

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Civil



**FORMULACION Y DISEÑO DEL PROYECTO DE
SANEAMIENTO UNIPAMPA ZONA 06
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE RESERVORIO Y LÍNEA DE
CONDUCCIÓN"**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

JULIO CÉSAR FLORES FERNÁNDEZ

Lima-Perú

2007

DEDICATORIA

Dedico el presente Informe de Suficiencia:

A Julia por que con sus cuidados me hizo creer que podía volar.

A Gonzalo por ser la roca que me hace fuerte y niño a la vez.

A Juan Carlos porque supo llevar la luz primera.

A Ricardo porque supo ser distinto, fiel a si mismo.

A Paulo porque me tendió su mano e hizo posible que yo siga soñando.

A Jeannina:

Porque no existe nada más hermoso que la conversación de nuestros amores cuando estamos callados.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
CAPITULO 1	4
INFORME DE CAMPO	
1.1 Objetivo del Proyecto	4
1.2 Objetivo del Estudio Topográfico	4
1.3 Descripción del área del Proyecto	5
1.3.1 Ubicación Política	5
1.3.2 Ubicación Geográfica	5
1.3.3 Vías de Acceso	5
1.3.4 Condiciones Climatológicas	5
1.3.5 Altitud del área del Proyecto	5
1.4 Recopilación de Información	6
1.5 Metodología	7
1.5.1 Planeamiento	7
1.5.2 Reconocimiento y Monumentación	7
1.5.3 Trabajos de Campo	8
1.5.4 Trabajos de Gabinete	8
1.5.5 Memoria de los Trabajos	8
1.6 Replanteo de los vértices de la Urbanización y Ubicación del Reservorio	9
1.7 Equipos Topográficos	9
1.8 Conclusiones	10
CAPITULO 11	11
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Descripción del Proyecto	11
CAPITULO 111	12
ASPECTOS GENERALES	
3.1 Generalidades	12

3.2	Playas y Acantilados	12
3.3	Estribaciones del Frente Andino	13
3.4	Análisis del Agua (Río Cañete)	13
3.4.1	Temperatura	13
3.4.2	PH de la muestra	13
3.4.3	Nivel de Turbidez	14
CAPITULO IV		16
TUBERIA DE CONDUCCION		
4.1	Línea de Conducción	16
4.2	Criterios de Diseño	16
4.2.1	Carga Disponible	16
4.2.2	Gasto de Diseño	16
4.2.3	Clases de Tubería	16
4.3	Pérdida de Carga	17
4.4	Pérdida de Carga por Tramo	18
CAPITULO V		19
RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO		
5.1	Elección del Tipo de Reservoirio	20
5.2	Predimensionamiento de la Cuba de Almacenamiento	21
5.3	Dimensiones del Tanque elevado	27
5.4	Diseño de elementos del Reservoirio	27
5.4.1	Ventana de Ventilación	27
5.4.2	Diseño de Cúpula Esférica de la Parte Superior del Tanque elevado	33
5.4.3	Diseño de Viga Circular entre Cúpula superior y pared Cónica	38
5.4.4	Diseño de Pared Cónica	40
5.4.5	Diseño de Cúpula Inferior	44
5.4.6	Diseño de Viga Circular Inferior	48
5.5	Análisis Sísmico del Reservoirio	50
5.5.1	Determinación Simplificada de los Modos de Vibración	50
5.5.2	Metrados de los pesos de la Estructura	52
5.5.3	Modelo del Reservoirio	56
5.5.4	Diseño del Fuste Cilíndrico	61

5.6	Diseño de Cimentación	66
	CAPITULO VI	71
	COSTOS Y PRESUPUESTOS	
6.1	Presupuesto del Reservorio Elevado	71
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	73
	BIBLIOGRAFIA	74
	APÉNDICE A	74
	APÉNDICE B	75
	ANEXOS	

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia titulado "Diseño Estructural de Reservorio Elevado y Línea de Conducción" está dividido en 6 capítulos:

Capítulo 1: Informe de Campo

Como se disponía de las curvas de nivel del terreno, en este capítulo se trata sobre el replanteo en campo de los vértices de la futura urbanización, también se dan datos de la zona como ubicación Política, Geográfica, vías de acceso, condiciones del clima, ubicación del reservorio, etc.

En campo se hizo el replanteo con winchas y jalones, además de un GPS marca Garlik, se comprobó que la zona es de pendiente uniforme, ubicada entre el frente andino y la línea de la costa.

Capítulo 11: Descripción del Proyecto

Descripción del Proyecto, en este capítulo se explican de manera breve el método de trabajo adoptado, así como las Estructuras Hidráulicas y los estudios del proyecto.

Capítulo 111: Aspectos Generales

En este capítulo se da una visión general de la zona de estudio, como una descripción de la topografía, se analiza el agua del río Cañete, para obtener datos importantes como la temperatura, el grado de acidez de las aguas, así como los niveles de turbidez del agua.

Capítulo IV: Tubería de Conducción

En este capítulo se analiza el sistema de abastecimiento por gravedad, como el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios estructurales y obras de arte encargadas de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente.

También se analizan las clases de tubería, las pérdidas de carga, la carga disponible, y la ubicación más apropiada para la Planta de Potabilización.

Capitulo V: Reservorio de Almacenamiento

Reservorio de Almacenamiento, en este capitulo se analizan las diferentes opciones sobre la forma del reservorio, así como el predimensionamiento de la cuba de almacenamiento, el diseño de los diferentes elementos estructurales del reservorio, teniendo en cuenta los esfuerzos a los cuales están sometidos.

Se llega a la conclusión de que la forma mas conveniente para nuestro volumen de almacenamiento es la de un tronco de cono (tipo hongo)

Para realizar el análisis sísmico se utilizó el método estático simplificado propuesto por el Ing. Julio Rivera Feijoo, en el diseño de la cimentación se supuso un comportamiento rígido de la placa circular, es decir la presión de reacción del terreno sobre cada punto debajo de la placa es uniforme.

Capitulo VI: Costos y Presupuestos

Costos y Presupuestos, en este capitulo se realiza un metrado referencial de los materiales que intervienen en la construcción del reservorio elevado, también se tiene en cuenta el movimiento de tierras necesario para la construcción así como la eliminación del desmonte.

Aquí se aprecia que una obra de esta magnitud no puede ser cubierta por una población de pequeños ingresos como las aledaños a la zona de estudio.

INTRODUCCION

El presente Documento representa el esfuerzo que realiza la Universidad Nacional de Ingeniería para dar a sus profesionales las habilidades que solucionen los problemas de coyuntura actual, uno de estos problemas es la ausencia de proyectos en lo que se refiere a saneamiento.

Pero los proyectos de saneamiento tienen que tener Viabilidad técnica, Económica y Social, el tipo de sistema proyectado deberá estar acorde a las características físicas de la población, ya que esto determinará el costo del proyecto, si se logra el compromiso de participación de la comunidad organizada sería un factor importante para la viabilidad del proyecto.

En el Perú existen fuentes de aguas superficiales y subterráneas pero no se dispone de medios económicos suficientes para dar el servicio de agua a toda la población, a esto se debe añadir el crecimiento desordenado de las nuevas poblaciones, que ocupan lugares en donde es muy costoso llegar con los sistemas de agua potable y alcantarillado

Es decir hay poca relación entre la ocupación territorial y la disponibilidad de agua, en la costa que es un inmenso desierto vive el 53% de la población peruana. Entonces el aprender a realizar la formulación de un proyecto de abastecimiento se hace imperativo si es que se quiere optimizar el uso del agua.

El almacenamiento necesario para el presente proyecto fue calculado en 206 m³ teniendo en cuenta los volúmenes de agua contra incendio, y una reserva que Sedapal valora en un 7% del Qm para asegurar el servicio del reservorio

CAPITULO 1: INFORME DE CAMPO

La Metodología adoptada para la elaboración de los estudios topográficos:

- Debido a que se disponía de los planos topográficos de la zona de estudio con curvas a cada metro se tuvo que hacer una inspección a campo para el replanteo de las coordenadas de los vértices de la urbanización previamente diseñada.
- El Replanteo de la zona donde se ubicará la Urbanización, se hace de la siguiente manera; primero se ubica el primer vértice D con ayuda del GPS navegador, luego se orienta uno de los lados al eje de la carretera y se obtiene el otro vértice 2 con alineación de jalones y medición con cinta métrica, el siguiente vértice 3 se ubica haciendo un ángulo de 90° en el vértice 2 y buscando la medida del lado 2-3, de forma similar se ubica el vértice 4.
- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se dejaron con estacas los puntos de los vértices de la futura urbanización D, 2, 3 y 4, con fines de replanteo de las obras proyectadas.

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto es la elaboración de los estudios de ingeniería; analizando las diferentes opciones, a fin de que sirvan para tomar la mejor decisión para el abastecimiento de agua y alcantarillado de la localidad.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El objetivo del estudio topográfico es la obtención de datos necesarios que permitan el trazo de los planos del terreno natural a fin de:

- Proporcionar información de base para los estudios de hidrológica e hidráulica, geología, geotecnia y de impacto ambiental.
- Definir la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.

- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción

1.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

La zona en estudio, se encuentra ubicada en el distrito de San Vicente, Provincia de Cañete, Departamento de Lima. a la altura del Km. 160+000 de la Carretera Panamericana Sur perteneciente a la ruta nacional 001 S del MTC, esta es parte de la red vial primaria del sistema nacional de carreteras, conformado por vías que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.

1.3.1 UBICACIÓN POLÍTICA

Lugar	Unipampa
Distrito	San Vicente
Provincia	Cañete
Departamento:	Lima

1.3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Latitud	13° 15'
Longitud	76° 20'

1.3.3 VÍAS DE Acceso

El acceso al área de estudio se realiza por vía terrestre desde Lima por la carretera Panamericana Sur siguiendo la ruta 001S de carretera asfaltada en buen estado. El tiempo de recorrido es de 3 horas aproximadamente, la zona en estudio se encuentra en el Km 160 desde Lima (Pte. Santa Anita) de los cuales el 100% es carretera asfaltada.

1.3.4 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

En general el clima es típico de la costa peruana, con temperatura media de 20°C a 28°C. Durante el año se define una sola estación y se caracteriza por escasez de lluvias.

1.3.5 ALTITUD DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área del proyecto se encuentra ubicada sobre la cota 164 m.s.n.m.

1.4 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del estudio se ha recopilado información cartográfica de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Agricultura - Programa Especial de Titulación de Tierras.
- Catastro Rural, PETT.

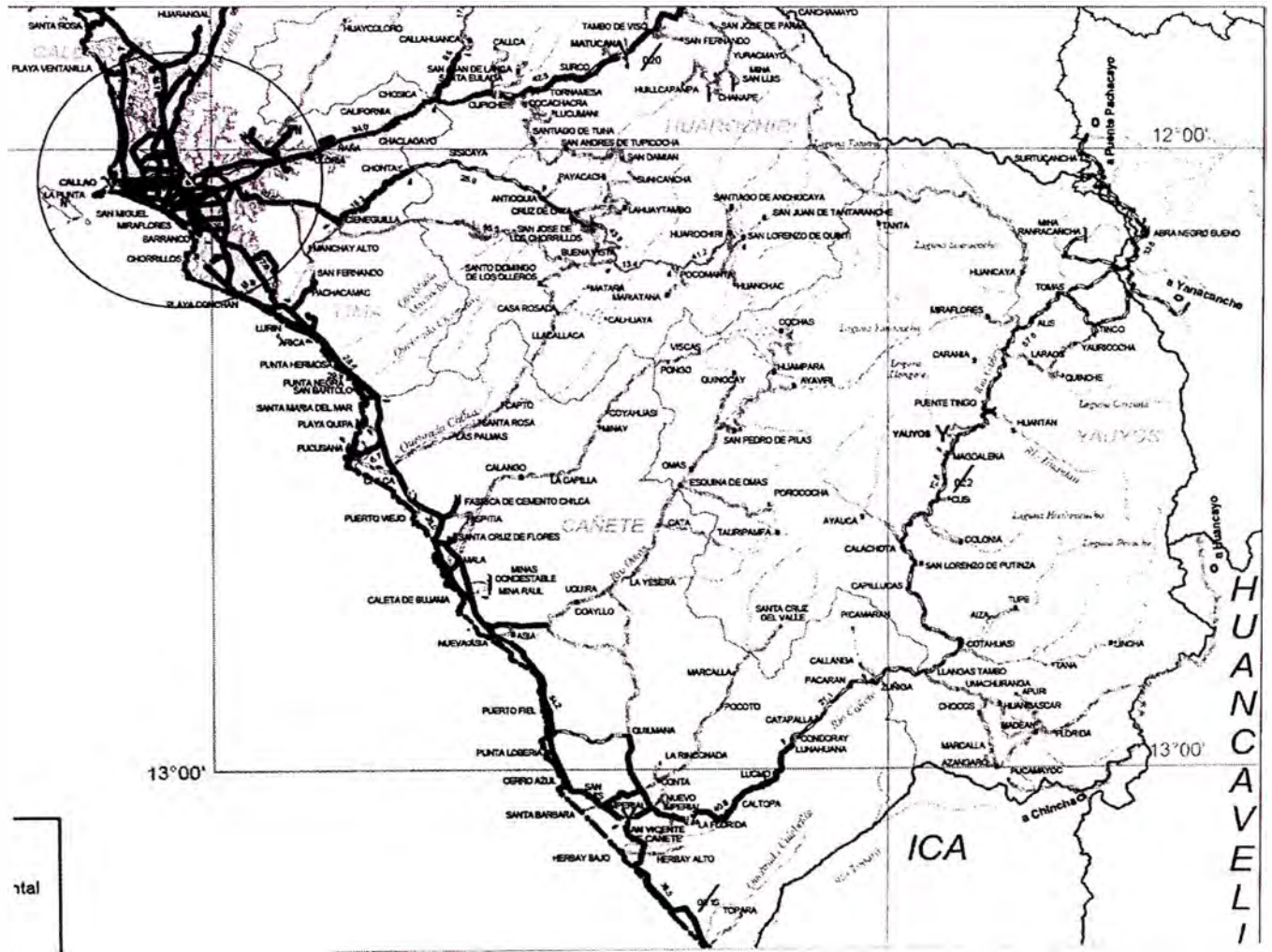


Fig.1.01 .Plano vial de la Zona en Estudio

- Instituto Geográfico Nacional, IGN.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, INGEMMET.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC.
- Elaboración de estudios anteriores en la zona.

Obteniendo la siguiente información:

- Mapas viales de los departamentos de Lima e Ica.
- Carta Nacional, escala 1:100000, Hoja 27-k, CHINCHA.
- Carta Geológica Nacional, escala 1:100000, Hoja 27-k, Mapa geológico del cuadrángulo de CHINCHA.
- Plano topográfico, escala 1/5,000 Elaborado por PlusPetrol Perú Corporation.

1.5 METODOLOGÍA

TODO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO CONTEMPLA LAS ETAPAS SIGUIENTES:

1.5.1 PLANEAMIENTO

La etapa del planeamiento consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permiten la elaboración de un anteproyecto para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada necesidad. Esta etapa está ligada con la pre-evaluación, la cual deberá tener en cuenta factores de precisión requerida, disponibilidad de equipo, materiales, personal y demás facilidades, o sus requerimientos, incluyendo la consideración de factores ambientales previstos, de modo que sea posible hacer un planeamiento óptimo y establecer las normas y procedimientos específicos del levantamiento de acuerdo a las normas contenidas en este documento o las requeridas en casos específicos o especiales.

1.5.2 RECONOCIMIENTO Y MONUMENTACIÓN

El reconocimiento y la monumentación consisten en las operaciones de campos destinados a verificar sobre el terreno las características definidas por el planeamiento y a establecer las condiciones y modalidades no previstas por el

mismo. Las operaciones que en este punto se indican deben desembocar necesariamente en la elaboración del proyecto definitivo. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso en los puntos pre establecidos.

1.5.3 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para realizar las mediciones requeridas por el proyecto, de acuerdo con las normas aplicables. Los cálculos y comprobaciones de campo se considerarán como parte integral de las observaciones, se hacen inmediatamente al final de las mismas. Tienen como propósito verificar la adherencia de los trabajos a las normas establecidas.

1.5.4 TRABAJOS DE GABINETE

Los cálculos de gabinete proceden inmediatamente a la etapa anterior y están constituidos por todas aquellas operaciones que en forma ordenada y sistemática, calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinan los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida. El ajuste o compensación deberá seguir, cuando sea aplicable, al cálculo de gabinete.

1.5.5 MEMORIA DE LOS TRABAJOS

Al final de cada trabajo se elabora una memoria que contenga los datos relevantes del levantamiento, incluyendo antecedentes, justificación, objetivos, criterios de diseño, personal, instrumental y equipo usados, normas, especificaciones y metodologías particulares empleadas, relación de los trabajos de campo con mención de las circunstancias que puedan haber influido en el desarrollo de los trabajos, información gráfica que muestre su ubicación, descripciones definitivas de los puntos, resultados de los cálculos y ajustes en forma de listados de parámetros finales.

1.6 REPLANTEO DE LOS VERTICES DE LA URBANIZACION Y UBICACIÓN DEL RESERVORIO

Los Trabajos de campo consistieron en el reconocimiento de la zona en estudio, el replanteo de los puntos vértices de la urbanización y luego posible ubicación del reservorio.

Para el Replanteo de la zona donde se ubicará la Urbanización, primero se ubica el primer vértice D con ayuda del GPS navegador, luego se orienta uno de los lados al eje de la carretera y se obtiene el otro vértice 2 con alineación de jalones y medición con cinta métrica, el siguiente vértice 3 se ubica haciendo un ángulo de 90° en el vértice 2 y buscando la medida del lado 2-3, de forma similar se ubica el vértice 4

En todos los vértices se dejó estacas firmes y señalizadas de tal forma que sean fácilmente ubicadas para un futuro replanteo.

La posible ubicación del reservorio se hace en la zona más alta y cercana de la urbanización de tal forma que haya una adecuada presión de agua para el abastecimiento de agua.

1.7 EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

Los trabajos topográficos fueron llevados a cabo el día sábado 19 de enero del 2007, utilizando los siguientes equipos y herramientas:

- 01 GPS Navegador marca Garmin modelo 12 XL.
- 01 Cámara digital marca Samsung
- 03 Jalones metálicos.
- 01 Wincha marca Tarima de 100mts.
- 05 Lentes de protección.
- 06 Estacas de madera.
- Cargadores, pintura, etc.

CAPITULO 11: DESCRIPCION DEL PROYECTO

21 Descripción del Proyecto

La "Formulación y Diseño del Proyecto de Saneamiento Unipampa Sector 06" consiste en el diseño de los elementos hidráulicos y estructurales para hacer posible el abastecimiento de servicios básicos a una ciudad ficticia, la cual tiene un área de 11,087.97 m² y se encuentra ubicada al sur de Lima

El desarrollo del trabajo se enfocó en 2 partes:

Campo Una visita a la zona del proyecto para tener una visión general del trabajo a realizar.

Gabinete : Desarrollar el diseño y los cálculos necesarios para la Formulación y Desarrollo del Proyecto de Saneamiento.

En la parte inicial del proyecto se recopiló información para los estudios básicos que permitieron dimensionar los siguientes elementos:

Elementos estructurales principales:

- Bocatoma
- Línea de Conducción
- Planta de Potabilización
- Reservorio de Almacenamiento
- Línea de Aducción
- Redes de Distribución de Agua Potable
- Redes de Desague y Alcantarillado
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

También se desarrollan aspectos tales como:

- Estudios de Impacto Ambiental
- Perfil Socio Económico del Proyecto
- Costos y Presupuestos

CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES

3.1 Generalidades

El área de estudio está ubicada en el Departamento de Lima, provincia de Cañete, Distrito de San Vicente de Cañete, el acceso a la zona es la Carretera Panamericana Sur

Situada a la altura del km 160 de la Panamericana Sur, esta ubicación es representativa de los 25 km de costa elevada entre los valles de Cañete y Chincha la orilla esta formada por un acantilado que fluctúa entre los 160 y 200 m de altura. Está conformada por la planicie aluvial del delta del río Cañete

Esta unidad se encuentra cubierta por terrenos agrícolas, es un valle maduro amplio de baja gradiente limitado hacia el sur por las terrazas antiguas de pampa clarita y hacia el norte por macizos intrusivos de Cerro Azul.

El desarrollo de la etapa valle es mayor hacia el norte debido probablemente a la mayor competencia y altura de las terrazas de conglomerados de la formación Cañete, derivando el antiguo cono de deyección hacia terrenos mas bajos y menos competentes situados al norte del curso actual del río.

3.2 Playas y Acantilados

Esta unidad constituye una delgada faja de aproximadamente 500 m de ancho situada en el borde oeste del litoral, desde Pampa Clarita hasta Pampa larga esta orientada en dirección NO-SE y comprende playas y acantilados del borde occidental.

Las playas del sector son angostas de suave pendiente y contrastan bruscamente con las escarpas de acantilados costeros de 15 a 30 m de altura formados por erosión del litoral.

En las terrazas aluviales antiguas cementadas (formación Cañete) los acantilados están limitados en la zona evaluada hacia el sector central Pampa Costanera.

Esta unidad ocupa la franja adyacente de las playas y acantilados que conforman su límite hacia el Oeste y hacia el Este está limitado por cerros bajos que corresponden a las estribaciones del frente andino.

En el área del proyecto las pampas costaneras están conformadas por terrazas aluviales antiguas cubiertas por depósitos eólicos, la morfología es bastante homogénea de pendientes suaves y divididas por quebradas aluviales desérticas paralelas que están alineadas en dirección SW-NE.

3.3 Estructuras del Frente Andino

Esta unidad corresponde a cadenas de cerros bajos situados al este de las pampas costaneras y que no sobrepasan los 450 msnm.

Se caracterizan por una cadena de cerros suaves que sobresalen a las pampas costaneras y quebradas aluviales desérticas, también se caracterizan por incrementar progresivamente su altitud y relieve hacia el Este.

3.4 Análisis de Agua (Río Cañete)

Evaluación en campo.

3.4.1 Temperatura

Fecha: 20/01/2007

Ubicación: Bocatoma Nuevo Imperial - Cañete

Lugar donde se obtuvo la muestra de agua Antes del ingreso a la bocatoma aguas arriba.

Hora en que se tomó la muestra 10:45 a.m.

Temperatura de la muestra 21 ° C

Por tanto la muestra es agua tibia, cuando la temperatura del agua está más fría, la cantidad de oxígeno disuelto (OO) debe ser más alta y, por lo tanto, el agua podrá soportar la vida acuática (peces y plantas) con más facilidad. Esto se debe a que el oxígeno puede disolverse en agua fría más fácilmente que en el agua tibia.

3.4.2 PH de la Muestra

El procedimiento consiste en primero calibrar el Peachímetro digital, sumergiéndolo en una solución neutra (PH=7).

Luego se lava 2 veces el Peachímetro con agua destilada.

Finalmente se vierte el agua de la muestra en un recipiente y se sumerge un extremo del aparato en el líquido.

El resultado del análisis de la muestra es $\text{PH} = 8.1$ (Aceptable).

En conclusión el agua del río Cañete en este sector se considera alcalina o base. Entre mayor el pH, mayor es su alcalinidad. El pH del agua potable natural debe estar entre 6,5 y 8,5. Las fuentes de agua dulce con un pH inferior a 5,0 o mayor a 9,5 no soportan vida vegetal ni especies animales.

3.4.3 Nivel de Turbidez

La turbidez se refiere a cuán clara o cuán turbia está el agua. El agua clara tiene un nivel de turbidez bajo y el agua turbia o lodosa tiene un nivel alto de turbidez. Los niveles altos de turbidez puede ser causados por partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton. La tierra puede llegar al agua por la erosión o el escurrimiento de tierras cercanas. Los sedimentos pueden ser revueltos por demasiada actividad en el agua, ya sea por parte de los peces o los humanos. Las aguas residuales son el resultado de las descargas de agua y los altos niveles de plancton pueden deberse a nutrientes excesivos en el agua.

El procedimiento consiste en primero calibrar el Turbidímetro con una solución neutra ($\text{NTU}=1 \text{ O}$)

Luego se enjuaga el frasco receptor 2 veces con agua destilada.

Se vierte un poco de la muestra de agua en el frasco el mismo que tiene una señal

Se coloca el frasco dentro del Turbidímetro y se lee el dato de la pantalla del equipo digital.

El resultado del análisis de la muestra es $\text{NTU} = 144$ (agua turbia).

Por tanto turbidez del agua es alta ($\text{NTU} > 1 \text{ O}$), habrá muchas partículas suspendidas en ella. Estas partículas sólidas bloquearán la luz solar y evitarán que las plantas acuáticas obtengan la luz solar que necesitan para la fotosíntesis. Las plantas producirán menos oxígeno y con ello bajarán los niveles de Oxígeno Disuelto (OD). Las plantas morirán más fácilmente y serán descompuestas por las bacterias en el agua, lo que reducirá los niveles de OD aún más.

Las partículas suspendidas en el agua también absorberán calor adicional de la luz solar lo cual ocasionará que el agua sea más caliente. El agua caliente no es capaz de guardar tanto oxígeno como el agua fría, así que los niveles de OD bajarán especialmente cerca de la superficie.

CAPITULO IV: TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

4.1 Línea de Conducción

La línea de conducción en un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios estructuras y obras de arte encargadas de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente. Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo que en la mayoría de los casos nos llevará a la selección del diámetro mínimo que permita presiones iguales o menores a la resistencia física que el material de la tubería soporte.

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías existan zonas rocosas insalvables, cruce de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales para lograr un mejor funcionamiento del sistema; a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares.

4.2 Criterios de diseño

4.2.1 Carga disponible

La carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio.

4.2.2 Gasto de Diseño

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Q_{md}), el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Q_m) y el factor K_1 del día de máximo consumo.

4.2.3 Clases de tubería

Las clases de tubería a seleccionarse estarán definidas por las máximas presiones que ocurran en la línea representada por la línea de carga estática.

Para la elección debe considerarse una tubería que resista la presión más elevada que pueda producirse, ya que la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se utilizan tuberías de PVC. Este material tiene ventajas comparativas con relación a otro tipo de tuberías, es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación.

4.3 Pérdida de carga unitaria

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, se pueden utilizar muchas fórmulas, sin embargo una de las más usadas en conductos a presión es la de Hazen y Williams. Esta fórmula es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso y diámetros mayores a 2 plg.

Ecuación de Hazen y Williams

$$Q = 0.0004264 \cdot C \cdot D^{2.64} \cdot H_f^{0.54} \tag{4.1}$$

Donde:

D : Diámetro de la Tubería

Q : Caudal (l/s)

H_f : Pérdida de carga unitaria

C : Coeficiente de Hazen - Williams

Tabla 4.01 Coeficientes para Materiales

Material	C
Fierro Fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto Cemento /PVC	140

Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales

Para una tubería de PVC el valor de C= 140 entonces el caudal, la pérdida de carga y diámetro quedan definidos como:

$$Q = 2.492CD^{2.64} hf^{0.54} \quad (4.2)$$

$$hf = \left[\frac{Q}{2.492D^{2.64}} \right]^{1.85} \quad (4.3)$$

$$D = \frac{0.71 \cdot Q^{0.35}}{h^{0.21}} \quad (4.4)$$

4.4 Pérdida de Carga por Tramo

La pérdida de carga por tramo (hf) se define como:

$$Hf = hf \cdot L \quad \text{Len metros} \quad (4.5)$$

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, el gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería, con esta información y el uso de nomogramas se determina el diámetro de tubería, con estos diámetros se calculan las pérdidas de carga por tramo.

De los datos del Proyecto

Tabla 4.02 Datos para el Diseño

Gasto de diseño (Qmd) =	7.42	l/s
Longitud de tubería (L) =	619.03	m
Cota de Planta de Potabilización =	181.2	m.s.n.m
Cota de reservorio =	171.34	m.s.n.m
Carga disponible =	9.86	m

Fuente: Elaboración Propia

Del nomograma de Hazen y Williams el diámetro esta entre 3"-4", elegimos 4" comprobamos la velocidad con el mismo nomograma y V= 0.8 *mis* (dentro del rango)

La pérdida de carga real la estimamos con la ayuda del mismo nomograma, ingresando los valores del gasto (7.42 l/s) y el diámetro seleccionado 4", obteniendo el valor de 8

Pérdida de carga unitaria (hf) = 8%

$$HF = \frac{L \cdot hf}{1000} = 4.952\text{m} \quad (4.6)$$

CAPITULO V: RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

5.1 Elección del tipo de reservoirio

Se eligió el reservoirio elevado, para poder disponer de las presiones mínimas requeridas en las tuberías de distribución, sobre la forma del reservoirio se tuvo en cuenta los siguientes conceptos:

El reservoirio de forma tubular con losa plana en la cubierta y en el fondo tiene la limitación de un diseño razonable de la losa de fondo.

El reservoirio con forma de tronco de cono invertido, con cubierta y fondo en cúpula esférica, tiene la limitación del volado de sus paredes cónicas (3 m - 4m) lo que reduce la capacidad de almacenamiento máxima

El reservoirio tipo Intze es una combinación de los dos anteriores, lo que permite aumentar de manera significativa el volumen de almacenamiento pudiendo sobrepasar los 5,000 m³, al igual que en el reservoirio con forma de tronco de cono invertido, el casquete esférico en el fondo proporciona diseños más económicos, dado que trabaja a compresión y cubre mayores áreas.

Entonces teniendo en cuenta las características de los reservoirios descritos, y las necesidades de almacenamiento $V = 206 \text{ m}^3$ se decidió por el reservoirio elevado con forma de tronco de cono invertido, ya que el tipo Intze está destinado a grandes volúmenes de almacenamiento.

Obtención del Volumen de Almacenamiento

El volumen de almacenamiento se obtuvo, con los siguientes pasos:

- 1) Se obtuvo el Consumo Promedio Anual.
- 2) Se tomó el 25% del Consumo Promedio Anual y se le sumaron porcentajes para volúmenes contra incendio, y volúmenes de reserva.

VOLUMEN DEL RESERVORIO

Población Futura	2913	hab.
Dotación según RNE	220	l/día

Consumo Promedio Anual	640,860.00	l/hab./día
------------------------	------------	------------

Volumen del reservorio considerando el %25 de Qm	160,215	m ³
Volumen contra Incendio (Pob < 10,000 hab.)	0	m ³
Volumen de Reserva (SEDAPAL- %7 de Qm)	44,860	m ³
	205,075	m ³

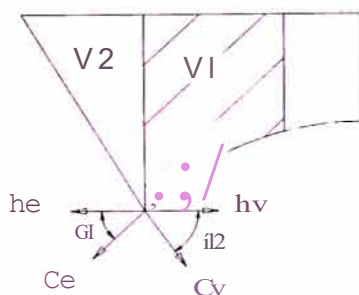
Redondeando se tomó el valor de 206 m³

5.2 Predimensionamiento de la Cuba de Almacenamiento

El predimensionamiento de la cuba de almacenamiento, se hizo con la condición de que las componentes horizontales de las fuerzas C_e y C_v del muro cónico, sean iguales sobre el anillo, para lograr que solo actúen cargas verticales sobre este.

$$h_e = h_v \quad (5.1)$$

Las presiones C_e y C_v , actúan en toda la longitud $2\pi b$ del anillo y son:



$$C_e = \frac{y \cdot V1}{\text{sen}31} \quad (5.2)$$

$$C_v = \frac{y \cdot V2}{\text{sen}32} \quad (5.3)$$

Fig.5.01 - Esfuerzos Inferiores de CubaO

Descomponiendo las fuerzas, se tiene:

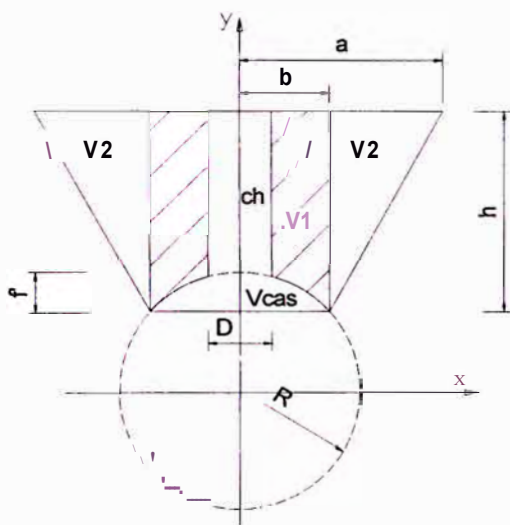
$$h_e = C_e \cos 31 = \frac{y \cdot V1}{\text{sen}31} \cos 31 \quad (5.4)$$

$$hw = Cv \cos P2 = \frac{y \cdot V2}{\text{sen} P2} \cos P2 \quad (5.5)$$

Entonces de la ecuación (5.1) se tiene:

$$\frac{V1}{\text{tg}pl} = \frac{V2}{\text{tg}p2} \quad (5.6)$$

Cálculo de volúmenes



- V1 : Volumen sobre casquete
- V2 : Volumen sobre muro cónico
- ch : Chimenea de acceso
- Veas : Volumen de casquete esférico

Fig.5.02 -Volúmenes de Reservorio

Volumen de Casquete

El volumen del casquete es:
$$Veas = 1r \cdot f'^2 \left(R - \frac{f'}{3} \right) \quad (5.7)$$

Volumen V1

$$V1 = nb^2 h - n \cdot f'^2 \left(R - \frac{f'}{3} \right) - \frac{1rb^2}{9} (h - f') \quad (5.8)$$

Se esta asumiendo:

$$D = \frac{2b}{3} \quad (5.9)$$

Volumen V2

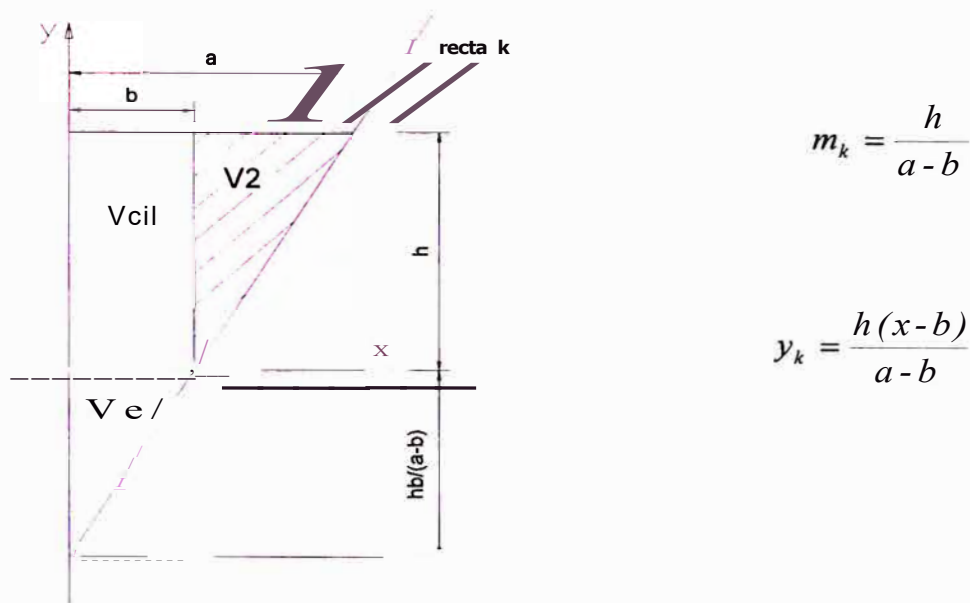


Fig.5.03 - Parte inclinada de Cuba

$$V2 = \frac{\pi}{3} ha^2 \left(\frac{hb}{a-b} + h \right) - \pi b^2 h - \frac{\pi b^2}{3} \left(\frac{bh}{a-b} \right)$$

Entonces el volumen V2 es:

$$V2 = \frac{\pi}{3} (a^2 + ab - 2b^2) \tag{5.10}$$

Cálculo de expresiones para las tangentes

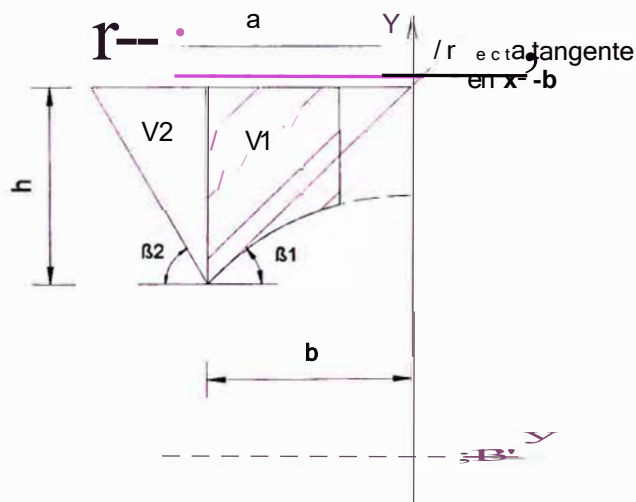


Fig.5.04 - Ángulos en fondo de Cuba

$$tg \theta = \frac{h}{a-b} \quad (5.11)$$

$$y = \sqrt{R^2 - x^2} \quad (5.12)$$

Derivando (5.12) respecto de "x" se tiene:

$$m = \frac{dy}{dx} = \frac{-x}{\sqrt{R^2 - x^2}} \quad (5.13)$$

Reemplazando $x = -b$ en (5.13) entonces:

$$m = tg \theta = \frac{b}{\sqrt{R^2 - b^2}} \quad (5.14)$$

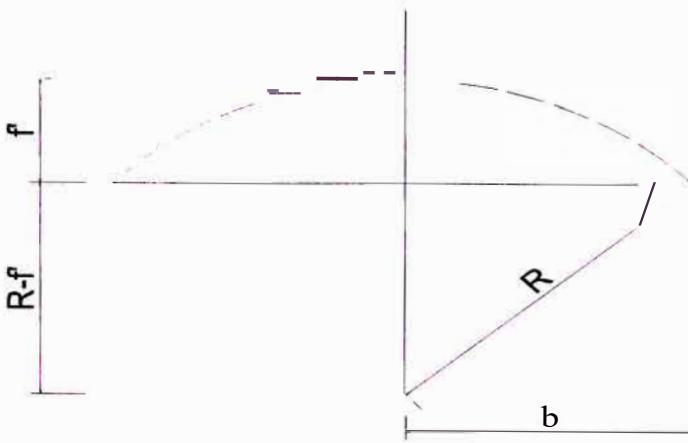


Fig.5.05 - Cúpula Inferior

De la Fig.5.05

$$R^2 = b^2 + (R - f)^2 \quad (5.15)$$

Asumiendo

$f' = R$ y reemplazando en (5.15) se obtiene:

$$R = 1.6667b \quad (5.16)$$

$$f = 0.333b \quad (5.17)$$

Reemplazando (5.8) y (5.14) en (5.6) tenemos:

$$\frac{VI}{b^3 l} = \frac{tr \cdot b^2 h - 1r \cdot f^2 (R - f) - \frac{1r b^2}{9} (h - f')}{b \sqrt{R^2 - b^2}} \quad (5.18)$$

Reemplazando (5.16), (5.17) y haciendo $h = a$ en la ecuación (5.18) se tiene:

$$\frac{V_2}{tg/32} = 3.7227ab^2 - 0.5674b^3 \quad (5.19)$$

Reemplazando (5.10), (5.11) en la ecuación (5.6) se tiene:

$$\frac{V_2}{tg/32} = \frac{Irh}{3} \frac{(a^2 + ab - 2b^2)}{a-b} \quad (5.20)$$

Reemplazando $h=a$ en (5.20) se tiene:

$$\frac{V_2}{tb/32} = 1.047a^3 - 3.1415ab^2 + 2.0943b^3 \quad (5.21)$$

Igualando (5.19) y (5.21) tenemos:

$$1.047a^3 - 6.8642a \cdot b^2 + 2.6617 \cdot b^3 = 0 \quad (5.22)$$

Haciendo $b = a \cdot a$ y reemplazando en (5.22) se tiene:

$$2.6617a^3 - 6.8642a^2 + 1.047 = 0 \quad (5.23)$$

Resolviendo (5.23) se obtiene $a = 0.4276$

$$\text{Entonces } b = 0.4276 \cdot a \quad (5.24)$$

Entonces reemplazando (5.24), $h=a$, (5.16) y (5.17) en la ecuación (5.8) se tiene:

$$VI = 0.477a^3$$

Reemplazando (5.24) y $h=a$ en la ecuación (5.10) se tiene:

$$V_2 = 1.12a^3$$

$$V_{total} = 1.589 \cdot a^3$$

$$\text{Sabido el volumen obtenemos: } 205.75m^3 = a^3 \quad a = 5.05m$$

Se obtienen los siguientes valores

Tabla 5.01 .Valores de Dimensionamiento

a=	5.050	m
b=	2.159	m
h=	5.050	m
f=	0.719	m
r1=	0.720	m
R=	3.599	m

Fuente :Elaboración Propia

$$V1= 61.469 \text{ m}^3 \quad \text{tg } P > 1 = 0.750$$

$$V2= 143.212 \text{ m}^3 \quad \text{tg } P > 2 = 1.747$$

$$\frac{V1}{\text{tg}^3 l} = 81.962 \quad \frac{J^2}{\text{tg}^3 32} = 81.975 \quad \text{ok !}$$

Redondeando los valores obtenidos se tiene:

$$\begin{aligned} a &= 5.05\text{m} & f' &= 0.72\text{m} \\ b &= 2.15\text{m} & r1 &= 0.75\text{m} \\ h &= 5.05\text{m} & R &= 3.60\text{m} \end{aligned}$$

Para el domo de la parte superior se tienen las siguientes fórmulas:

$$R_s = \frac{D_s}{8} \left(\frac{3 \cdot f_s}{D_s} + \frac{f_s}{f_s} \right) \quad (5.25)$$

$$\frac{f_s}{D_s} = \frac{1}{10} \text{ y reemplazando en ec (5.25) entonces } f_s = 1.01\text{m} \text{ y } R_s = 13.13\text{m}$$

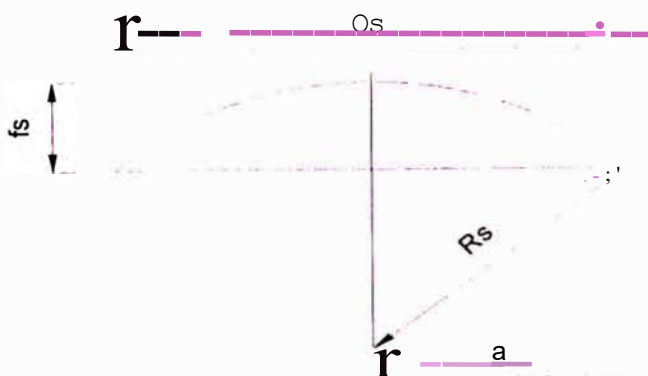


Fig.5.06 - Cúpula Superior

5.3 Dimensiones del Tanque Elevado

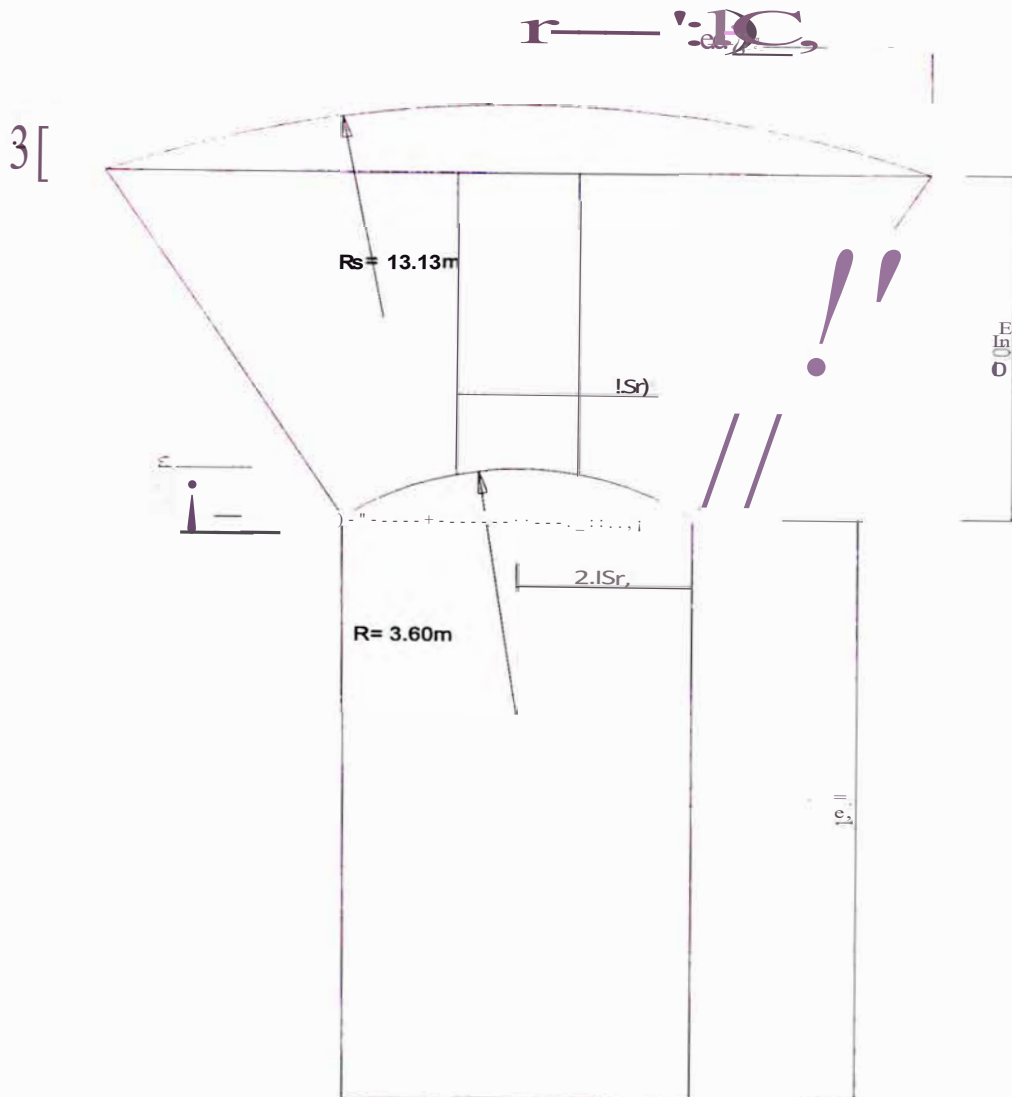


Fig 5.07 - Dimensiones del Reservorio

5.4 Diseño de Elementos del Reservorio

5.4.1 Ventana de ventilación

En la parte superior del domo, se colocará una estructura de ventilación, este elemento está compuesto de una losa circular apoyada sobre columnas, estas columnas se apoyan en una viga circular colocada en el domo esférico.

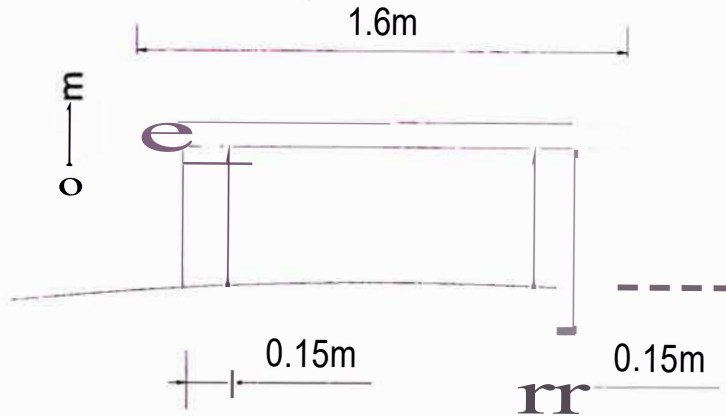


Fig.5.08 - Estructura de Ventilación

Diseño de la Losa Circular (techo)

Las fórmulas a utilizar son:

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} \tag{5.26}$$

Donde:

- M : Momento actuante sobre el elemento.
- F_s : Esfuerzo permisible del acero
- d : Peralte efectivo
- j : $1 - k/3 \approx 7/8$

Metrado de cargas.

- W_d = peso propio = 0.075 x 1.0 x 2400 = 180 kg/ m
- W_I = sobrecarga = 100 kg/ m
- W_t = W_d + W_I = 280 kg/m

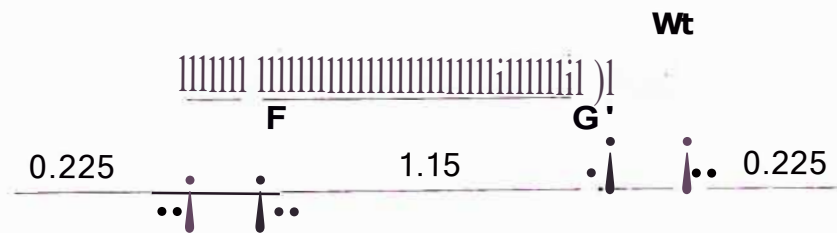


Fig 5.09 - Cargas sobre Techo Circular

$$\Sigma M_G = 0$$

$$R I (1.15) - wt \frac{(1.375)^2}{2} + wt \frac{(0.225)^2}{2} = 0$$

$$RI = 0.8wt$$

La ecuación de momento flector en la parte media de la losa será:

$$M = R I (-1.15) - wt(0.8)^2 = 0.14wt \quad (5.27)$$

El momento máx. es: $M_{\text{máx.}} = 39.20 \text{ kg} \cdot \text{m} = 3920 \text{ kg-cm}$

Tabla 5.02 Valores para el diseño

j	0.88	
h	0.08	m
d	0.06	m
fs	1,386.00	kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Convirtiendo todo a cm y utilizando la ecuación (5.26) tenemos:

$$As = 0.58 \text{ cm}^2 \quad p = 0.00078$$

De la norma E-060 $P_{\text{min}} = 0.0018$ entonces $p < P_{\text{min}}$

Así que tomamos $p = 0.0018$

Entonces $As = 0.0018 \cdot 100 \cdot 7.5 = 1.35 \text{ cm}^2$

El refuerzo del elemento será de acero corrugado de $\varnothing = 1/4" @ 0.15 \text{ m}$

Como tengo 6 columnas entonces en cada columna le tocará:

$$P_o = \frac{663.48}{6} = 110.58 \text{ kg}$$

Cálculo de ϕP_n mas:

Asumiremos columnas cuadradas de dimensiones mínimas 15 cm x 15 cm

$$A_g = 225 \text{ cm}^2$$

Entonces el $A_s = 0.01 \times 15 \times 15 = 2.25 \text{ cm}^2$, tomamos 4 $\phi \frac{1}{8}$

$$\phi P_n = 0.8 \times 0.7 \times (0.85 \times 245 \times (225 - 2.84) + 2.84 \times 4200) = 32,588. \text{ kg}$$

$$\phi P_n > P_o$$

Por lo que el diseño sería de 6 columnas con sección de 15 cm x 15 cm y con un

refuerzo longitudinal de 4 $\phi \frac{1}{8}$ con estribos de $\phi \frac{1}{4}$ @ 0.1 m

Diseño de Viga Circular

Las 6 columnas se apoyan sobre una viga circular, las fuerzas a las cuales esta sometido esta viga circular son 2: una se da en la dirección tangencial al meridiano y la otra se da en la dirección radial del anillo, este anillo estará sometido a compresión.

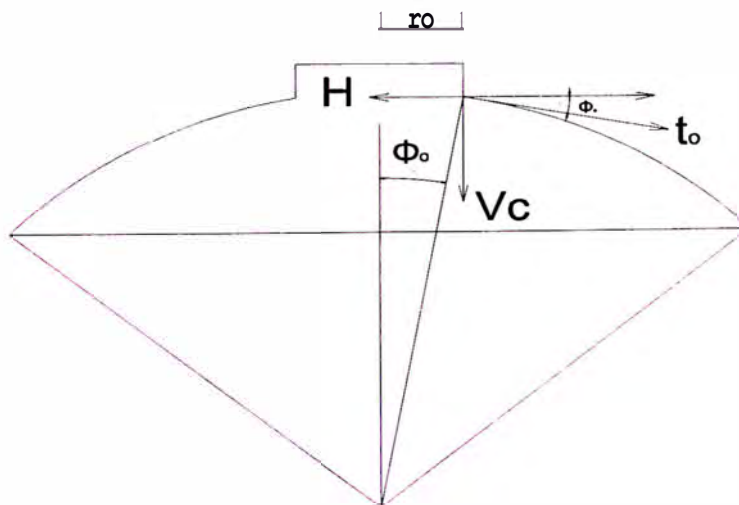


Fig. 5.11 - Fuerzas sobre anillo superior

De la figura anterior, se pueden sacar la siguiente relación.

$$H = V_c \operatorname{ctg} \angle j \quad (5.29)$$

La fuerza de compresión (Ci) a la cual está sometido el anillo es:

$$C_i = H \cdot r_o \quad (5.30)$$

Entonces reemplazando (5.29) en (5.30) se tiene:

$$C_i = \frac{P \cdot \operatorname{ctg} \rho_o}{2n} \quad (5.31)$$

Metrado de cargas

Peso del techo circular = 663.48 kg

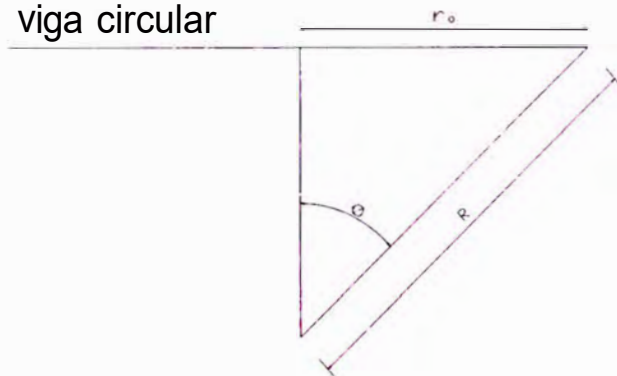
Peso de las 6 columnas ($h=0.4\text{m}$) = $6 \times 0.4 \times 0.15 \times 0.15 \times 2400 = 129.6$ kg

Peso del anillo = $2400 \times 0.15 \times 0.15 \times 2 \times 3.1415 \times 0.6 = 195.08$ kg

Entonces el peso total será = 988.16 kg

Cálculo del ángulo de abertura del anillo.

viga circular



$$R = 13.13\text{m}$$

$$r_o = 0.575\text{m}$$

Fig. 5.12 - Angulo de Abertura

$$\text{Entonces } \angle j = \operatorname{arcsen} \left(\frac{0.575}{13.13} \right) = 2.50^\circ$$

$$C_i = \frac{988.16 \times \operatorname{ctg}(2.50^\circ)}{2 \times 3.1415} = 3602.19\text{kg}$$

Se resolvió el mismo caso de elementos sometidos a compresión con la Ecuación (5.28)

Se asume una sección cuadrada de $A_g = 0.15\text{cm} \times 0.15\text{cm} = 2.25\text{cm}^2$

Entonces el acero mínimo es $A_{s.min} = 0.015 \times 225 = 2.25 \text{ cm}^2$, usamos

$4\text{ } \frac{3}{8}$, entonces el $A_s = 2.84 \text{ cm}^2$

$$jPn = 0.8 \times 0.7 \times (0.85 \times 245 \times (225 - 2.84) + 2.84 \times 4200) = 32,588. \text{kg}$$

Entonces $C_a \ll jPn$

El elemento sería un anillo circular de sección cuadrada de $0.1 \text{ Sm} \times 0.1 \text{ Sm}$ con un

refuerzo longitudinal de $4\text{ } \frac{3}{8}$ y estribos de $\frac{1}{4}$ @ $0.2 \text{ m} \dots$

5.4.2 Diseño de Cúpula Esférica de la Parte Superior del Tanque Elevado

Esfuerzo en los meridianos caso de cúpula cerrada

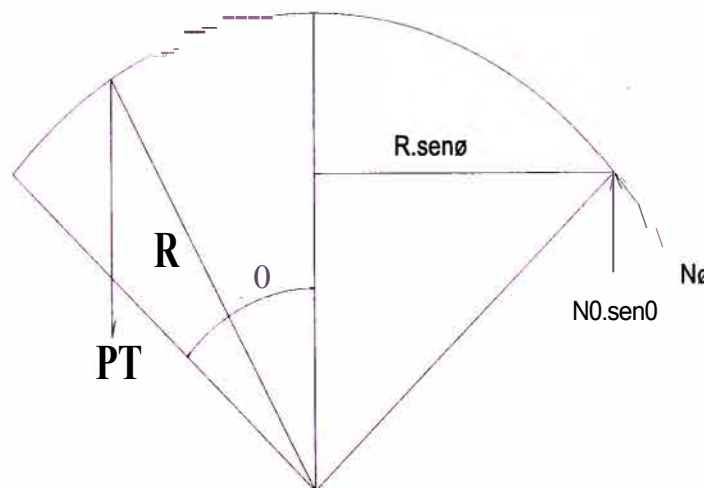


Fig. 5.13 - Esfuerzos sobre Cúpula Superior

De la Fig. 5.13 se tiene:

$$PT = -2, r R \text{sen}(\phi) \cdot N, \text{sen}(\phi) \tag{5.32}$$

$$\text{Entonces: } N, = - \frac{PT}{2, r \text{sen}^2(\phi)} \tag{5.33}$$

Pero también se sabe que: $PT = w \cdot (\text{superficie de cupula})$ (5.34)

Siendo $w =$ carga por unidad de superficie

También se sabe que:

$$A = \int_0^{\theta} R \sin \theta \cdot 2\pi R \cdot d\theta = 2\pi R^2 (1 - \cos \theta) \quad (5.35)$$

De (5.34) y (5.35) se tiene : $PT = w \cdot 2\pi R^2 (1 - \cos \theta)$ (5.36)

De (5.36) y (5.33) se tiene: $N = - \frac{wR}{1 + \cos \theta}$ (5.37)

Esfuerzo en los paralelos

De la fórmula de Laplace

$$\frac{N_1}{R_1} + \frac{N_2}{R_2} = P_n \quad (5.38)$$

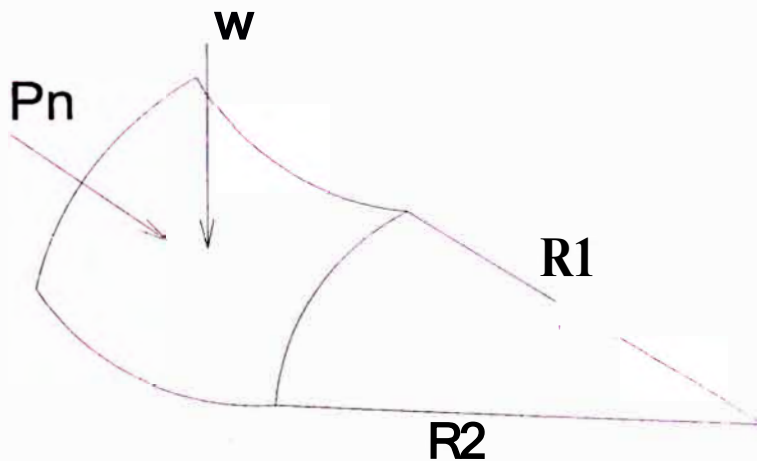


Fig. 5.14 - Esfuerzos sobre diferencial membrana

Entonces $P_n = -w \cdot \cos \theta$ (5.39)

$R_1 = R_2 = R$ (5.40)

Reemplazando (5.39) y (5.40) en (5.38) se tiene.

$$N_g = -wR(\cos\phi - \frac{1}{1 + \cos\phi}) \quad (5.41)$$

Caso de cúpulas abiertas

Se hacen las siguientes consideraciones:

P es el peso de la estructura para ventilación, y Q es la diferencia entre P y el peso de la abertura en el casquete esférico.

$$Q = P - 2JrR^2(1 - \cos\phi)w \quad (5.42)$$

Entonces:

$$N'_r = - \frac{Wt}{2JrR \sin^2\phi} \quad (5.43)$$

$$N'_r = - \frac{Wt + Q}{2JrR \sin^2\phi} \quad (5.44)$$

Reemplazando (5.36) en (5.44) y resolviendo se tiene:

$$N'_r = - \frac{Rw}{1 + \cos\phi} - \frac{Q}{2JrR \sin^2\phi} \quad \text{esfuerzo meridiano} \quad (5.45)$$

El esfuerzo perpendicular al meridiano se obtiene de la relación:

$$\frac{N'_r}{-R} + \frac{N'_\theta}{R} = Pn \quad (5.46)$$

Teniendo en cuenta que $Pn = -w \cos\phi$ y la ecuación (5.45), reemplazando en (5.46) se tiene:

$$N'_\theta = -wR(\cos\phi - \frac{1}{1 + \cos\phi}) + \frac{Q}{2JrR \sin^2\phi} \quad \text{esfuerzo anular} \quad (5.47)$$

Tabla 5.03 Datos para el Diseño

Espesor membrana e	0.075m
Peso específico del concreto	2400 kg/m ³
Radio de Casquete	13.13m
Peso de est vent.	1616.06 kg
ϕ (abertura)	3.71°
ϕ casquete	22.61°

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de Q:

Peso del Casquete esférico de abertura = 408.98 kg

Entonces $Q = P - 2\pi R^2 (1 - \cos \phi) w = 1207.08 \text{ kg}$

Los esfuerzos que actúan en la membrana serán:

Tabla 5.04 Valores de Esfuerzos en Membrana

θ °	N' θ	N'e
	kg/m	kg/m
2.51	-6245.90	3884.92
4.00	-3178.86	821.28
6.00	-2073.74	-276.69
8.00	-1688.85	-651.54
10.00	-1512.80	-814.69
12.00	-1419.41	-892.34
14.00	-1365.44	-927.75
16.00	-1332.86	-938.98
18.00	-1313.04	-934.68
20.00	-1301.46	-919.41
22.00	-1295.55	-895.75
22.61	-1294.63	-887.13

Fuente: Elaboración Propia

Refuerzo en la Membrana

Se puede apreciar que $N'0$ es un esfuerzo de compresión, por lo que el acero necesario sería el mínimo, según el reglamento nacional de edificaciones, "no será menor que el refuerzo exigido para las losas indicado en la sección 7.1 O por efectos de contracción de fragua o temperatura".

As mín = 0.0018 bh (acero corrugado $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$)

ancho unit $b = 1$ m

espesor mem. $h = 0.075$ m
 $f_e = 245$ kg/cm^2

Max trace. conc. $f_r = 2 \overline{f'_c}$
 $o_{et} = 31.30$ kg/cm^2

Tracción del concreto $\sigma'_e = \frac{N'}{hb}$
 $o_e = 8.33$ kg/cm^2

$$o_c < o_{ct} \quad o_k \quad j$$

Armadura Mínima =

$$A_{smin} = 0.0018bh \quad \text{Acero corrugado}$$

tomando acero corrugado

$$A_s = 1.35 \quad \text{cm}^2$$

Armadura Anular

En zonas donde se generan tracciones, la armadura requerida se hallará con:

$$A_s = \frac{N'0}{a.at} \tag{5.48}$$

Donde: $a.at = 0.33.fy = 1386 \frac{kg}{cm^2}$

Entonces: $A_s = \frac{3884.92}{1386} = 2.8cm^2$

Tomamos $A_s = 2.8cm^2$, entonces el refuerzo será de 4 0 3/8" @ 0.25m

5.4.3 Diseño de Viga Circular entre Cúpula superior y Pared Cónica

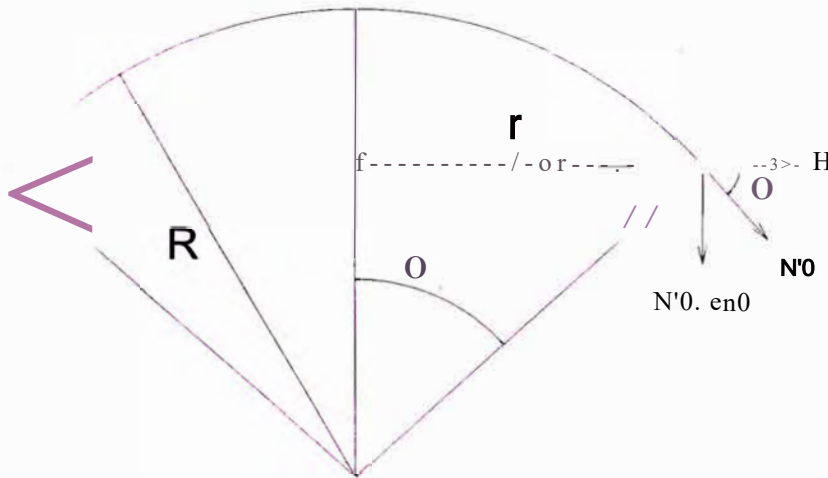


Fig. 5.15 - Esfuerzos sobre Viga Circular

De la figura, se puede apreciar que:

$$H = N_p \cos \theta \tag{5.49}$$

Esta fuerza genera, una tracción T en el anillo que es:

$$T = r \cdot H$$

$$T = R \cdot \text{sen} \theta \cdot N' \cdot \cos \theta \tag{5.50}$$

T = 6032.89kg

Esta tracción la toma el acero de refuerzo, según la siguiente expresión:

$$A_s = \frac{T}{\sigma_{at}}, \text{ siendo } \sigma_{at} = 1386 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces $A_s = 4.35 \text{ cm}^2$

Cálculo de la sección de concreto

Se calcula una sección de concreto que este sometida al máximo esfuerzo entonces

$$T = \sigma_c A_c + \sigma_s A_s \tag{5.51}$$

Se sabe que: $\sigma_{at} = n \sigma_{ct}$ (5.52)

$$A_s = \frac{T}{\sigma_{at}} \tag{5.53}$$

Reemplazando (5.52) en (5.51) se tiene:

Entonces: $T = \sigma_{ct} (A_c + n A_s)$ (5.54)

Que también se puede expresar como:

$$A_c = \frac{T}{\sigma_{ct}} - \frac{n A_s}{1} \tag{5.55}$$

Datos

Tabla 5.05 Datos para el Diseño

fy	4200	kg/cm ²
fe	245	kg/cm ²
Es	2,000,000.00	kg/cm ²
Ec	234,787.14	kg/cm ²
n	8.00	
T	1294.63	Kg
oct (esf trace del concreto)	31.30	kg/cm ²
o a t (esf trace del acero)	1386	kg/cm ²
Ac	33.88	cm ²

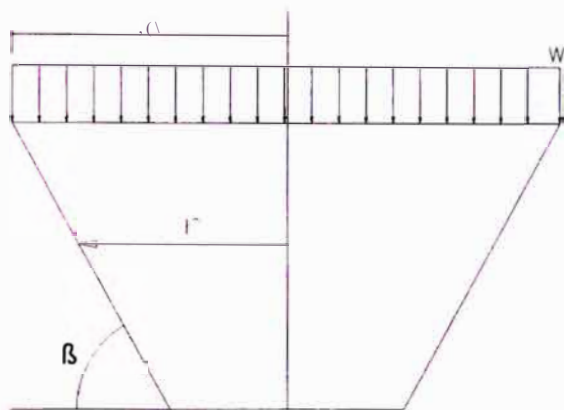
Fuente: Elaboración Propia

Esta área es menor que la calculada anteriormente, Se utilizará 4 0 1/2", con estribos 0 3/8" y con una sección de 0.20 m x 0.20m

5.4.4 Diseño de Pared Cónica

Sobre la pared cónica actúan 3 fuerzas que se detallan a continuación:

- 1) Carga repartida (w) sobre el borde superior del Tronco de Cono.
- 2) Peso propio del Tronco de Cono.
- 3) Peso del líquido.



S_a = Sección del anillo

$P_{\text{esp.con}}$ = Peso específico del concreto

Fig.5.16 - Cuba Tronco Cónica

La carga sobre el borde superior del Tronco de Cono será:

1. Peso de cúpula mas estructura de ventilación
2. Peso de anillo (entre cúpula y pared cónica)

$$P(\text{cupula}) = 2\pi r^2 (1 - \cos \beta) \gamma_{\text{conc.}} \quad (5.56)$$

$$P_{\text{cúpula}} = 14985.27 \text{ kg}$$

$$P(\text{anillo}) = 2\pi r l (S_a) (P_{\text{esp.con.}}) \quad (5.57)$$

$$P_{\text{anillo}} = 1713.42 \text{ kg}$$

$$P(\text{est. Vent}) = 1616.06 \text{ kg}$$

Entonces la carga total sobre el borde del tronco de cono será: 18314.76 kg

Los esfuerzos que actúan sobre la pared cónica se calculan con las siguientes fórmulas.

Esfuerzos Meridionales

Tabla 5.06 Fórmulas para calcular los esfuerzos Meridionales

Esfuerzos	Expresiones
$N = - \frac{p}{2n \cdot a \cdot \sin \beta}$	Esfuerzo debido a la carga repartida sobre el tronco de cono
$N = - \frac{\gamma_{conc} \cdot r \cdot \tan \alpha (a^2 - r^2)}{r \cdot \sin 2\beta}$	Esfuerzo debido al peso propio del muro cónico
$N = - \frac{\gamma_{agua}}{2 \sin \beta} \left(\frac{1}{3} (a - r)^2 (a + 2r) \right) \cdot \tan \alpha$	Esfuerzo debido a la carga de agua

Fuente: Análisis y Diseño de Reservorios de Concreto Armado, Rivera Feijoo

Esfuerzos Anulares

Tabla 5.07 Fórmulas para calcular los esfuerzos Anulares

Esfuerzos	Expresiones
$N_e = \frac{\gamma_{conc} \cdot r \cdot \tan \alpha}{\tan \beta}$	Esfuerzo debido al peso propio del muro cónico
$N_s = \frac{\gamma_{agua}}{\sin \beta} [r(a - r) \tan \alpha]$	Esfuerzo debido a la carga de agua

Fuente: Análisis y Diseño de Reservorios de Concreto Armado, Rivera Feijoo

Datos:

a = 5.05 m $\gamma_{agua} = 1000 \frac{kg}{m^3}$

T tronco con = 0.20m $\gamma_{conc} = 2400 \frac{kg}{m^3}$

$\alpha = 22.61^\circ$

$\beta = 60.13^\circ$

Los resultados son:

Esfuerzos Meridionales

Tabla 5.08 Valores de los esfuerzos meridionales sobre muro cónico

r (m)	N _r (repart) kg/m	N _r (peso prop) kg/m	N _r (peso agua) kg/m	Total kg/m
2.15	-3526.43	-5396.93	-12239.37	-21162.73
2.50	-3032.73	-4279.58	-8747.75	-16060.07
3.00	-2527.28	-3056.91	-5180.11	-10764.30
3.50	-2166.24	-2104.19	-2768.04	-7038.46
4.00	-1895.46	-1320.18	-1203.70	-4419.34
4.50	-1684.85	-648.65	-316.07	-2649.56
5.05	-1501.35	0.00	0.00	-1501.35

Fuente: Elaboración Propia

Esfuerzos Anulares

Tabla 5.09 Valores de los esfuerzos anulares sobre muro cónico

r (m)	N _t (peso prop) kg/m	N _t (peso agua) kg/m	Total kg/m
2.15	592.71	12519.23	13111.94
2.50	689.19	12800.34	13489.53
3.00	827.03	12348.56	13175.59
3.50	964.87	10892.84	11857.71
4.00	1102.71	8433.16	9535.87
4.50	1240.55	4969.54	6210.09
5.05	1392.17	0.00	1392.17

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de Muro Cónico

Esfuerzos Meridionales

Todos los esfuerzos meridionales son de compresión, se diseñará buscando que la resistencia a la compresión del elemento sea mayor que:

$$r/Jp_n(\max) = 0.8 \cdot \rho_p \cdot (0.85 f'c (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y)$$

Donde:

$$A_g = \text{Area. sección}$$

$$A_s = \text{Area. acero}$$

$$\phi = 0.70$$

Tabla 5.1 O Datos de la sección para el diseño

Secc (tronco de cono)	20	cm ²
A _{st}	20	cm ²
A _g	2000	cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando $P_n = 277,947.60 \text{ kg} > N_{ct} = 21,162.73 \text{ kg}$

Entonces el $A_s = 20 \text{ cm}^2$

Utilizamos: $\phi 1/2'' @ 12.5 \text{ cm}$ en doble malla

Esfuerzos Anulares

Se hallará el refuerzo anular según:

$$A_s = \frac{T}{\phi \cdot f_y} \quad (5.58)$$

$$A_s = \frac{13,111.94}{1386} = 9.46 \text{ cm}^2$$

Utilizaremos $\phi 1/2'' @ 12.5 \text{ cm}$ en una malla

5.4.5 Diseño de Cúpula Inferior

Sobre la cúpula inferior las cargas que van a actuar son:

1. Peso propio de la Chimenea de acceso
2. Peso propio de la cúpula inferior
3. Peso de la carga de agua sobre la cúpula inferior

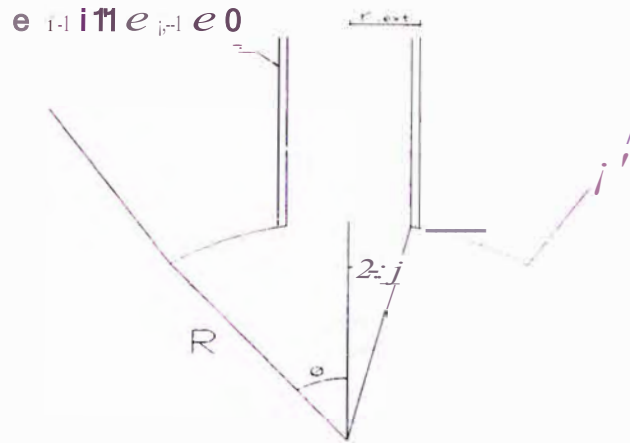


Fig. 5.17 - Cúpula Inferior

Cálculo del peso de la chimenea de acceso

Tabla 5.11 Datos para el Diseño

Datos:

Espesor e (chi) =	0.2	m
Peso específico =	2400.00	kg/m ³
Radio R_i =	0.75	m
Radio ext	0.95	m
Radio medio =	0.85	
altura chi =	5.05	m

Fuente: Elaboración Propia

$$W_{chimenea} = 27i R_{medio} e_{chim} \cdot h_{chim} = 12945.88kg \quad (5.59)$$

Se hacen la siguientes consideraciones:

P (chimenea) es el peso de la estructura para mantenimiento, y Q es la diferencia entre P (chimenea) y el peso de la abertura en el casquete esférico.

$$Q = \rho_w \cdot 2\pi R^2 (1 - \cos \alpha) w \quad (5.60)$$

Tabla 5.12 Datos para el Diseño

Datos:

Espesor e =	0.2	m
Peso específico =	2400.00	kg/m ³
Radio R =	3.60	m
α (apertura)=	12.02°	

Fuente: Elaboración Propia

Entonces $2\pi R^2 (1 - \cos \alpha) w = 856.95 \text{ kg}$

Por lo tanto $Q = 12088.93 \text{ kg}$

Tabla 5.13 Fórmulas para calcular los esfuerzos Meridionales

Esfuerzos	Expresiones
$N'_{\alpha} = - \frac{Rw}{1 + \cos \alpha} - \frac{Q}{2R \sin^2 \alpha}$	Esfuerzo debido al peso propio y chim.
$N'_{\alpha}(\text{agua}) = - \frac{\gamma_w R}{2} \left[H + \frac{R}{3} \left(3 - \frac{2 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} + \frac{2}{\cos \alpha} \right) \right] + \frac{\gamma_w R^2 H}{2R \sin^2 \alpha}$	Esfuerzo debido a la carga de agua

Fuente: Análisis y Diseño de Reservorios de Concreto Armado, Rivera Feijoo

Tabla 5.14 Fórmulas para calcular los esfuerzos Anulares

Esfuerzos	Expres.
$N'_{\theta} = -wR \left(\cos \alpha - \frac{1}{1 + \cos \alpha} \right) + \frac{Q}{2R \sin^2 \alpha}$	Peso propio
$N'_{\theta}(\text{agua}) = \frac{\gamma_w R}{2} \left[H + \frac{R}{3} \left(3 - \frac{2 \cos \alpha}{\sin^2 \alpha} + \frac{2}{\cos \alpha} \right) \right] - \frac{\gamma_w R^2 H}{2R \sin^2 \alpha}$	Carga de agua

Fuente: Análisis y Diseño de Reservorios de Concreto Armado, Rivera Feijoo

Tabla 5.15 Valores de los esfuerzos obtenidos

0 °	N'ei	N'9	N'ei (agua)	N'9 (agua)	N'0(total)	N'9(total)
	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
12 .02	-131 ₉ 6.75	11507.00	5434.86	-2 002 ₉ 1.60	-7761.88	-188784.60
14.00	-10008.80	833 ₂ .40	16557.8 ₂	-145 ₉ 35.84	654 ₉ .0 ₂	-137603.44
16.00	-7 ₉ 15.50	6 ₂ 54.65	51 ₂ 84.4 ₉	-110175.76	43368.9 ₉	-103 ₉ 2 1.11
18.00	-648 ₂ .4 ₉	483 ₉ .2 3	-9 ₂ 47.2 5	-856 ₂ 4.66	-1572 ₉ .74	-80785.43
2 0.00	-545 ₉ .66	3836.01	-9 ₂ 83.37	-680 ₂ 8.85	-14743.03	-641 ₉ 2 .85
22 .00	-4705.15	3103.09	-9 3 ₂ 2 .9 5	-54 ₉ 75.10	-140 ₂ 8.10	-5187 ₂ .01
24.00	-4133.60	2 555.09	-9365.8 ₉	-45011.60	-134 ₉ 9 .50	-4 ₂ 456.50
26.00	-36 ₉ 1.18	2138.15	-9 4 1 ₂ .08	-3722 ₂ .50	-13103.2 6	-35084.35
28.00	-334 ₂ .57	1816.9 1	-9 46 1.3 ₉	-31006.9 2	-1 2 803.9 6	-2 ₉ 1 ₉ 0.01
30.00	-3063.8 ₂	1567.40	-9 5 13.6 ₉	-2 5 ₉ 57.38	-1 2 577.51	-2 438 ₉ .9 8
32 .00	-2 838.2 5	1372.88	-9 568.83	-2 1789.67	-12407.08	-20416.7 ₉
34.00	-2 653.9 2	1 ₂ 2 1.3 ₉	-9 6 ₂ 6.66	-18300.63	-12 ₂ 80.58	-1707 ₉ .30
36.00	-2 50 ₂ .14	1104.2 0	-9 687.01	-1534 ₂ .21	-1218 ₉ .15	-14 ₂ 38.01

Fuente: Elaboración Propia

Esfuerzos Meridionales (Cúpula Inferior)

Todos los esfuerzos meridionales son de compresión, se diseñara buscando que la resistencia a la compresión del elemento sea mayor que:

$$(j)P_n(max) = 0.8.(/J.(0.85/'c(Ag-Ast) + Ast.fy)$$

$A_g = \text{Area. seccion}$

$A_s = \text{Area... acero}$

$(/J=0.70$

Tabla 5.16 Datos para el Diseño

Secc. (tronco de cono)	2 0	cm ²
Ast	20	cm ²
Ag	2 000	cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando $P_n = 2 77,9 47.60 \text{ kg} > N_{\text{d}} = 15,7 2 9 .74 \text{ kg}$

Entonces el $A_s = 20 \text{ cm}^2$

Utilizamos: $\varnothing 1/2" @ 12.5 \text{ cm.}$ en doble malla.

Esfuerzos Anulares (Cúpula Inferior)

Se hallará el refuerzo anular según:

$$A_s = \frac{T}{aa}$$

$$A_s = \frac{188,784.60}{1386} = 136.20 \text{ cm}^2$$

Utilizaremos $\varnothing 1/2" @ 12.5 \text{ cm}$ en una malla.

5.4.6 Diseño de Viga Circular Inferior

Los esfuerzos que actúan sobre la viga circular de fondo, entre la cúpula inferior y la base del tronco de cono se muestran en las siguientes figuras.

Esfuerzo de tracción
 debido a la cúpula inferior



Fig. 5.18- Esfuerzos en Viga Inferior

Esfuerzos de Compresión
 debido a la pared cónica

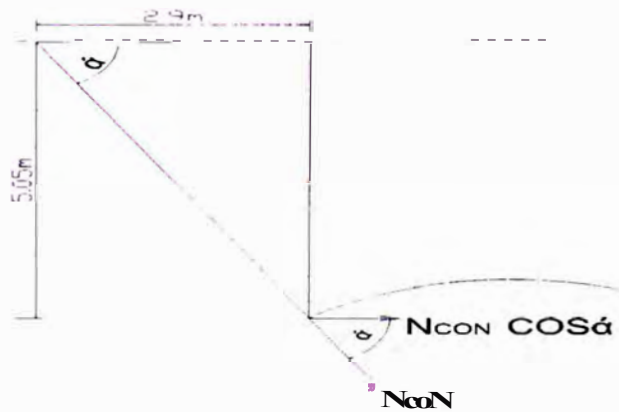


Fig. 5.19 - Esfuerzos en Viga Inferior

Entonces la resultante que actúa sobre la viga circular sería:

Tabla 5.17 Datos para el Diseño

Datos:

á =	60.00
φ =	36.67
NCUP =	12189.15
NCON =	21162.73

Fuente: Elaboración Propia

$$p = N_{Cup} \cos P - N_{con} \cos \alpha \tag{5.61}$$

P = -804.59kg Compresión

Esta fuerza horizontal produce un esfuerzo en el anillo que se calcula con la siguiente expresión.

P (actuante)=P x ro, siendo ro el radio del anillo.

Entonces P = 1729.86 kg.

Tabla 5.18 Datos para el Diseño.

fy	4200	kg/cm ²
fe	245	kg/cm ²
Es	2,000,000.00	kg/cm ²
Ec	234,787.14	kg/cm ²
n	8.00	
T	-1729.87	Kg
crct (esf trace del concreto)	31.30	kg/cm ²
crat (esf trace del acero)	1386	kg/cm ²

Ac	45.27	cm ²
----	-------	-----------------

Armadura meridional.

$$\phi P_n(max) = 0.8 \cdot tp \cdot (0.85 \cdot f_c (A_g - A_{si}) + A_{st} \cdot f_y)$$

Ast	32	cm ²
Ag	3200	cm ²

Pn	1444,716.16	kg
----	-------------	----

Entonces la viga será de 0.40 m x 0.30 m con 6 ϕ 1/2" + 2 ϕ 1/2" con estribos de 3/8" @ 0.20 m.

5.5 Análisis Sísmico del Reservorio

Se utilizó el método estático simplificado propuesto por el Ing. Julio Rivera Feijoo,[A.5] este método analiza el comportamiento hidrodinámico de la estructura , considerando que existen dos pesos de agua , uno llamado (Wo) que sigue el movimiento de la estructura y otra parte (W1) que se modela ligada al reservorio mediante unos resortes de rigidez k.

Este método modela al reservorio dividiéndolo en dos partes bien definidas, la primera comprende la cuba de almacenamiento y la segunda sería la parte del soporte, en este caso el fuste cilíndrico.

El fuste se divide en masas discretas unidas por resortes de rigidez kr, y la parte superior (la cuba}, se modela con una masa concentrada colocada en el centro de gravedad de la forma geométrica.

5.5.1 Determinación Simplificada de los Modos de Vibración

Primer Modo

El primer modo de vibración proporciona un periodo T1, que se puede asumir igual al periodo de vibración del agua móvil, calculada según las formulas.

Segundo Modo

Este método determina de una manera simplificada este periodo de vibración, en esta expresión intervienen la rigidez de la estructura, el peso y la altura del reservorio, la expresión es la siguiente:

$$T_2 = \frac{f_2}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{P_1(H_1 - \frac{Hc}{2})^3}{EI_f}} \quad (5.62)$$

Siendo:

F2, una constante adimensional

Pt , el peso total de la estructura , incluyendo el de las masas de agua fija Y móvil, Wo y W1 respectivamente

Ht , altura total del reservorio

g, aceleración de la gravedad= 9.80 m/s²

E, Módulo de Elasticidad del Fuste, Tn /m²

I , Momento de Inercia del fuste en m⁴

Si llamamos $J_2 = \diamond$, este método propone unos valores tabulados que son los siguientes:

Tabla 5.19 Valores de \diamond para determinar T2

(EI)fuste / (EI)cuba	0.1	0.3	0.5	$\gamma = 0.9$
$\frac{f_2}{J_g}$	0.78	0.81	0.82	0.83

Fuente: Diseño Sísmico de Reservorios con Estructura Tubular de Soporte



Fig. 5.20- Modelo Equivalente

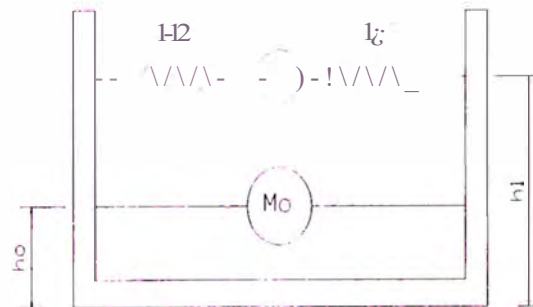


Fig. 5.21 - Masa M1 y Mo

$$\frac{M_1}{MF} = \frac{Tgh \cdot [<] i j]}{f_j \frac{D}{2H}} \quad (5.63)$$

$$\frac{M1}{MF} = \frac{363}{512} \frac{Tgh \left[\left(\sqrt{13.5} \frac{H}{D} \right) \right]}{\sqrt{13.5} \frac{H}{D}} \quad (5.64)$$

$$\frac{HK}{W_F} = \frac{45}{2} \left(\frac{M1}{MF} \right)^2 \left(\frac{H}{D} \right)^2 \quad (5.65)$$

$$T_a = 27i \sqrt{\frac{W_1}{K}} \quad (5.66)$$

$$h_o = \frac{3}{8} H \left(1 + \alpha \left(\frac{MF}{Mo} - 1 \right) \right) \quad (5.67)$$

$$h_i = H \left[\frac{\cosh(-JiuH) - \beta}{J\sqrt{3.5} - \sinh(J\sqrt{3.5})} \right] \quad (5.68)$$

Cuando solo se consideran los efectos de las presiones en las paredes

$$\alpha = 0, \beta = 1$$

Tanques Circulares, Sistema Mecánico Equivalente Simplificado

$$H/D \leq 0.75$$

5.5.2 Metrado de Pesos de la Estructura

Tabla 5.20 Peso de la estructura de Ventilación

Datos

e (techo circular)	0.08	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (techo circular)	0.80	m
Numero de colum	6.00	und
h(columnas)	0.40	m
Secc (column 15x15)	0.02	m ²
Secc (anillo)	0.02	m ²
r med (anillo)	0.58	m

Pesos

Techo Circular	723.80	kg
Columnas	129.60	kg
Viga Circular	195.09	kg

Total	1,048.49	kg
--------------	-----------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Cúpula Superior Abierta

Tabla 5.21 Peso de la Cúpula Superior

Datos

e (cúpula)	0.08	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (casquete)	13.13	m
ϕ_0	3.71	°
ϕ	22.61	°

Fuente: Elaboración Propia

$$P_{memb} = 2\pi R^2 (1 - \cos \phi) w$$

P(parte hueca)	408.60	kg
P(casq total)	14,985.27	kg

1P(cúpula)	14,576.661 kg
--------------------	----------------------

Fuente: Elaboración Propia

Viga Circular (entre cúpula sup. y pared cónica)

Tabla 5.22 Peso de Viga entre Cúpula Sup. Y Pared Cónica

Secc (anillo)	0.04	m ²
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (anillo)	5.05	m

1P(anillo)	3046.09	kg
--------------------	----------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Pared Cónica

Tabla 5.23 Peso de Muro Cónico

e (muro cónico)	0.20	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (sup)	5.05	m
r (inf)	2.15	m
g(generat. cono)	6.22	m

P(tron con)	67,507.89	kg
--------------------	------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Viga Circular (entre muro cónico y cúpula inferior)

Tabla 5.24 Peso de Viga Circular Inferior

Secc (viga 0.4x0.8)	0.32	m ²
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (vig cir)	2.15	m

P(vig cir)	10,374.80	kg
-------------------	------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Chimenea de acceso

Tabla 5.25 Peso de Chimenea de Acceso

t(espesor chim)	0.20	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (medio chim)	0.85	m
h(alt chim)	5.05	m

P(chimenea)	12,945.88	kg
--------------------	------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Cúpula Inferior

Tabla 5.26 Datos de Cúpula Inferior

e (cúpula)	0.20	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (casquete)	3.60	m
ϕ	12.02	°
(J)	36.67	°

Fuente: Elaboración Propia

$$P_{memb} = 2\pi R^2 (1 - \cos \phi) w$$

Tabla 5.27 Peso de Cúpula Inferior

P(parte hueca)	856.97	kg
P(casq total)	7,735.66	kg

P(Cúpula)	6,878.69	kg
------------------	-----------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.28 Peso de Fuste

t(espesor chim)	0.35	m
Peso espec (conc)	2,400.00	kg/m ³
r (medio fuste)	2.15	m
h(alt fuste)	10.00	m

P(fuste)	113,474.33	kg
------------------	-------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de Pesos del Reservorio

Tabla 5.29 Pesos de Reservorio

Fuste	113,474.33	kg
Reservorio	116,378.49	kg
Agua	205,750.00	kg

Total	435,602.81	kg
--------------	-------------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Modelo del Reservorio

Para modelar la estructura, el Fuste se dividió en 5 masas discretas, a lo largo de toda su longitud, y la Cuba de almacenamiento se colocó en una sola masa en el centro de Gravedad del Tronco de Cono.

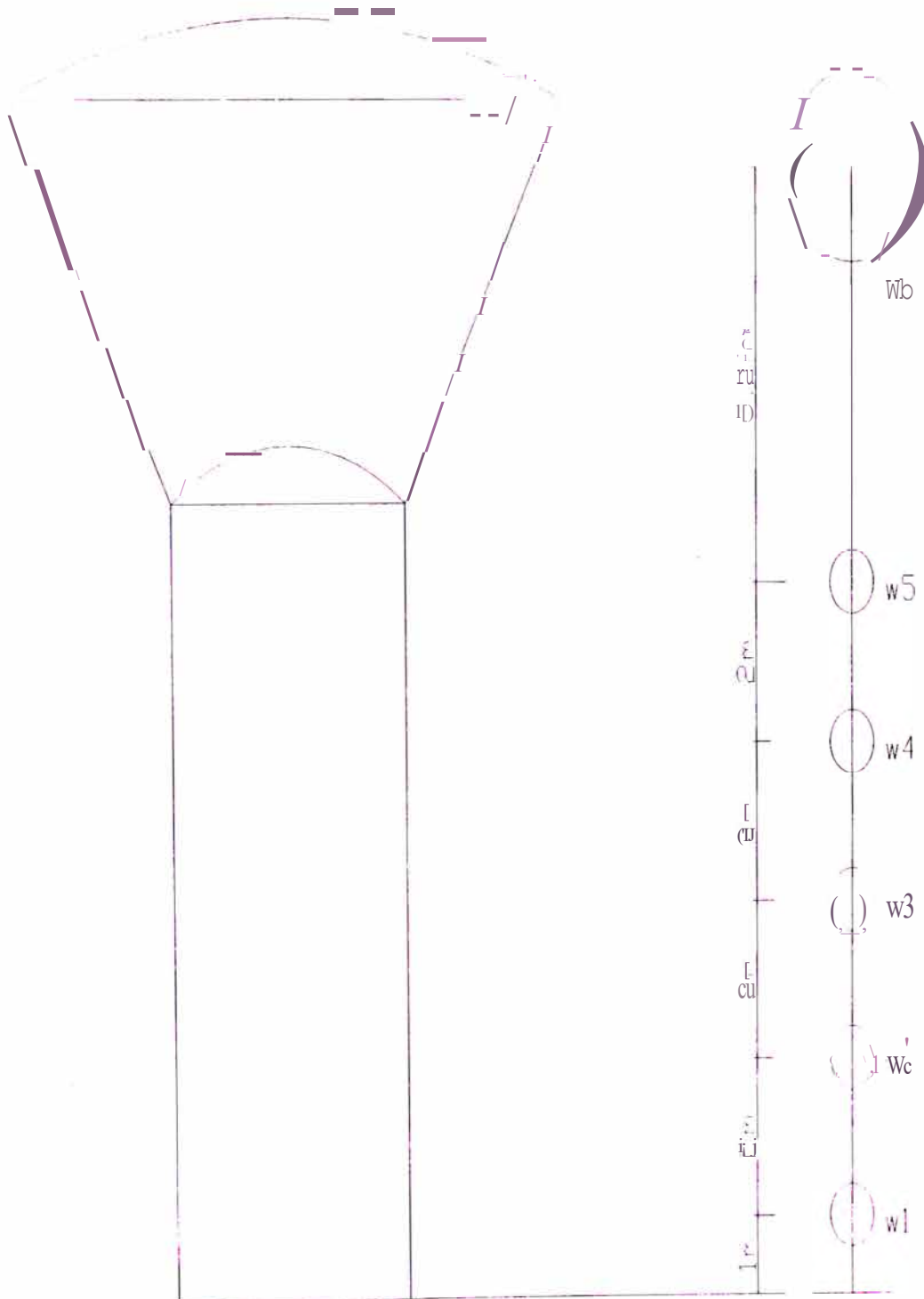


Fig. 5.22 - Modelo del reservorio

Influencia de la forma del Reservorio

Como la forma de nuestro reservorio es la de un tronco de cono, tomaremos el radio medio del tronco de cono, el volumen del reservorio y con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{V}{n \cdot D^2} \quad (5.69)$$

Hallaremos una altura H para obtener así un reservorio equivalente.

Tabla 5.30 Datos del Reservorio Equivalente

Ds(diam sup)	10.10	m
Di(diam inf)	4.30	m
Dm(diam med)	7.20	m
V(vol cuba)	216.72	m ³

H	5.32	m
---	------	---

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de los momentos de Inercia y de los Módulos de Fuste y Cuba

$$E = 15000 \text{ kg/cm}^2 \quad (5.70)$$

$$I = \frac{\pi}{4} (R_e^4 - R_i^4) \quad (5.71)$$

Tabla 5.31 datos para calcular E, 1

R(inter fust)	2.15	m
R(ext fust)	2.50	m
R(inter cuba)	3.60	m
R(ext cuba)	3.80	m
F'c (cuba)	245.00	kg/cm ^L
F'c (fuste)	245.00	kg/cm ^z

Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Ef	2347871.38	tn/m ²
Ec	2347871.38	tn/m ²
If	13.90	m ⁴
le	31.85	m ⁴

Entonces los productos El serán:

Elf	32,628,852	tn*m ²
Ele	74,776,245	tn*m ²

Análisis Sísmico Simplificado

Tabla 5.32 Datos para Análisis Sísmico

Wf	205.75	tn
B	1.00	
a	0	
Ht	14.21	m

Fuente: Elaboración Propia

Relación $\frac{Wf}{D} = \frac{205.75}{7.2} = 0.73 > 0.75$, cumple requisito para el método

Calculo de las masas Mo y M1

Mo/MF	0.70
Mo	144.81 /g

$$M_o = \frac{Wf}{2} \cdot \frac{D}{H} \cdot \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{D}{H} \right]$$

M1/MF	0.26
M1	53.26/g

$$M_1 = \frac{Wf}{2} \cdot \frac{D}{H} \cdot \left[\frac{1}{3} + \frac{1}{3} \cdot \frac{D}{H} \right]$$

Cálculo de la Rigidez y del Periodo de la masa móvil de agua

IK	131.84	Tn/m
----	--------	------

$$\frac{HK}{W} = \frac{45}{2} \left(\frac{MI}{MF} \right)^2 \left(\frac{H}{D} \right)^2$$

jTa	2.60	ls
-----	------	----

$$Ta = 2.1 r \sqrt{\frac{MI}{K}}$$

Calculo de alturas h1 y ho

H1	3.60	m
----	------	---

$$i_1 = H \left[1 - \frac{\cosh\left(-\sqrt{135} \frac{H}{D}\right) - \beta}{\cosh\left(-\sqrt{135} \frac{H}{D}\right) + \beta} \right]$$

ho	2.00	m
----	------	---

$$h_o = \frac{3}{8} H \left(1 + a \left(\frac{MF}{Mo} - 1 \right) \right)$$

Pesos de la Estructura

$$Pe = \text{Peso.Fuste} + \text{Peso.reserv.}$$

Pe	228.52	tn
Wo	144.81	tn
W1	53.26	tn

Pt	1426.60	tn
----	---------	----

Calculo de $\frac{f_2}{\sqrt{g}}$ (5.72)

Para poder calcular esta expresión, necesitamos saber la relación:

$$\frac{EI_j}{EI_e} = 0.436$$

Con este valor interpolamos en la siguiente tabla:

Tabla 5.33 Valores de $\frac{I}{Jg}$ para determinar T2

(EI)fuste / (EI)cuba	0.1	0.3	0.5	◆ 0.9
$\frac{I}{Jg}$	0.78	0.81	0.82	0.83

Obteniendo: $\frac{4}{Jg} = 0.8168$

Periodo de la Estructura

T2= 0.116s

$$T_2 = \frac{1.2 \sqrt{IP}}{\sqrt{g}} \quad (H \text{ fit})$$

Cálculo de la Fuerza Cortante en la Base

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, hallaremos los parámetros para el análisis sísmico.

Tabla 5.34 Valores del RNC

Z (factor de zona)	0.40
U (factor de uso)	1.50
S (factor de suelo)	1.20
C (factor de amplificación)	0.58
Rd (reduce rsp)	6.00

Tp	10.60
Ta	2.60

$$C = 2.5 \frac{T}{a} \dots 2.5 \quad (5.73)$$

Fuente: RNE

Para el cálculo de la fuerza cortante en la base debido a la masa móvil:

W1= 53.26 tn

$$F_a = \frac{Z USC}{Rd} (W1) \quad (5.74)$$

Fa= 3.69 tn

Para el cálculo de la fuerza cortante en la base debido a la masa fija:

$$W_o+P_e = 373.33 \text{ tn} \quad F_e = \frac{Z USC}{Rd} (P_e+W_o) \quad (5.75)$$

Fe= 112 tn

Entonces la fuerza cortante de diseño será= 115.69 tn

Distribución de Cortantes para diferentes Niveles

Tabla 5.35 Valores de Fuerzas Cortantes

Nivel	hi(metros)	Pi(tn)	PiHi	Fi(tn)	Fza Cortante
1	1.00	22.70	22.7	0.51	115.69
2	3.00	22.70	68.1	1.54	115.18
3	5	22.7	113.5	2.56	113.64
4	7	22.7	158.9	3.59	111.08
5	9	22.70	204.3	4.61	107.50
6	14.21	320.8	4558.57	102.88	102.88
			5126.07		

Fuente: Elaboración Propia

5.5.4 Diseño de Fuste Cilíndrico

Para el diseño del fuste cilíndrico se siguieron las recomendaciones del ACI 307-48 donde se dan las recomendaciones siguientes:

Espesor mínimo de pared

Cuando el diámetro interno es menor que 6 m, el espesor mínimo es de 17.5 cm, y este espesor se incrementará 0.6 cm. por cada 0.6 m de incremento de diámetro

Esfuerzos actuantes verticales

a) Chimenea sin abertura

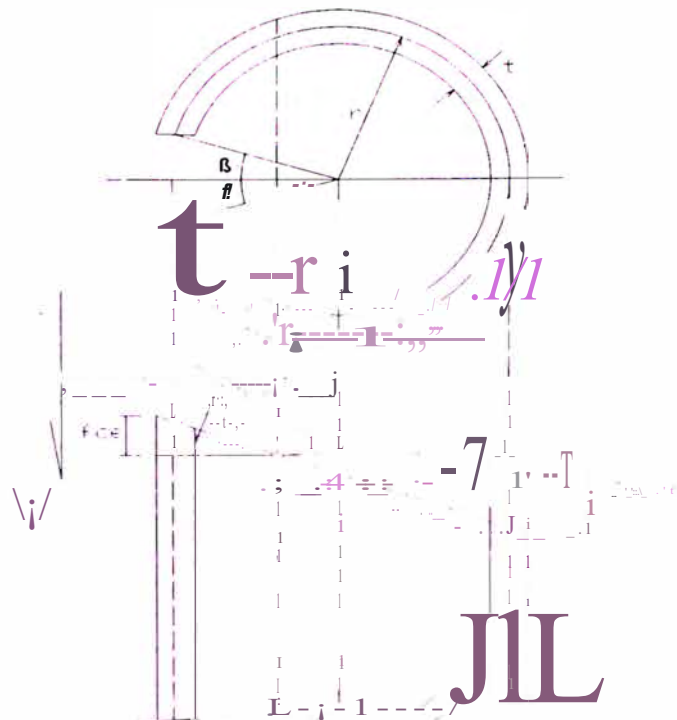


Fig.5.23 - Esfuerzos en Fuste

$$f'ce = \frac{WA}{2.r.t((l-p)B - npc)} \quad (5.76)$$

$$fce = f'ce \left(l + \frac{1}{2.r.A} \right) \quad (5.77)$$

$$fse = n.f'ce.D \quad (5.78)$$

A,B,C,D,E,F, son constantes que se obtienen de los gráficos del anexo

$$n = \frac{Es}{Ec} \quad (5.79)$$

$$e = \frac{M}{W} \quad (5.80)$$

$$p = \frac{(As)_{vertical}}{Ac} \quad (5.81)$$

$W =$ carga *vertical..total*

$t =$ *espesor de pared*

Esfuerzos Permisibles

$$fce \leq 0.375.f'c$$

$$f_{s,e} \leq 1266 \frac{kg}{cm^2}, f_{s,y} = 4200 \frac{kg}{cm^2}$$

Criterios de Reforzamiento

$$\text{Refuerzo mínimo vertical} \quad 0.0025Ac, \left\{ b \cdot \frac{I'}{2} @ .0.30m \right.$$

$$\text{Refuerzo mínimo horizontal} \quad 0.0020Ac, \left\{ b \cdot \frac{I''}{2} @ .0.30m \right.$$

$$\text{Cuantía recomendable} \quad p \geq 0.004$$

Refuerzo Mínimo en aberturas $A_s = \frac{0.007 f_c t_s}{f_s}$

S= ancho de abertura

En las esquinas se colocara un refuerzo diagonal= 0.508t (ten cm.)

Espesor mínimo de un elemento de concreto armado

$$A_c \geq \frac{T}{J_s f_s} [E_s + E_c + I_s - J_s (n-1)] \quad (5.82)$$

T= Fuerza de tracción máx. en servicio

f_s= 984 kg/cm²

f_t = 0.1 f'c

E_s = 2100000 kg/cm²

n = relación de módulos acero / concreto

E_{sh} = acortamiento de fragua (0.0003- 0.0005). Puede usarse 0.0003

Cálculo de los Momentos de Volteo y de la Excentricidad

Tabla 5.36 Valores de Momentos de Volteo y Excentricidad

nivel	long	h	pesos		Fuerzas	Momentos	e	e/rm
	entrep	acum		sum pesos	Cortantes			
6	5.21	14.21	320.80	320.80	102.88	536.00	1.67	0.72
5	2	9	22.70	343.50	107.50	751.00	2.19	0.94
4	2	7	22.70	366.20	111.08	973.16	2.66	1.14
3	2	5	22.70	388.90	113.64	1,200.44	3.09	1.33
2	2	3	22.70	411.60	115.18	1,430.80	3.48	1.50
1	1	1	22.70	434.30	115.69	1,546.49	3.56	1.53

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de n

$$n = \frac{Es}{Ec} = \frac{20000}{15000} = 1.33$$

Los datos que necesitamos para entrar en la tabla son el valor de n y el valor de:

$$\frac{t}{r} = 1.53$$

De la tabla obtenemos los siguientes valores:

Tabla 5.37 Valores de Constantes A,B,C,D,

cuantía -	0.011	0.015	0.019	0.023	0.027	0.031
a	67.00	72.00	75	77.00	80.00	83
A	0.7	0.8	0.75	0.80	0.80	0.85
B	0.5	0.6	0.6	0.70	0.75	0.8
c	1.20	0.9	0.75	0.70	OSO	0.4
D	2.3	1.8	1.6	1.60	1.45	1.3

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando las siguientes fórmulas:

$$f'_{ce} = \frac{WA}{2 \cdot r \cdot t \cdot (l-p) \cdot B - npc} \quad /ce = f_{ce} \left(1 + \frac{t}{2 \cdot r \cdot A}\right)$$

$$/ce = f_{ce} \left(1 + \frac{t}{2 \cdot r \cdot A}\right)$$

Y los siguientes datos

Tabla 5.38 Datos para el Diseño de Fuste

W	321	tn
r	2.15	m
t (esp)	0.35	m
n	8	

Fuente: Elaboración Propia

Obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 5.39 Valores de Esfuerzos en el Fuste

a	F'ce (tn/m ϕ)	fe (kg/cm ^L)	fse (kg/cm ^l)
67	383.91	42.85	706.39
72	353.27	38.92	508.71
75	337.06	37.36	431.43
77	307.39	33.87	393.46
80	274.44	30.24	318.35
83	268.19	29.39	278.92

Fuente: Elaboración Propia

Los esfuerzos permisibles son los siguientes:

$$f_{ce} = 0.375 \cdot f'_{ce} \quad , \quad f_{ce} = 91.87 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_{se} \leq 1266 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad , \quad f_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se puede observar que los esfuerzos actuantes son menores a los permisibles.

Diseño del Refuerzo para el Fuste

Acero Vertical

El espesor del muro del fuste es de $T = 0.35\text{m}$ entonces tenemos un área de concreto:

$$A_c = 35 \times 100 = 3500 \text{ cm}^2$$

Hacemos el diseño para $a = 67^\circ$ lo que nos da una cuantía de $P = 0.011$ entonces el acero vertical será:

$$A_s = 0.011 \times A_c = 38.5 \text{ cm}^2$$

El refuerzo será: $0 \text{ 1" @ } 0.30 \text{ m en doble malla}$

Acero Horizontal

$$\text{Acero Horizontal} = 0.002 \times A_c = 7 \text{ cm}^2$$

El refuerzo será: $0 \text{ 1/2" @ } 0.25 \text{ m en doble malla}$

5.6 Diseño de Cimentación

Las placas circulares de cimentación, son aplicadas a estructuras superficiales que soportarán la carga de la superestructura, estas pueden tener un comportamiento rígido o elástico.

El estado de tensiones de la placa circular de cimentación depende de las propiedades elásticas de esta y de las propiedades elásticas del material de apoyo.

Se consideran las siguientes hipótesis:

- El plano medio de la placa permanece neutro durante la flexión
- Antes de la flexión los puntos que pertenecen a una normal al plano medio de la placa, permanecen después de la deformación de una normal a la superficie media de la placa
- Las tensiones normales en la dirección de la sección transversal de la placa son despreciables.

Para solucionar este caso supondremos un comportamiento rígido de la placa, es decir la presión de reacción del terreno sobre cada punto debajo de la placa es uniforme.

Las ecuaciones se dividen en:

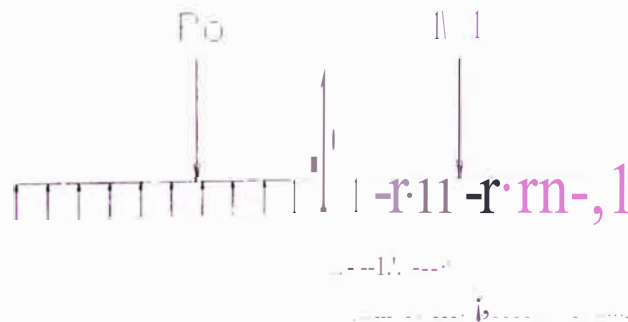


Fig.5.24- Cargas Sobre Cimentación

$$W_r = -\frac{P_0 \cdot a^4}{64D} \left[\frac{2x_1}{1+u} (1-l^2) + l^4 - 1 \right] \quad (5.83)$$

$$Q_r = -\frac{P_0 \cdot a^2}{2} \cdot \left[\frac{2x_1}{1+u} (1-l^2) + l^4 - 1 \right] \quad (5.84)$$

$$M_{r,t} = -\frac{P_o a^2}{16} x_1 \cdot (3+u)t^2 \quad (5.85)$$

$$M_{\theta,t} = -\frac{P_o a^2}{6} x_1 \cdot (1+3u)t^2 \quad (5.86)$$

Tramo: $1 \leq t \leq \beta$

$$W_{r,d} = -\frac{P_o a^4}{64D} \left[\frac{2x_2(1-t^2)}{1+u} - 8\beta^2(1-t^2) \ln t + t^4 - 1 \right] \quad (5.87)$$

$$Q_{r,d} = -\frac{P_o a}{2} \left(\frac{\beta^2}{t} - t \right) \quad (5.88)$$

$$M_{r,d} = -\frac{P_o a^2}{6} \left[x_1 - (3+u)t^2 - 2(1-u)/\beta^2 \left(\frac{1}{t^2} - 1 \right) + 4(1+u)\beta^2 \ln t \right] \quad (5.89)$$

$$M_{\theta,d} = -\frac{P_o a^2}{16} \left[x_1 - (1+3u)t^2 + 2(1-u)\beta^2 \left(\frac{1}{t^2} - 1 \right) + 4(1+u)\beta^2 \ln t \right] \quad (5.90)$$

Donde:

$$t = \frac{r}{a} \quad \beta = \frac{b}{a}$$

$$x_1 = 2(1-u) + (1+3u)/\beta^2 - 4(1+u)/\beta^2 \ln \beta \quad (5.91)$$

$$x_2 = 2(1-u) - (3+u)/\beta^2 - 4(1+u)/\beta^2 \ln \beta \quad (5.92)$$

$$D = -\frac{Eh^3}{12(1-u^2)} \quad (5.93)$$

W_r = Deflexión de la placa en el punto r.

Q_r = Fuerza cortante a una distancia r del origen, por unidad de longitud en la dirección tangencial.

M_r = Momento flexionante que gira en el plano radial, por unidad de longitud en la dirección tangencial.

M_θ = Momento flexionante que gira en el plano tangencial, por unidad de longitud en la dirección radial.

D = Rigidez de la placa a flexión.

Consideraciones para el Diseño

El momento actuante M_r y M , está dado por:

$$M = 0.9/jf'cbd^2 \quad (5.94)$$

Siendo:

$f'c$ = Resistencia del Concreto

f_y = Resistencia de Fluencia del acero

b = Ancho Unitario (100 cm)

d = t - recubrimiento

t = espesor delosa

Recubrimiento = 7.5 cm

$$w = \frac{1 - jf'c}{1.18} = \frac{2.36k}{1.18} \quad (5.95)$$

La cuantía: $p = w \frac{f'c}{f_y}$ y (5.96)

Siendo $p > p_{min}$

$p_{min} = 0.0018$ Para losas con barras corrugadas 7.10.2 R.N.E-E060-05

La sección del acero será: $As = pbd$

Cálculos

Cálculo del Momento Resistente

Del estudio de suelos: $q_{ad} = 2.65 \frac{kg}{cm^2}$

$$\gamma_s = 1.65 \frac{tn}{m^3}$$

Se consideró una placa circular de diámetro 10.1 m y de espesor 0.70 m

Tabla 5.4 Datos para el Diseño

i (radio placa)	5.05	m
h	0.7	m
V(suelo)	1.65	tn/m ³
aad(suelo)	2.64	kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

Peso de la estructura	435.60	tn
Peso del terreno	330.48	tn
Peso de la olaca circ.	134.60	tn

Peso total	900.67	tn
------------	--------	----

De la tabla 5.36 el M_v es:

	4541.67	tn-m
$\frac{M_r}{M_v}$	1546.49	tn-m

$$\frac{M_r}{M_v} = 2.94 \cdot 1.5$$

Cálculo de P_o

$$P_o = \frac{\text{Peso total}}{\text{area placa}} = 11.24 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} \quad P_o < q_{ad}$$

Entonces con los siguientes datos se pueden calcular los respectivos momentos:

Tabla 5.5 Datos para el Diseño.

Datos		
u	0.166	
P_o	11.24	Um^2
h	0.7	m
E	2100000	Um^2
b	5.05	m
a	2.15	m

Fuente: Elaboración Propia

$$D = 61,725.92$$

$$fJ = 2.349$$

$$X_1 = -12.04$$

$$X_2 = -37.77$$

Tabla 5.6 Esfuerzos Resultantes sobre cimentación

R (m)	Qrt(tn/m)	Mrt(tn/m)	Mqt(tn/m)
1	5.62	41.32	40.15
2	11.24	47.99	43.31
2.15	12.08	49.38	43.96
3	- 30.91	16.74	35.27
4	- 13.35	1.56	25.31
5	- 0.56	- 0.18	19.24

Fuente: Elaboración Propia

Con los momentos obtenidos calculamos el refuerzo requerido:

Tabla 5.7 Refuerzo en la Cimentación

R (m)	Ast(cm ²)	Ast(cm ²)	0 r	0 t
1	16.61	16.13	5/8"@0.1	5/8"@0.1
2	19.37	17.43	5/8"@0.1	5/8"@0.1
2.15	19.95	17.70	5/8"@0.1	5/8"@0.1
3	12.15	14.12	1/2"@0.1	1/2"@0.125+1/2"@0.5
4	12.15	12.15	1/2"@0.1	1/2"@0.1
5	12.15	12.15	1/2"@0.1	1/2"@0.1

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VI: COSTOS Y PRESUPUESTOS

6.1 Presupuesto de Reservorio Elevado

Obras Provisionales y Preliminares		Metr	Precio	Parcial
Limpieza de terreno manual	M _z	25.5	2.16	55.08
Cartel de Identif Obra	u	1	1,569.71	1,569.71

Movimiento de Tierras		Metr	Precio	Parcial
Eliminación de Desmonte	M _B	197.9	27.56	5,454.12
Excavación	M _B	2858.09	25.61	7,301.15

Concreto Armado		Metr	Precio	Parcial
Concreto pre mezc f'c= 245kg/cm ²	M _j	86.83	410.69	35,660.21
Concreto pre mezc f'c= 245kg/cm ²	M _B	8.94	397.96	3,557.76

Acero		Metr	Precio	Parcial
Acero para Muros	KG	11,573.69	3.56	41,202.34
Acero para Cubas	KG	2,538.58	3.78	9,595.83

Encof Desencof		Metr	Precio	Parcial
Encof Muros	M ²	644.64	38.28	24,676.82
Encof. Cúpula	M ²	99.35	95.53	9,490.91

i Costo Directo (soles)	138,563.94
--------------------------------	-------------------

I IGV (19 %)	26,327.15
---------------------	------------------

1 Utilidades (10 %)	13,856.4
----------------------------	-----------------

j Costo Total (soles)	178,747.5
------------------------------	------------------

CONCLUSIONES

El costo aproximado del reservorio elevado, escapa de las posibilidades de una población de escasos recursos económicos, donde la mayoría de la población económicamente activa tiene ingresos que no son permanentes, por lo que para la ejecución de este tipo de obras, tiene que conseguirse ayuda internacional o en su defecto tiene que financiarla el estado y dejar el mantenimiento de la obra a la población.

Para el predimensionamiento del reservorio, fue bastante útil la condición de equilibrio en el anillo que une la cúpula de fondo de la cuba con la pared tronco cónica, ya que esto hizo posible que el anillo se diseñe solo con esfuerzos de compresión.

Los esfuerzos significativos en el fondo del reservorio son de compresión, debido a la forma de cúpula que tiene este elemento del reservorio.

Para el Análisis Sísmico se utilizó el Método Mecánico Equivalente, que fue propuesto por el Ing. Julio Rivera Feijoo después de analizar 360 reservorios, ya que el error por utilizar el reservorio equivalente es de solo el 5% al hallar las formas de vibración.

El suelo es arena mal graduada, fina, sin presencia de gravas razón por la cual se eligió una platea de cimentación para disminuir los asentamientos diferenciales

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una comparación con otro tipo de soporte para la cuba de almacenamiento, podrían ser vigas y columnas en vez de un fuste tubular, para luego hacer una comparación en los costos de construcción.

El análisis sísmico realizado fue el método estático simplificado, pero podrían realizarse otros métodos para el análisis sísmico y luego comparar los valores de esfuerzos cortantes obtenidos, para el diseño del fuste tubular.

Un estudio de suelos mas profundo daría mas luces acerca del tipo de cimentación a utilizar, específicamente un estudio de suelos en el mismo lugar donde se va a colocar la cimentación sería lo adecuado.

La cercanía al mar, la presencia de conchas y caracoles son indicadores de altos contenidos salinos en el suelo y al ser esta una característica desfavorable para la cimentación se recomienda utilizar cemento tipo V en la cimentación.

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE A

LIBROS

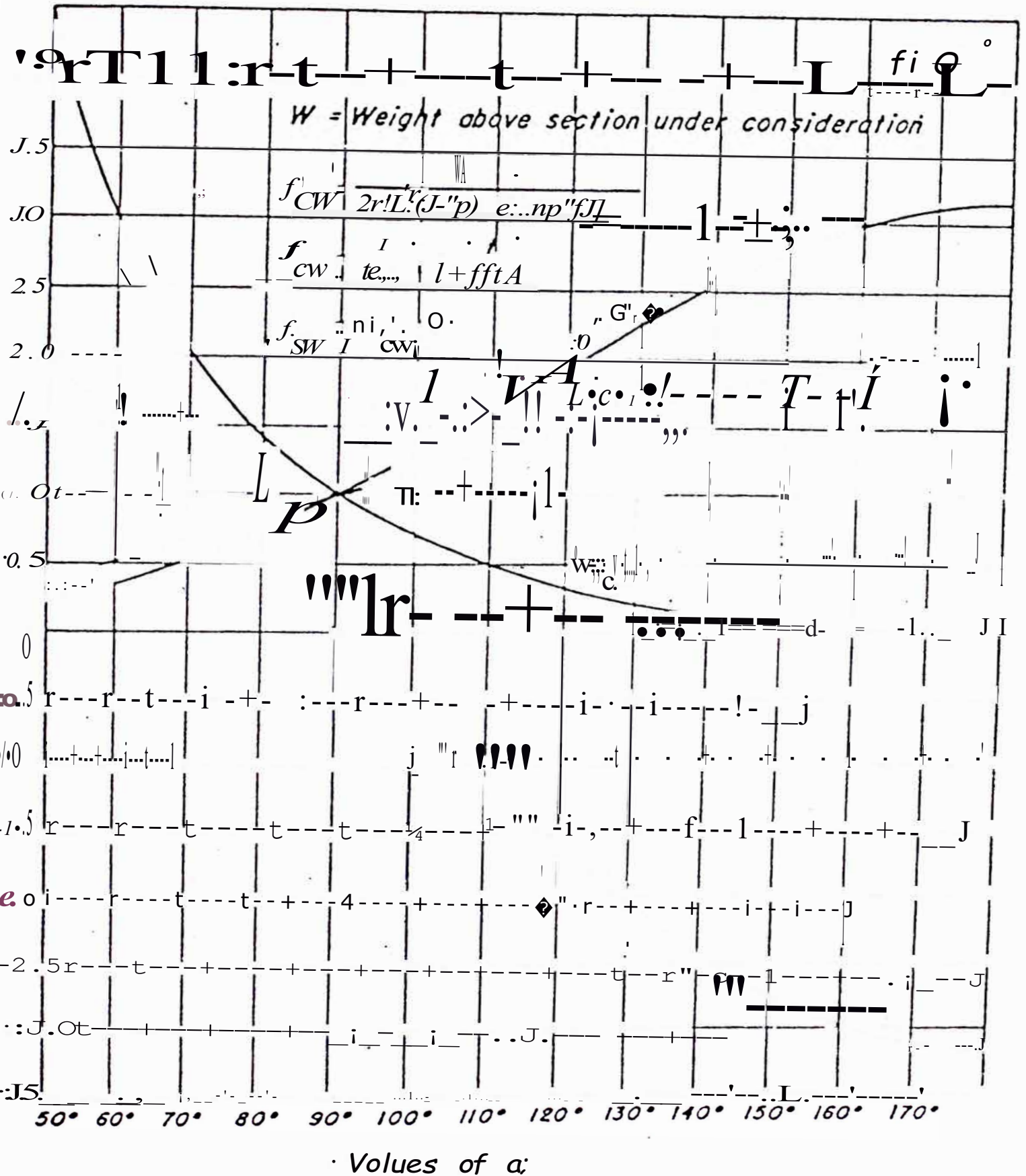
1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, "Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones", 1993
2. ACI 371 R, "Guide for the analysis, design and Construction of Concrete Pedestal Water Towers, 1998
3. ACI 350.3-01, "Seismic Design of Liquid -Containing Concrete Structures" 1998.
4. BOWLES Joseph, "Foundation Analysis and Design", 1996
5. P. JIMENEZ-A. GARCIA-F. MORAL, " Hormigón Armado" ,1995
6. PENZIEN CLOUGH, " Dinámica Estructural " ,1992
7. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, 2006
8. RIVERA FEIJOO Julio, " Diseño Sísmico de Reservorios con Estructura Tubular de Soporte", 1986
9. RIVERA FEIJOO Julio, " Análisis y Diseño de Reservorios de Concreto Armado", 2001
10. STEAL Ernest, " Abastecimiento de agua y Alcantarillado" , 1972
11. TIMOSHENKO, "Teoría de Placas y Láminas", 1982

APÉNDICE B

TESIS

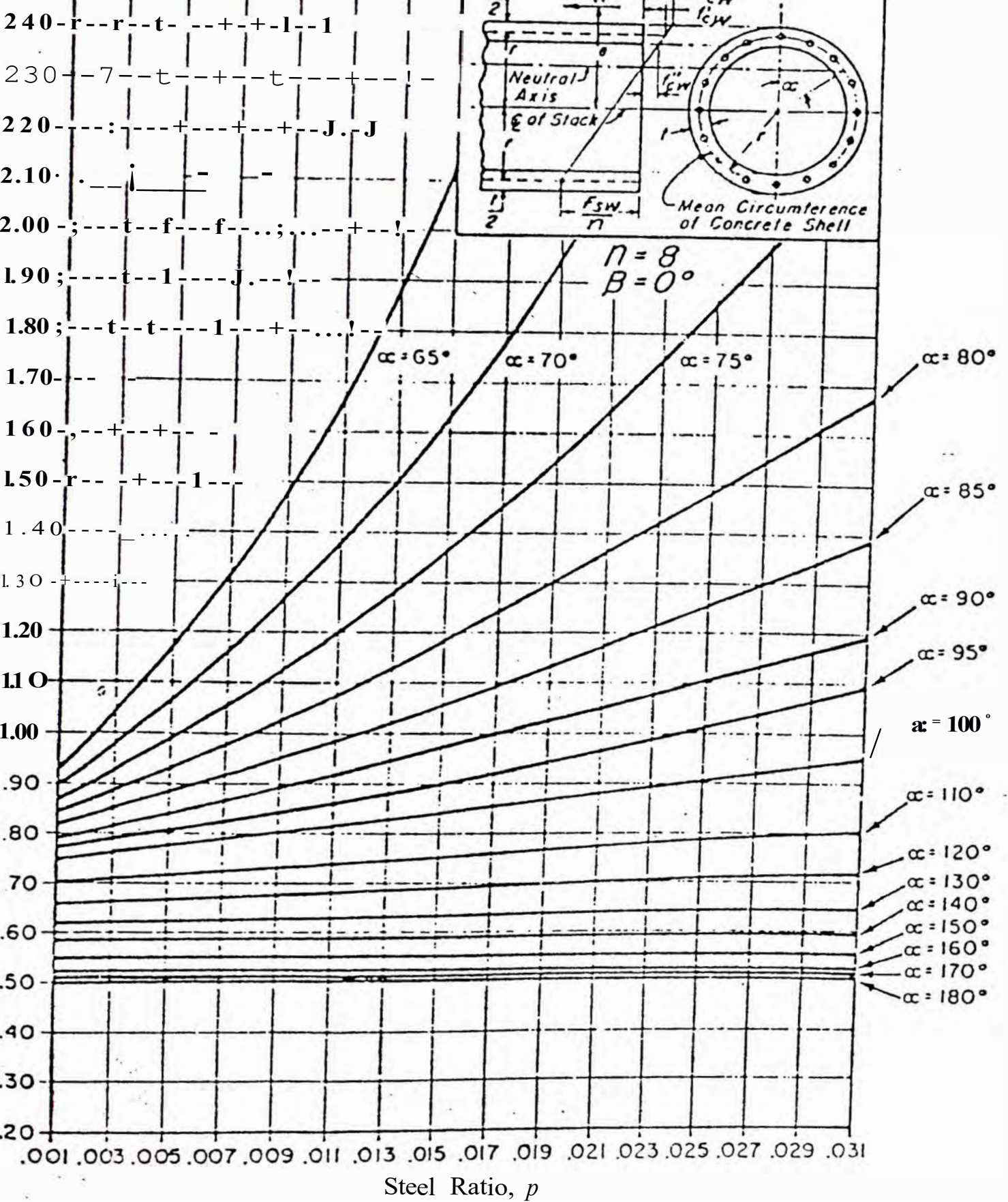
1. PARRA LOPEZ Pablo Arturo, "Cimentaciones para Estructuras Sanitarias (Reservorios , Tanques)", 2003
2. REYES **MONTOYA** José , "Análisis y Diseño Estructural de un Reservoirio Apoyado de 1150 m³", 2001

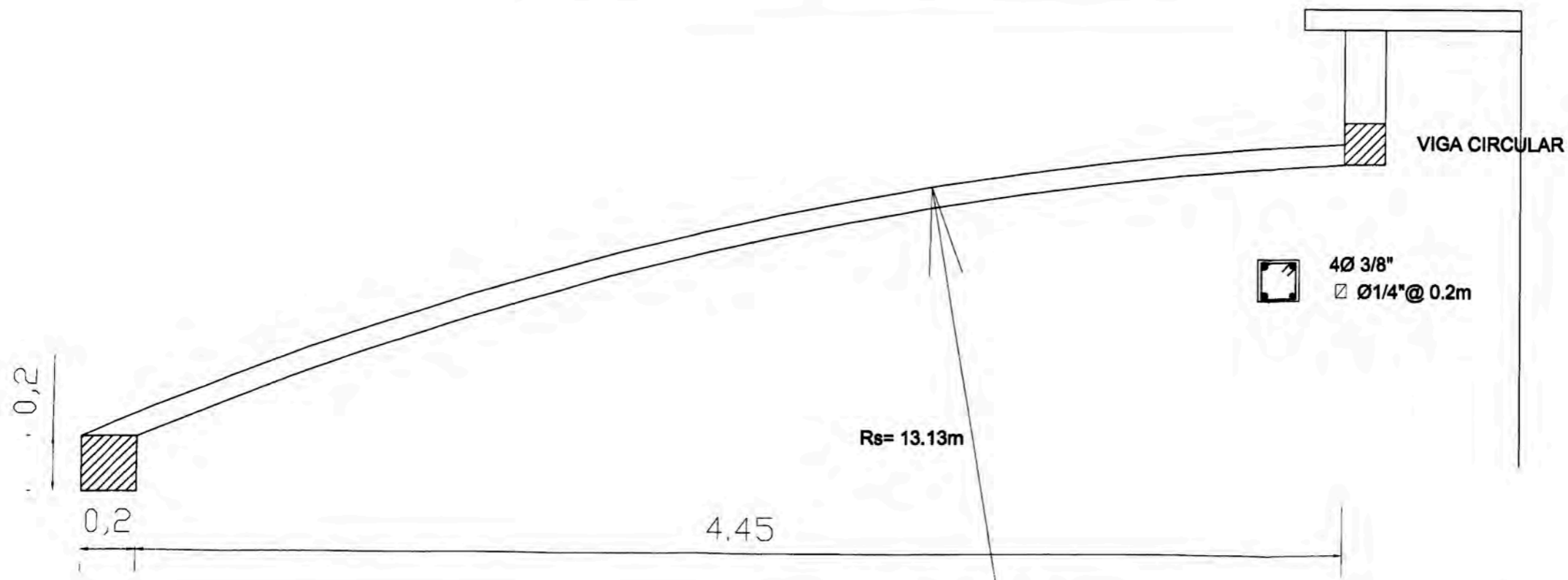
ANEXOS





Variables affecting wind and dead loads ($\beta = 0^\circ$)


2. so-, T, -i-, -r-i-r-

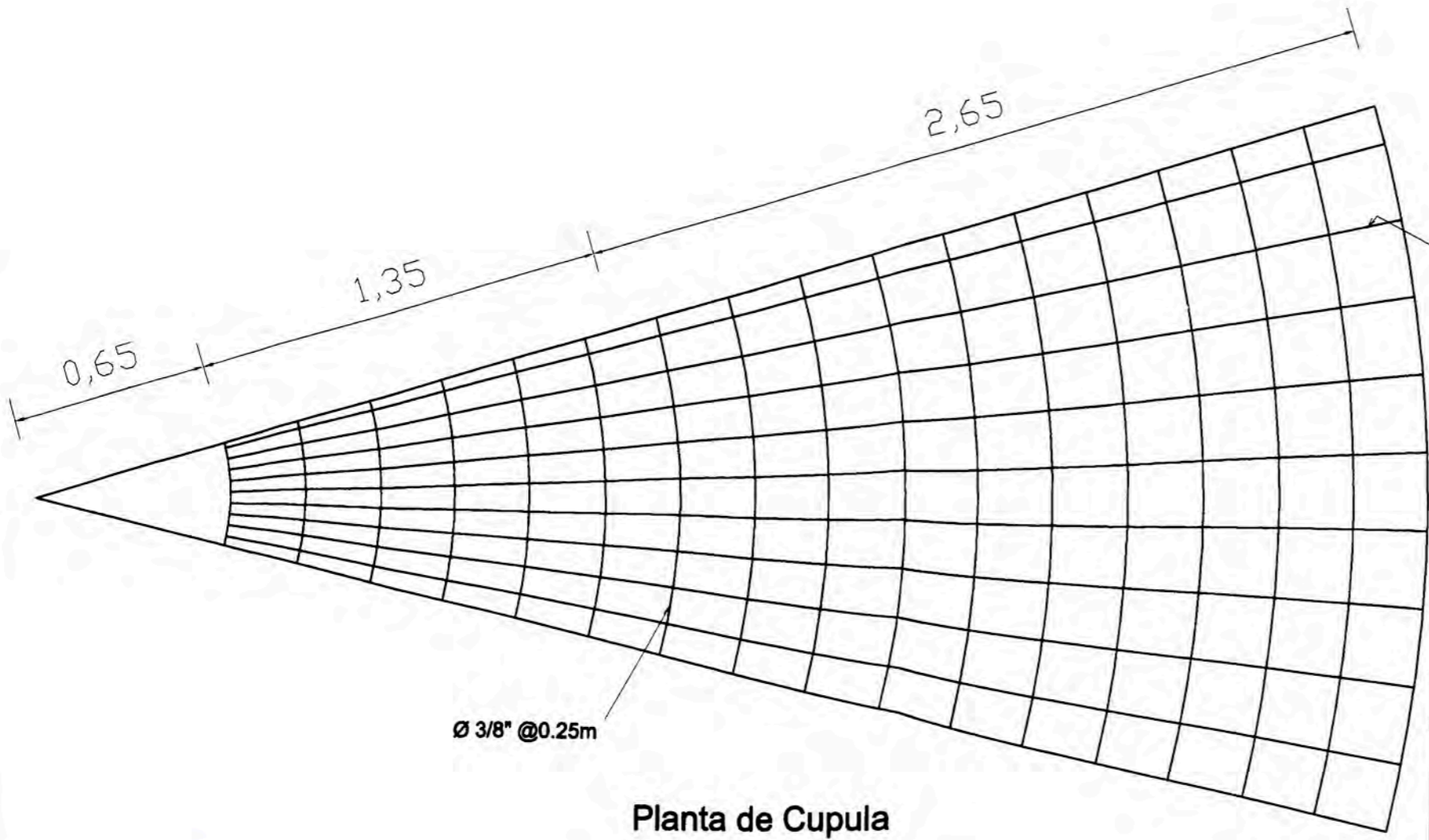





4Ø 3/8"

Ø1/4" @ 0.2m

CUPULA SUPERIOR


4Ø1/2"
Ø1/4" @ 0.2m

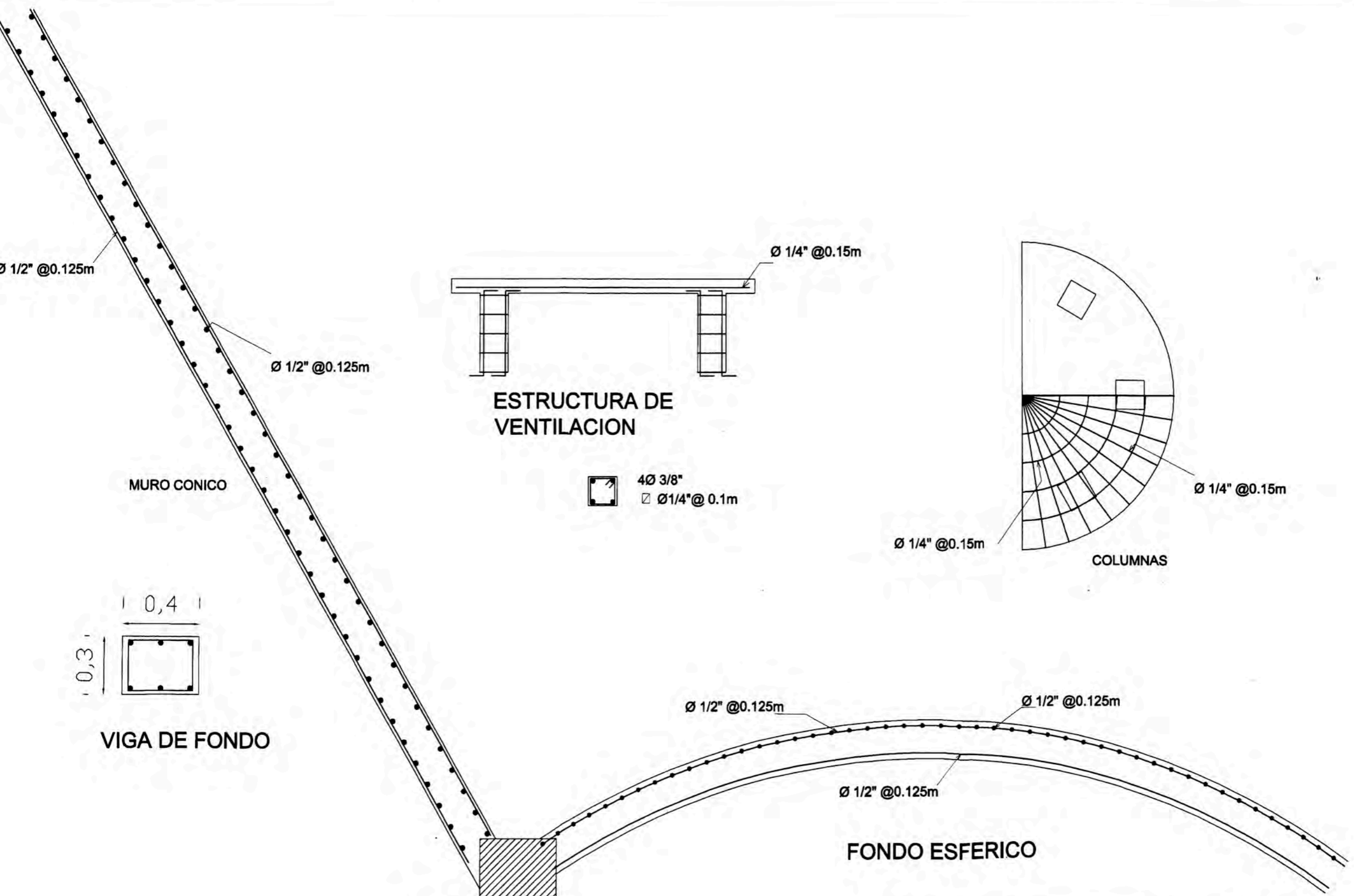


Ø 3/8" @ 0.25m

Ø 3/8" @ 0.25m

Planta de Cupula

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
DISEÑO ESTRUCTURAL DE RESERVORIO Y LINEA DE CONDUCCION		UNIPAMPA - ZONA 6 - CARETE	
PLANO:	CUPULA SUPERIOR	E-01	
GRUPO:	ELABORADO POR:	FECHA:	ESCALA:
ALTAVISTA	BACH. ING. JULIO CESAR FLORES FERNANDEZ	MAYO-2007	1/20



ESTRUCTURA DE VENTILACION

4Ø 3/8"
 Ø 1/4" @ 0.1m

COLUMNAS

Ø 1/4" @ 0.15m

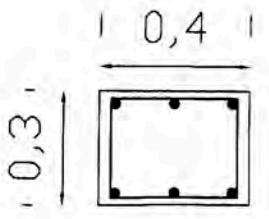
Ø 1/4" @ 0.15m

Ø 1/2" @ 0.125m

Ø 1/2" @ 0.125m

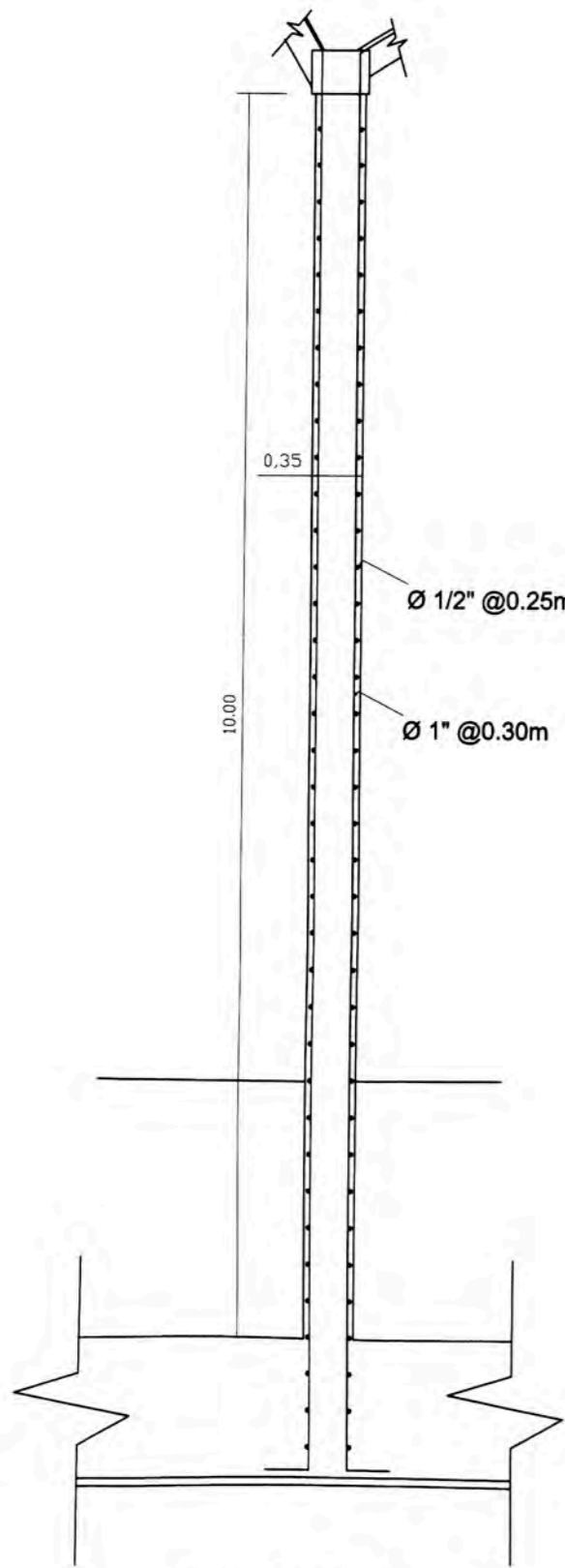
FONDO ESFERICO

VIGA DE FONDO

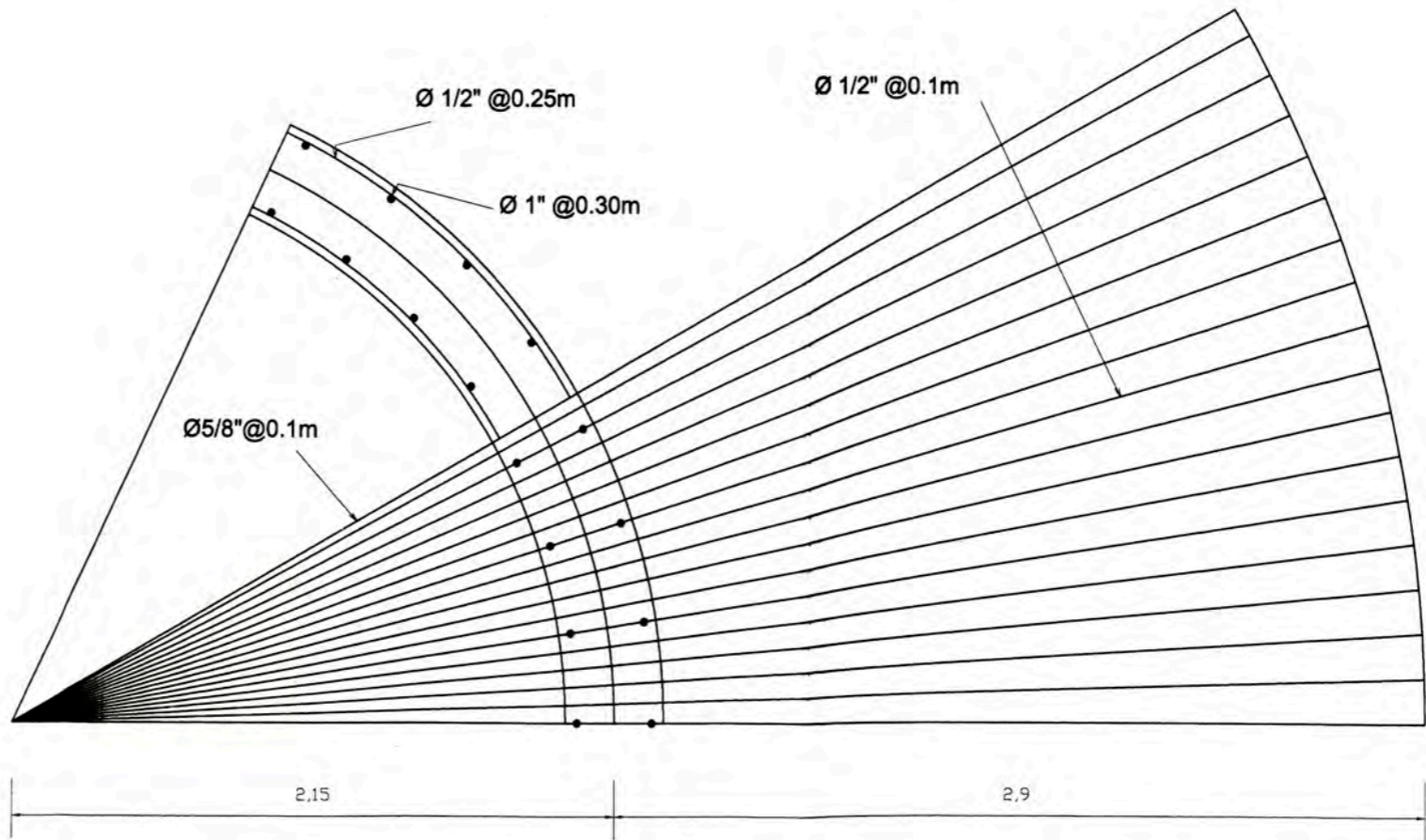


VER DETALLE DE VIGA DE FONDO

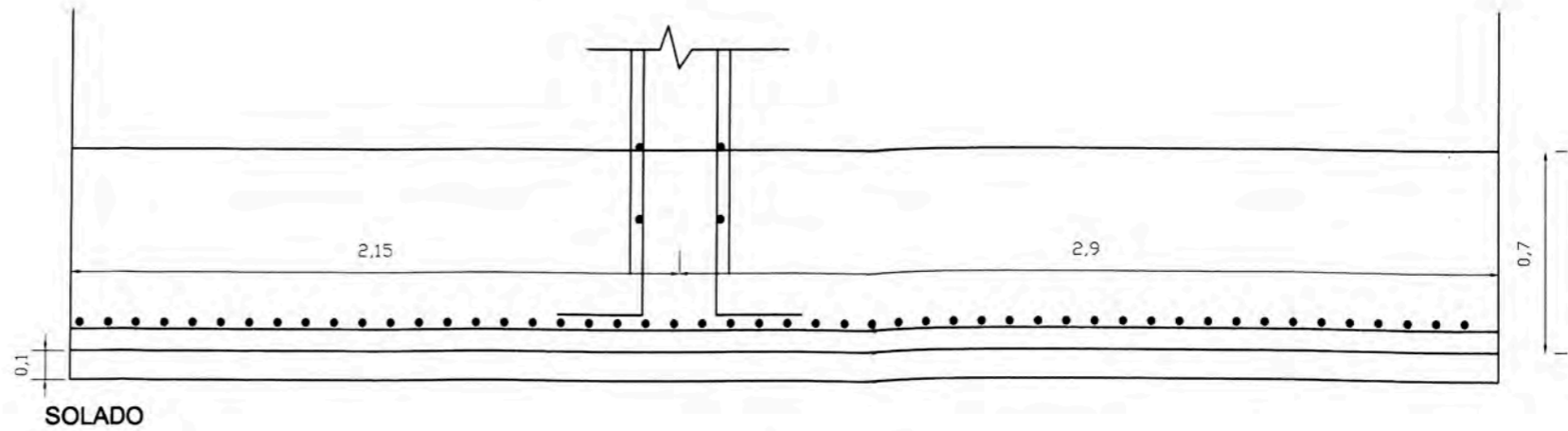
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
DISEÑO ESTRUCTURAL DE RESERVOIRIO Y LINEA DE CONDUCCION UNIPAMPA - ZONA 6 - CARETE			E-02
PLANO: CUPULA INFERIOR, MURO CONICO Y ESTRUCTURA DE VENTILACION			
GRUPO: ALTAVISTA	ELABORADO POR: BACH. ING. JULIO CESAR FLORES FERNANDEZ	FECHA: MAYO-2007	ESCALA: 1/20



FUSTE CILINDRICO
1/50

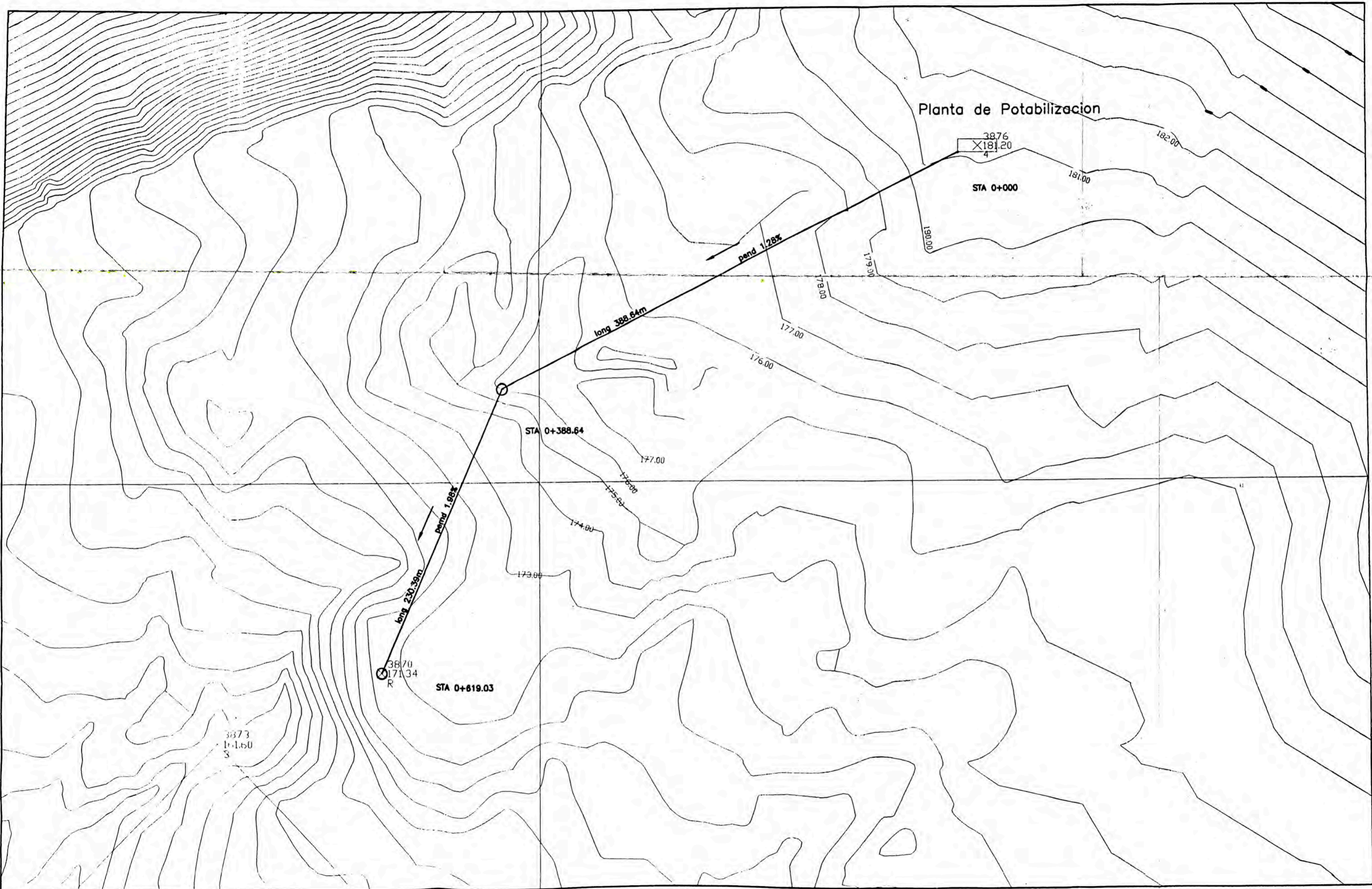


PLANTA DE CIMENTACION
1/25



ELEVACION DE CIMENTACION
1/25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA - FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
DISEÑO ESTRUCTURAL DE RESERVOIRIO Y LINEA DE CONDUCCION UNIPAMPA - ZONA 6 - CARETE			E-03
PLANO: FUSTE Y CIMENTACION			
GRUPO: ALTAVISTA	ELABORADO POR: BACH. ING. JULIO CESAR FLORES FERNANDEZ	FECHA: MAYO-2007	ESCALA: INDICADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA-FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			
CURSO DE ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS			
FORMULACION Y PROYECTO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA- ZONA 6-CARETE			P2
LINEA DE CONDUCCION- PLANTA			
Grupo: ALTAMISTA	Elaborado por : J. FLORES	Fecha: Mayo-2007	Escala: 1/2000