valores de corriente, como las de fuerza motriz.

13.9.2.- Características Particulares

Las bandejas serán metálicas con galvanizado en caliente.

Los anchos normalizados de bandejas a utilizar serán de 150, 300, 450 y 600 mm. La profundidad será de 75 mm útiles.

Los tramos de bandejas se ensamblarán con uniones abulonadas.

La puesta a tierra de las bandejas se realizará mediante un cable de Cu desnudo, tendido en su interior, de sección adecuada a los niveles de cortocircuito de la instalación y conectado en cada tramo de bandeja.

Cuando se tiendan varios niveles de bandeja, la distancia mínima entre fondo de bandejas será de 250 mm, de forma de permitir el uso de rodillos para el tendido de cables y lograr adicionalmente una separación entre ellas que tenga en cuenta los diferentes niveles de ruido de las señales de los cables.

Se recomienda que las bandejas se soporten en tramos no superiores a 1,5 m, con soportes fijados a estructuras metálicas mediante soldadura o bulones y brocas de expansión para estructuras de hormigón.

Se recomienda que los cables se fijen a las bandejas cada dos metros, por medio de precintos adecuados.

13.10.- ILUMINACION INTERIOR

Complementando lo indicado en la norma, se indica que el cálculo de iluminación se podrá realizar por el método del flujo total o de las cavidades zonales, según sea la dimensión del recinto.

Los niveles de iluminación recomendados en LUX no iniciales son:

- Depósitos	100 LUX	regular
- Salas de cloración, salas de motores y salas de bombas	250 LUX	buena
- Salas de comando	500 LUX	buena
- Oficinas	500 LUX	muy buena

En la columna de la derecha se indica la calidad de reproducción de colores.

Se denomina como nivel de iluminación no inicial, aquella medida luego de un período de funcionamiento mínimo de 100 horas, hasta lograr la estabilización del flujo luminoso.

Los tipos de artefactos recomendados son:

- Depósitos	artefactos para fluorescentes, de color blanco neutro.
- Salas de cloración, salas de bombas y salas de motores	Idem.
- Sala de comando	Idem.
- Sala de oficinas	Idem, de color blanco cálido.

13.11.- ILUMINACION DE EMERGENCIA

En las Salas de Comando se instalará un sistema de iluminación de emergencia. Si el proyecto lo requiriera se estudiarán los locales o zonas que pudieran necesitar tal sistema

Son adecuados los equipos integrados por tubos fluorescentes alimentados por un sistema de alta frecuencia y con batería incorporada tipo gel, que se conecte automáticamente al interrumpirse la alimentación de red.

13.12.- ILUMINACION EXTERIOR

La iluminación exterior se calculará por el método de punto por punto.

El nivel de iluminación será de 20 lux en las zonas de trabajo de las unidades y sus accesos verticales y horizontales.

La red de alimentación exterior será trifásica, alternando la alimentación de las columnas a cada fase.

La iluminación se realizará preferentemente con artefactos con lámparas de vapor de mercurio o de sodio de alta presión, del tipo de alumbrado público.

Se deberá prever la instalación de un interruptor fotoeléctrico, que conectará la alimentación de las luminarias al reducirse el nivel de luz ambiente.

Las columnas de acero serán rectas, con o sin pescante, de tubos de acero, en tramos soldados o trafilados.

Poseerán ventana para entrada de cables subterráneos y cajas para conexiones.

Los cables de alimentación serán enterrados, a una profundidad de 0,80 m y acometerán a través de caño de PVC.

Las columnas estarán conectadas al sistema de puesta a tierra, a través de un conductor de cobre desnudo de sección adecuada, formando una red ligada a la puesta de control.

14.- IMPACTO AMBIENTAL

14.- IMPACTO AMBIENTAL

14.1.- OBJETIVOS

Los proyectos de evacuación de excretas que se confeccionen deberán estar acompañados por los estudios pertinentes, relacionados con el impacto que la obra diseñada ejercerá sobre el entorno ambiental y la salud de la o las poblaciones afectadas, durante su construcción y su operación.

Asimismo, los resúmenes de las memorias técnicas que en ambos ejemplos se desarrollan, se refieren a localidades imaginarias de nuestro país, que han sido ubicadas en distintas latitudes y climas. Las situaciones, detalles y demás datos y soluciones técnicas expuestas también son ficticios e intentan reflejar situaciones que con frecuencia se presentan en los casos reales, con el propósito de resaltar determinados impactos ambientales, para permitir su identificación y evaluación y por último, lograr su mitigación o eliminación.

Los ejemplos se han confeccionado respondiendo a las normas vigentes en la materia en el CoFAPyS.

14.2.- GENERALIDADES SOBRE IMPACTO AMBIENTAL

Toda intervención del hombre en la naturaleza, por pequeña o elemental que sea, implica una acción, a la cual sigue una reacción del medio natural, proporcionada al carácter de la perturbación sufrida.

Así por ejemplo, cavar un pozo con una pala constituye una acción, mientras que el cambio de las condiciones del suelo, el retiro de la cubierta vegetal, el asentamiento o derrumbe de tierra y la alteración en las condiciones de vida de los microorganismos existentes sería la reacción, o impacto ambiental. También se toma en cuenta el objetivo que se tuvo al consumir la acción, en este caso, la obtención de agua.

La mayor parte de las acciones del hombre son poco relevantes frente a la inmensa capacidad de reacción de la naturaleza y al no provocar efectos visibles, pasan por lo tanto desapercibidas para la comunidad. Pero la repetición sistemática de pequeñas acciones perturbadoras, la acumulación de sus efectos y la creciente complejidad de algunas de las intervenciones del hombre en el medio ambiente, hacen necesario conocer de antemano los efectos que tales acciones pueden traer aparejados, para elegir las alternativas de menor impacto negativo.

El criterio para identificar y analizar las reacciones que el medio ambiente pueda tener frente a un determinado proyecto de desarrollo se denomina **evaluación del impacto ambiental** y se basa en métodos científicos.

Las obras de saneamiento no escapan a estos lineamientos; al respecto, el Banco Interamericano de Desarrollo las clasifica, según su eventual impacto ambiental, dentro de la Categoría III, que define como sigue:

Categoría III: Operaciones que pueden afectar moderadamente al ambiente y aquellas cuyos impactos ambientales negativos tienen soluciones bien conocidas y fácilmente aplicables. Estas operaciones usualmente requieren de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) semi-detallada, aunque en algunos casos específicos uno o más de sus componentes requieren de la EIA detallada pasando a clasificarse dentro de la categoría IV, que se refiere a impactos negativos significativos.

14.2.1.- Introducción a la Política Ambiental

En rigor de verdad podría afirmarse que la contaminación, tal como la conocemos en nuestros días, empezó con la aparición del hombre sobre la tierra. Sin embargo, sus efectos fueron haciéndose más evidentes en la medida que aumentó la densidad de población y el número total de habitantes.

A fines de los años 50 y más precisamente en la década de los años 60, destacados pensadores señalaron la imposibilidad de proseguir con el constante desarrollo de la producción y del crecimiento económico en un mundo limitado, en un mundo finito.

El símbolo favorito adoptado por este análisis fue el del nenúfar, en el que un nenúfar producía dos nenúfares y luego cuatro al día siguiente. La pregunta quedaba así planteada: si en veintiocho días la superficie del estanque había sido cubierta hasta la mitad, cuántos días demoraría en cubrirse completamente. Otros veintiocho? No, sólo se requeriría uno más, porque en el día veintinueve, la tasa de crecimiento duplicada se encargaría de llenar con vegetación el espejo de agua. De allí que Lester Brown, del Worldwatch Institute, intitulara a su libro como **El día 29** y que el Club de Roma retomara la figura y la popularizara con idénticos fines didácticos. El propósito del mensaje, ampliamente logrado, consistía en llamar la atención acerca de la imposibilidad material de mantener un crecimiento sin pausas dentro de un universo finito.

Un dilema similar fue planteado por Kevin Lynch a sus colegas urbanistas, pero esta vez en términos cualitativos. Imaginen ustedes, decía Lynch, que el crecimiento de la población y la evolución de la tecnología hayan urbanizado completamente al universo y que una sola e inmensa ciudad cubra a toda la superficie utilizable de la tierra...Qué puede hacerse ahora para que este lugar se torne más humano?

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano que se reunió en Estocolmo en 1972 planteó por primera vez en forma explícita la responsabilidad que le cabía al hombre en la degradación de la calidad del medio ambiente en el mundo, señalando además la responsabilidad que le cabía tanto en la lucha como en la prevención de la contaminación y fijando el objetivo de poder legar a las generaciones venideras un medio ambiente de igual o superior calidad al que cada uno hubiera recibido.

Resulta imperativo, a la luz de las experiencias recogidas en los pasados años, rescatar la importante función de los espacios libres en las ciudades. Se trata de **reservas urbanas no renovables**, que difícilmente puedan revertirse para usos comunitarios una vez que hayan sido alcanzadas por la expansión indiscriminada de las construcciones y la especulación inmobiliaria. Es, en efecto, difícil cuando no imposible, imaginar la posibilidad de expropiar un sector de un barrio de viviendas con el fin de satisfacer el anhelo de áreas verdes que los propios residentes expresan.

Más complejo es aún, disponer de los espacios requeridos para la ejecución de las distintas obras de infraestructura sanitaria y del equipamiento urbano en general, en la medida que se vuelven imperativos.

A sus debidos efectos se tendrá en cuenta que, salvo contadas excepciones, las localidades y ciudades alcanzadas por las presentes normas estarán inexorablemente insertas en el marco de continuo crecimiento poblacional al que nos hemos referido, sólo variable en función de la dinámica de la región a la que pertenecen y que por lo tanto, más tarde o más temprano, se verificará en ellas un fenómeno de escasez de espacios libres de extraordinaria gravitación en la calidad del medio ambiente.

Finalmente, cabe destacar que la ciencia ambiental no puede ser patrimonio de una sola profesión o especialización y que se tiende a conformar equipos interdisciplinarios, en la medida que los casos que se presentan asumen características de creciente complejidad. En los casos extremos, los niveles ejecutivos de estos equipos podrían integrarse, por ejemplo, con planificadores urbanos y regionales, químicos y físicos, ingenieros sanitarios y de otras especialidades, ecólogos, geólogos, geógrafos humanos, hidrólogos, sociólogos, médicos e higienistas, acompañados de economistas y juristas.

14.2.2.- Fundamentos de una Correcta Evacuación de Excretas

Todo vuelco de residuos afecta a una de las fases de un universo cerrado, compuesto solamente por tierra, aire y agua. La masa de los elementos extraídos de la naturaleza no se ve significativamente afectada en el curso de las operaciones de transformación de las materias primas, por procesos industriales o de consumo. Como ya lo había dicho Lavoisier en el siglo 18, no puede entonces hablarse, en forma literal, de un efectivo consumo de bienes y por lo tanto, los residuos devueltos al medio ambiente serán aproximadamente iguales a la masa de lo que en su momento fuera extraído de la naturaleza.

Sí, en cambio, puede aceptarse que existe un activado metabolismo en cada ciudad o asentamiento humano que crece, en el que la provisión de los insumos más visibles (alimentos, combustibles, vestuario, bienes durables, materiales de construcción y energía eléctrica), no suele ofrecer mayores dificultades, mientras que la disposición final de los elementos metabolizados, tales como la de los efluentes, las emisiones atmosféricas y la disposición final de los residuos sólidos constituyen - junto con el suministro de agua potable - algunos de los mayores problemas urbanos.

La solución al problema de la disposición final de los residuos, como bien dice el Dr. Allen V. Kneese, pasa por lo tanto por la decisión de cuál será la parte del medio ambiente que acepte los residuos con el menor perjuicio para el conjunto.

La propuesta del proyecto dependerá obviamente de la disponibilidad de agua en las viviendas para proceder al arrastre hidráulico de las excretas. A su vez, el arrastre hidráulico de las excretas humanas hasta los lugares de su tratamiento y disposición final hace prever el consumo de una gran cantidad de agua, que resulta contaminada durante un período prolongado. La creciente escasez del recurso, junto al alto costo del tratamiento, hacen recomendable encarar en tales casos procesos de reutilización del agua.

Así, deberá prestarse atención a las posibilidades de utilización del efluente para proyectos de más de un propósito (v.g. depuración final con riego para forestar con fines comerciales, recreativos y/o paisajísticos, volcado final a un cuerpo receptor en el que simultáneamente se desarrolla la piscicultura, disposición final de lodos tratados como cubierta de rellenos sanitarios, etc.).

En función de las distintas alternativas de disposición, el proyectista adoptará la solución más económica y técnicamente aceptable para la evacuación de excretas del sector urbano o localidad considerada, optando por la que menor riesgo ambiental presente para la comunidad y asumiendo, tal como dice la Ley del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América de 1969, la responsabilidad de

"constituirse en custodio del medio ambiente para las generaciones futuras, preservando un entorno seguro, saludable, estética y culturalmente agradable".

Debe tenerse en cuenta que cualquier sistema equilibrado para la eliminación de excretas humanas de una población pequeña o mediana, en condiciones óptimas de seguridad y sin perjuicio para el medio ambiente, podría verse bruscamente perturbado por la radicación de una planta industrial cuyos efluentes no recibieran el adecuado tratamiento previo a su vertido a las cloacas o a otros cuerpos receptores de la localidad.

Es por lo tanto conveniente que los estudios preliminares y las encuestas a practicarse durante el proceso de elaboración de los proyectos tengan en cuenta la eventual ocurrencia de estas radicaciones industriales, cuyo potencial contaminante puede llegar a superar en varias veces a la contaminación producida por la población de la propia localidad.

14.2.3.- Caracterización del Nivel de Calidad Ambiental

Cada localidad a servir pertenece a un ecosistema regional, anterior a la llegada del hombre. Con el asentamiento humano, se modificaron muchas de las relaciones naturales, aunque también se condicionó el comportamiento del hombre por efecto de su entorno físico. Por tal motivo, se habla de la interacción antrópica con el medio ambiente, que en cada caso asume distinta relevancia en función de la caracterización ambiental que le corresponda al asentamiento humano.

Se comprenderá mejor este concepto si se comparan por ejemplo las distintas situaciones que puedan existir en una base científica en la Antártida, con las condiciones de un pequeño pueblo en la pampa húmeda, alejado de toda fuente importante de contaminación. En el primer caso, se trata de una región caracterizada por una notoria fragilidad ambiental, que el hombre ha decidido privilegiar y preservar, aún a costa de una voluntaria limitación de su inserción en el medio. El segundo caso, en cambio, representa un medio de relativa estabilidad ambiental, donde ni las condiciones naturales son demasiado rigurosas para el hombre, ni la acción de éste resulta abusiva para el medio que lo rodea.

Corresponderá al proyectista efectuar una somera identificación física del lugar, para poder definir el nivel de calidad ambiental preexistente en cada localidad, antes de la ejecución de las obras de saneamiento.

Esta descripción tomará en consideración factores climáticos, con sus componentes principales de temperatura y régimen de lluvias y sus modificadores según la altura, latitud, humedad, vientos, presencia de corrientes marinas,

etc., factores geológicos en general, sistemas hídricos presentes en el lugar y/o cuenca a la que pertenece la localidad, vegetación natural existente y forestación y otras referencias de interés.

Será importante indicar la eventual exposición de la localidad a fenómenos telúricos de características de catástrofe, tales como inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas, tornados o vendavales, asentamientos, deslizamientos o fracturas del terreno, grandes sequías y el grado de recurrencia de tales fenómenos.

El proyectista brindará la información más actualizada posible sobre la salud de la población, las enfermedades endémicas más frecuentes y las causas de mortalidad registradas.

También se suministrarán datos acerca de los residuos domiciliarios, servicio de recolección si lo hay y en tal caso, punto de concentración y método adoptado para la disposición final de los residuos sólidos.

14.2.3.1.- Caracterización del Medio Urbano

Los estudios incluirán el análisis de la evolución de la población de la localidad, en base a la información suministrada por los censos más recientes y la comparación con los promedios y tendencias a nivel provincial y nacional.

Se verificará la distribución espacial de la población y su densidad, volcando estos datos en los planos de uso del suelo, junto con las localizaciones industriales y las áreas verdes existentes.

El proyectista describirá la tipología de las viviendas existentes en la localidad, con los datos cuantitativos y cualitativos que correspondan. En los casos en que sea pertinente, se acompañará información acerca de los Planes Reguladores de expansión urbana que se hubieran elaborado para la localidad, con los principales datos del diagnóstico y las conclusiones. Se constatarán las tendencias naturales de expansión urbana efectivamente verificadas, por consulta de la documentación existente o en su defecto, por la tradición oral y se registrará el grado de contaminación ambiental aparente que se observa en el aire, el agua o los suelos en el momento del informe.

Con los datos así obtenidos, se determinará la clasificación que corresponda para la localidad donde se sitúe el proyecto, a saber:

Clase A: regiones que presentan un medio de relativa estabilidad ambiental;

Clase B: regiones que revelan síntomas de compromiso, saturación o inestabilidad de algunas de sus variantes relevantes y consecuente deterioro del medio ambiente;

Clase C: regiones que se caracterizan por su notoria fragilidad ambiental.

Para el caso de regiones caracterizadas por síntomas de compromiso, saturación o inestabilidad ambiental, se aplicarán procedimientos que permitan la subsistencia de los ecosistemas amenazados, en base a un tratamiento más riguroso de las aguas servidas que provea a la mejor calidad del efluente a disponer.

Cuando se trate de regiones caracterizadas por su fragilidad ambiental, las medidas incluirán desde la protección de las instalaciones de saneamiento contra la acción de agentes exteriores, hasta la utilización de técnicas especiales para la disposición de las excretas, o en casos extremos, la recomendación de prohibir cualquier asentamiento humano en el lugar y la decisión de proceder a la evacuación de los existentes. Debe recordarse que el objetivo de las medidas ambientales consiste no sólo en preservar la integridad de los ecosistemas naturales, sino también y en última instancia, en proteger a la especie humana.

14.2.4.- Impacto y Efecto

El estudio básico ambiental consiste en la descripción de algunos aspectos físicos, biológicos y sociales del ambiente, susceptibles de verse afectados por un proyecto de desarrollo. Hirsch lo define como el conjunto de condiciones existentes en un momento dado, a partir de donde los cambios subsecuentes podrán seguirse por monitoreo.

A su vez, el término monitoreo puede definirse como "un sistema continuo de observación, de mediciones y evaluaciones para propósitos definidos", siguiendo la acepción dada en la reunión intergubernamental de 1971, preparatoria de la Conferencia de Estocolmo de 1972.

Establecida la correcta caracterización del medio en el que se llevarán a cabo las obras de saneamiento, se deberá a continuación identificar los impactos potenciales asociados en las distintas fases del proyecto y sus alternativas.

El término impacto se interpretará como el conjunto de cambios inmediatos en el ambiente que resultan del proyecto, v.g. un cambio en la calidad del agua o en la del aire. El término efecto, por su lado, se aplicará a las consecuencias que traen aparejados dichos cambios, como cuando la modificación de la calidad del agua afecta a la

cantidad de peces. Por lo tanto, el término **impacto** se entenderá como la reacción directa del medio frente a la acción representada por la existencia del proyecto o la obra ya en operaciones -según la fase examinada- mientras que el efecto se referirá al **impacto indirecto**.

La identificación de impactos ambientales se realiza para todos los factores o componentes del ambiente, incluyendo entre otros, a los recursos naturales bajo sus aspectos físico químicos o ecológicos, así como a los estéticos, históricos, culturales, económicos, sociales y de salud pública. En estos estudios debe hacerse un lugar especial para la ponderación de las agresiones provocadas por el impacto del ruido y la de todo aquello que atente contra la belleza del paisaje y la estética urbana, factores éstos a menudo descuidados.

Existen distintas clasificaciones de impactos ambientales, pero a los fines de las normas que nos ocupan, se utilizarán las que adoptó el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud para su Manual de Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud, de cuyo texto se transcriben:

Agrupamiento de los impactos potenciales en el ambiente y la salud

CLASIFICACION	TIPO
1) En relación a la(s) actividad(es) que genera(n) impacto	Benéficos o adversos Reversibles o no Planeados o accidentales Directos o indirectos Acumulación simple o no
2) En relación al tiempo que dura(n) la(s) actividad(es)	Reversible o no A corto o largo plazo Temporarios o continuos
3) En relación al espacio que cubre(n) la(s) actividad(es)	Local, regional, nacional o global
4) En relación al potencial de mitigación	Remediables o no

Reversible: Efectos sobre el ambiente y/o la salud que pueden volverse a las condiciones existentes antes de implementar las actividades del proyecto una vez que dichas actividades se suspenden.

Irreversible: Efectos sobre el ambiente y/o la salud que por su naturaleza no permiten que las condiciones iniciales se restablezcan aunque la(s) actividad(es) del proyecto sea(n) suspendidas o eliminadas.

Corto plazo: Efectos significativos que aparecen en lapsos relativamente cortos una vez que se realiza(n) la(s) actividad(es) del proyecto y que pueden desaparecer con ella(s), por ejemplo, las enfermedades agudas.

Largo plazo: Efectos significativos que aparecen en lapsos distantes del inicio de la acción y que pueden no desaparecer con ella(s), por ejemplo, las enfermedades crónicas.

Directo: Efectos que son causados por la acción y ocurren al mismo tiempo y en el mismo lugar donde se generan.

Indirecto: Efectos resultantes del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente o alejados del sitio donde se generan.

Acumulativo: Efectos que se suman sobre el ambiente y/o la salud como resultado del impacto de varias actividades del proyecto o cuando se asocian con otras acciones presentes. Estos efectos pueden ser el resultado de acciones individuales menores pero colectivamente significativas, que se verifican en un determinado lugar durante un período de tiempo.

14.2.5.- Caracterización del Cuerpo Receptor

Es de gran importancia que el proyectista defina con claridad las características del medio al que se proponga como destinatario de los efluentes tratados, o dicho en otras palabras, las características originales del cuerpo receptor, antes de la intervención de las obras de saneamiento previstas.

Como es sabido, el cuerpo receptor puede ser subterráneo, superficial, o resultado de alguna combinación de ambas variables. Los ríos, lagos, lagunas y mares, son exteriorizaciones de los cuerpos receptores superficiales más conocidos y frecuentados por el hombre, ya sea como ámbito de su trabajo, o de su recreación.

Las características preexistentes del cuerpo receptor no deben ser degradadas por la acción de una obra de saneamiento. Por el contrario, dado que estas obras procuran corregir situaciones anteriores de descarga incorrectas, clandestinas y/o altamente contaminantes, los resultados tenderán a proveer al mejoramiento de la calidad de las aguas.

Los criterios para determinar los usos del agua serán los siguientes:

- Clase A: Agua de uso general, incluyendo consumo humano, previa desinfección;
- Clase B: Agua para uso recreativo, baño y riego, de buena apariencia visual, capaz de soportar vida ictícola y apta para el consumo humano previo filtrado;
- Clase C: Agua apta para la navegación deportiva, riego de cultivos de verduras cocidas previo a su ingesta, procesos industriales y refrigeración;
- Clase D: Aguas para el transporte de efluentes, producción de energía, navegación y ciertos usos industriales.

Cuando corresponda, se deberá identificar la cuenca a la que pertenece el curso de agua receptor y procurar que las ciudades y pueblos que utilicen este mismo cuerpo receptor para el vertido de sus efluentes, concilien sus intereses con los de la cuenca respectiva. La existencia de una autoridad única para el manejo de la cuenca favorece el control de la calidad de las aguas en los distintos tramos de los cursos de agua que la componen y hacia este fin deberían tender los esfuerzos de los expertos ambientalistas.

Los lagos y lagunas muestran, en razón de su naturaleza confinada, una extrema sensibilidad al aporte de elementos nutrientes, que pueden ocasionar fenómenos de eutroficación, con perjuicio para la calidad de sus aguas.

14.2.6.- Requisitos para los Estudios de Impacto Ambiental

14.2.6.1.- Presentación de una Estimación Sumaria

Todos los proyectos deberán incluir al menos un pronóstico o estimación sumaria del impacto. Esto se dará en particular en los casos de soluciones individuales, o aún colectivas, que se ejecuten en localidades pequeñas, en un medio ambiente de relativa estabilidad.

El profesional actuante asumirá la responsabilidad de determinar el alcance que requiere el estudio de impacto ambiental de su proyecto, en función de lo establecido en las

normas respectivas, en base a las circunstancias locales y a su propia experiencia, sirviendo como orientación la Matriz de Alternativas que se incluye en el punto 14.4 del presente instructivo.

14.2.6.2.- Presentación de Estudios más Detallados, según el Nivel de Calidad Ambiental de la Localidad

Los estudios más completos y detallados de evaluación del impacto ambiental se presentarán en aquellos casos donde las circunstancias lo requieran, por imperio de alguna o varias de las razones siguientes:

- a) por cuanto la localidad estudiada se emplaza en una región de notoria fragilidad ambiental;
- b) por cuanto los terrenos de la localidad carecen de capacidad de absorción;
- c) por cuanto la población de la ciudad es del orden o supera a las 18.000 personas en la actualidad;
- d) por cuanto el 50% o más de la población de la localidad se asienta en un área limitada, donde la densidad supera a los 150 habitantes por hectárea;
- e) por cuanto la escasez de espacios libres obliga a ejecutar las obras de saneamiento ocupando espacios muy cercanos a la planta urbana;
- f) por cuanto los cuerpos receptores de los efluentes tratados son de extraordinaria calidad estética, o paisajística, o turística, forman parte de un parque nacional o de alguna manera constituyen una reserva del patrimonio regional o nacional;
- g) por cuanto los índices sanitarios de la localidad hacen presumir la anormal presencia de agentes patógenos en el agua o en los alimentos habitualmente consumidos;
- h) por cuanto el cuerpo receptor de los efluentes tratados presenta un alto índice de contaminación y constituye a la vez el único recurso para el suministro de agua potable para las localidades situadas aguas abajo en la misma cuenca, con lo que el proyecto a implantar pretende revertir parcialmente la situación, o al menos no incrementarla;
- i) por cuanto, si bien la localidad puede clasificarse como de relativa estabilidad ambiental, o sin mayor deterioro aparente, una inminente radicación industrial hace temer por el futuro equilibrio ambiental de la región.

14.2.6.3.- Presentación de Estudios más Detallados, según la Escala de la Obra u Otras Circunstancias

En determinados casos, deberán realizarse los estudios más completos de impacto ambiental aún cuando todas las demás condiciones arriba mencionadas no los requieran. Se tratará, por ejemplo, de obras de saneamiento de grandes proporciones, consecuencia de atender simultáneamente a varias poblaciones que separadamente, no hubieran necesitado de la amplitud y complejidad de las instalaciones propuestas.

Puede tratarse asimismo de obras de saneamiento mixtas, vale decir que sirven simultáneamente para la disposición de los efluentes domiciliarios de pequeñas o medianas localidades y de los efluentes pretratados de una o varias industrias radicadas en el lugar. En estos casos, dimensión de escala no estará dada por la población del lugar, sino más bien por el caudal y las características de los efluentes industriales pretratados que se reciban para su disposición final.

14.2.6.4.- Alcance de los Estudios de Impacto Ambiental

Como ya se ha dicho, el proyectista deberá establecer el alcance y la profundidad de la evaluación de impacto ambiental que presente, en base a lo prescrito en las normas, a las circunstancias locales y a su propia experiencia.

Sin embargo, teniendo en cuenta la relativa escasez de antecedentes que existe en nuestro medio sobre la materia, se ha juzgado conveniente proporcionar una mejor ilustración, por medio del Listado de Variables Relevantes para la Evaluación de Calidad del Medio Ambiente, que se incluye en el punto 14.5 del presente instructivo.

Los casos más severos requerirán la observación, monitoreo y evaluación del comportamiento de las variables que correspondan, en los distintos medios: terrestre, acuático, o aéreo y la interacción antrópica con ellos.

14.2.6.5.- Evaluación del Impacto Ambiental: Estudio de los Posibles Efectos de las Obras de Saneamiento

Como dice el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, el análisis y evaluación de los impactos predecibles tienen como objetivos básicos:

- a) definir si los impactos predecibles son tolerables o no y/o aceptables o no.
- b) definir si se requieren cambios en el proyecto, o la introducción de medidas de mitigación y/o la introducción de modificaciones menores dentro del proyecto.

La naturaleza de las obras a ejecutar hace presumir que los efectos de las mismas serán favorables para el medio ambiente en general, incluyéndose en ello los aspectos físicos, sociales y culturales. Sin embargo, en los puntos de descarga se produce un alto costo ambiental, que requiere de tratamiento para la neutralización de sus efectos adversos.

Por ese motivo, pueden existir algunos impactos desfavorables en las obras de saneamiento, cuya evaluación no es sencilla por el hecho de que se analizan las consecuencias **ex-ante**, vale decir, antes de procederse a la construcción de las obras y previo a la descarga de los efluentes tratados en los cuerpos receptores, mientras que los métodos usuales de investigación de la contaminación son aplicados **ex-post**, vale decir, para monitorear descargas contaminantes ya registradas en los cuerpos receptores.

A.- Durante la Construcción

Durante la ejecución de las obras de saneamiento, se acepta que pueden producirse impactos negativos por variados motivos, entre los cuales cabe mencionar a los siguientes:

- a) interrupciones del tránsito, por la apertura de zanjas y desplazamiento de equipos de trabajo;
- b) ruidos, por la presencia de obreros y el movimiento de los equipos de construcción;
- c) posibilidad de accidentes a peatones y vehículos;
- d) posibilidad de cortes o interferencias temporarias de otras redes de servicio.

Todos ellos son de características reversibles y además, pueden ser mitigados en su intensidad por la adopción de medidas adecuadas y oportunas.

B.- Durante la Operación

Los estudios de impacto ambiental deberán incluir necesariamente el análisis de la capacidad del cuerpo receptor para tolerar el vuelco de los efluentes tratados sin pérdida de su caracterización esencial, aún bajo las condiciones más severas. Asimismo, deberán prever la ocurrencia de accidentes o fallas humanas en el manejo del sistema y sus eventuales consecuencias.

La evaluación del impacto debe abarcar también a los que se estiman beneficiosos, entre los que se destaca la mejoría de la salud pública que por lo general acompañará a la habilitación de las obras y al cambio favorable operado en los hábitos culturales.

C.- Si no se Efectuaran las Obras

Es interesante apelar a este recurso metodológico, para completar el análisis, planteando el caso de los eventuales impactos producidos por la no concreción en tiempo de las obras de saneamiento.

14.3.- GENERALIDADES SOBRE ORDENAMIENTO AMBIENTAL

14.3.1.- Desde el Punto de Vista Físico

14.3.1.1.- Obras de Compensación o Mitigación Ambiental

Debe aceptarse que en las diversas etapas de la recolección, tratamiento y disposición final de estas aguas servidas, puedan desprenderse ocasionalmente olores ofensivos, extraerse barros y otros sedimentos de aspecto desagradable, producirse diferenciales térmicos de importancia ecológica, ocuparse grandes extensiones de terrenos con lagunas u otras instalaciones de vertido, producirse el vuelco de nutrientes con indeseables consecuencias ambientales, generarse concentraciones de metales pesados peligrosos para la salud y de difícil dilución en la naturaleza y otros tipos de perjuicios al paisaje, a la naturaleza, a la capacidad recreativa de suelos y aguas y a la pureza del aire.

Por todo ello, resulta conveniente compensar a la comunidad por los perjuicios que los responsables contaminantes y/o los propios sistemas de saneamiento provoquen al medio ambiente. Esto se logra, en la escala que corresponda, con la realización de obras de mejoramiento ambiental. Por ejemplo, la concreción de un pequeño parque forestal alrededor de la planta de tratamiento, la forestación con fines recreativos y estéticos en el entorno de los cuerpos receptores y la habilitación de los espacios resultantes en beneficio de la población, la utilización de barros sedimentarios, en combinación o no con el compost proveniente del tratamiento de residuos sólidos domiciliarios para la formación de jardines municipales, la plantación de especies florales en plazas y otros espacios públicos, el sembrado de peces o el desarrollo de especies ictícolas existentes aprovechando los aportes de nutrientes, en combinación con la habilitación de sectores destinados a la pesca deportiva, etc.

Cabe destacar que la mayoría de estas obras de compensación ambiental requieren partidas muy pequeñas en comparación con los presupuestos globales de las obras públicas encaradas, pero para asegurar la obtención de los beneficios sociales y culturales que se derivan de su concreción, sus costos deberían ser oportunamente estimados e incluidos en los presupuestos de la obra original.

14.3.1.2.- Obras de Complementación del Saneamiento

Entre otros efectos negativos propios de las obras a ejecutarse, puede mencionarse la propia presencia de los elementos e instalaciones sanitarias, cuando no se integran estéticamente al paisaje urbano. Este puede ser el caso de instalaciones de bombeo y cámaras de superficie y el de las algunas plantas de tratamiento de los efluentes.

Se procurará entonces dotar a estos elementos del mayor espacio libre en derredor, de modo de satisfacer por una parte las exigencias técnicas de fácil acceso, mantenimiento y/o posibilitar alguna eventual ampliación y por la otra, para permitir la parquización o forestación de los espacios circundantes. Las edificaciones complementarias que deban acompañar a las obras de saneamiento recibirán un tratamiento arquitectónico adecuado y compatible con las condiciones climáticas y tradiciones del lugar.

La amplitud de los espacios circundantes permitirá además atenuar el ruido y eventuales olores ofensivos que ocasionalmente se desprendan de las instalaciones de tratamiento durante la operación de las mismas. La creación de espacios verdes alrededor de todo equipamiento de saneamiento ambiental debe ser considerado como un requerimiento lógico e indispensable, dondequiera que ello sea posible.

En aquellos casos en que las condiciones climáticas o las del suelo impidan la formación de espacios verdes, deberá al menos respetarse la amplitud del espacio libre circundante, disponiendo los elementos de protección y seguridad de manera armoniosa con el paisaje y creando jardines secos, con las arenas y piedras del lugar.

14.3.1.3.- Forestaciones

La forestación en cualquiera de sus formas constituye una excelente alternativa de compensación ambiental; es aislante de ruidos, contribuye a la oxigenación de la atmósfera y absorbe eventuales olores desagradables, retiene polvo y otras partículas atmosféricas, drena terrenos excesivamente húmedos, absorbe oligoelementos, incluyendo algunos metales pesados, restituyendo residuos inocuos al humus natural, protege a los suelos contra la erosión hídrica y eólica, contribuye al mejoramiento del paisaje y, finalmente, representa una excelente opción para la recreación de la población.

En algunos casos, la implantación de una forestación en terrenos áridos habitualmente desprovistos de vegetación podrá verse facilitada por el aporte orgánico remanente que fluye con el riego de los suelos con aguas servidas previamente tratadas.

En todos los casos, la forestación de espacios libres configura la creación y preservación de un espacio verde de primera calidad en beneficio de la ciudad a la que se adscribe, contribuyendo a un mejor balance de la relación entre áreas verdes y número de habitantes.

Teniendo en cuenta que el crecimiento y la expansión urbana constituyen hechos inexorables en la mayoría de los pueblos y ciudades argentinas, nada impediría que un municipio adquiriera o recibiera como compensación tierras ubicadas fuera de los límites urbanos, para incorporarlas en el futuro como áreas verdes de la ciudad en expansión.

14.3.1.4.- Recreación y Paisaje

Las obras de compensación o mitigación que acompañan a los proyectos de saneamiento adquieren frecuentemente posibilidades recreativas. En efecto, las áreas verdes, parquizadas o en estado natural, son elementos apreciados por la comunidad para la recreación, activa o pasiva. Las lagunas de maduración destinatarias finales de los efluentes tratados pueden convertirse en centros de atracción del miniturismo de la localidad, cuando se embellecen sus orillas y se encuentran convenientemente equipadas para tales fines.

Otros cuerpos receptores, tales como los ríos o arroyos, sirvieron tradicionalmente para la recreación de la población del lugar. En estos casos, la parquización de su entorno hará más fácil el acceso y más segura su utilización. En todos los casos, privará el deseo de preservar y mejorar, en la medida de lo posible, la estética del paraje.

El énfasis puesto en la consideración del paisaje y la valorización de lo estético se rige por el principio de que la belleza constituye un elemento fundamental del medio ambiente. Conviene recordar a este propósito que cuando los Estados Unidos lanzaron su campaña contra la contaminación ambiental en los años 60, el lema elegido fue: "Keep America beautiful", relacionando íntimamente la estética con la limpieza, higiene y salud.

14.3.1.5.- Otras Obras de Beneficio para la Comunidad

En ciertos casos especiales, frente a circunstancias especiales de conformación urbana, podría aceptarse que la compensación ambiental se efectúe en distinto lugar que la acción que la motiva.

En una misma ciudad, este sistema permite compensar a la comunidad afectada con la ejecución de alguna otra obra de bien público, que se refiera prioritariamente al medio ambiente, bajo cualquier forma y en función de la escala del proyecto originario. Esta posibilidad de buscar con

imaginación la compensación adecuada a la circunstancia de cada proyecto en las distintas regiones del país, permite contemplar la situación de algunas localidades donde la creación de áreas verdes, por ejemplo, sea muy difícil de concretar.

14.3.1.6.- Piscicultura

En ordenamiento ambiental, la piscicultura puede ser objeto o sujeto del estudio. En efecto, la extrema sensibilidad a la contaminación de las aguas de las especies ictícolas las hacen especialmente aptas para monitorear la calidad del agua, a través del estudio de su comportamiento.

Asimismo, cuando se quiere certificar que se ha logrado el saneamiento de un curso de agua, restituyendo sus condiciones originales, la mejor prueba del éxito logrado lo constituye el regreso de las especies desaparecidas, tal como ocurrió con el salmón en el Río Támesis.

La insistencia en incluir referencias a la presencia o repoblamiento de peces en los distintos cuerpos receptores superficiales se basa por lo tanto en tres situaciones simultáneas: por un lado, la apreciación que se hace de las especies ictícolas como sensores naturales de las variaciones en la calidad del agua, por el otro, la apreciación de su función ecológica en la cadena de alimentos que conduce al hombre y finalmente, la apreciación de la capacidad recreativa que reviste la pesca deportiva.

14.3.1.7.- Riego

En las regiones semiáridas, resulta interesante contemplar la posibilidad de utilizar para actividades de regadío las aguas grises, vale decir, los efluentes provenientes de plantas de tratamiento. Para ello, es necesario tomar las debidas precauciones de manera de monitorear la calidad del agua que se vierte al sistema de riego y verificar que no se produzca contaminación de las napas subterráneas, o acumulación de metales pesados en el largo plazo, o que no se creen situaciones de riesgo para quienes manejan los canales de drenaje del riego.

Pero además, será conveniente evitar el riego de especies vegetales de hoja que se consuman crudas y suspender el riego con aguas grises dos semanas antes de la cosecha de las demás especies de consumo humano.

En cuanto respecta a las especies forestales, este sistema puede utilizarse sin mayores reparos, representando una solución para la disposición final de aguas grises en regiones con déficit hídrico.

14.3.2.- Desde el Punto de Vista Socio-cultural

14.3.2.1.- Efectos Sobre la Salud de la Población

En el relevamiento de las condiciones ambientales del lugar antes de la iniciación de las obras de saneamiento, se habrá dado particular atención a los indicadores de salud de la población, analizando las estadísticas disponibles sobre enfermedades endémicas de origen hídrico, su recurrencia y demás datos conducentes a establecer el nivel sanitario previo.

La comparación entre los indicadores de salud previos a la realización de las obras y los que se obtengan periódicamente a partir de la habilitación de las mismas, permitirá establecer el grado de mejoría logrado en la salud pública.

14.3.2.2.- Cambio de Hábitos Culturales

En algunos casos, la implantación de un sistema de saneamiento implicará un cambio sustancial en relación a los hábitos culturales previos de la población beneficiada. Esto podrá darse particularmente, en el caso de localidades aisladas, habitadas por comunidades autóctonas que presentan a menudo un alto grado de aislamiento e independencia del resto de la sociedad y hasta un lenguaje particular.

Para promover y lograr la aceptación de los proyectos de saneamiento, conviene facilitar de manera clara y sencilla toda la información disponible a los vecinos beneficiarios. En las asambleas o reuniones de consulta que se efectúen, se recibirán las reacciones y críticas, que pueden servir para descubrir recursos ambientales o valores de importancia tradicional y/o científica que pueden verse comprometidos por el proyecto.

A.- Campaña de Educación Sanitaria

Cualquiera sea el nivel cultural de la población beneficiada, es conveniente diseñar una campaña de educación sanitaria adaptada a la situación particular, para obtener los mejores resultados en la utilización del nuevo sistema adoptado.

En la medida que las obras vayan adelantando, se sugiere focalizar la campaña más explícita de educación sanitaria en el ámbito escolar, dirigiéndola hacia los propios alumnos, teniendo en cuenta que se trata de los principales y más permanentes beneficiarios del programa de saneamiento y que ellos tendrán a su vez la oportunidad de actuar como instructores en el seno de sus respectivas familias.

Podrán utilizarse cartillas con recomendaciones escritas, ilustradas sencillamente de manera de ayudar en la comprensión de las nuevas normas de higiene a adoptarse, especialmente cuando éstas impliquen un cambio en los hábitos culturales previos.

La participación y protagonismo de la población involucrada en las distintas etapas del programa de saneamiento constituirá sin dudas el método más eficaz de salvaguarda de las condiciones ambientales de la localidad. Sin perjuicio de ello, no deberá descuidarse el monitoreo periódico del comportamiento de los indicadores o variables más relevantes del lugar, el que estará a cargo de personal especializado de la planta y de auditores independientes.

B.- Autoridad de Aplicación y Auditoría; Capacitación

Las propuestas, proyectos y procedimientos utilizados para los estudios de impacto ambiental y obras de mitigación o compensación de los efectos adversos, estarán sujetos a la supervisión de una instancia provincial o regional, independiente y con autoridad suficiente para decidir.

Las autoridades de aplicación efectuarán esporádicamente las auditorías que correspondan, para acrecentar su patrimonio de experiencias, por un lado y también para asegurar la comprensión y el fiel cumplimiento de las normas ambientales en los distintos proyectos y obras de saneamiento. El CoFAPyS podrá reservarse el derecho de efectuar sus propias auditorías.

Los objetivos perseguidos por una auditoría son:

- a) verificar la exactitud de las Evaluaciones de Impacto Ambiental como pronósticos de las consecuencias ambientales de un proyecto;
- b) analizar la efectividad de los procedimientos recomendados para mitigación de los impactos adversos de un proyecto;
- c) controlar la utilidad de los regímenes y técnicas recomendados para monitoreo y vigilancia;
- d) analizar la efectividad de los procedimientos para el manejo ambiental de los proyectos.
- e) verificar al azar los resultados del monitoreo.

Las autoridades de aplicación provinciales o regionales tendrán la responsabilidad de verificar el nivel del personal ocupado en la operación y mantenimiento del sistema de saneamiento de la localidad. Esta verificación

formará parte del programa establecido para las auditorías y por lo tanto, de las conclusiones de los respectivos informes.

Las autoridades de aplicación y el propio CoFAPyS podrán organizar periódicamente cursos de entrenamiento y capacitación que consideren adecuados a los distintos niveles de prestación de servicios y al tipo de problemas emergentes.

14.4.- REQUERIMIENTOS DE EVALUACION

MATRIZ DE ALTERNATIVAS

Requerimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Detalla
do Semi-de
tallado Sumario

Regiones de relativa estabilidad Ambiental - Clase A	---	---	x
Regiones que presentan síntomas de compromiso o deterioro ambiental - Clase B	---	x	---
Regiones de notoria fragilidad ambiental - Clase C	x	---	---
Cuerpo receptor es parte de un parque natural, reserva paisajística o patrimonial	x	---	---
Curso de agua receptor es de clase A	x	---	---
Curso de agua receptor es de clase B	---	x	---
Curso de agua receptor es de clase C o D	---	---	x
Efluentes son vertidos a cuencas cerradas o utilizados para el riego de vegetales de consumo humano	x	x	---
Población superior a 18000 hab	---	x	---
Población inferior a 18000 hab	---	---	x
El 50% de la población urbana se concentra en area con densidad > 150 hab/ha	---	x	---

Obras de saneamiento muy cercanas a la planta urbana	---	x	---
Indices de morbilidad y/o mortalidad asociados a enfermedades hídricas son anormalmente elevados	x	x	---
El cuerpo receptor de los efluentes es el recurso único de agua potable aguas abajo	x	x	---
Existe proyecto de inminente radicación industrial	x	x	---
Instalaciones mixtas, con importante aporte de efluentes industriales	x	x	---
Instalaciones que prestan servicios a más de una localidad	x	x	---
NOTA: Cuando se marcan 2 casilleros a la vez, la decisión dependerá de la intensidad o importancia de la observación, a juicio del proyectista responsable.			

14.5.- LISTADO DE VARIABLES CONSIDERADAS PARA LA EVALUACION DE CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE (según Canter y Hill).

14.5.1.- Terrestres

I. Poblaciones

- 1.- Cosechas (Battelle EES)
- 2.- Vegetación (Battelle Dredging Impact Assessment Method - BDIAM)
- 3.- Arboles (Lower Mississippi Valley Division - LMVD)
- 4.- Arbustos (Bureau of Reclamation - BOR)
- 5.- Pastos (LMVD)
- 6.- Otras hierbas distintas a pastos (BOR)
- 7.- Cobertura del suelo (LMVD)
- 8.- Vegetación natural (Battelle EES)
- 9.- Vida animal (BOR)
- 10.- Herbívoros y animales que se alimentan de algas adheridas o fitoplastos (Battelle EES)

- 11.- Caza mayor (BOR)
- 12.- Caza de altura (BOR)
- 13.- Mamíferos de pelo especialmente fino (BOR)
- 14.- Mamíferos de caza (BDIAM)
- 15.- Mamíferos herbívoros (Battelle EES)
- 16.- Mamíferos carnívoros (Battelle EES)
- 17.- Aves de caza de altura (Battelle EES)
- 18.- Aves predatorias (U.S. Army - CERL)

II. Habitats/Uso del suelo

- 1.- Habitat terrestre (Battelle Water Resources Project - BWRP)
- 2.- Habitat de vida silvestre (Soil Conservation Service - SCS)
- 3.- Bosque de tierras bajas (LMVD): indicador compuesto, basado en los siguientes 11 factores:

Asociaciones de especies
 Porcentual de árboles de tronco enhiesto
 Porcentual ocupado por el sub-bosque
 Diversidad del sub-bosque
 Porcentual ocupado por la cobertura del suelo
 Diversidad de la cobertura del suelo
 Número de árboles de diámetro igual o mayor de 18 pulgadas por acre
 Porcentaje de árboles de diámetro igual o mayor de 18 pulgadas
 Frecuencia de inundación
 Perímetro de borde
 Distancia media al borde

- 4.- Bosque de altura (LMVD): indicador compuesto, basado en los siguientes 10 factores:

Asociaciones de especies
 Porcentual de árboles de tronco enhiesto
 Porcentual ocupado por el sub-bosque
 Diversidad del sub-bosque
 Porcentual ocupado por la cobertura del suelo
 Diversidad de la cobertura del suelo
 Número de árboles de diámetro igual o mayor de 16 pulgadas
 Porcentaje de árboles de diámetro igual o mayor de 16 pulgadas
 Perímetro de borde
 Distancia media al borde

- 5.- Tierras abiertas (sin bosque), (LMVD): indicador compuesto, basado en los siguientes cuatro factores:

Uso del suelo
 Diversidad de uso del suelo
 Perímetro de borde
 Distancia promedio al borde

- 6.- Interacción suelo/agua (BWRP)
- 7.- Zonas degradadas (BWRP)
- 8.- Uso del suelo (Battelle EES)
- 9.- Tierras boscosas (SCS)
- 10.- Tierras agrícolas (SCS)
- 11.- Tierras de pasturas (SCS)
- 12.- Cotos de caza (SCS)
- 13.- Tierras de vida silvestre (SCS)
- 14.- Suelo urbano (SCS)
- 15.- Espacios recreativos (SCS)
- 16.- Otros usos del suelo; v.g., superficie de suelos dedicados a la minería (SCS)
- 17.- Agua (SCS)

III. Calidad del terreno/erosión del suelo

- 1.- Topografía (Battelle EES)
- 2.- Riesgo de inundación/llanuras inundadas (SCS)
- 3.- Sedimentación (SCS)
- 4.- Asentamientos (BDIAM)
- 5.- Elementos tóxicos (BDIAM)
- 6.- Erosión del suelo (Battelle EES)
- 7.- Textura del suelo/permeabilidad (Housing and Urban Development - HUD)
- 8.- Nutrientes del suelo - NO₃ y PO₄ (SCS)
- 9.- Química del suelo - nutrientes, salinidad, SO₄, alcalinidad, Fe, Mn y B (SCS)
- 10.- Calidad para usos específicos, v.g., agrícola, pasturas, cotos de caza, bosques, tierra silvestre, urbano, recreación y otros (SCS)
- 11.- Pantanos (SCS)
- 12.- Recursos geológicos (BOR)
- 13.- Extracción minera (SCS)
- 14.- Características geológicas de excepción (HUD)
- 15.- Profundidad hasta los estratos impermeables (HUD)
- 16.- Características especiales del suelo - rellenos sanitarios, zonas costeras/orillas, descarga de material de minería/áreas degradadas y tierra agrícola de excepción (HUD)
- 17.- Riesgos naturales (CERL)

IV. Relaciones críticas de la comunidad

- 1.- Índice de cadena alimenticia (Battelle EES)
- 2.- Diversidad de especies (Baattelle EES)
- 3.- Productividad del ecosistema (Distrito de Tulsa)
- 4.- Diversidad y estabilidad del ecosistema (Distrito de Tulsa)
- 5.- Ciclo de nutrientes (HUD)

V. Especies amenazadas o en peligro

- 1.- Especies amenazadas o en peligro de extinción (Battelle EES)

VI. Pestes

- 1.- Especies de pestes (Battelle EES)

14.5.2.- Acuáticas

I. Poblaciones

- 1.- Vegetación natural (Battelle EES)
- 2.- Vegetación de pantanos (BDIAM)
- 3.- Zooplankton (BDIAM)
- 4.- Fitoplancton (BDIAM)
- 5.- Algas (Environmental Impact Center)
- 6.- Peces (BDIAM)
- 7.- Pesca deportiva (LMVD y Battelle EES)
- 8.- Pesca comercial (Battelle EES)
- 9.- Organismos entre las mareas (BDIAM)
- 10.- Organismos que viven en el fondo del mar o cuerpos de agua/ organismos que viven en las cercanías del fondo de un cuerpo de agua (BDIAM)
- 11.- Aves acuáticas (Battelle EES)

II. Habitats

- 1.- Asentado - en movimiento (Distrito de Tulsa)
- 2.- Provisorio - estable (Distrito de Tulsa)
- 3.- Cambio de asentado a provisorio (BWRP)
- 4.- Características del río (Battelle EES)
- 5.- Cursos de agua (LMVD) - indicador compuesto basado en los siguientes 8 factores:

Sinuosidad

Centráquidos dominantes (percas)

Ancho promedio en estiaje

Turbiedad

Sólidos totales disueltos

Tipología química

Diversidad de peces

Diversidad de benthos (organismos que viven en el fondo del mar o cuerpos de agua)

- 6.- Lagos de agua dulce (LMVD) - indicador compuesto basado en los siguientes 10 factores:

Profundidad promedio

Turbiedad

Sólidos totales disueltos

Tipología química

Desarrollo de costa

Agua de manantial

Pesca potencial

Pesca deportiva potencial

Diversidad de peces

Diversidad de benthos

- 7.- Pantanos de río (LMVD) - indicador compuesto basado en los siguientes 6 factores:

Asociaciones de especies
Porcentual de cobertura de bosque
Porcentual de inundación anual
Diversidad de cobertura del suelo
Porcentual cubierto por agua
Días afectados por la crecida del río

- 8.- Pantanos no fluviales (LMVD) - indicador compuesto basado en los siguientes 5 factores:

Asociaciones de especies
Porcentual de cobertura de bosque
Porcentual de inundación anual
Diversidad de cobertura del suelo
Porcentual cubierto por la cobertura del suelo

- 9.- Playas y orillas (BOR)

- 10.- Alteraciones de la comunidad - agua dulce, de estuario, de océano (BDIAM)

- 11.- Ciénagas (HUD)

- 12.- Comunidades aguas abajo del río (BWRP)

III. Calidad del agua

- 1.- pH (Battelle EES)
- 2.- Intensidad de olor (SCS)
- 3.- Turbiedad (Battelle EES)
- 4.- Sólidos en suspensión (BDIAM)
- 5.- Temperatura del agua (Battelle EES)
- 6.- Radioactividad (SCS)
- 7.- Oxígeno disuelto (Battelle EES)
- 8.- Demanda bioquímica de oxígeno (Battelle EES)
- 9.- Demanda química de oxígeno (SCS)
- 10.- Conductividad eléctrica (SCS)
- 11.- Calcio (SCS)
- 12.- Magnesio (SCS)
- 13.- Sodio (SCS)
- 14.- Tasa de absorción de sodio (SCS)
- 15.- Acidez (SCS)
- 16.- Alcalinidad (SCS)
- 17.- Cloruros (SCS)
- 18.- Sulfatos (SCS)
- 19.- Bicarbonatos (SCS)
- 20.- Sólidos disueltos (Battelle EES)
- 21.- Compuestos de nitrógeno (BWRP)
- 22.- Nitrógeno inorgánico (Battelle EES)
- 23.- Fósforo (BWRP)
- 24.- Fosfatos inorgánicos (Battelle EES)
- 25.- Salinidad (BDIAM)
- 26.- Carbono inorgánico (Battelle EES)
- 27.- Hierro y manganeso (BWRP)
- 28.- Sustancias tóxicas (Battelle EES)
- 29.- Metales pesados (CERL)

- 30.- Pesticidas (Battelle EES)
- 31.- Hidrocarburos (CERL)
- 32.- Total de coliformes (BWRP)
- 33.- Coliformes fecales (Battelle EES)
- 34.- Estreptococos fecales (SCS)
- 35.- Capacidad asimilativa del curso de agua (Battelle EES)
- 36.- Sedimentación (BWRP)
- 37.- Estratificación térmica (BWRP)
- 38.- Reacciones químicas (BWRP)
- 39.- Eutroficación (CERL)

IV. Cantidad de agua

- 1.- Agua de manantial (LMVD)
- 2.- Porcentual de área inundada anualmente (LMVD)
- 3.- Días sujetos a la crecida del río (LMVD)
- 4.- Variación de caudal del río (Battelle EES)
- 5.- Pérdida hidrológica de la cuenca (Battelle EES)
- 6.- Interacción - agua de superficie (BDIAM)
- 7.- Usos del agua y pérdidas de consumo (SCS)
- 8.- Rendimiento tolerable del acuífero (CERL)

V. Relaciones críticas de la comunidad

- 1.- Índice de la cadena de alimentos (Battelle EES)
- 2.- Diversidad de especies (Battelle EES)
- 3.- Productividad del ecosistema (Distrito de Tulsa)
- 4.- Diversidad y estabilidad del ecosistema (Distrito de Tulsa)

VI. Especies amenazadas o en peligro

- 1.- Especies amenazadas o en peligro de extinción (Battelle EES)

VII. Pestes

- 1.- Especies de pestes (Battelle EES)

14.5.3.- Aéreas

I. Calidad

- 1.- Monóxido de carbono (Battelle EES)
- 2.- Hidrocarburos (Battelle EES)
- 3.- Oxidos de nitrógeno (Battelle EES)
- 4.- Oxidantes fotoquímicos/ozono (Battelle EES)
- 5.- Oxidos sulfurosos (Battelle EES)
- 6.- Amoníaco (SCS)
- 7.- Acido sulfhídrico (SCS)
- 8.- Olor (CERL)
- 9.- Partículas (Battelle EES)
- 10.- Polen (SCS)
- 11.- Humo (SCS)
- 12.- Visibilidad (SCS)

13.- Tóxicos peligrosos (CERL)

II. Climatología

- 1.- Factor de difusión (CERL)
- 2.- Inversiones (SCS)
- 3.- Drenaje de aire (SCS)

14.5.4.- Interacción Antrópica

I. Ruido

- 1.- Ruido (Battelle EES)
- 2.- Intensidad de ruido (BDIAM)
- 3.- Duración del ruido (BDIAM)
- 4.- Frecuencia del ruido (SCS)
- 5.- Efectos fisiológicos (CERL)
- 6.- Efectos psicológicos (CERL)
- 7.- Efectos en la comunicación (CERL)
- 8.- Efectos sobre el rendimiento (CERL)
- 9.- Efectos sobre la conducta social (CERL)

II. Estética

- 1.- Material geológico de superficie (Battelle EES)
- 2.- Relieve y características topográficas (Battelle EES)
- 3.- Configuración superficial (BDIAM)
- 4.- Amplitud y ordenamiento (Battelle EES)
- 5.- Calidad visual del paisaje (SCS)
- 6.- Espacios libres y cinturones verdes (BOR)
- 7.- Areas naturales (BOR)
- 8.- Otras áreas de belleza natural (BOR)
- 9.- Diversidad de tipo de vegetación (Battelle EES)
- 10.- Variedad dentro del tipo de vegetación (Battelle EES)
- 11.- Vegetación costera (BDIAM)
- 12.- Vegetación de tierras altas (BDIAM)
- 13.- Animales terrestres (BDIAM)
- 14.- Animales domésticos (Battelle EES)
- 15.- Fauna nativa (Battelle EES)
- 16.- Observación de pájaros (Battelle EES)
- 17.- Interacción tierra/agua (Battelle EES)
- 18.- Area de agua superficial (Battelle EES)
- 19.- Orillas geológicas y forestadas (Battelle EES)
- 20.- Apariencia del agua (Battelle EES)
- 21.- Olor y materias flotantes (Battelle EES)
- 22.- Animales acuáticos (BDIAM)
- 23.- Visibilidad (SCS)
- 24.- Olor y calidad visual (Battelle EES)
- 25.- Sonido (Battelle EES)

III. Historia

- 1.- Recorridos históricos internos y externos (Battelle EES)
- 2.- Estructuras históricas (HUD)

IV. Arqueología

- 1.- Recorridos arqueológicos internos y externos (Battelle EES)
- 2.- Sitios y estructuras arqueológicas (HUD)

Las variables arriba mencionadas, son las de más frecuente utilización para los estudios de impacto ambiental en los Estados Unidos y dan una idea del universo de temas que pueden llegar a cubrir. Fueron recopiladas por los Profesores Larry W. Canter y Loren G. Hill, de la Universidad de Oklahoma y en cada caso se menciona a la institución u organización que estudió su comportamiento, o curva funcional, bajo distintas circunstancias de calidad del medio ambiente.

En particular, se destacan los trabajos realizados por las siguientes instituciones:

- "Battelle Dredging Impact Assessment Method" (BDIAM), informe preparado por los Laboratorios Battelle-Columbus de Columbus, Ohio, para la Estación Experimental de Cursos de Agua del Cuerpo de Ingeniería del Ejército de los Estados Unidos, CE, Vicksburg, Miss.
- "Battelle Environmental Evaluation System for Water Resource Planning" (EES), 1972, informe presentado al U.S. Bureau of Reclamation, por N. Dee y otros, de los Laboratorios Battelle-Columbus, Columbus, Ohio.
- "Battelle Water Resource Project" (BWRP) 1974, informe presentado a la U.S. Environmental Protection Agency por M.L. Warner y otros, intitulado "An Assessment Methodology for the Environmental Impacts of Water Resources Projects", EPA-600/5-74-016, Laboratorios Battelle-Columbus, Columbus, Ohio.
- Bureau of Reclamation (BOR), 1972, "Guidelines for Implementing Principles and Standards for Multi-objective Planning of Water Resources", Washington, D.C.
- Canter, L.W., 1977, Environmental Impact Assessment, McGraw-Hill Book Company, New York, NY.
- Environmental Impact Center, Inc. (EIC), 1973, "A Methodology for Assessing Environmental Impact of Water Resources Development", preparado por el Environmental Impact Center, Inc., de Cambridge, Mass., para el U.S. Department of Interior, Office of Water Resources Research, Washington, D.C.
- Lower Mississippi Valley Division, (LMVD) 1976, "A Tentative Habitat Evaluation System (HES) for Water Resources Planning", CE, Vicksburg, Mississippi.

- Soil Conservation Service (SCS), U.S. Department of Agriculture, 1974, "Environmental Assessment Procedure", Washington, D.C.
- Distrito de Tulsa, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, 1972, "Matrix Analysis of Alternatives for Water Resources Development", informe técnico preliminar, Tulsa, Oklahoma.
- Urban Institute, Inc., 1976, "Land Development and the Natural Environment", informe preparado para el Department of Housing and Urban Development (HUD), Washington, D.C.

14.6.- BIBLIOGRAFIA

- 14.6.1.- LESTER BROWN, El día 29, World Watch Institute.
- 14.6.2.- KEVIN LYNCH, The City as Environment, en Scientific American, 1965.
- 14.6.3.- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano, Estocolmo, 1972.
- 14.6.4.- SCHUMACHER, E.F., Small is beautiful, 1984.
- 14.6.5.- Ley del Medio Ambiente de los Estados Unidos de América, 1969.
- 14.6.6.- De los Aires, de las Aguas y los Lugares, Hipócrates.
- 14.6.7.- LARRY CANTER y LOREN HILL, Handbook of variables for environmental impact assessment, Ann Arbor Science Publishers, Inc., 1979.
- 14.6.8.- ABEL WOLMAN, The metabolism of Cities, por en Scientific American, 1965.
- 14.6.9.- JOHN M. KALBERMATTEN, DEANNE S. JULIUD y CHARLES G. GUNNERSON, Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation, World Bank, 1980.
- 14.6.10.- SAMUEL P. HAYS, Beauty, Health and Permanence, University of Pittsburgh, Cambridge University Press, 1987.
- 14.6.11.- Dr. ALLEN V. KNEESE, Managing the Environment, International Economic Cooperation for Pollution Control, Atlantic Council of the USA, Battelle Memorial Institute.
- 14.6.12.- Ing° Agr. RICARDO REBAGLIATTI, El Papel Forestal en las Obras de Saneamiento Ambiental, Jornada sobre Ciencia y Técnica Forestal, Buenos Aires, 1985.

- 14.6.13.- KENNETH L. DICKSON, DAVID GRUBER, CHRISTINE KING y KENNETH LUBENSKI, Biological Monitoring to Provide an Early Warning of Environmental Contaminants, en Biological Monitoring for Environmental Effects.
- 14.6.14.- Manual de Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, ECO, México, 1990.
- 14.6.15.- Ley Nº 2342, de Impacto Ambiental de la Provincia de Río Negro, Enero de 1990.
- 14.6.16.- Normas de Estudios, Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales para Poblaciones entre 15.000 y 30.000 Habitantes, Servicio Nacional de Agua Potable y Saneamiento (SNAP), 1984.
- 14.6.17.- Normas de Diseño, Materiales y Uniformidad de Instalaciones y Equipos en los Aprovisionamientos del SNAP, 1973.
- 14.6.18.- Evaluación de Impactos Ambientales, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 1987.
- 14.6.19.- Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales en las Operaciones del Banco, Banco Interamericano de Desarrollo, 1990.
- 14.6.20.- Estrategias y procedimientos para la interacción entre el Banco Interamericano de Desarrollo y las organizaciones no gubernamentales ambientales, Banco Interamericano de Desarrollo, 1990.
- 14.6.21.- Estrategias y procedimientos para temas socio-culturales en relación con el medio ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo, 1990.
- 14.6.22.- Informe Anual sobre el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, Banco Interamericano de Desarrollo, 1991.
- 14.6.23.- Material de referencia, División de Protección del Medio Ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo, 1991.
- 14.6.24.- Aplicación de procedimientos ambientales en el sector del saneamiento y el desarrollo urbano, Banco Interamericano de Desarrollo, 1991.
- 14.6.25.- Curso sobre Técnicas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Cloacal, AIDIS-CoFAPyS, 1990.
- 14.6.26.- Curso para Ingenieros sobre Operación y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización de Aguas Residuales, Lima, Perú, 1980.

- 14.6.27.- Clases del Prof. MAX LOTHAR HESS, UNCPBA, SNAP, DNSA, Olavarría, 1982.
- 14.6.28.- Manual del DTIAPA, C-14, Lagunas de Estabilización y otros Sistemas Simplificados para el Tratamiento de Aguas Residuales, Cepis, Lima, Perú.
- 14.6.29.- Lagunas de Estabilización, UNBA, Publicación Nº 9, Buenos Aires, 1971.
- 14.6.30.- Manual del Operador de Plantas de Tratamiento de Líquido Cloacal, traducido por OSN del Water Pollution Control Federation, 1968.
- 14.6.31.- FABIAN YAÑEZ, Avances en el Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización, OMS-Cepis, Lima, Perú.
- 14.6.32.- Ingenieros POTEL JUNOT, M.A. y SALTIEL, G.C., Utilización de Aguas Residuales para Riego, Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Nº 4, Junio de 1991.
- 14.6.33.- LEROY W. VAN KLEECK, Operaciones de Instalaciones para Desagüe Cloacal, Revista Saneamiento, OSN, Nº 194, Septiembre de 1963.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

COMITE DE MEDIO AMBIENTE

**PROCEDIMIENTOS PARA CLASIFICAR Y EVALUAR
IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS OPERACIONES DEL BANCO**

WASHINGTON, D.C., FEBRERO 1990

INTRODUCCION

El 15 de febrero de 1990, el Comité de Medio Ambiente aprobó y puso en efecto nuevos "Procedimientos para Clasificar y Evaluar Impactos Ambientales en las Operaciones del Banco". Estos procedimientos formalizan la práctica que fuera establecida previamente por el Comité de Medio Ambiente que consiste en la temprana identificación de las operaciones del Banco (préstamos y cooperaciones técnicas) que pudieran tener impactos ambientales significativos.

Con el fin de hacer efectivos estos nuevos procedimientos, el Banco ha iniciado un programa de entrenamiento a su personal técnico y al personal de los países prestatarios que tratan con proyectos de desarrollo. Asimismo, el Banco ha comenzado la elaboración de guías para asistir a su personal y al de los países prestatarios en la identificación de impactos adversos y en la preparación de evaluaciones de impactos ambientales para proyectos de desarrollo.

El personal de la División de Protección del Medio Ambiente brindará apoyo al personal del Banco y de los países prestatarios en la identificación de problemas del medio ambiente, clasificación de las operaciones, evaluación de impactos ambientales en las operaciones del Banco, desarrollo de programas de protección ambiental y supervisión de estos programas, principalmente durante esta etapa inicial de entrenamiento y elaboración de guías. Finalmente, el poner en marcha operaciones sólidas en lo que respecta al medio ambiente, es una responsabilidad compartida por todos los funcionarios del Banco y de los países prestatarios.

PROCEDIMIENTOS PARA CLASIFICAR Y EVALUAR IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS OPERACIONES DEL BANCO

I. OPERACIONES AFECTADAS

El procedimiento para clasificar y evaluar aspectos ambientales 1/ afectará a todas las operaciones que realiza el Banco, a saber:

- (a) Préstamos específicos y globales
- (b) Préstamos sectoriales y
- (c) Proyectos de cooperación técnica

II. OBJETIVO

El objetivo general de este procedimiento es asegurar que en todas las operaciones del Banco estén incluidas las inversiones y otras acciones necesarias para prevenir, controlar y/o mitigar impactos ambientales negativos y mejorar la calidad ambiental.

Para esto es preciso identificar, al comienzo del ciclo de las operaciones (identificación), el tipo y magnitud de los problemas ambientales potenciales y establecer desde la conceptualización y diseño de las operaciones, las reformas, cambios de políticas y medidas preventivas y correctivas necesarias y a ser incorporadas dentro de los estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseños finales. Para garantizar que las medidas establecidas sean ejecutadas, la División de Protección del Medio Ambiente (ENV) apoyará a los equipos y otras divisiones involucradas, así como a las representaciones del Banco en los países miembros en la supervisión de las inversiones y/o actividades ambientales de una operación desde su iniciación hasta terminar su ejecución.

III. ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

- a. Identificación de los impactos ambientales 2/ potenciales.
- b. Clasificación de las operaciones en base a los impactos ambientales potenciales y la aprobación de la clasificación por el Comité de Medio Ambiente (CMA).
- c. Preparación de términos de referencia para la Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA) 3/.
- d. Revisión de la EIA por los funcionarios del Banco.

- e. Aprobación por el CMA de las medidas a ser tomadas en cuenta par evitar y disminuir los impactos negativos durante la implementación de la operación.

IV. JUSTIFICACION

La aplicación de la nueva estrategia ambiental del Banco delineada en el "Marco Conceptual para la Acción del Banco en Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y Conservación de Recursos Naturales" (marzo 1, 1989), requiere una identificación temprana del tipo y magnitud de los problemas ambientales potenciales y de las medidas ambientales que pueda requerir cada operación. Las operaciones que se prevé que tendría un impacto ambiental significativo, tanto positivo como negativo, deberán ser adecuadamente tratadas a todo lo largo de su ciclo de preparación y ejecución. Por ello, estas operaciones deben ser claramente identificadas por medio de una clasificación de todas las operaciones, que separe las que tengan impactos ambientales significativos de las que no lo tengan.

V. CLASIFICACION DE LAS OPERACIONES

Las operaciones del Banco serán clasificadas de acuerdo a sus impactos ambientales en:

Categoría I: Operaciones del Banco que se conceptualizan y diseñan expresamente para mejorar la calidad ambiental. En general estas operaciones no requieren de la EIA. Sin embargo, requieren intensa participación de especialistas ambientales para su preparación, análisis y supervisión de la ejecución (Ej. manejo de cuencas, educación y capacitación ambiental, descontaminación del aire, conservación de suelos, ordenamiento territorial, establecimiento de áreas protegidas).

Categoría II: Operaciones que no afectan en forma directa ni indirecta al ambiente y que no requieren, en general, de la EIA (Ej. educación en general, vacunación, ciencia y tecnología, difusión de tecnologías apropiadas).

Categoría III: Operaciones que pueden afectar moderadamente al ambiente y aquellas cuyos impactos ambientales negativos tienen soluciones bien conocidas y fácilmente aplicables. Estas operaciones usualmente requieren de una EIA semi-detallada y en algunos casos específicos uno o más de sus componentes requieren de la EIA detallada (Ej. agua potable, crédito agropecuario y forestal, seneamiento ambiental, rehabilitación de infraestructura, pequeños desarrollos hidroeléctricos y pequeña infraestructura de riego).

Categoría IV: Operaciones que pueden impactar negativa y significativamente en el medio ambiente otros grupos vulnerables en el área y que requieren de una EIA detallada (Ej. construcción de carreteras en ecosistemas frágiles, grandes desarrollos hidroeléctricos y termoeléctricos, gran infraestructura de riego, minería y disposición de desechos tóxicos).

VI. PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACION

La propuesta de clasificación inicial para préstamos específicos y globales es hecha por el Equipo del País con la participación de ENV durante las etapas de identificación de la operación y deberá estar revisada por ENV y la División de Operaciones pertinente. Esta clasificación deberá ser revisada y aprobada por el CMA e incorporada en el Perfil II. De ser necesario un cambio, la nueva clasificación deberá ser hecha por el Equipo del Proyecto con apoyo de ENV lo antes posible y con anticipación al Perfil III. La clasificación final será revisada y aprobada por el CMA, si la clasificación inicial fuera cambiada.

En casos en que la información sea limitada para la clasificación final, las misiones especiales o estudios adicionales podrían ser necesarios para obtener información que permita establecer dicha clasificación lo más temprano posible. Deberá evitarse efectuar cambios en la clasificación pero, de haber justificación, ésta deberá ser sustentada ante el CMA. La clasificación asignada constará en toda documentación referida a esa operación.

En el caso de los préstamos sectoriales, la clasificación inicial deberá estar a nivel de Memorándum del Proyecto y la clasificación final lo más temprano posible después de la primera Misión de Orientación. Las propuestas y aprobaciones de las clasificaciones iniciales y finales se hacen en forma similar a las de los préstamos específicos y globales, cuya descripción antecede.

Para las operaciones de cooperación técnica, especialmente las que estén ligadas a operaciones de préstamos o que tengan una cobertura regional, la propuesta de clasificación será hecha por el Equipo del País y revisada por ENV y las Divisiones de OPS pertinentes. Esta clasificación será aprobada por el CMA e incorporada en los documentos respectivos.

VII. PROCEDIMIENTOS PARA EFECTUAR LAS EVALUACIONES DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los equipos responsables de las operaciones clasificadas III y IV, en consulta con ENV, deberán identificar los impactos ambientales potenciales lo más temprano posible y recomendar los estudios y actividades necesarias para determinar la magnitud y duración de los impactos a través del proceso de la EIA. Los términos de referencia para estudios y acciones deben ser sometidas conjuntamente con la clasificación final. Cuando los resultados del EIA muestren que es necesario un cambio en la conceptualización o diseño de la operación, éstos serán considerados por el CMA, que dará las recomendaciones necesarias.

Las EIA deben ser hechas por el país que solicita la operación, ya que se trata de una parte de los estudios de prefactibilidad y factibilidad. Los términos de referencia de dichas evaluaciones deben ser preparados por el país solicitantes y acordado con el Banco. Las poblaciones directamente afectadas y la sociedad civil local (por ejemplo, organizaciones ambientales locales representativas) deberán participar de modo formal y comprobable en la preparación de los términos de referencia de las EIA. Cuando un país solicite expresamente al Banco cooperación técnica o apoyo para preparación de EIA, el Banco hará los mejores esfuerzos para facilitar esa cooperación técnica de acuerdo con las políticas pertinentes y las disponibilidades de recursos.

Se tomará en cuenta los procedimientos legales vigentes (normas legales y mecanismos administrativos de cada país para establecer las actividades para prevenir impactos ambientales negativos atribuibles a proyectos de desarrollo) para la formulación de las evaluaciones de impacto ambiental. El Banco revisará los resultados y las recomendaciones de las EIA en base a sus propios requerimientos de análisis. Posteriormente, el Banco discutirá con las autoridades par resolver eventuales discrepancias y adoptar acuerdos sobre las medidas que deben ser implementadas.

La responsabilidad primaria de supervisión en la preparación de las EIA corresponde al Equipo de Proyecto, quien contará con el apoyo de ENV. Para asegurarse que los resultados de las EIA sean congruentes con los requerimientos establecidos en sus términos de referencia, el Equipo del Proyecto con la representación del Banco pertinente supervisará la preparación de dichas evaluaciones e informará oportunamente sobre posibles problemas para tomar las medidas correctivas a tiempo. Las poblaciones directamente afectadas y la sociedad civil local deberán ser informadas de los resultados de la EIA y sus

opiniones sobre las recomendaciones propuestas escuchadas.

Los resultados de la EIA, de ser necesario a través de inversiones específicas, formarán parte de los estudios de factibilidad y/o diseños finales que el país presentará al Banco para su aprobación y deberán estar incluidos en el Informe del Proyecto. La EIA estará disponible para el uso del Equipo del Proyecto durante el análisis de la operación.

Los préstamos sectoriales y las cooperaciones técnicas usualmente requieren de una EIA del tipo examen pero pueden necesitar EIA más detallados.

-
- 1/ Ambiente o medio ambiente, en este documento, se refiere a: (i) medio ambiente propiamente dicho (polución, calidad de vida), (ii) manejo y conservación de recursos naturales y, (iii) poblaciones locales y sus culturas, en el área de influencia directa e indirecta de las operaciones.
- 2/ Impacto ambiental: Toda alteración en el ambiente que afecte positiva o negativamente la calidad de la vida humana o que tenga impacto sobre las opciones de desarrollo económico-social en el área de influencia del proyecto. Los impactos ambientales pueden ser directos (por ejemplo, la deforestación de una faja para construir una carretera o para establecer un embalse) o indirectos (por ejemplo, los asentamientos humanos planificados o no, pero previsibles, a lo largo de la carretera o las consecuencias en la conservación de un recurso de cambios en las políticas económicas, subsidios, créditos, impuestos, así como los impactos en el área de influencia indirecta de una obra de infraestructura).

- 3/ Evaluación de los Impactos Ambientales (EIA): Las EIAs son análisis de diferentes tipos y niveles (examen, reconocimiento, semi-detallado o detallado) de los impactos de las actividades de desarrollo en el ambiente, en los recursos naturales, en el habitat y en los asentamientos humanos y por ende en la sociedad y en la economía. Los términos de referencia para cada evaluación de impacto ambiental deberán tener una visión de conjunto, sistematizada y considerar tanto los impactos directos como los indirectos, en base a escenarios previsibles en horizontes de tiempo a ser definidos. Además, la evaluación deberá proponer soluciones a los problemas ambientales identificados, que deberán ser considerados en los estudios de factibilidad y/o en los diseños finales de la operación.
- 4/ CEPPCT: Comité de Evaluación de Proyectos, Préstamos y Cooperaciones Técnicas.

**15.- ASPECTOS DE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO
VINCULADOS CON EL PROYECTO**

15.- ASPECTOS DE LA OPERACION Y MANTENIMIENTO VINCULADOS CON EL PROYECTO

15.1.- PROYECTO, OPERACION Y MANTENIMIENTO

Es usual hacer referencia global a "Operación y Mantenimiento", como si se tratara de un solo tema, cuando en realidad existen diferencias fundamentales entre ambas actividades.

La operación de un sistema consiste en la supervisión del funcionamiento normal de las distintas partes del mismo y en la intervención del operador, cuando se detecte un apartamiento de las condiciones normales de funcionamiento o se modifiquen las condiciones de ingreso, para retornar el sistema a los parámetros operativos normales. Son actividades externas a las unidades que integran el sistema cloacal y no implican desarmar, cambiar ni modificar ninguna parte constitutiva de éste.

El mantenimiento de un sistema, en cambio, consiste en un conjunto de actividades destinadas a cambiar, reparar, calibrar, ajustar, pintar, etc., las partes del mismo dañadas, desgastadas por el uso, descalibradas o desajustadas, etc., (mantenimiento correctivo) y también a realizar trabajos de este tipo antes de que las partes hayan llegado a la situación de daño, desgaste, descalibración, etc. (mantenimiento preventivo).

En un sistema pequeño, la operación y el mantenimiento suelen estar a cargo de una misma y única persona: el operador del mismo, que a su vez realiza la mayor parte de las tareas de mantenimiento. En sistemas más grandes, existe personal separado para operar las bombas y la planta de tratamiento, por ejemplo, y para efectuar las reparaciones de redes, conexiones, desobstrucciones, equipos electromecánicos, etc.

La ejecución de un buen proyecto exige, entre otras cosas, que el proyectista posea experiencia para prever las necesidades de acceso, espacio y seguridad que se requieren en las distintas unidades para asegurar una operación cómoda y eficiente, así como de los elementos de medición y control que deberá incorporar para facilitar y permitir la supervisión y registro de los distintos parámetros de funcionamiento.

Respecto de las operaciones de mantenimiento, similares criterios se aplicarán en el proyecto para facilitar el desarme, desmontaje y montaje de equipos e instalaciones, así como en la selección de materiales y soluciones tecnológicas para reducir la frecuencia de intervenciones del personal de mantenimiento.

Además de la experiencia personal del proyectista, es fundamental establecer y mantener canales de comunicación permanentes entre las áreas de Estudios y Proyectos, Operación y Mantenimiento, para que la realimentación de información desde estas dos últimas áreas hacia la primera, actúe como un mecanismo de optimización de los diseños, incorporando las modificaciones y sugerencias que surjan de esa comunicación.

En general, sin que esta lista se aproxime al agotamiento del tema, los aspectos sobresalientes que el proyectista deberá tomar en cuenta para facilitar la operación y optimizar el mantenimiento, son los siguientes:

- a) Espacio suficiente para ingresar los equipos en los locales y montarlos y desmontarlos (aberturas en paredes, pisos y techos, dimensiones en planta y altura de los locales, etc.), distancia de los equipos a los muros y/u obstáculos más próximos.
- b) Acceso cómodo y seguro a los lugares dónde se encuentran ubicados equipos, válvulas, instrumentos, etc. Iluminación.
- c) Verificación de las condiciones de armado y desarmado de cañerías, válvulas y equipos. Juntas de desarme. Espacio entre piezas y de éstas a la pared mas cercana para ubicar las herramientas y el operario.
- d) Canillas de servicio para agua limpia en todos los lugares dónde el operario corre el riesgo de contacto con el líquido cloacal o sustancias irritantes, hidrantes y mangueras donde se requiere el lavado con arrastre de sólidos (desarenadores, sedimentadores, etc.).
- e) Ventilación adecuada en pozos de bombeo, salas de cloración, zona de limpieza de rejillas, etc.
- f) Condiciones de acceso permanente a zonas de enterramiento de residuos, playas de secado, etc., para los vehículos correspondientes.
- g) Evitar la utilización de equipos electrónicos, eléctricos o electromecánicos, cuya complejidad haga imposible su reparación local, salvo que se asegure un adecuado servicio por parte del fabricante o distribuidor.
- h) Condiciones de higiene y seguridad industrial acorde con las tareas que debe desarrollar el personal. Revestimientos antideslizantes en escaleras y veredas perimetrales de unidades bajo nivel, ventilación forzada en locales de cloración, cañerías y obstáculos ubicados por arriba de 2,00 m respecto del nivel de piso, cubiertas para bombas a tornillo, dispositivos de seguridad en zonas de aeradores, etc.

15.2.- OTROS ASPECTOS QUE DEBERA CONTEMPLAR EL PROYECTISTA

Además de los aspectos de operación y mantenimiento vinculados con la concepción ingenieril del proyecto, existen otros elementos que los responsables del mismo deben tomar en cuenta para contribuir a la mejor operación y mantenimiento del sistema.

Estos elementos son los siguientes:

- Manual de Operación
- Manual de Mantenimiento
- Planos conforme a obra (generales y de detalle)
- Planos generales, cortes y despieces de equipos electromecánicos
- Instrucciones y especificaciones para el mantenimiento de equipos electromecánicos de fabricación estándar y especiales

Si bien, parte de la documentación deberá elaborarla y proveerla el contratista en base a las especificaciones del pliego de licitación, las cláusulas de ese pliego referidos a las características y forma de entrega de esta documentación deberán ser redactadas por el proyectista en consulta con las áreas de operación y de mantenimiento, para asegurar que se cubren adecuadamente las necesidades de las mismas.

15.3.- NECESIDAD DE LOS MANUALES

Es aceptada universalmente la necesidad de contar con manuales o instructivos que describan con sencillez y precisión las tareas a cargo del personal de explotación y la manera de realizarlas.

Estos manuales, que abarcan tanto la operación del sistema cloacal, como su mantenimiento, cumplen básicamente las siguientes funciones:

- a) Informan a los responsables de la operación y el mantenimiento de cada sistema, los aspectos funcionales y operativos del mismo, tal como fueran concebidas por el proyectista.
- b) Forman un conjunto de instrucciones y comentarios sistematizados que, por escrito, quedan registrados en la "memoria institucional" de la entidad a cargo del servicio, asegurando la repetibilidad de procedimientos, minimizando la improvisación y el método de "prueba y error", reduciendo el uso de la transmisión oral como

medio de transferencia del conocimiento entre el personal e incrementando la confiabilidad de la operación y mantenimiento.

c) Reducen el tiempo de entrenamiento del nuevo personal.

15.4.- RESPONSABLE DE LA CONFECCION DE LOS MANUALES

La estructura básica del Manual de Operación y del Manual de Mantenimiento se elabora siempre en el área Proyectos de la entidad responsable de la construcción del servicio, con los aportes de las áreas de Operación y Mantenimiento, en lo que sea pertinente.

Posteriormente, durante la ejecución de la obra, el contenido de ambos manuales deberá ser completado por el Contratista y ajustado en función de lo realmente construido. Esta última etapa suele especificarse en los pliegos de licitación, estableciendo la obligación del Contratista al respecto, junto con la de entregar la cantidad necesaria de ejemplares, adecuadamente impresos y encuadernados.

No es aconsejable la política de trasladar al Contratista la responsabilidad de la confección del manual de Operación. El Contratista sólo debe incorporar aquellos aspectos que no se encuentran definidos en el momento del proyecto y/o que deben esperar la finalización de la obra para poder ser redactados convenientemente, ya sea porque se haya modificado el proyecto original, se haya licitado la obra con proyecto a cargo del Contratista, etc. El resto del Manual debe estar a cargo de la entidad prestataria o de el Organismo que la controle, ya que ellos son los que deben fijar las políticas de operación, seguridad e higiene de los sistemas en explotación.

15.5.- MANUAL DE OPERACION

El Manual de Operación debe diseñarse en el área Proyectos de la entidad a cargo de la licitación y construcción del sistema, estableciendo su contenido y redactando los temas que puedan definirse ya en el momento del proyecto.

Si bien cada obra presenta características individuales, ya sea para redes, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, etc., siempre existirán partes del manual que serán comunes para todas o gran parte de las obras y que podrían encontrarse ya redactadas (desobstrucción de redes, operación de bombas, limpieza de rejillas, etc.) o bien redactarse con independencia de la especificidad de cada obra, por el sector responsable del proyecto, con la colaboración que corresponda de las áreas de operación.

Como contenido mínimo del Manual de Operación se propone el siguiente:

- Descripción general del sistema.
- Parámetros básicos de diseño (población de diseño, caudales, parámetros del tratamiento, etc.).
- Unidades operativas que integran el sistema (red, cloaca máxima, estación de bombeo, planta de tratamiento, etc.) y descripción de cada una.
- Instrucciones de operación para cada unidad o conjunto de unidades.
- Para las plantas de tratamiento, indicación de los parámetros de funcionamiento normal (incluyendo parámetros de calidad). Situaciones de funcionamiento anormal típicas y medidas correctivas.
- Métodos para el control de la operación.
- Normas generales de seguridad para el personal y específicos para aquellos procedimientos que así lo exijan.
- Juego completo de planos conforme a la obra ejecutada.

Es fundamental para el logro del objetivo buscado con la confección del manual de Operación que sea la propia entidad responsable de la construcción y/o explotación del servicio, la que intervenga por lo menos en los siguientes aspectos:

- Diseño de la estructura del manual, del formato y la encuadernación, especificación de la cantidad de ejemplares, etc.
- Índice de temas y contenidos mínimos y alcance de cada uno.
- Instructivos por cada unidad operativa (desobstrucción de redes, preparación de productos químicos, operación de bombas, limpieza de rejillas, de desarenadores, etc.) que puede preparar el área de Estudios y Proyectos en base a las soluciones típicas que habitualmente utiliza.
- Normas de seguridad e higiene para el personal de operación.

15.6.- MANUAL DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de una obra consiste en la reparación de los desperfectos y daños que ésta sufra y en la prevención de los mismos, para asegurar el adecuado funcionamiento durante toda su vida útil.

La primera de estas dos acciones constituye el "mantenimiento correctivo" o "mantenimiento de reparación"; mientras que la segunda define al "mantenimiento preventivo".

Mientras el primer tipo de mantenimiento no admite programación, pues se lo demanda en forma inesperada, el segundo tipo basa su éxito en la adecuada programación de las actividades preventivas y en el estricto cumplimiento de la misma.

Desde la posición del proyectista, es poco lo que éste puede hacer para organizar el mantenimiento correctivo, pero en cambio puede establecer las bases de la programación del mantenimiento preventivo y de la estructura general del manual, así como la especificación a incorporar en los pliegos de licitación para la confección del Manual de Mantenimiento.

El contenido mínimo de un manual de este tipo (Pérez Gattorna, E., Curso sobre Técnicas de Diseño de Sistema de Alcantarillado Clocal, 2da. parte, COFAPYS - AIDIS, 1990) sería el siguiente:

PARTE I : GENERAL

- Descripción de la obra
- Parámetros de funcionamiento
- División de la obra en unidades operativas, si correspondiera

PARTE II : ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Inventario de equipos e instalaciones, con su identificación y especificaciones técnicas, clasificado según el criterio de agrupamiento que se elija.

PARTE III : INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

- Instrucciones de mantenimiento para cada equipo e instalación, clasificadas, ordenadas e identificadas en la misma forma que el inventario de la Parte II.
- Planos generales y de despiece.
- Folletos, listados de repuestos y en general, todo material que aporte información sobre los equipos e instalaciones.

PARTE IV : PLANOS CONFORME A LA OBRA EJECUTADA

- Juego completo de planos conforme a obra.

PARTE V : PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Programa calendario de tareas de mantenimiento preventivo clasificado según el criterio de agrupamiento utilizado en la parte II.

PARTE VI : SEGURIDAD

- Normas de seguridad y recomendaciones que debe seguir el personal de mantenimiento

Se observa que la estructura del Manual de Mantenimiento difiere del de Operación y generalmente, aquél es bastante más complejo que este último. De los temas a incorporar, los siguientes merecen ser tratados con mayor detalle:

- Inventario de equipos e instalaciones
- Instrucciones de mantenimiento para cada equipo
- Programa de mantenimiento preventivo

- Inventario de equipos e instalaciones:

Consiste en el inventario físico y en el registro de todos los equipos e instalaciones con los que cuenta la obra, junto con la información técnica necesaria para programar y/o facilitar su mantenimiento. Cada equipo estará identificado en forma alfanumérica (por ejemplo: B1, M3, etc.) y dicha identificación deberá ser coincidente en el Inventario, en los planos, en el texto y en toda referencia del Manual de Mantenimiento.

- Instrucciones de mantenimiento para cada equipo:

El manual debe contar con instrucciones de mantenimiento para todos los equipos e instalaciones que integren la obra. El Contratista será responsable de la obtención de las instrucciones de mantenimiento que deberán entregar sus proveedores. Estas instrucciones deberán incluir planos generales y de despiece de los equipos electromecánicos, especificaciones de lubricación, etc.

- Programa de mantenimiento preventivo:

Programa calendario de tareas o frecuencias (diario, semanal, mensual, etc.) de ejecución de las mismas, cuya estructura básica estará a cargo de las áreas de Estudios y Proyectos y de Mantenimiento y que se ajustará posteriormente una vez finalizada la obra.

15.7.- PLANOS CONFORME A OBRA

Estos planos son sumamente importantes para el personal de operación y de mantenimiento y aún para el área de proyectos, ya que las futuras ampliaciones deberán tomar en cuenta la obra existente.

Es por eso fundamental que la confección y entrega de esta documentación no se transforme en una formalidad más para obtener la recepción de la obra, sino que verdaderamente constituya una tarea responsable y cuidadosa, a través de la cual se vuelque en los planos la realidad de lo construido con todos sus detalles.

La función del proyectista, al respecto, consiste en contribuir con especificaciones que definan con claridad y precisión la forma en que deberán confeccionarse estos planos, el grado de detalle requerido, el plazo de entrega de los mismos, el material de los originales y la cantidad de copias que deberá entregar el contratista.

15.8.- PLAZO DE ENTREGA DE LOS MANUALES

Una versión preliminar tanto del Manual de Operación como del de Mantenimiento debe ser entregada por el Contratista antes de la recepción provisional de la obra.

En esa forma, durante el período de garantía de la misma podrán corregirse y ajustarse los manuales sobre datos de campo, en función de las diferencias que se observen entre lo redactado previamente y la realidad de la operación y el mantenimiento en la obra terminada.

La versión definitiva de los manuales deberá entregarse, con la cantidad de ejemplares prevista en el pliego, antes de la recepción definitiva de la obra.

Este mismo criterio se aplicará para los planos conforme a obra (que forman parte de los citados manuales) los que deberán ser verificados y corregidos durante el período de garantía.