

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE  
SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 08**

**“DISEÑO DEL RESERVORIO – ALMACENAMIENTO DE AGUA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JORGE CÓRDOVA VENEGAS**

**Lima- Perú**

**2007**



## ÍNDICE

### RESUMEN

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I: INFORMACIÓN BÁSICA

1.1	Consideraciones Generales.	1
1.2	Características de la zona.	2
1.3	Características Socio - Económicas.	3

### CAPITULO II: INGENIERIA BASICA

2.1	Topografía.	6
2.2	Investigaciones Geotécnicas.	6
2.3	Geología.	9
2.4	Sismicidad.	10

### CAPITULO III: ALMACENAMIENTO DE AGUA - RESERVORIO

3.1	Ubicación del Reservorio.	12
3.2	Volúmenes de Almacenamiento.	13
3.2.	Factores que determinan el periodo de diseño.	13
3.2.	Selección del periodo de diseño.	14
3.2.	Población de diseño.	14
3.2.	Capacidad del reservorio.	21
3.3	Desarrollo de alternativas para elegir el tipo de reservorio.	27

### CAPITULO IV: DISEÑO DEL RESERVORIO

4.1	Consideraciones de Diseño.	29
4.2	Análisis de Reservorios Cilíndricos.	29
4.3	Reservorios Elevados.	30
4.4	Características del Reservorio.	30



## **CAPITULO V: COSTOS Y PRESUPUESTOS**

5.1	Generalidades.	56
5.2	Metrados.	56
5.3	Presupuesto Resumen.	56
5.4	Análisis de Costos Unitarios.	56

## **CAPITULO VI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

6.1	Limpieza Manual del Terreno.	57
6.2	Trazo y Replanteo Preliminar.	57
6.3	Excavación Masiva a Pulso.	58
6.4	Nivelación y Apisonado Final del Terreno Previo al Piso.	59
6.5	Acarreo de Material Excedente.	59
6.6	Construcción de Elementos de Concreto.	59

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**



## RESUMEN

Solucionar el problema de saneamiento de una población proyectada es el objetivo de este estudio, para lo cual se dispone de una extensión de terreno en la localidad de Cañete llamada Pampa Clarita; se deberá tener en cuenta un estudio poblacional adecuado que nos permita conocer la población futura necesaria para el diseño y las demandas previstas, se tomará en cuenta las características de la zona, información básica como topografía, geotecnia, geología y sismicidad. Todo esto con el fin de realizar un diseño adecuado de todo el sistema de distribución de agua. Además todos estos datos servirán para realizar el diseño del reservorio, el cual es el tema central del presente informe.

El reservorio diseñado es un reservorio elevado con fuste y cuba cilíndrica. Las cargas de diseño se determinan a partir de la cantidad de agua almacenada. Las cargas vivas que se superponen a las cargas creadas por los líquidos, las que son normalmente determinadas con bastante exactitud, son muy pequeñas. El análisis debe ser lo más exacto posible de manera que el que diseña pueda obtener una idea clara de la distribución de cargas en la estructura. De esta manera la estructura puede ser diseñada para resistir agrietamiento en las zonas de máximo esfuerzo.

La información de suelos es de gran importancia de modo de que la estructura pueda ser diseñada para minimizar asentamientos diferenciales que puedan conducir a agrietamiento.

El presupuesto del reservorio elevado ha sido realizado haciendo uso del software S10 Costos y Presupuestos.

Las especificaciones técnicas dan una idea general del procedimiento constructivo del reservorio elevado, la etapa constructiva deberá tomar en cuenta estas especificaciones o consideraciones básicas para su ejecución.



## INTRODUCCIÓN

El diseño del reservorio elevado se deberá realizar teniendo en cuenta las Normas de Diseño Estructural, la capacidad de almacenamiento de agua, el tipo de terreno en el cual se cimentará la estructura, ya que es un componente de vital importancia en todo el sistema de suministro de agua potable.

El reservorio elevado consta de dos componentes principales: la cuba y la estructura de soporte. La estructura de soporte puede estar constituida por un fuste cilíndrico o tronco cónico el cual es empleado para reservorios de gran capacidad. En reservorios medianos y pequeños la estructura de soporte puede estar dada por una serie de columnas arriostradas.

La cuba o tanque de almacenamiento que tiene mejor comportamiento estructural es la de sección circular. En reservorios pequeños el fondo puede ser construido de forma plana. Si el reservorio es relativamente grande, puede ser necesario disponer vigas que sirva de apoyo a la losa de fondo. Sin embargo, en los más pequeños, ésta se apoya en las paredes.

Las paredes, además del refuerzo requerido por el empuje hidrostático del agua, deben diseñarse para soportar las cargas que transmiten: el techo y la losa de fondo.

Para esto, los datos de ingeniería básica son muy importantes, ya que toda esta información forma parte de la concepción del diseño, por lo tanto cada detalle y estudio de ingeniería básica debe desarrollarse con sumo cuidado.

El tipo de reservorio, en este caso reservorio elevado, se determinó de acuerdo a la topografía del terreno y a la cota piezométrica que se requirió para poder abastecer a toda la red.



## CAPITULO I

### INFORMACIÓN BÁSICA

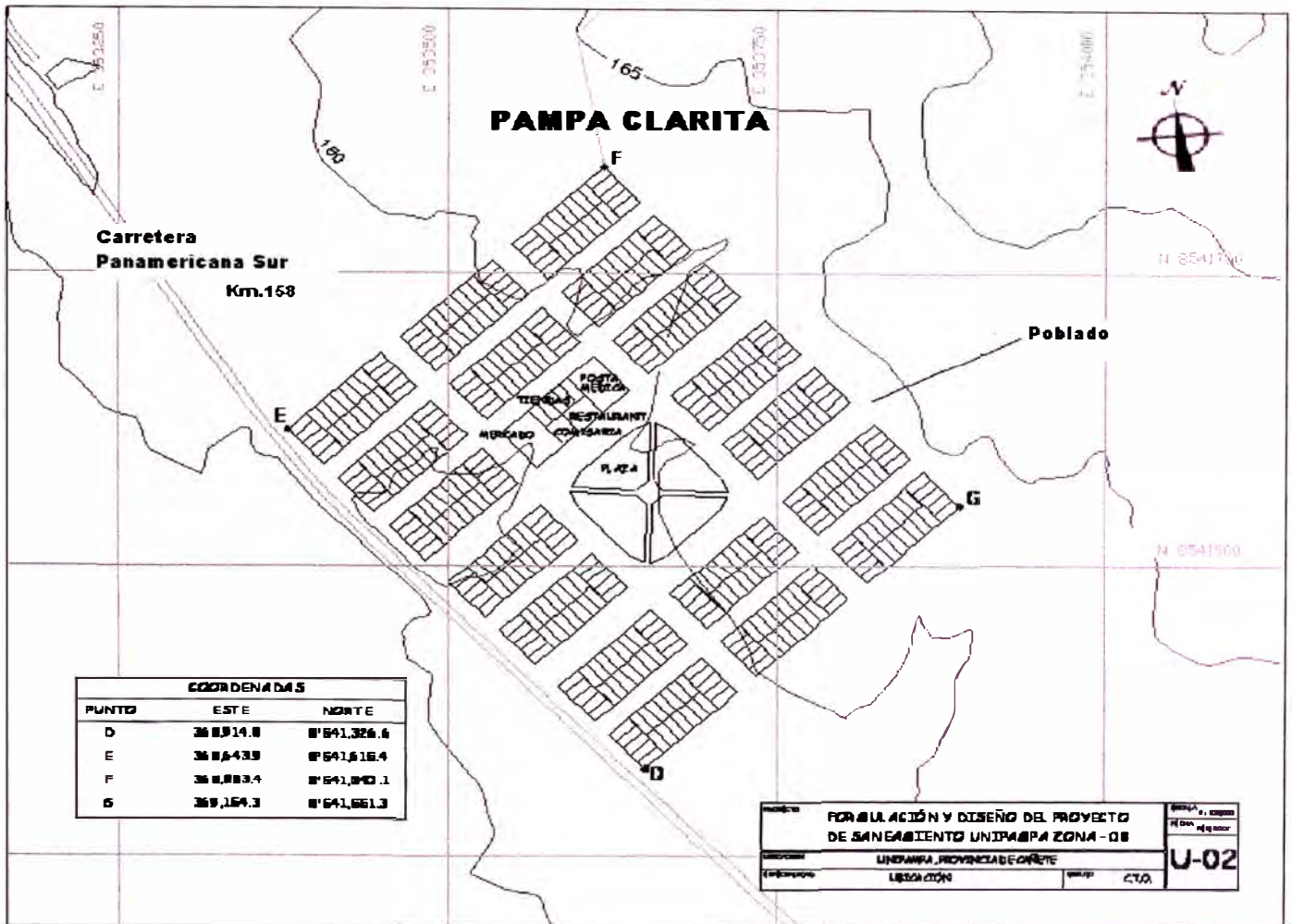
#### 1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El presente Proyecto de Saneamiento Unipampa Zona 08, se encuentra ubicado en La Región Lima, Provincia de Cañete, Distrito de San Vicente de Cañete, en el lugar denominado Pampa Clarita, a la altura del km. 158 de la carretera Panamericana Sur.

Las coordenadas UTM del kilómetro cuadrado que abarca todo el proyecto son: E 350000 N 8546400, E 350200 N 8542500, E 351850 N 8546600 y E 350920 N 8545300, a una altitud promedio de 160 msnm, estos datos fueron obtenidos de la Carta del IGN. El área de 97 ha se encuentra parcialmente ocupada por los AA.HH. El Olivar (8,9 ha), Néstor Cáceres Velásquez (12,7 ha) y Sociedad Ganadera Nueva Esperanza (14 ha); la granja avícola "Su majestad el pollo" (35,8 ha) y cuatro propiedades privadas que suman mas de 35 ha. Sus límites son: por el N con terrenos de cultivo de La Arena y Chacarilla, sectores de la antigua Hacienda Herbay Bajo; por el S y E con el centro poblado La Arena y la Carretera Panamericana Sur y por el O con el Océano Pacífico (Punta Iguana, Playa Clarita y Playa Cóndor).

La Figura N° 1 muestra la ubicación y las coordenadas del proyecto.

**Figura N° 1**  
**Ubicación y Coordenadas del Proyecto**



## 1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

### Clima

Presenta un patrón climático muy seco y semi-cálido, se caracteriza por su escasa o casi nula precipitación pluvial, aproximadamente 26.6 mm. Las temperaturas tienen un amplio rango de oscilación durante el año, con promedios mensuales que varían entre 23.6° C (en Febrero) y 16.3° C (en Agosto), con un promedio anual de 19 °C. La humedad atmosférica varía de 81.0% en verano a 87.0% en invierno. Estos datos fueron obtenidos de información del SENAMHI.



## Vías de Acceso

La infraestructura vial del área de estudio esta constituida por dos redes fundamentales:

- Una red primaria; que permite que el valle del Cañete este conectado a Lima, capital de la República y a las principales ciudades del sur del país mediante la Carretera Panamericana Sur que atraviesa transversalmente con dirección Norte-Sur.
- Una red secundaria; que permite interconectarse con los distritos de San Vicente, Imperial, Nuevo Imperial, San Luís, Cerro Azul y Quilmaná.

A lo anterior debe agregarse que existen caminos carrozables a las chacras que dan acceso a todos los puntos del valle.

## 1.3 CARACTERÍSTICAS SOCIO - ECONÓMICAS

### Demografía

Los asentamientos humanos presentan las siguientes características:

- Asentamiento Humano Proyecto Integral La Arena Sector Néstor Cáceres Velásquez conformado por 13 manzanas y 106 lotes con registro predial urbano. Esta constituido por aproximadamente 85 familias.
- Asociación de pequeños ganaderos “La Nueva Esperanza” constituida por aproximadamente 75 familias.
- Asociación El Olivar Arena Alta constituida por aproximadamente 80 familias.

La población de estas 240 familias repartidas en estos tres asentamientos corresponde a inmigrantes, principalmente descendientes de comunidades quechuas de la región andina quienes desde hace 30 años se desplazaron a esta área y se han adaptado a las nuevas condiciones de vida en la costa. Sin embargo, el grupo de pobladores de Nueva Esperanza es el que al parecer aun mantiene un contacto más permanente con sus familiares de la región de





Ayacucho, notorio por la vestimenta que aún conservan sus mujeres y por el uso del idioma quechua.

La comunidad del Olivar fue reubicada en su actual asentamiento por el gobierno central luego de que su anterior asentamiento fuera inundado por una creciente del río Cañete. La comunidad de Néstor Cáceres ocupó de manera irregular hace 20 años el actual asentamiento pero recientemente su condición legal ha sido regularizada por COFOPRI. La comunidad de “Nueva Esperanza” se estableció a partir de un proceso divisorio en la comunidad de Néstor Cáceres. Todos estos datos fueron proporcionados por la Municipalidad de El Imperial, teniendo como fuente al INEI.

## **Viviendas**

La mayoría de las viviendas del distrito capital son de material noble. En zonas rurales, las viviendas son de esteras y ladrillos de adobe. Durante los últimos 50 años, se han establecido nuevos asentamientos a ambos lados de la Carretera Panamericana debido a distintos factores como violencia, migraciones y desempleo principalmente. El número de viviendas particulares del distrito es 6 278, ocupados por 32 532 habitantes. El 67.2% de las viviendas se encuentran en el área urbana, y el 32.8% en el área rural.

## **Agua Potable y Cloacas**

La mayoría de las viviendas cercanas a la capital tiene agua corriente y adecuada disposición de aguas negras. El abastecimiento de agua con red pública dentro de la vivienda se presenta en el 42.6% de las viviendas, mientras que el 40.1% no cuenta con el servicio básico. Sin embargo, pequeñas aldeas o poblaciones aisladas (de 10 a 15 familias) utilizan aguas subterráneas de pozos o agua de canales de riego para zonas agrícolas y en zonas desérticas tienen tanques de almacenamiento. En pequeños poblados y asentamientos generalmente se utilizan letrinas. En Pampa Clarita, la Asociación Pequeños Ganaderos La Nueva Esperanza utiliza agua subterránea de sus propios pozos mientras que las comunidades de El Olivar y Cáceres utilizan agua subterránea de pozos surgentes al pie del acantilado y por contenedores transportan y almacenan en sus establecimientos.



## Educación

En cuanto a la educación y la infraestructura asociada, el distrito de San Vicente cuenta con 74 centros educativos, debido en parte a la alta cantidad de personas que residen en este distrito. La población escolar es de 15 895 alumnos. La tasa de deserción escolar en el nivel educativo primario (población de 6 a 14 años de la provincia de Cañete) se estima en 7%. Esta tasa es significativamente menor a la tasa promedio nacional de 10%. Sin embargo, la tasa de deserción escolar en el nivel secundario es de 18.5% y es similar a la tasa promedio nacional (18.7%). El 7.4% de la población masculina y el 12% de la población femenina, en ambos casos de 5 años a más, no saben leer ni escribir. Esto equivale al 9.8% de la población total del distrito de 5 años a más. Fuente, Municipalidad de El Imperial-INEI.

## Salud

El sistema de salud esta integrado por Puestos de Salud en pequeños pueblos y ciudades, Centros de Salud en los distritos capitales y Hospitales en las provincias capitales y grandes ciudades. En el área de estudio se encuentran Puestos de Salud. Las enfermedades más frecuentes cerca al área de estudio son las respiratorias, gastrointestinales y urinarias. De acuerdo al informe del año 2000 del Ministerio de Salud de la Provincia del Cañete alrededor de 70,000 personas han sufrido enfermedades respiratorias entre 1996 y 1998. Fuente, Posta Médica de El Imperial-Ministerio de Salud.

## Economía

Las principales fuentes de ingreso en la Provincia de Cañete están relacionadas a las siguientes actividades: ventas y servicios, agricultura, actividades pecuarias (ganadería y avícola), pesca, procesamiento y empaquetamiento de frutas y procesamiento de materiales para la construcción. En el distrito de San Vicente de Cañete y Pampa Clarita la mayor fuente de ingresos proviene de las actividades agrícolas. La mayoría de las personas de las comunidades de El Olivar y Cáceres trabajan en las granjas agrícolas de otros propietarios o en sus propias parcelas. Fuente, Municipalidad de El Imperial-INEI.



## **CAPITULO II**

### **INGENIERÍA BÁSICA**

#### **2.1 TOPOGRAFÍA**

En la zona de Pampa Clarita, la topografía costera del área muestra un relieve bastante accidentado; caracterizado principalmente por la existencia de acantilados de fuerte pendiente, los cuales empiezan en la zona adyacente a la orilla del mar, logrando alcanzar alturas de hasta 160m aproximadamente en un ancho promedio de 400m.

En la composición de estos terrenos, predominan los afloramientos de arena y de material gravoso con diámetros bastante diversos, también se presenta una pendiente aproximada de 3.0 % en la zona. Esta pampa presenta una topografía muy accidentada, estando dominadas por un relieve con ondulaciones profundas, producto de una intensa actividad y erosión aluvial en épocas geológicas anteriores.

#### **2.2 INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS**

Los trabajos de campo realizados se desarrollaron durante dos días. En el primer día se realizó un reconocimiento de campo sobre la geología general y estructural de la zona de estudio. Así mismo, se realizó la toma de muestras de agua para ser ensayadas.

En el segundo día se realizaron los trabajos referentes a la mecánica de suelos, se ejecutaron 3 calicatas de 2.00 m. de profundidad en la zona del proyecto, donde se tomaron muestras de suelo necesarias para los ensayos respectivos y se determinó la profundidad de los estratos que iban a conformar la cimentación de las estructuras componentes del proyecto de saneamiento. También se extrajeron muestras de canteras de afirmado.



Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI. En el siguiente cuadro: Cuadro N° 1, se muestran los resultados de los ensayos de laboratorio realizados de la muestra tomada en campo:

**Cuadro N° 1**  
**Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM – D422**

Malla	(%) Acumulado que pasa
3"	
2"	100.0
1 1/2"	92.4
1"	82.2
3/4"	78.3
1/2"	73.0
3/8"	69.6
1/4"	65.9
N° 4	64.3
N° 10	56.1
N° 20	47.6
N° 30	43.3
N° 40	38.5
N° 60	19.7
N° 100	13.1
N° 200	10.3
% de Grava	35.7
% de Arena	54.0
% de Finos	10.3

La clasificación SUCS es: SP-SM

En el Cuadro N° 2, se muestran los valores obtenidos en el ensayo de corte directo.

**Cuadro N° 2**  
**Ensayo de Corte Directo ASTM – D3080**

Espécimen N°	I	II	III
Diámetro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.580	1.580	1.580
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.534	1.534	1.534
Contenido de humedad inicial (%)	2.9	2.9	2.9
Altura de la muestra antes de Aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.0508	1.9187	1.8527
Altura final de muestra (cm)	1.9898	1.8730	1.7765
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.909	2.010	2.101
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.666	1.770	1.866
Contenido de humedad final (%)	14.6	13.6	12.6
Esfuerzo normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.3190	0.6324	0.9514
Angulo de fricción interna	32.3 °		
Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.00		

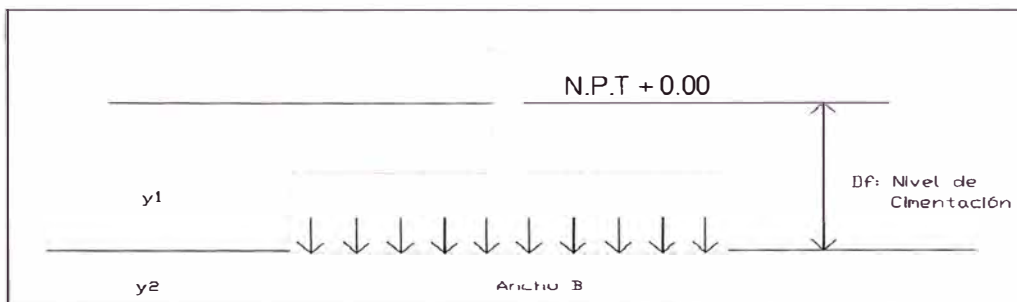
En el Cuadro N° 3, se muestran los valores de densidades.

**Cuadro N° 3**  
**Densidad Máxima y Densidad Mínima ASTM – D4254**

Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65
Densidad mínima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.37

### Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante del terreno se realizó de la siguiente forma:





$$q_{ult} = c.Nc.Sc + y1.Df.Nq + 0.3.B.y2.Ny.Sy$$

donde:

- q ult : Capacidad de carga última (kg/cm<sup>2</sup>)
- c : Cohesión del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)
- y1 : Peso específico del suelo sobre el nivel de cimentación
- Df : Profundidad de la cimentación
- B : Ancho de la cimentación
- Y2 : Peso específico del suelo debajo del nivel de cimentación
- c : 0
- Φ : Angulo de fricción interna, 32.3°

y1	1.37	Nq	8.50
y2	1.37	Ny	5.90
Df	2.00	Sc	1.00
B	3.50	Sy	1.00

$$q_{ult} = 3.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{adm} = q_{ult}/3$$

$$Q_{adm} = 1.06 \text{ kg/cm}^2$$

Esta es la capacidad portante del terreno con la que diseñará el reservorio.

### 2.3 GEOLOGÍA

El levantamiento geológico regional recopilado abarca desde San Vicente de Cañete por el Norte, hasta Pampa Larga por el Sur (Playa Melchorita), cubriendo una faja de aproximadamente 200 Km<sup>2</sup>. El área estudiada está comprendida dentro del cuadrángulo de Chíncha (27-k) Hoja del Instituto Geológico y Minero Metalúrgico (INGEMMET) Boletín N° 44-1993 con geología regional levantada a escala 1/50 000.

La estratigrafía del área comprende siete unidades con edades que van del terciario inferior al cuaternario reciente. Regionalmente existe la teoría que durante el Mesozoico las unidades litoestratigráficas se depositaron en una cuenca que se hundía (cuenca occidental peruana) entre dos macizos paleozoicos que funcionaron como bloques positivos hasta el cretáceo inferior.



La sedimentación estuvo acompañada por vulcanismo submarino. Posteriormente en el cenozoico y dentro de la faja costanera, se depositan las formaciones que afloran en el área estudiada como son la Formación Paracas, la Formación Pócolo y la Formación Cañete; las cuales a su vez están cubiertas por depósitos cuaternarios recientes (aluviales, proluviales, marinos y eólicos).

## 2.4 SISMICIDAD

En el área de influencia del proyecto la actividad sísmica está asociada principalmente al fenómeno de subducción de la placa de Nazca. La actividad sismo-tectónica en la zona de la corteza continental también tiene influencia en el proyecto, aunque en menor proporción respecto a la actividad sísmica debido al fenómeno de subducción.

Los trabajos de regionalización sísmica realizados en el Perú (Casaverde y Vargas, 1980; Sharma y Candia, 1990; Castillo y Alva, 1993) han identificado fuentes sismógenicas que modelan la actividad sísmica de subducción y de corteza. En estos trabajos se determinaron los parámetros sismológicos de las fuentes (Gutenberg, B y Richter, 1965) con la finalidad de evaluar el peligro sísmico.

De acuerdo a los trabajos regionales de evaluación del peligro sísmico (Sharma y Candia, 1990; Castillo y Alva, 1993), se ha estimado el rango de aceleraciones máximas, a las que estaría sometida el área del proyecto. Asimismo, se incluye los valores de aceleración máxima obtenidos del estudio de peligro sísmico para el trazo del gasoducto del proyecto Camisea (Vector, 2001).

El análisis de peligro sísmico presentado en estos trabajos aplicó la metodología desarrollada por A. Cornell (1968) en términos probabilísticos. La metodología de peligro sísmico integra información sismotectónica, parámetros sismológicos y leyes de atenuación regionales para los diferentes mecanismos de ruptura (McGuire R, 1974).

A continuación en el Cuadro N° 4 se resume los valores de máximas aceleraciones presentada por los autores mencionados. Estos valores fueron



determinados para el 10% de excedencia de la aceleración máxima para 475 y 950 años de tiempo de retorno.

**Cuadro N° 4**

Referencia	Tiempo de Retorno de 475 años	Tiempo de Retorno de 950 años
Sharma y Candia (1990)	0.40 – 0.45	
Castillo y Alva (1993)	0.44 – 0.46	0.50 – 0.52
Vector (2001)	0.50 – 0.55	0.65 – 0.70

De acuerdo a estos resultados, la aceleración máxima para el proyecto estará entre 0,40 – 0,55 g, para un evento sísmico de 475 años de tiempo de retorno, asociado al 10% de excedencia.

El rango de valores de aceleraciones mostrados y de acuerdo al registro de sismicidad, se concluye que el área del proyecto está ubicada en una zona de alta sismicidad. En consecuencia, la probabilidad de ocurrencia de terremotos y tsunamis destructivos es alta.

Se recomienda realizar un estudio de peligro sísmico y amplificación sísmica específico, con la finalidad de determinar el nivel de aceleración máxima en superficie considerando el efecto de amplificación del suelo local.





## **CAPITULO III**

### **ALMACENAMIENTO DE AGUA - RESERVORIO**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL RESERVORIO**

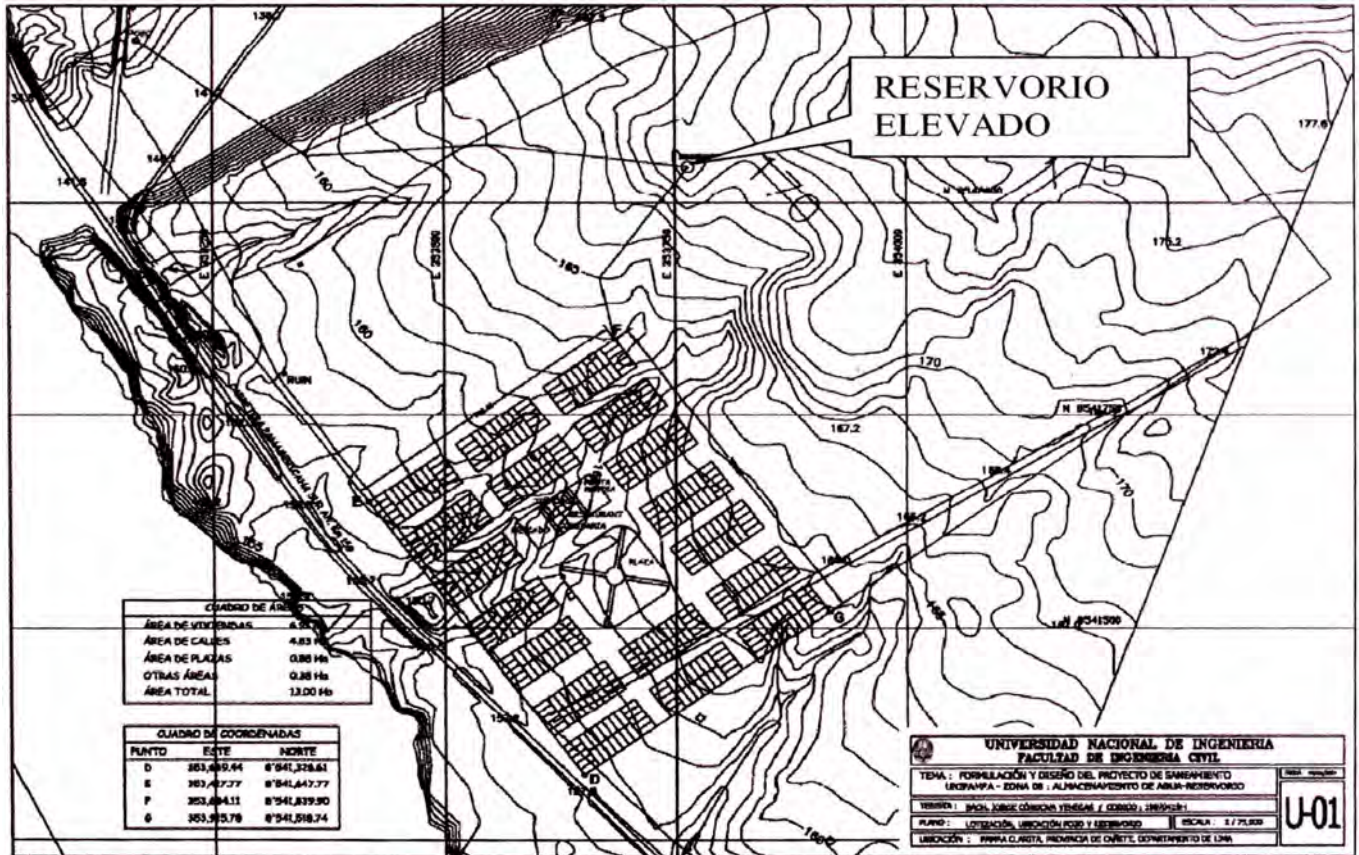
El Reglamento Nacional de Edificaciones indica que la ubicación del reservorio debe darse en áreas libres, incluyendo un cerco que impida el acceso libre a las instalaciones. La ubicación también está determinada por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas, sin embargo debe priorizarse el criterio de ubicación tomando en cuenta la ocurrencia de desastres naturales.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, alimentando directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad.

El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado. La ubicación del reservorio se muestra en el siguiente gráfico:  
Gráfico N° 1

**Gráfico N° 1**  
**Ubicación del Reservorio**



### 3.2 VOLÚMENES DE ALMACENAMIENTO

#### CONSIDERACIONES PREVIAS

##### *Periodo de Diseño*

El período de diseño puede definirse como el tiempo para el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por la capacidad en la conducción del caudal deseado o por la existencia física de las instalaciones, se le puede definir también como el número de años durante los cuales una obra determinada prestará el servicio para la cual fue diseñada

##### 3.2.1. Factores que determinan el periodo de diseño

Los factores son:

- Vida útil de las estructuras y equipos electromecánicos, considerándose la obsolescencia, el desgaste y daños.
- Factibilidad de la construcción, posibilidad de ampliaciones futuras y/o sustitución y la planeación de las etapas de construcción de la obra.
- Cambios en el desarrollo social, económico y la tendencia de crecimiento de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad.
- Posibilidades de financiamiento y la tasa de interés. La capacidad del sistema depende del costo total capitalizado.

### 3.2.2. Selección del periodo de diseño

Según la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA del Ministerio de Salud, en su Norma Técnica de Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano-Marginales, la selección del periodo de diseño debe considerarse según el siguiente cuadro, ver Cuadro N° 5:

**Cuadro N° 5**

Obras de captación	20 a 30 años
Pozos	20 a 30 años
Plantas de tratamiento, reservorios	20 a 30 años
Tuberías de conducción y de distribución	20 a 30 años
Equipo de bombeo	5 a 10 años

Para el desarrollo del presente informe, se ha elegido un periodo de diseño de 30 años por ser este el más indicado para estructuras de captación del tipo pozo.

### 3.2.3. Población de Diseño

Es la cantidad de habitantes que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de agua potable o alcantarillado. La determinación de la población futura esta regida por los distintos métodos que existen tales como: interés compuesto, interés simple, incrementos variables, parábola de segundo grado, etc; estos se determinan en razón de crecimiento de área o



expansión urbana. Generalmente los sistemas de abastecimiento de agua se diseñan y construyen para satisfacer una población mayor que la actual.

Al no contar con datos estadísticos; se adoptará el concepto de población de saturación, lo que significa que en un lote de vivienda habitará un determinado número de habitantes como máximo. Basándonos en nuestro proyecto, asumiremos la siguiente densidad demográfica de acuerdo al reglamento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado:

5 hab./ lote, total 18 manzanas y una cantidad de 24 lotes por manzana.

Tenemos una cantidad de lotes, según planos de Lotización: 432 lotes, por consiguiente la Población actual (2,007) es:

5 hab./ lote x 432 lotes = 2,160 habitantes.

Se recogieron datos proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, con respecto a la población de San Vicente de Cañete, por ser esta la más próxima a la zona de estudio "Pampa Clarita". Los datos de los censos se muestra en el siguiente cuadro: Cuadro N° 6

**Cuadro N° 6**

<b>NUMERO DE HABITANTES POR DISTRITO</b>						
<b>DISTRITO</b>	<b>1940</b>	<b>1961</b>	<b>1974</b>	<b>1981</b>	<b>1993</b>	<b>2005</b>
<b>San Vicente</b>	<b>10,782.0</b>	<b>14,742.0</b>	<b>17,052.0</b>	<b>22,957.0</b>	<b>32,548.0</b>	<b>43,943.0</b>
<b>Calango</b>	1,009.0	1,692.0	1,555.0	1,671.0	2,070.0	2,559.0
<b>Cerro Azul</b>	1,751.0	2,035.0	2,609.0	3,478.0	5,124.0	6,491.0
<b>Coaylo</b>	2,290.0	4,391.0	1,766.0	1,075.0	1,020.0	888.0
<b>Chilca</b>	1,819.0	2,960.0	5,374.0	7,634.0	12,438.0	14,180.0
<b>Imperial</b>	10,598.0	16,446.0	14,571.0	23,855.0	30,654.0	34,778.0
<b>Lunahaná</b>	5,216.0	6,240.0	5,156.0	4,763.0	4,233.0	4,383.0
<b>Mala</b>	4,098.0	5,774.0	9,904.0	13,730.0	18,712.0	25,269.0
<b>Pacarán</b>	2,549.0	1,640.0	1,642.0	1,827.0	1,497.0	1,588.0
<b>San Antonio</b>	1,426.0	1,949.0	1,991.0	2,147.0	2,811.0	3,460.0
<b>San Luis</b>	4,075.0	6,096.0	6,268.0	7,977.0	10,159.0	11,653.0
<b>Santa Cruz de Flores</b>	1,543.0	2,247.0	2,577.0	2,456.0	2,131.0	2,450.0
<b>Zuñiga</b>		1,241.0	1,226.0	1,307.0	1,256.0	1,194.0
<b>Quilmaná</b>		4,773.0	6,791.0	9,147.0	11,123.0	13,256.0
<b>Asia</b>			2,337.0	2,681.0	3,466.0	6,037.0
<b>Nuevo Imperial</b>			9,740.0	11,421.0	13,136.0	19,280.0
<b>PROV. DE CANETE</b>	<b>47,156.0</b>	<b>72,226.0</b>	<b>90,559.0</b>	<b>118,126.0</b>	<b>152,378.0</b>	<b>191,409.0</b>

Fuente : INEI

Para la zona de San Vicente: Ver Cuadro N° 7

**Cuadro N° 7**

DATOS CENSALES SAN VICENTE - CAÑETE	
Año	Población
1,940	10,782
1,961	14,742
1,974	17,052
1,981	22,957
1,993	32,548
2,005	43,943

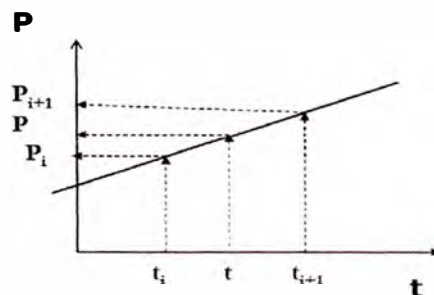
Fuente : INEI

Los cálculos de la población futura se hicieron de acuerdo a los métodos de estimación de poblaciones siguientes:

a) *Método de Progresión Aritmética*

Consiste en calcular la cifra media anual de aumento de la población entre un censo y el siguiente y añadir una cantidad igual por cada año transcurrido después del último censo. Se pueden dar dos casos de extrapolación:

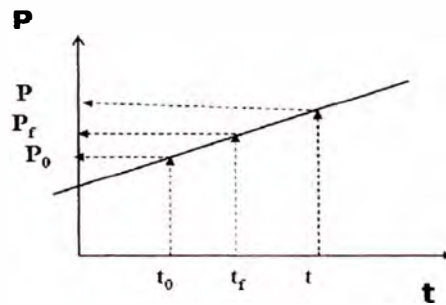
- *Población Intercensal:*



$$P = P_0 + r(t - t_0)$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{t_{i+1} - t_i}$$

- *Población Postcensal:*



$$P = P_f + r(t - t_f)$$

$$r = \frac{P_f - P_0}{t_f - t_0}$$

Donde:

$P_f$  = Población para el tiempo  $t$

$P_0$  = Población inicial

$r$  = razón de crecimiento

$t$  = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

b) *Método de Interés Simple*

$$P = P_0 [1 + r(t - t_0)]$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

$P_f$  = Población para el tiempo  $t^o$

$P_0$  = Población inicial

$r$  = razón de crecimiento

$t$  = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

c) *Método de Progresión Geométrica*

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante. Para obtener la población futura se aplica al último dato poblacional que se tenga, la fórmula del "interés compuesto" manteniendo constante la misma tasa anual de crecimiento del

período anterior. Es recomendable aplicar este método en poblaciones con crecimiento temprano o tardío.

Se dan las siguientes fórmulas para el método de Progresión Geométrica

$$P = P_0 r^{(t-t_0)} \qquad r = \sqrt[(t_{i+1}-t_i)]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$$

Donde:

$P_t$  = Población para el tiempo  $t$

$P_0$  = Población inicial

$r$  = razón de crecimiento

$t$  = tiempo futuro

$t_0$  = tiempo inicial

#### d) Método de los Mínimos Cuadrados

En este método se consideran los censos equidistantes en el tiempo a través de la siguiente metodología. Ver Cuadro N° 8

**Cuadro N° 8**  
**Método Mínimos Cuadrados**

<b>i</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>log y</b>	<b>x<sup>2</sup></b>	<b>xy</b>	<b>xlogy</b>
<b>1</b>	<b>x<sub>1</sub></b>	<b>y<sub>1</sub></b>	<b>log y<sub>1</sub></b>	<b>x<sub>1</sub><sup>2</sup></b>	<b>x<sub>1</sub>y<sub>1</sub></b>	<b>x<sub>1</sub>logy<sub>1</sub></b>
<b>2</b>	<b>x<sub>2</sub></b>	<b>y<sub>2</sub></b>	<b>log y<sub>2</sub></b>	<b>x<sub>2</sub><sup>2</sup></b>	<b>x<sub>2</sub>y<sub>2</sub></b>	<b>x<sub>2</sub>logy<sub>2</sub></b>
<b>3</b>	<b>x<sub>3</sub></b>	<b>y<sub>3</sub></b>	<b>log y<sub>3</sub></b>	<b>x<sub>3</sub><sup>2</sup></b>	<b>x<sub>3</sub>y<sub>3</sub></b>	<b>x<sub>3</sub>logy<sub>3</sub></b>
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
<b>n</b>	<b>x<sub>n</sub></b>	<b>y<sub>n</sub></b>	<b>log y<sub>n</sub></b>	<b>x<sub>n</sub><sup>2</sup></b>	<b>x<sub>n</sub>y<sub>n</sub></b>	<b>x<sub>n</sub>logy<sub>n</sub></b>
<b>n+1</b>	<b>x<sub>n+1</sub></b>					
<b>SUMA</b>	$\Sigma x$	$\Sigma y$	$\Sigma \log y$	$\Sigma x^2$	$\Sigma xy$	$\Sigma xlogy$
<b>PROMEDIO</b>	$\Sigma x/n$	$\Sigma y/n$	$\Sigma \log y/n$	$\Sigma x^2/n$	$\Sigma xy/n$	$\Sigma xlogy/n$

Donde:

$$Y_i = \frac{(X_{i+1} - X_i)}{X_i} \qquad [1]$$

$Y_i$  = razón de crecimiento.

$X_i$  = Población.

- *Crecimiento Aritmético o Lineal:*

Los valores  $x_i$  e  $y_i$  varían linealmente:

$$y_i = a + bx_i \quad [2]$$

El cálculo de los coeficientes  $a$  y  $b$  se obtiene al resolver el sistema de ecuaciones:

$$a + b\left(\frac{\sum x}{n}\right) - \left(\frac{\sum y}{n}\right) = 0 \quad [3]$$

$$a\left(\frac{\sum x}{n}\right) + b\left(\frac{\sum x^2}{n}\right) - \left(\frac{\sum xy}{n}\right) = 0 \quad [4]$$

Alternativamente a la ecuación [3] se puede usar:

$$a + b\left(\frac{\sum x^2}{\sum x}\right) - \left(\frac{\sum xy}{\sum x}\right) = 0 \quad [5]$$

- *Crecimiento exponencial:*

Los valores  $x_i$  e  $y_i$  varían exponencialmente:

$$y_i = ae^{bx_i} \quad [6]$$

Afectando de Log a [6]:

$$\log y_i = \log a + (b \log e)x_i$$

Reemplazando por:

$$Y_i = A + Bx_i \quad [7]$$



Donde:  $Y_i = \log y_i$ ;  $A = \log a$  y  $B = b \log e$

El cálculo de los coeficientes A y B se obtiene al resolver el sistema de ecuaciones:

$$A + B\left(\frac{\sum x}{n}\right) - \left(\frac{\sum Y}{n}\right) = 0 \quad [8]$$

$$A\left(\frac{\sum x}{n}\right) + B\left(\frac{\sum x^2}{n}\right) - \left(\frac{\sum xY}{n}\right) = 0 \quad [9]$$

Alternativamente a la ecuación [8] se puede usar:

$$A + B\left(\frac{\sum x^2}{\sum x}\right) - \left(\frac{\sum xY}{\sum x}\right) = 0 \quad [10]$$

La determinación de a y b se obtiene de:

$$a = 10^A$$
$$b = \frac{B}{\log e} \quad [11]$$

De los métodos aplicados se asumieron los primeros métodos que arrojaban los valores más altos de población, por ser la ciudad de San Vicente una ciudad en franco crecimiento se obtuvo de este modo el número de población estimada para el año 2037 que representa el año final del periodo de vida útil o de diseño (30 años).

De acuerdo a esto se consideró que los métodos de Progresión Geométrica y de Mínimos Cuadrados se ajustaban más al crecimiento poblacional obteniéndose valores que se muestran en el Cuadro N° 9:

**Cuadro N° 9**

METODO	Población al año 2037
PROGRESION GEOMETRICA	5,680 hab
MINIMOS CUADRADOS	6,100 hab



De ambos métodos finalmente se eligió como población futura para el año 2037 una población de 6,100 habitantes, por ser éste el valor más alto en una ciudad en franco crecimiento.

#### **3.2.4. Capacidad del reservorio**

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrado en las 24 horas del día. Ante la eventualidad que en la línea de conducción pueda ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua, mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional para dar oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la “curva de masa” o de “consumo integral”, considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es equivalente al consumo promedio diario.

Para los proyectos de agua potable por gravedad, las normas recomiendan una capacidad mínima de regulación del reservorio del 15% del consumo promedio diario anual ( $Q_m$ ). Previamente se considerará el concepto de dotación y su cálculo



## Dotación

Durante mucho tiempo se ha acostumbrado fijar cantidades arbitrarias, basadas en bibliografías de países desarrollados, principalmente de Estados Unidos de Norteamérica.

En el estudio de dotación per-capita, se trata de llegar a una cifra promedio equivalente a la producción total de consumidores. Un estudio detallado deberá basarse en datos censales o encuestas especiales.

Muchos investigadores, basados en encuestas, han encontrado que los consumos domésticos varían de 20 a 90 ltrs/hab/día en comunidades rurales con conexión domiciliaria, y de 50 a 300 ltrs/hab/día en poblaciones urbanas con conexión domiciliaria y servicios múltiples interiores.

El reglamento de SEDAPAL tiene las siguientes recomendaciones de dotación de agua per-capita de acuerdo a la ubicación de los grupos habitacionales, así tenemos:

De 250 a 300 lppd.	Para el casco de la ciudad y zonas Residenciales como La Molina, Las Casuarinas, etc.
De 150 a 250 lppd.	En zonas adyacentes al casco urbano.
Hasta 150 lppd.	En barrios marginales, AA.HH., Asociaciones y Cooperativas de Vivienda, comprendidas dentro de estos límites

Para el caso de nuestro proyecto asumiremos una dotación de:

150 lts/hab/día para el caso de vivienda y para los demás establecimientos de acuerdo a la siguiente relación:

Vivienda	150 lts/hab/día
Colegios	40 lts/hab/día
Mercados y O.U.	15 lts/hab/día
Parques y plazas	2 lts/hab/día

Fuente: Reglamento SEDAPAL



*Elección de la dotación.*-Las variaciones de consumo sobre el consumo promedio, están representadas por el día de máximo consumo o máximo diario; y la hora de máximo consumo o máximo horario. Ambas significan un porcentaje sobre el día promedio anual y tiene una gran influencia en la economía del proyecto.

La influencia de las estaciones, los días de semana y horas del día, hacen que el consumo de agua sea variable. Se presentan máximos estacionales durante el calor del verano lo que origina un mayor consumo de agua, particularmente para el uso humano presentándose caso inverso en la época de invierno. Todo esto hace suponer que la demanda de agua no sea constante en las diferentes estaciones del año.

*Variaciones diarias.*- El gasto máximo diario determina la capacidad de las obras de toma, tuberías de aducción, planta de tratamiento y relaciona la capacidad de los equipos de bombeo, en sistemas que no actúan por gravedad o en el caso de utilización de agua subterránea.

Un estudio del profesor Rivas Mijares del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, realizado en 11 ciudades comprendidas entre 11,000 y 438,000 habitantes, encontró un valor promedio para el día de máximo consumo de 131%, es decir:

$$K1 = 1.31$$

Para nuestro caso nos ceñiremos a lo que demanda el reglamento de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

$$K1 = 1.3$$

*Variaciones horarias.*- El gasto máximo horario determina el calculo de la red de distribución que constituye la parte mas costosa del sistema, así como las tuberías que salen de los reservorios de regulación.



Mencionando el estudio del Profesor Rivas Mijares, el determinó al siguiente valor para la hora de máximo consumo de 201%, es decir:

$$K2 = 2.01$$

Para nuestro caso nos ceñiremos a lo que demanda el reglamento de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL)

$$K2 = 2.6$$

*Caudales de diseño.*- Son aquellos que nos permiten dimensionar todos los elementos que integran el sistema de abastecimiento de agua. Entre los caudales de diseño tenemos:

- Caudal promedio  $Q_p$
- Caudal máximo diario  $Q_{md}$
- Caudal máximo horario  $Q_{mh}$

*Caudal promedio*

$$QP = \frac{\text{población} \times \text{dotación}}{86400}$$

Población habitantes.

Dotación lts/hab/día.

86400 factor de conversión de días a seg.

*Caudal promedio de la población:*

$$Q_p = \frac{6,056 \times 150}{86,400} = 10.51 \text{ lps.}$$

*Caudal promedio de mercados y O.U:*

$$Q_p = \frac{6,056 \times 15}{86,400} = 1.05 \text{ lps.}$$



*Caudal promedio de Parques y Plazas:*

$$Q_p = \frac{6,056 \times 2}{86,400} = 0.14 \text{ Ips.}$$

**Caudal promedio total:**

$$Q_p = 10.51 + 1.05 + 0.14 = 11.71 \text{ Ips.}$$

**Caudal Máximo Diario**

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

$K_1$  : Coeficiente adimensional (1.3)

$Q_p$  : Caudal promedio total

$$Q_{md} = 1.3 \times 11.71 = 15.22 \text{ Ips.}$$

**Caudal Máximo Horario**

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

$K_2$  : Coeficiente adimensional (2.6)

$Q_p$  : Caudal promedio total

$$Q_{mh} = 2.6 \times 11.71 = 30.43 \text{ Ips.}$$

**Volumen**

Con el valor del volumen (V) se define un reservorio de sección circular cuyas dimensiones se calculan teniendo en cuenta la relación del diámetro con la altura de agua (d/h), la misma que varía entre 0,50 y 3,00. En el caso de un reservorio



de sección rectangular, para este mismo rango de valores, se considera la relación del ancho de la base y la altura (b/h).

### Cálculo Analítico del Volumen del Reservorio

$$Vol_{reserv} = Vol_{reg} + Vol_{c/inc} + Vol_{emerg}$$

Donde:  $Vol_{reserv}$  : Volumen del reservorio.  
 $Vol_{reg}$  : Volumen de regulación.  
 $Vol_{c/inc}$  : Volumen contra incendio.  
 $Vol_{emerg}$  : Volumen de reserva por interrupción.

Según normas de SEDAPAL:

$$Vol_{reg} = 0.18 \times Q_{md} \times 86,400 / 1,000 = 0.18 \times 15.22 \times 86,400 / 1,000$$

$$Vol_{reg} = 236.66 \text{ m}^3$$

$$Vol_{c/inc} = 100.00 \text{ m}^3 \quad (\text{Para zonas residenciales})$$

$$Vol_{emerg} = 0.07 \times Q_{md} \times 86,400 / 1,000 = 0.07 \times 15.22 \times 86,400 / 1,000$$

$$Vol_{emerg} = 92.03 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = 236.66 \text{ m}^3 + 100.00 \text{ m}^3 + 92.03 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = 428.69 \text{ m}^3$$

$$Vol_{reserv} = \mathbf{500.00 \text{ m}^3}$$

Este volumen será el que se considerará para el cálculo estructural del reservorio.



### 3.3 DESARROLLO DE ALTERNATIVAS PARA ELEGIR EL TIPO DE RESERVORIO

#### Generalidades

La forma del reservorio no es un aspecto importante en el diseño del reservorio; sin embargo, por razones estéticas y en ocasiones económicas se realizan evaluaciones de las formas para determinar el mejor aprovechamiento de los materiales y la máxima economía.

#### a) Esférico

Tiene las siguientes ventajas:

- Presenta la menor cantidad de área de paredes para un volumen determinado.
- Está sometido a esfuerzos de tracción y compresión simples, lo cual se refleja en menores espesores. Su mayor desventaja estriba en aspectos de construcción, lo cual obliga a encofrados de costos elevados.

#### b) Prismático

Tiene la ventaja de reducir grandemente los costos de encofrado; sin embargo, al ser sus paredes rectas producen momentos que obligan a espesores y refuerzos estructurales mayores. Las formas que reducen los momentos por empuje de agua son aquellas que tienden a la forma cilíndrica, como los hexágonos, octágonos, etc.

#### c) Cilíndrico

Tiene la ventaja estructural que las paredes están sometidas a esfuerzos de tracción simple, por lo cual requieren menores espesores, pero tienen la desventaja de costos elevados de encofrado. Las losas de fondo y tapa, las cuales pueden ser planas o en forma de cúpula, se articulan a las paredes. Esta es la forma más recomendable para los reservorios en las zonas rurales, presentándose dos casos:

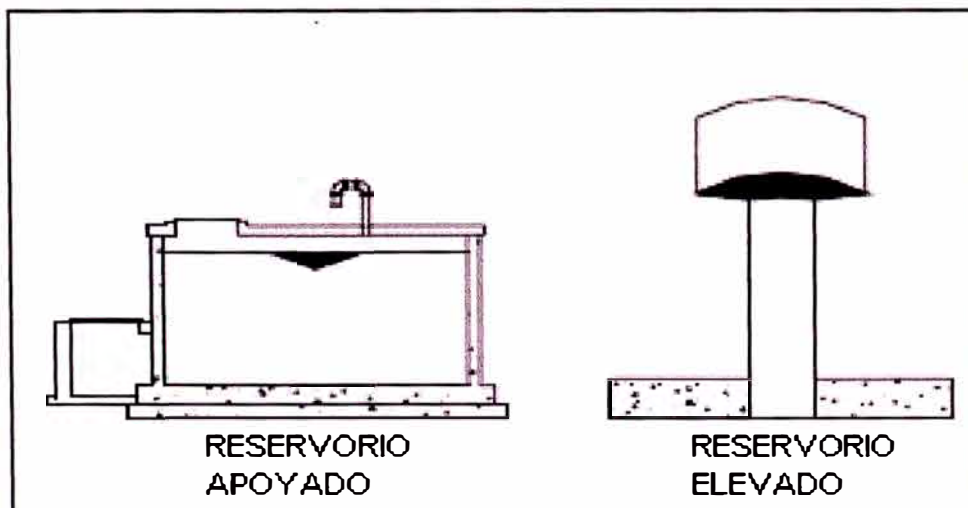


- Si la capacidad del reservorio es menor o igual a 50 m<sup>3</sup> es recomendable que la tapa y losa de fondo sean planas.
- Para una capacidad mayor a 50 m<sup>3</sup> debido a un mejor comportamiento estructural, es recomendable que la tapa y la losa sean semiesféricas.

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

En el siguiente gráfico: Gráfico N° 2 se muestran los dos tipos de reservorios que comúnmente suelen construirse.

**Gráfico N° 2**  
**Tipos de Reservorio**



Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada o circular.



## CAPITULO IV

### DISEÑO DEL RESERVORIO

#### **4.1 Consideraciones de Diseño**

Las cargas de diseño en un reservorio elevado se determinan a partir de la cantidad de agua almacenada. Las cargas vivas que se superponen a las cargas creadas por los líquidos, las que son normalmente determinadas con bastante exactitud, son bastantes pequeñas. Es importante que el análisis sea lo más exacto posible de manera que el que diseña pueda obtener una idea clara de la distribución de cargas en la estructura. De esta manera la estructura puede ser diseñada para resistir agrietamiento en las zonas de máximo esfuerzo.

La información de suelos es de gran importancia de modo de que la estructura pueda ser diseñada para minimizar asentamientos diferenciales que puedan conducir a agrietamiento.

Las estructuras sanitarias deben ser diseñadas para minimizar filtraciones. De esta manera el diseño que se usa debe eliminar fisuras grandes y otras fuentes de filtración.

El diseño debe ser realizado utilizando el método en base a cargas de trabajo, ya que da una mejor visión de la distribución de esfuerzos bajo cargas de servicio. El ACI recomienda emplear el método elástico y el método de diseño a la rotura.

#### **4.2 Análisis de reservorios cilíndricos**

Los reservorios cilíndricos presentan la ventaja que la relación entre la superficie de contacto con el agua y su capacidad, es menor que la correspondiente a los tanques rectangulares; además, requiere menor cantidad de materiales. Por otro lado presentan la desventaja que el costo del encofrado es mayor.



Existen tablas que permiten determinar la fuerza anular y los momentos verticales en las paredes de los reservorios circulares. Conocidas estas fuerzas internas es posible determinar el refuerzo horizontal y vertical de las paredes del reservorio. De la misma forma existen tablas que permiten determinar los momentos y fuerzas cortantes en losas circulares sometidas a cargas uniformemente distribuidas.

### 4.3 Reservorios elevados

Consta de dos partes principales: el tanque de almacenamiento o cuba y la estructura de soporte. La estructura portante puede estar constituida por un fuste cilíndrico o tronco cónico el cual es empleado para reservorios de gran capacidad o por una serie de columnas arriostradas, usadas en reservorios medianos y pequeños.

La cuba que tiene mejor comportamiento estructural es la de sección circular, su diseño es idéntico a lo expuesto en el análisis de reservorios. Para reservorios pequeños el fondo puede ser construido de forma plana. Si el reservorio es relativamente grande, puede ser necesario disponer vigas que sirva de apoyo a la losa de fondo. Sin embargo, en los más pequeños, ésta se apoya en las paredes.

Las paredes, además del refuerzo requerido por el empuje hidrostático del agua, deben diseñarse para soportar las cargas que transmiten: el techo y la losa de fondo. De ser el caso, se diseñan como vigas peraltadas y se calculan con los criterios establecidos para dicha estructura.

### 4.4 Características Del Reservorio

#### a) Descripción

- **Estructura de soporte**

Es la que sirve de soporte al depósito de almacenamiento, su altura depende de la presión de servicio, para este caso se plantea un fuste cilíndrico con una puerta de ingreso de 1.20x2.10 mts. y ventanas de iluminación distribuidas diametralmente cada 6.36m a lo largo de su longitud. La altura del fuste viene dado por el cálculo iterativo de

presiones, esta altura resultó ser de 14.5 m. La **Tabla a** muestra los resultados del cálculo de presiones.

**Tabla a**  
**Cálculo de Presiones**

TRAMO	Hfo (m)	COTA PIEZOMETRICA		COTA DE TERRENO		PRESION	
		SUP (m)	Inf (m)	SUP (m)	INF (m)	SUP (m)	INF (m)
R-1	2.420	185.50	182.29	185.50	163.00	----	19.29
1-2	-1.133	182.29	186.47	163.00	157.07	19.29	29.40
2-3	-3.957	186.47	190.51	157.07	152.54	29.40	37.97
3-6	2.428	190.51	188.36	152.54	164.61	37.97	23.75
6-1	2.662	188.36	182.29	164.61	163.00	23.75	19.29
6-3	-2.428	182.29	184.44	164.61	152.54	17.68	31.90
3-4	-1.882	184.44	185.28	152.54	157.62	31.90	27.66
4-5	1.243	185.28	184.00	157.62	163.79	27.66	20.21
5-6	3.067	184.00	182.29	163.79	164.61	20.21	17.68

- **Losa de fondo**

Será del tipo INTZE con vigas de borde circular y chimenea central de acceso de 1.50 m de diámetro interior.

- **Cuba**

Será cilíndrica debiendo tener vigas de borde inferior y superior para su arriostamiento.

- **Cobertura**

Será compuesta por una cúpula esférica con su respectiva linterna de iluminación en la parte central.

**b) Normas de Diseño**

- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.



- Norma E.060 Concreto Armado.
- Normas del A.C.I 319-93

**c) Especificaciones de Diseño**

- El volumen de almacenamiento útil del reservorio deberá ser de 500 m<sup>3</sup>.
- La cota del nivel de agua lleno será de 23 m sobre el nivel del terreno.
- La capacidad de carga del terreno de fundación para efectos del análisis será de 1.06 Kg./cm<sup>2</sup> y la cimentación estará a una profundidad recomendada de 2.0 m.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con las siguientes características.
- Resistencia a la tracción  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Modulo de elasticidad  $E_a = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ .
- El concreto a considerar para el diseño será de peso específico 2400 kg/cm<sup>3</sup>, modulo de elasticidad  $E_c = 15000 \cdot \sqrt{f'c}$ , y la resistencia alcanzada a los 28 días para elemento estructural será la indicada.

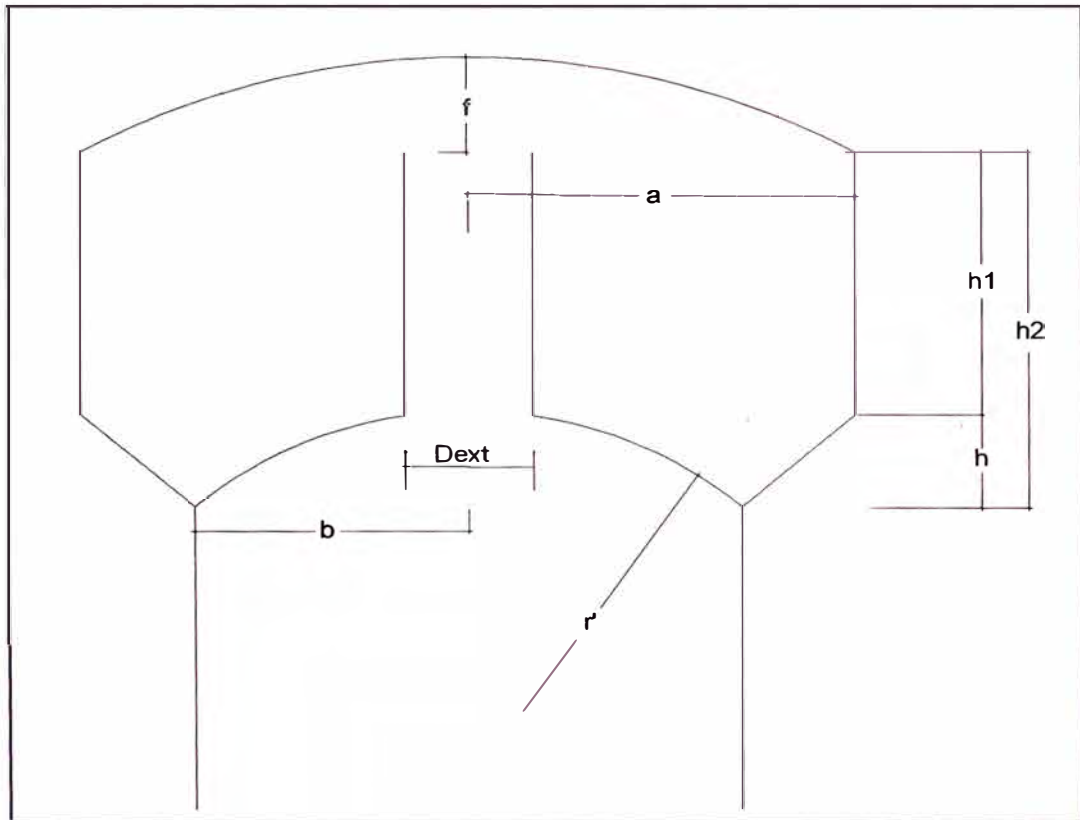
Descripción	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
- Zapatas	245
- Fuste	245
- Losa de fondo y vigas	350
- Cuba	280
- Cúpula	245

- La sobrecarga en la cúpula esférica será de 50 kg/m<sup>2</sup> tal como lo indica la norma de estructuras E.020

**d) Predimensionamiento**

Ver Gráfico N° 3

**Gráfico N° 3**



Las dimensiones para un volumen de 500m<sup>3</sup>, ver Cuadro N° 10

**Cuadro N° 10**

V (m <sup>3</sup> )	a (m)	b (m)	h1 (m)	h2 (m)	Dext (m)	f (m)	r' (m)
500	5.75	4.05	4.25	5.75	1.8	1.55	6.05

**e) Metrado de cargas**

<b>FUSTE</b>		
Diametro:	8.1	m
Espesor :	0.2	m
Altura :	17.45	m
Peso propio :	<b>218.4</b>	<b>ton</b>

<b>VIGA CIRCULAR DE FONDO</b>		
Base :	0.3	m
Altura :	0.5	m
Longitud :	25.05	m
Peso propio :	<b>9.02</b>	<b>ton</b>



<b>PESO DE LA CUPULA DE FONDO</b>		
Diametro :	8.10	m
Altura :	1.50	m
Espesor :	0.20	m
L. arco	8.82	m
Peso propio :	<b>13.30</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DEL FONDO CONICO</b>		
Diametro sup.	11.50	m
Diametro inf.	8.10	m
Altura :	1.50	m
Espesor	0.20	m
L inclinada:	2.27	m
Peso propio :	<b>33.50</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DEL ANILLO INFERIOR CIRCULAR</b>		
Base :	0.30	m
Altura :	0.50	m
Longitud :	36.13	m
Peso propio :	<b>13.01</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DE LA CUBA</b>		
Diametro :	11.50	m
Altura :	4.25	m
Espesor .	0.20	m
Peso propio :	<b>73.70</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DEL ANILLO SUPERIOR CIRCULAR</b>		
Base :	0.3	m
Altura :	0.5	m
Longitud :	36.1	m
Peso propio :	<b>13.0</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DE LA COBERTURA EN CUPULA</b>		
Diametro :	11.5	m
Altura :	1.6	m
Espesor :	0.1	m
Radio:	11.4	m
L.arco	12.0	m
Peso propio :	<b>9.1</b>	<b>ton</b>

<b>PESO DE LA CHIMENEA.</b>		
Diametro	1.50	m
Altura :	3.80	m
Espesor :	0.15	m
Peso propio :	<b>6.45</b>	<b>ton</b>

En el Cuadro N° 11 se presenta el resumen de los pesos de los componentes de la estructura.

### Cuadro N° 11

#### Cuadro Resumen

ELEMENTO	PESO (ton)
FUSTE	218.40
VIGA CIRCULAR DE FONDO	9.02
PESO DE LA CUPULA DE FONDO	13.30
PESO DEL FONDO CONICO	33.50
PESO DEL ANILLO INFERIOR CIRCULAR	13.01
PESO DE LA CUBA	73.70
PESO DEL ANILLO SUPERIOR CIRCULAR	13.01
PESO DE LA COBERTURA EN CUPULA	9.08
PESO DE LA CHIMENEA.	6.45
	389.47

Total de peso propio: **389.47 ton**

#### f) Análisis Sísmico

Distribución de pesos por niveles, ver siguiente Cuadro N° 12:

### Cuadro N° 12

ALTURA (m)	PESO PROPIO (ton)	PESO VIVO (ton)	PESO AGUA (ton)	ELEMENTO	
21.15	161.96	5.45	500	CUBA	
17.5	30.95	0		FUSTE	
15.7	21.84	0			
14.0	21.84	0			
12.2	21.84	0			
10.5	21.84	0			
8.7	21.84	0			
7.0	21.84	0			
5.2	21.84	0			
3.5	21.84	0			
1.7	21.84	0			
Totales	389.47	5.45	500		

Total de peso propio: **894.98 ton**

Nota:

El fuste ha sido dividido en 12 masas para el análisis sísmico estático.





## Cálculo de la fuerza cortante en la base

### CALCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL DE LA ESTRUCTURA

#### FUSTE

<b>f<sub>c</sub>=</b>	245	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Re=</b>	4.30	m
<b>Ri=</b>	4.05	m
<b>E<sub>f</sub>=</b>	234787.1376	kg/cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>f</sub>=</b>	5720703883	cm <sup>4</sup>
<b>E<sub>f</sub>*I<sub>f</sub>=</b>	1.34315E+15	kg-cm <sup>2</sup>

#### CUBA

<b>f<sub>c</sub>=</b>	280	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Re=</b>	5.95	m
<b>Ri=</b>	5.75	m
<b>E<sub>c</sub>=</b>	250998.008	kg/cm <sup>2</sup>
<b>I<sub>c</sub>=</b>	12582744174	cm <sup>4</sup>
<b>E<sub>c</sub>*I<sub>c</sub>=</b>	3.15824E+15	kg-cm <sup>2</sup>

$$EI_{FUSTE}$$

$$EI_{CUBA}$$

**0.43**

$\frac{EI_{FUSTE}}{EI_{CUBA}}$	<b>F</b>
0.10	0.78
0.30	0.81
0.50	0.82
> 0.90	0.83

**Interpolando para determinar F**

	0.3	0.810

**Entonces:**

$$F = 0.816$$

<b>Pe=</b>	526
<b>w</b>	500
<b>H<sub>t</sub>=</b>	25.51
<b>H<sub>c</sub>=</b>	5.81

$$T = F \sqrt{\frac{(P_e + W_w) \left( H_T - \frac{H_C}{2} \right)^3}{E I_{FUSTE}}}$$

**T = 0.24 seg**

**C =  $\frac{0.6}{0.24} = 2.47$**

Z: 0.4                      P : 894.98  
 U: 1.3                      %P 0.26  
 S: 1.2                      V : 232.7 ton  
 C: 2.47

Distribución de la fuerza cortante por niveles, ver Cuadro N° 13

**Cuadro N° 13**

ALTURA Hi	PESO Pi	PxHi	Pxhi/Ptotal	Fi (ton)	Vi (ton)	
21.15	624.45	13207.1	0.8	194.1	194.1	CUBA
17.40	30.95	538.5	0.0	7.9	202.1	FUSTE
15.95	21.78	347.4	0.0	5.1	207.2	
14.50	21.78	315.8	0.0	4.6	211.8	
13.05	21.78	284.2	0.0	4.2	216.0	
11.60	21.78	252.6	0.0	3.7	219.7	
10.15	21.78	221.1	0.0	3.2	222.9	
8.70	21.78	189.5	0.0	2.8	225.7	
7.25	21.78	157.9	0.0	2.3	228.1	
5.80	21.78	126.3	0.0	1.9	229.9	
4.35	21.78	94.7	0.0	1.4	231.3	
2.90	21.78	63.2	0.0	0.9	232.2	
1.5	21.8	31.6	0.0	0.5	232.7	
<b>Totales</b>	<b>894.98</b>	<b>15830.0</b>				

**g) Combinación de Cargas**

Según NTE-060 para elementos de concreto armado, tendremos las siguientes combinaciones.

- COMB1            1.5 D
- COMB2            1.5 D + 1.8 L
- COMB3            1.25 D + 1.25 L + SX
- COMB4            1.25 D + 1.25 L - SX

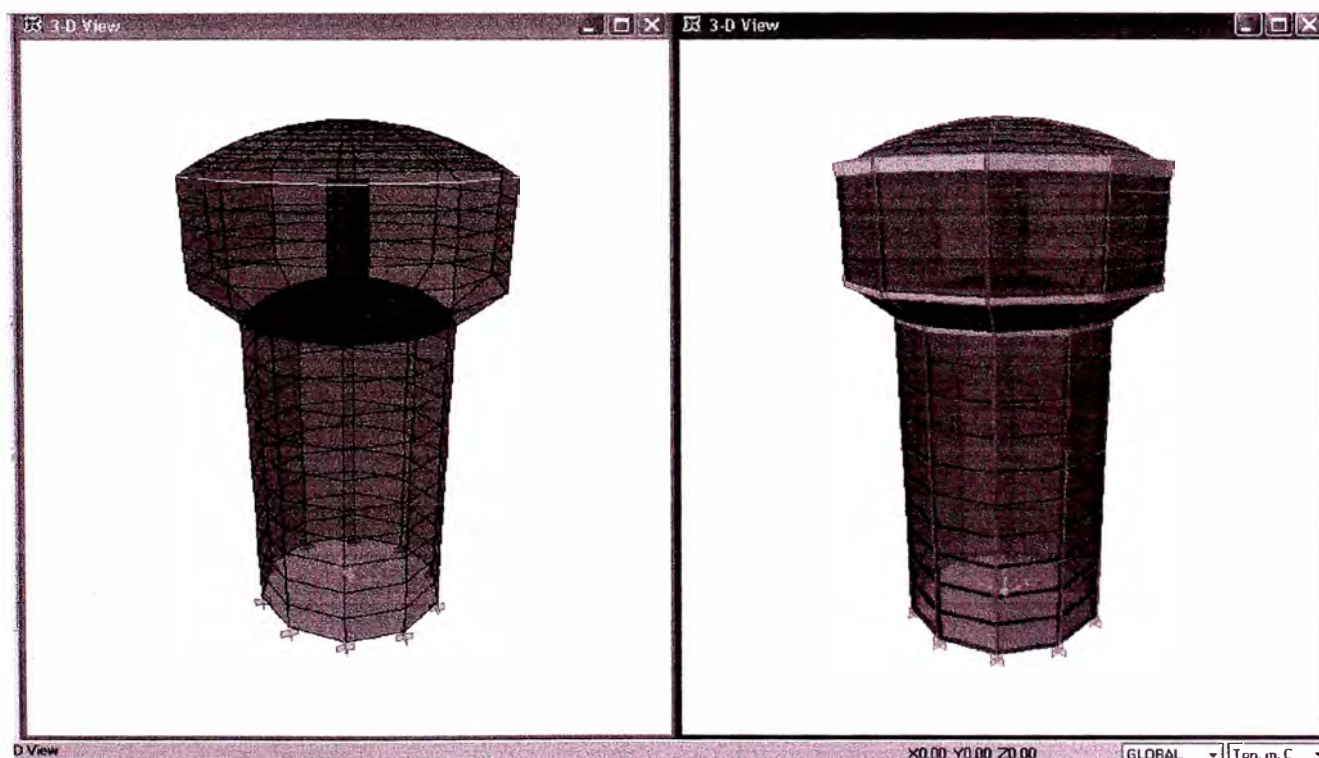
COMB5	$1.25 D + 1.25 L + SY$
COMB6	$1.25 D + 1.25 L - SY$
COMB7	$0.9 D + SX$
COMB8	$0.9 D - SX$
COMB9	$0.9 D + SY$
COMB10	$0.9 D - SY$

#### h) Modelamiento de la Estructura.

Para el modelamiento del reservorio se utilizó el software de análisis estructural Sap-2000, Vs 9.0, ver Gráfico N° 4

Gráfico N° 4

#### Vista en perspectiva del modelamiento del reservorio



#### i) Resultados del Programa Sap-2000.

##### Desplazamiento relativo

Según la norma E.030, el máximo desplazamiento lateral de entrepiso para estructuras de concreto armado será 0.0070.

### Análisis en el eje X.

COMB3          1.25 D + 1.25 L + SX

U1: Desplazamiento en el sentido X de los nudos con mayor desplazamiento en ese sentido. (Aquellos que se encuentran en el plano Y=0)

hei : Altura de entrepiso.

Drifts :  $(U1i-U1(i+1))/hei$

R: Factor de reducción (R=6)

Drifts\*0.75\*R < 0.0070 (condición)

**Cuadro N° 14**

TABLE: Joint Displacements						
Joint	OutputCase	U1	hei	Drifts	Drifts*R*0,75	Elem.
Text	Text	m	m			
230	COMB3	0.0114	23.25	0.0009	0.0066	CUBA
426	COMB3	0.0101	21.15	0.0008	0.0060	
232	COMB3	0.0090	18.9	0.0012	0.0054	
4	COMB3	0.0072	17.40	0.0005	0.0029	
332	COMB3	0.0066	15.95	0.0005	0.0024	FUSTE
334	COMB3	0.0058	14.50	0.0006	0.0026	
336	COMB3	0.0049	13.05	0.0005	0.0024	
338	COMB3	0.0041	11.60	0.0005	0.0023	
340	COMB3	0.0034	10.15	0.0005	0.0021	
342	COMB3	0.0027	8.70	0.0004	0.0019	
344	COMB3	0.0021	7.25	0.0004	0.0017	
346	COMB3	0.0016	5.80	0.0003	0.0015	
348	COMB3	0.0011	4.35	0.0002	0.0011	
234	COMB3	0.0007	2.90	0.0002	0.0010	
462	COMB3	0.0004	1.5	0.0003	0.0012	

Todos los nudos cumplen dicha condición.

### Análisis en el eje Y.

COMB5          1.25 D + 1.25 L + SY

U2: Desplazamiento en el sentido Y de los nudos con mayor desplazamiento en ese sentido. (Aquellos que se encuentran en el plano X=0)

hei : Altura de entrepiso.

Drifts :  $(U2i-U2(i+1))/hei$

R : Factor de reducción (R=6)

Drifts\*0.75\*R < 0.0070 (condición)

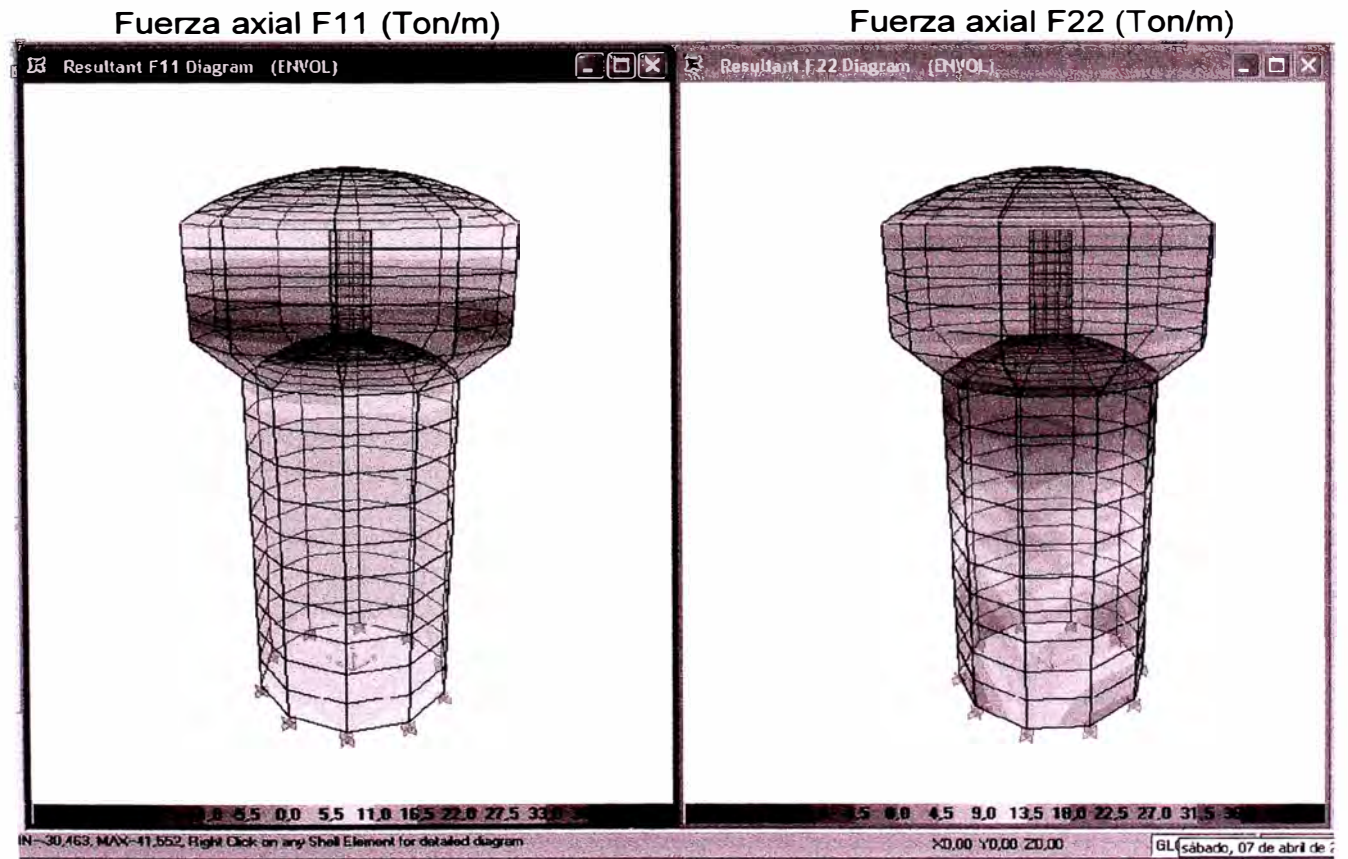
Cuadro N° 15

TABLE: Joint Displacements						
Joint Text	OutputCase Text	U2 m	hei m	Drifts	Drifts*R*0,75	Elem.
245	COMB5	0.0112	23.25	0.0009	0.0066	CUBA
432	COMB5	0.0100	21.15	0.0008	0.0060	
246	COMB5	0.0089	18.9	0.0012	0.0054	
2	COMB5	0.0071	17.40	0.0005	0.0029	FUSTE
350	COMB5	0.0065	15.95	0.0005	0.0024	
351	COMB5	0.0057	14.50	0.0006	0.0026	
352	COMB5	0.0048	13.05	0.0005	0.0024	
353	COMB5	0.0041	11.60	0.0005	0.0023	
354	COMB5	0.0034	10.15	0.0005	0.0021	
355	COMB5	0.0027	8.70	0.0004	0.0019	
356	COMB5	0.0021	7.25	0.0004	0.0017	
357	COMB5	0.0015	5.80	0.0003	0.0015	
358	COMB5	0.0010	4.35	0.0002	0.0011	
247	COMB5	0.0007	2.90	0.0002	0.0010	
465	COMB5	0.0004	1.5	0.0003	0.0012	

Todos los nudos cumplen dicha condición.

Diagramas de fuerzas axiales (Envolvente) – Elementos tipo Shell

Gráfico N° 5



Cuadro con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 16**

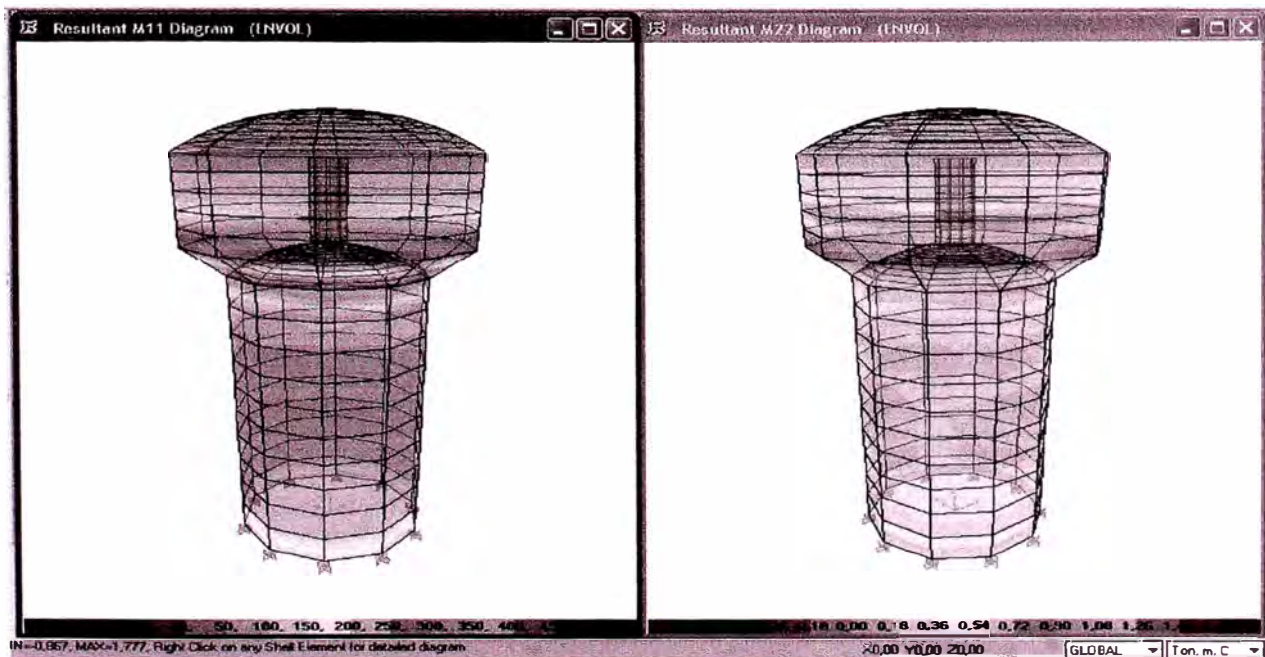
Elemento	Zona de analisis	Area Text	OutputCase Text	StepType Text	F11 Ton/m	F22 Ton/m
FUSTE	Inferior	302	ENVOL	Max	11.12	-129.10
		302	ENVOL	Max	-25.82	55.58
	Intermedio	371	ENVOL	Max	12.13	-45.47
		371	ENVOL	Max	-26.26	-9.56
	Superior	377	ENVOL	Max	3.47	24.03
		377	ENVOL	Max	-3.62	-87.80
FONDO CONICO	Inferior	264	ENVOL	Max	38.35	4.39
		264	ENVOL	Max	-18.12	-31.43
CUPULA FONDO	Inferior	75	ENVOL	Max	11.08	-13.16
		75	ENVOL	Max	14.65	-18.57
CUBA	Inferior	460	ENVOL	Max	40.42	-0.08
		460	ENVOL	Max	14.11	-7.04
	Intermedio	458	ENVOL	Max	35.56	-0.66
		458	ENVOL	Max	-0.73	-4.95
	Superior	456	ENVOL	Max	7.27	-1.51
		456	ENVOL	Max	3.05	-2.46
CUPULA	Inferior	275	ENVOL	Max	2.41	-1.13
		275	ENVOL	Max	0.35	-2.54
	Intermedio	272	ENVOL	Max	-1.27	-1.52
		272	ENVOL	Max	-1.80	-2.15
	Superior	268	ENVOL	Max	-1.37	-1.47
		268	ENVOL	Max	-1.89	-1.99

**Diagramas de Momentos flectores (Envolvente) - Elementos tipo Shell**

**Gráfico N° 6**

Momento Flector M11 (Ton-m/m)

Momento Flector M22 (Ton-m/m)



Cuadro con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 17**

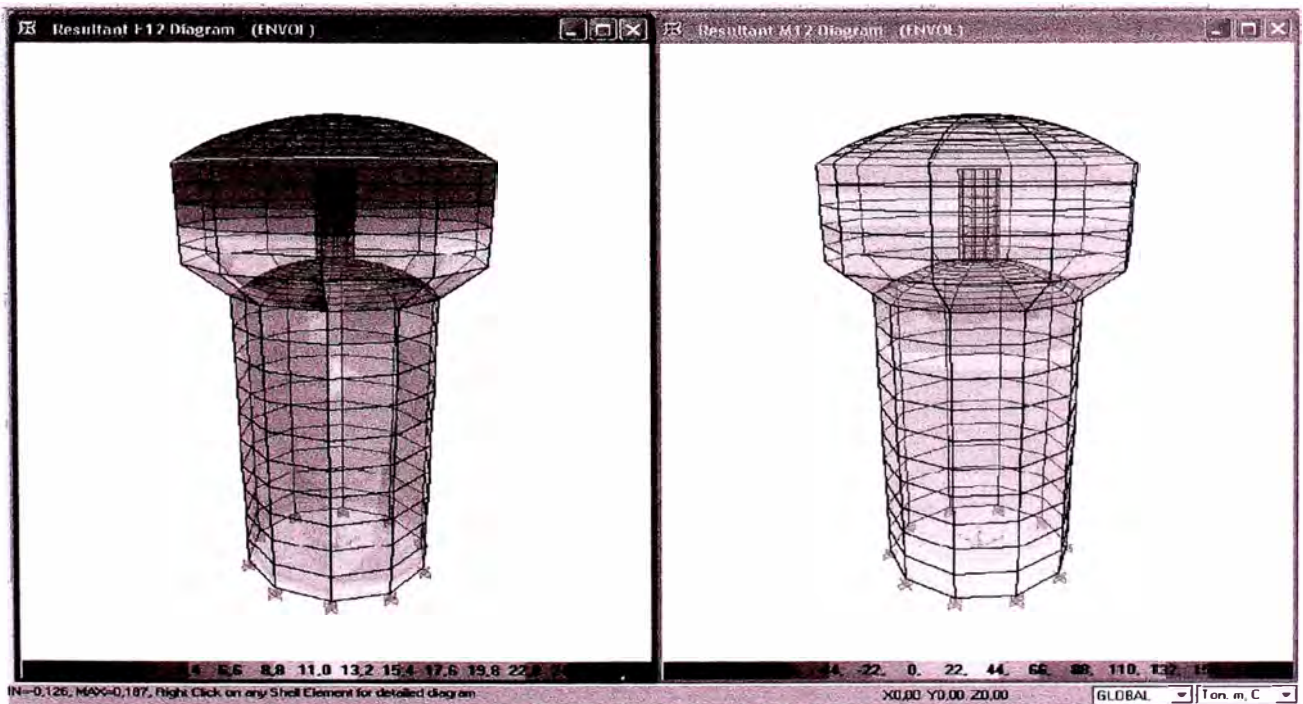
Elemento	Zona de análisis	Area Text	OutputCase Text	StepType Text	M11 Ton-m/m	M22 Ton-m/m
FUSTE	Inferior	302	ENVOL	Max	0.20	0.99
		302	ENVOL	Max	-0.13	-0.64
	Intermedio	371	ENVOL	Max	0.22	0.95
		371	ENVOL	Max	-0.11	-0.41
	Superior	377	ENVOL	Max	0.03	0.19
		377	ENVOL	Max	-0.03	-0.19
FONDO CONICO	Inferior	264	ENVOL	Max	0.50	1.77
		264	ENVOL	Max	-0.13	-1.31
CUPULA FONDO	Inferior	75	ENVOL	Max	0.06	0.28
		75	ENVOL	Max	-0.19	-0.25
CUBA	Inferior	460	ENVOL	Max	0.01	0.02
		460	ENVOL	Max	-0.29	-1.13
	Intermedio	458	ENVOL	Max	0.19	0.88
		458	ENVOL	Max	-0.15	-0.67
	Superior	456	ENVOL	Max	0.05	0.25
		456	ENVOL	Max	-0.03	-0.14
CUPULA	Inferior	275	ENVOL	Max	0.01	0.01
		275	ENVOL	Max	-0.01	-0.07
	Intermedio	272	ENVOL	Max	0.003	0.012
		272	ENVOL	Max	0.000	0.002
	Superior	268	ENVOL	Max	0.001	0.000
		268	ENVOL	Max	0.001	0.000

**Diagramas de Fuerza cortante y Momento torsor (Envolvente) - Elementos tipo Shell**

**Gráfico N° 7**

Fuerza Cortante F12 (Ton/m)

Momento Torsor M12 (Ton/m)



Cuadro con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 18**

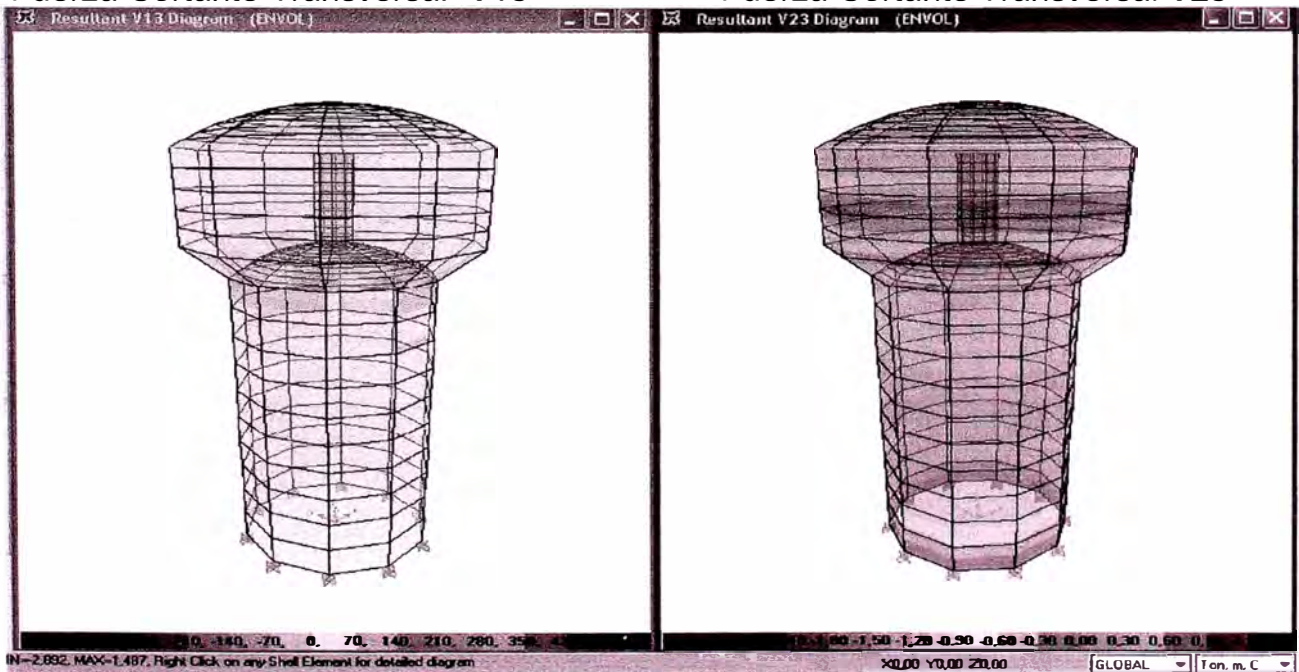
Elemento	Zona de analisis	Area Text	OutputCase Text	StepType Text	F12 Ton/m	M12 Ton·m/m
FUSTE	Inferior	302	ENVOL	Max	22.81	0.04
		302	ENVOL	Max	-23.19	-0.04
	Intermedio	371	ENVOL	Max	16.92	0.06
		371	ENVOL	Max	-19.61	-0.02
	Superior	377	ENVOL	Max	17.86	0.00
		377	ENVOL	Max	-17.34	0.00
FONDO CONICO	Inferior	264	ENVOL	Max	25.63	0.16
		264	ENVOL	Max	-28.13	-0.18
CUPULA FONDO	Inferior	75	ENVOL	Max	1.11	0.07
		75	ENVOL	Max	0.12	-0.02
CUBA	Inferior	460	ENVOL	Max	14.37	0.03
		460	ENVOL	Max	-12.38	-0.03
	Intermedio	458	ENVOL	Max	3.25	0.04
		458	ENVOL	Max	-3.25	-0.04
	Superior	456	ENVOL	Max	1.05	0.01
		456	ENVOL	Max	-0.97	-0.01
CUPULA	Inferior	275	ENVOL	Max	0.17	0.01
		275	ENVOL	Max	-0.18	-0.01
	Intermedio	272	ENVOL	Max	0.08	0.001
		272	ENVOL	Max	-0.08	-0.001
	Superior	268	ENVOL	Max	0.02	0.000
		268	ENVOL	Max	-0.02	0.000

**Fuerza cortante transversal (Ton/m Envoltente) - Elementos tipo Shell**

**Gráfico N° 8**

Fuerza Cortante Transversal V13

Fuerza Cortante Transversal V23





Cuadro con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 19**

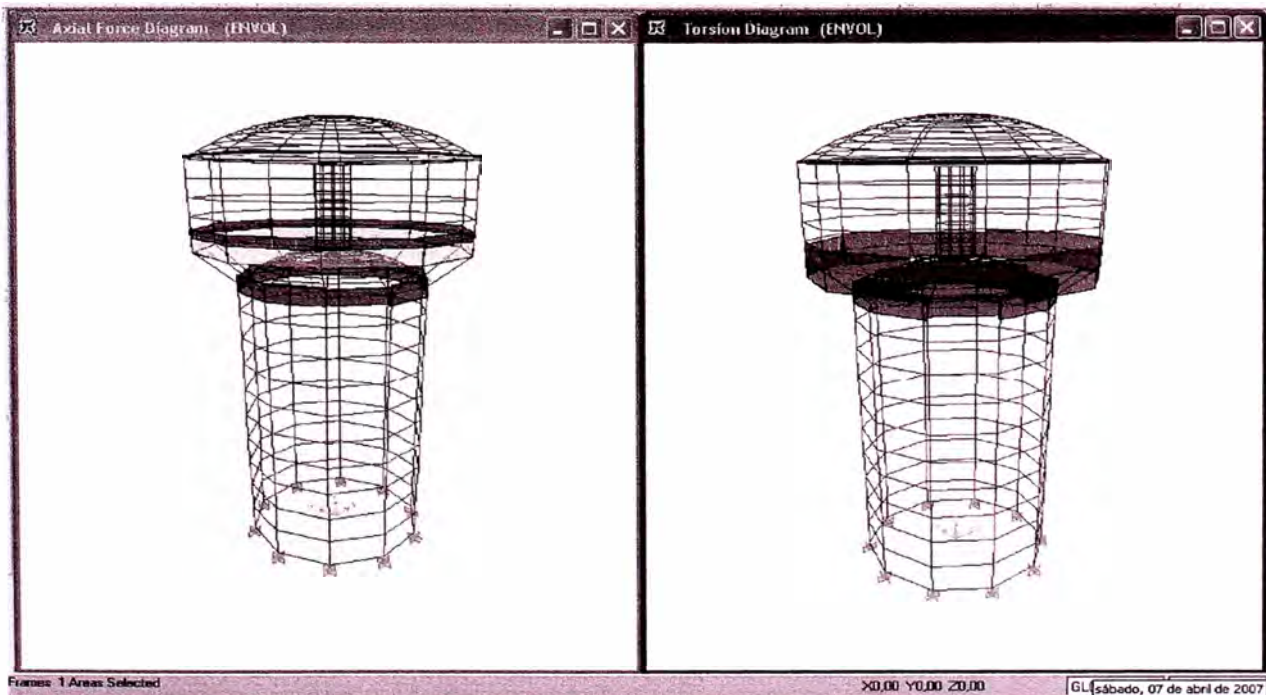
Elemento	Zona de análisis	Area	OutputCase	StepType	V13	V23
		Text	Text	Text	Ton/m	Ton/m
FUSTE	Inferior	302	ENVOL	Max	0.030	0.935
		302	ENVOL	Max	-0.031	-0.525
	Intermedio	371	ENVOL	Max	0.037	0.307
		371	ENVOL	Max	-0.037	-0.792
	Superior	377	ENVOL	Max	0.008	0.205
		377	ENVOL	Max	-0.010	-0.205
FONDO CONICO	Inferior	264	ENVOL	Max	0.14	1.48
		264	ENVOL	Max	-0.16	0.18
CUPULA FONDO	Inferior	75	ENVOL	Max	0.21	1.25
		75	ENVOL	Max	-0.13	0.43
CUBA	Inferior	460	ENVOL	Max	0.07	-0.12
		460	ENVOL	Max	-0.07	-1.32
	Intermedio	458	ENVOL	Max	0.06	1.10
		458	ENVOL	Max	-0.06	-1.10
	Superior	456	ENVOL	Max	0.01	0.40
		456	ENVOL	Max	-0.01	0.01
CUPULA	Inferior	275	ENVOL	Max	0.01	-0.10
		275	ENVOL	Max	-0.01	-0.15
	Intermedio	272	ENVOL	Max	0.001	0.02
		272	ENVOL	Max	-0.001	0.01
	Superior	268	ENVOL	Max	0.0002	-0.0003
		268	ENVOL	Max	-0.0002	-0.0008

**Diagrama de Fuerzas Axial y torsional (Envolvente) - Elementos tipo Frames**

**Gráfico N° 9**

Fuerza Axial (Ton)

Fuerza de torsión (Ton)



Cuadro resumen con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 20**

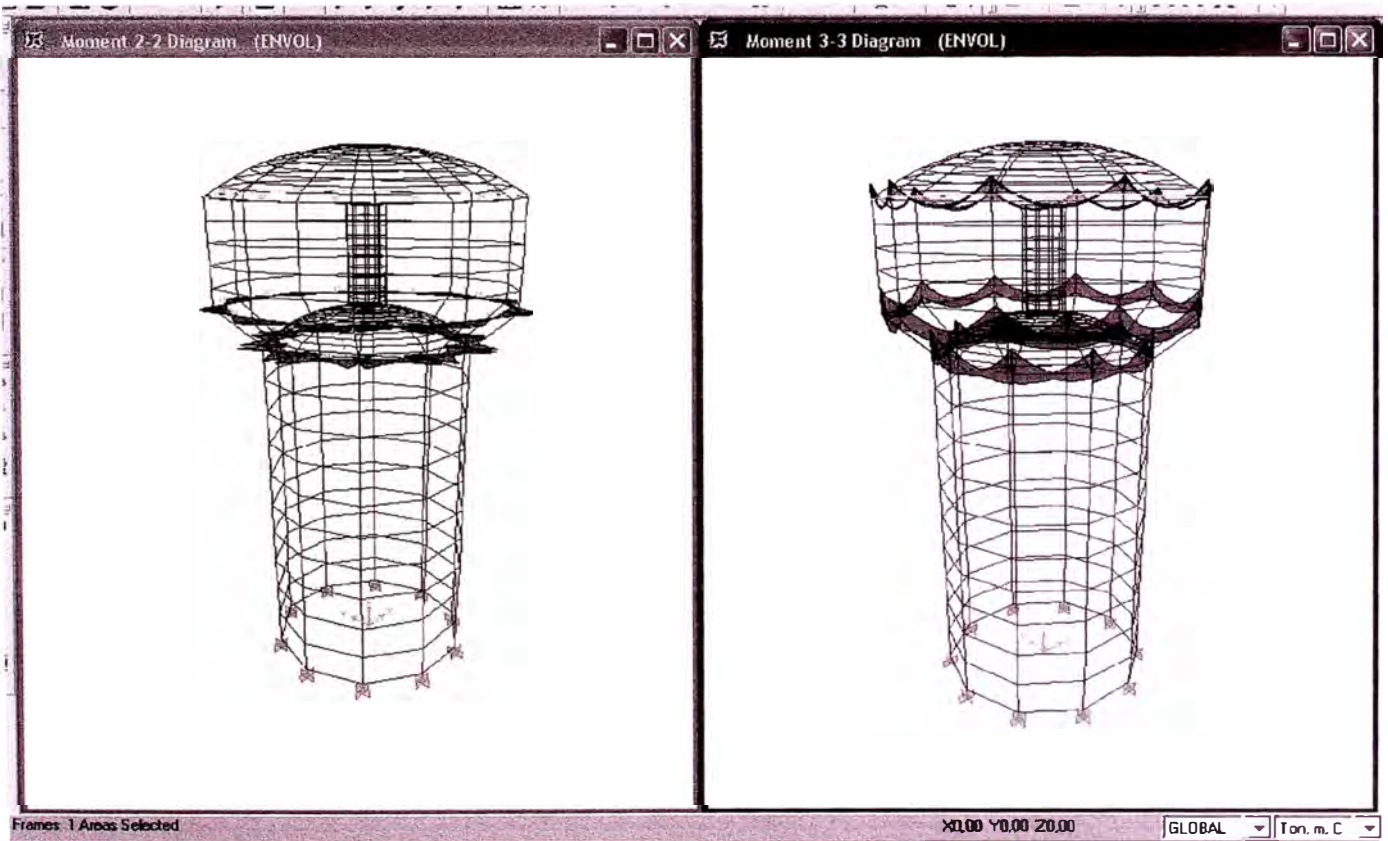
TABLE: Element Forces - Frames						
Elemento	Frame	OutputCase	StepType	P	T	M2
	Text	Text	Text	Ton	Ton-m	Ton-m
Viga Circular	22	ENVOL	Max	10.87	0.08	0.11
de fondo	22	ENVOL	Min	-12.34	-0.08	-0.11
Anillo Inferior	29	ENVOL	Max	10.23	0.05	0.22
Circular	29	ENVOL	Min	-11.65	-0.05	-0.22
Anillo Superior	31	ENVOL	Max	4.04	0.00	0.00
Circular	31	ENVOL	Min	2.69	-0.01	0.00

**Diagrama de Momento flectores (Envolvente) - Elementos tipo Frames**

**Gráfico N° 10**

Momento Flector M22 (Ton-m)

Momento Flector M33 (Ton-m)



Cuadro resumen con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 21**

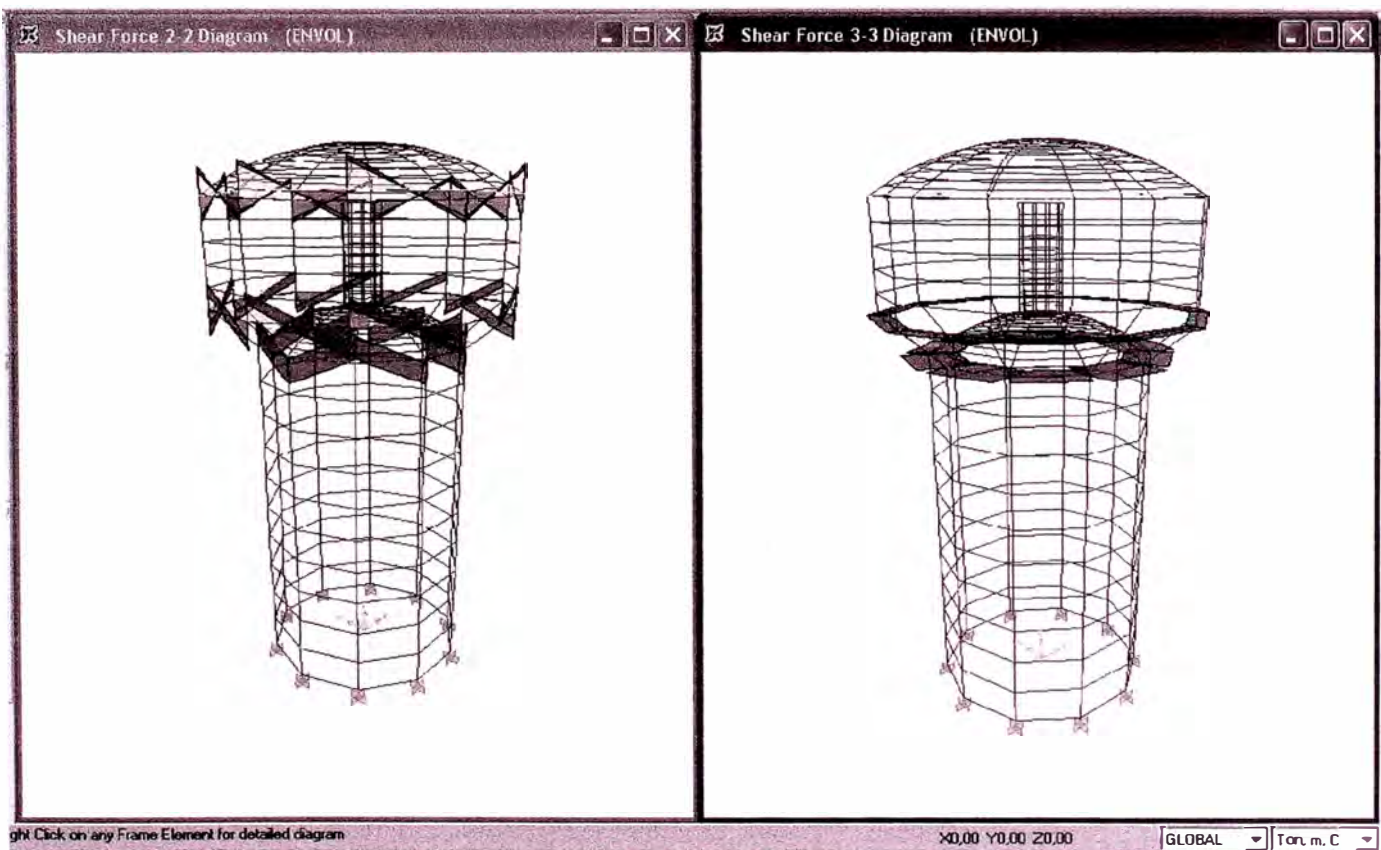
TABLE: Element Forces - Frames					
Elemento	Frame	OutputCase	StepType	M2	M3
	Text	Text	Text	Ton-m	Ton-m
Viga Circular de fondo	19	ENVOL	Max	0.11	-0.20
Anillo Inferior Circular	29	ENVOL	Max	0.22	0.27
Anillo Superior Circular	31	ENVOL	Max	0.00	-0.41
			Min	0.00	-0.50

**Diagrama de Fuerzas Axiales y torsional (Envolvente) - Elementos tipo Frames**

**Gráfico N° 11**

Fuerza Cortante V2 (Ton)

Fuerza Cortante V3 (Ton)





Cuadro resumen con los máximos resultados en cada zona de la estructura.

**Cuadro N° 22**

TABLE: Element Forces - Frames					
Elemento	Frame	OutputCase	StepType	V2	V3
	Text	Text	Text	Ton	Ton
Viga Circular	19	ENVOL	Max	-0.60	0.06
de fondo	19	ENVOL	Min	-1.00	-0.06
Anillo Inferior	29	ENVOL	Max	-0.10	0.16
Circular	29	ENVOL	Min	-1.02	-0.17
Anillo Superior	31	ENVOL	Max	-0.80	0.00
Circular	31	ENVOL	Min	-0.96	0.00

**j) Diseño de los Elementos Componentes.**

**Diseño del fuste**

- Esfuerzos permisibles.

$$f_{ce} \leq 0.375 f'_c$$

$$f_{ce} \leq 91.87 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{se} \leq 1266 \text{ kg/cm}^2 \text{ (para } F_Y=4200 \text{ kg/cm}^2\text{)}$$

**Cuadro N° 23**

TABLE: Section Cut Forces - Analysis								
SectionCut	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3	M1	M2
Text	Text	Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m
Fuste	ENVOL	Combination	Max	231.82	236.16	1103.87	4426.23	4466.22
Fuste	ENVOL	Combination	Min	-233.18	-228.84	918.53	-4524.50	-4484.51

$$f'_{ce} = \frac{W.A}{2.r.t((1-p).B - n.p.C)} \dots\dots\dots 1$$

$$f_{ce} = f'_{ce} \left( 1 + \frac{t}{2r.A} \right) \dots\dots\dots 2$$

$$f_{se} = n.f'_{ce}.D \dots\dots\dots 3$$

Donde:

W: Carga vertical

p: Cuantía vertical



t : espesor.

n: Es/Eac

e: Excentricidad

rm : radio medio del fuste.

A,B,C,D Constantes de gráficos

W = F3 = 1103.87ton

M = 4426.23 ton-m

e = 4426.23/1103.87 =4.0 m

rm = 4.15 m

e/rm = 0.96

$\beta = 0^\circ$

Con n = 8, e/rm = 0.96 y  $\beta = 0^\circ$  entramos a la Tabla b para obtener el valor de  $\alpha^\circ$  para las cuantías establecidas.

**Tabla b**

Steel Ratio, p	0,003	0,007	0,011	0,015	0,019	0,023	0,027	0,031
alfa	93 °	98°	102°	104°	106°	108°	109°	110°

Con los valores de alfa entramos a la Tabla c y determinamos los valores de A, B, C, y D

**Tabla c**

alfa	93°	98°	102°	104°	106°	108°	109°	110°
A	1,05	1,15	1,22	1,25	1,3	1,32	1,34	1,35
B	1,1	1,25	1,38	1,44	1,5	1,59	1,62	1,65
C	-0,15	-0,4	-0,6	-0,75	-0,85	-1	-1,05	-1,1
D	0,92	0,78	0,7	0,65	0,6	0,52	0,51	0,5

De las formulas 1, 2 y 3 obtenemos el siguiente cuadro, Cuadro N° 24

**Cuadro N° 24**

alfa	93°	98°	102°	104°	106°	108°	109°	110°
fce'	51,04	48,67	46,02	44,32	43,43	40,63	39,75	38,57
fce	52,54	49,98	47,19	45,41	44,46	41,58	40,66	39,46
fs	375,62	303,70	257,74	230,46	208,48	169,03	162,16	154,30

Conclusión: la sección cumple la condición de Esfuerzos permisibles.



## Refuerzos

### - Refuerzo Vertical y Horizontal

Debido al poco esfuerzo obtenido en la tabla superior usaremos una cuantía de 0.07 referida al valor de alfa igual a 98°.

$$A_c = 20 \cdot 100 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$A_{sv} = 0.007 \cdot 2000 = 14.0 \text{ cm}^2.$$

**Usar barras de 5/8" @ 0.20 en doble malla.**

$$A_{sh} = 0.0020 \cdot 2000 = 4 \text{ cm}^2.$$

**Usar barras de 1/2" @ 0.30 en doble malla.**

### Verificación por Tracción.

$$T = 42.06 \text{ ton (ver Cuadro N° 16)}$$

$$A_{sv} = 42.06 / 4.2 = 10.01 \text{ cm}^2, \text{ se necesitan 5 barras de 5/8"}$$

### ***Diseño de la viga circular de fondo (vc-1)***

Fuerza axial en la viga:

$$P_t = 10.87 \text{ ton (tracción)}$$

$$P_c = -12.34 \text{ ton (Compresión)}$$

### - Diseño por compresión.

Se asumirá una cuantía mínima de 0.01

$$P_c > P$$

$$\text{Donde } P = \phi * 0.80 * (0.85 * f'c * (A_g - A_s) + A_s * F_y) \dots\dots\dots l$$

Reemplazando en l se tiene:

$$P = 343 \text{ ton} \gg 12.34 \text{ ton.}$$



$$A_s \text{ min} = 0.01 * 30 * 50 = 15 \text{ cm}^2$$

**Usar 8 barras de 5/8"**

**- Diseño por Tracción**

$$P_t = 10.87 \text{ ton}$$

$$A_s = 10.87 / 4.2 = 2.58 \text{ cm}^2 \text{ se necesitan 2 barras de } 1/2"$$

Conclusión: el diseño por compresión gobierna el diseño, **se usarán 8 barras de 5/8"**

**Diseño de la cúpula de fondo.**

**- Armadura meridional F22 = -18.57 ton**

Diseño por compresión.

$$A_c = 20 * 100 = 2000 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.01 A_c = 0.01 * 20 * 100 = 20 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 19.8 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 5/8" @ 0.20 en doble malla.**

**Verificación:**

$$P = \phi * 0.80 * (0.85 * f'c * (A_c - A_s) + A_s * F_y)$$

$$P = 376 \text{ ton} \gg F22 = 18.57 \text{ (ver Cuadro N° 17)}$$

**- Armadura anular F11 = 14.65 ton**

$$A_s = 14.65 / 1.5 = 9.77 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 1/2" @ 0.25 en doble malla**

**Verificación por flexión.**

$$F_c < f_{ct}$$

$$F_c = M * y / I$$

$$I = 1/12 * 100 * 20^3 = 66666 \text{ cm}^3$$



$$M = M_{22} = 1.77 \text{ ton-m} = 28000 \text{ kg-cm (ver Cuadro N° 17)}$$

$$F_c = 28000 * 10 / 66666 = 52.5 \text{ kg/cm}^2$$

### **Diseño del fondo cónico**

**Armadura meridional F22 = -31.43 ton**

Diseño por compresión

$$A_c = 25 * 100 = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.01 A_c = 0.01 * 25 * 100 = 25 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 5/8" @ 0.15 en doble malla.**

Verificación:

$$A_s = 27.72 \text{ cm}^2$$

$$P = \phi * 0.80 * (0.85 * f'_c * (A_c - A_s) + A_s * F_y)$$

$$P = 452 \text{ ton} \gg F_{22} = 31.43 \text{ (ver Cuadro N° 16)}$$

**Armadura anular F11 = 38.35 ton**

$$A_s = 38.35 / 4.2 = 9.13 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 1/2" @ 0.20 en doble malla**

### **Diseño del anillo inferior circular. (vc-2)**

Fuerza axial en la viga:

$$P_t = 10.23 \text{ ton (ver Cuadro N° 20)}$$

Diseño por Tracción

$$P_t = 10.23 \text{ ton}$$

$$A_s = 10.23 / 1.5 = 6.82 \text{ cm}^2, \text{ se necesitan 6 barras de } 1/2"$$





Conclusión: Usar 6 barras de 1/2" y estribos de 3/8"@ 0.15m

### Diseño de la cuba

Dividiremos la pared de la cuba en 3 tramos.

Zona superior

Zona intermedia

Zona inferior

### Refuerzo Horizontal.

Diseño por tracción.

Ubicación	F11 (ton)	AS =F11/fs AS (cm2)	Usar
Inferior	40.42	26.947	Usar barras de 5/8 @ 0,15 en ambas mallas
Intermedio	35.56	23.707	Usar barras de 5/8 @ 0,15 en ambas mallas
Superior	7.27	4.847	Usar barras de 1/2 @ 0,30 en ambas mallas

### Refuerzo Vertical.

Diseño por flexión - compresión

Ubicación	F22 (ton)	M22 (ton-m)	As (cm2)	Usar refuerzo minimo
Inferior	-7.04	-1.13	3.5	barras de 1/2" @ 0,30 en ambas mallas
Intermedio	-4.95	-0.67	3	barras de 1/2" @ 0,30 en ambas mallas
Superior	-2.46	-0.14	2.3	barras de 1/2" @ 0,30 en ambas mallas

### Diseño del anillo circular superior (vc-3).

Fuerza axial en la viga:

Pt = 4.01 ton (ver Cuadro N° 20)

Diseño por Tracción

Pt = 4.01 ton (ver Cuadro N° 20)

As = 4.01 /1.5 = 2.7 cm2 se necesitan 2 barras de 1/2"

Pc = 2.69 ton (ver Cuadro N° 20)

Diseño por flexión

M33 =0.50 ton-m (ver Cuadro N° 21)



As min = 4.2 cm<sup>2</sup> por cara, usar 6 barras de 1/2"

Conclusión: el diseño por Flexión gobierna el diseño, **se usarán 6 barras de 1/2" y estribos de 3/8"@ 0.15m**

***Diseño de la cúpula cobertura.***

**Armadura meridional F22 = -2.54 ton**

Diseño por compresión.

$$A_c = 10 \times 100 = 1000 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.002 A_c = 0.01 \times 0 \times 100 = 2 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 3/8" @ 0.30 + 1/4" @ 0.30 m**

Verificación:

$$P = \phi * 0.80 * (0.85 * f'c * (A_c - A_s) + A_s * F_y)$$

$$P = 13.03 \text{ ton} \gg 2.54$$

**Armadura anular F11 = 2.41 ton**

$$A_s = 2.41 / 1.5 = 1.6 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 3/8" @ 0.30**

Verificación por flexión.

$$F_c < f_{ct}$$

$$F_c = M \cdot y / I$$

$$I = 1/12 \cdot 100 \cdot 10^3 = 8333 \text{ cm}^3$$

$$M = M_{22} = 0.07 \text{ ton-m} = 7000 \text{ kg-cm (ver Cuadro N° 17)}$$

$$F_c = 7000 \cdot 5 / 8333 = 4.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ (cumple)}$$

***Diseño de la cimentación.***

Cargas para los nudos más cargado en la base del reservorio, ver Cuadro N° 25:



**Cuadro N° 25**

<b>TABLE: Joint Reactions</b>						
<b>Joint</b>	<b>OutputCase</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>
Text	Text	Ton	Ton	Ton	Ton-m	Ton-m
283	ENVOL	14.24	35.75	281.76	4.20	3.86
234	ENVOL	7.98	35.78	281.81	4.20	2.25
283	SERVICIO	2.49	0.48	74.00	-0.05	0.64
234	SERVICIO	-2.52	0.48	74.27	-0.05	-0.65

**Predimensionamiento de la zapata corrida.**

Análisis para una zapata corrida de dimensiones BxL

P servicio = 74.27 ton ( L= 2.65).

Cc = Capacidad de carga del terreno = 8 ton/m<sup>2</sup>

AZ = Pservicio/Cc = 9.2 m<sup>2</sup>

Az = 2.65 x B = 9.20 m<sup>2</sup>

B = 3.5 m

Peralte de la zapata. (Hz)

**Análisis por punzonamiento.**

Para Hz = 0.80

Pu = 281.76

D = hz = 0.60

Wu = 281.76/(2.65\*3.5) = 30.30 ton/m<sup>2</sup>

Pu-Wu\*2\*2.65\*(.25+d) = 281.75- 30.30\*2\*(2.65\*(0.25+.80)) =113.13 ton

Vc = 1.06\*raiz ( 245)\*2\*2.65\*0.80 = 700 ton.

Hz = 0.80 Cumple.



## **Análisis por flexión**

### **Acero transversal**

$$L_v = 1.75 - .125 = 1.625 \text{ m.}$$

$$M = W \cdot L_v \cdot L_v / 4 = 20 \text{ ton-m}$$

$$A_s = 12.30 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 3/4" @ 0.20.**

### **Acero longitudinal**

$$A_s = 0.0018 \cdot 100 \cdot 80 = 14.4 \text{ cm}^2$$

**Usar barras de 3/4" @ 0.20**

Los planos de las estructuras se muestran en el Anexo IV.



## **CAPITULO V**

### **COSTOS Y PRESUPUESTOS**

#### **5.1 Generalidades**

Se realizará tres etapas, la primera etapa será una hoja de metrados o planilla de metrados, la segunda etapa será realizar un presupuesto resumen y la tercera etapa será realizar el análisis de precios unitarios.

Este capítulo se realizó haciendo uso del software S10 Costos y Presupuestos; básicamente se realiza el presupuesto de la parte estructural, conjuntamente con lo que son los trabajos preliminares, movimiento de tierras y todo lo que es concreto armado del reservorio en conjunto.

#### **5.2 Metrados**

Ver Anexo I.

#### **5.3 Presupuesto Resumen**

Se muestra el presupuesto en el Anexo II y el monto final es de S/. 349,066.29 Nuevos Soles.

#### **5.4 Análisis de Costos Unitarios**

Ver Anexo III.



## **CAPITULO VI**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **6.1 Limpieza manual del terreno**

Será por cuenta del contratista dejar limpio y preparado el terreno.

Toda obstrucción hasta 0.30 m. mínimo por encima del nivel de la rasante indicada en los planos, será eliminada fuera de la obra.

Se extraerá las raíces y tierra vegetal, se demolerá tapias, cercos, se romperá o acondicionará las veredas en la zona correspondiente a los accesos de vehículos. El Supervisor se reserva el derecho de aprobación.

#### **6.2 Trazo y replanteo preliminar**

El Constructor deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificarán las cotas del terreno, etc.

El constructor no podrá continuar con los trabajos correspondientes sin que previamente se aprueben los trazos. Esta aprobación debe anotarse en el cuaderno de obra. El trazo, alineamiento, distancias y otros datos, deberán ajustarse previa revisión de la nivelación de las calles y verificación de los cálculos correspondientes.

Cualquier modificación de los niveles por exigirlos, así circunstancias de carácter local, deberá recibir previamente la aprobación de la supervisión.



### 6.3 Excavación masiva a pulso

Estas excavaciones se harán de acuerdo con las dimensiones exactas formuladas en los planos correspondientes, se evitará en lo posible el uso del encofrado. En forma general los cimientos deben efectuarse sobre terreno firme (terreno natural). En caso de que para conformar la plataforma del NPT (Nivel de Piso Terminado), se tenga que rebajar el terreno, la profundidad de la fundación se medirá a partir del terreno natural.

En el caso que se tenga que rellenar el terreno natural para obtener la plataforma de NPT, la profundidad de la excavación para los cimientos se medirá tomando el nivel medio del terreno natural, siendo en este caso los sobrecimientos de altura variable. El fondo de la zanja y/o zapata debe quedar en terreno firme.

Cualquier sobre excavación mayor será rellenada, debiéndose rellenar el exceso con concreto pobre de una resistencia a la compresión de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  siendo el costo de este trabajo, cargo del Contratista. El fondo de la excavación deberá quedar limpio y parejo. Todo material procedente de la excavación que no sea adecuado, o que no se requiera para los rellenos será eliminado de la obra.

El Contratista deberá de efectuar pruebas de resistencia del terreno al finalizar la excavación de las zanjas y/o zapatas, dichas pruebas serán por su cuenta y controladas por el Ingeniero Inspector.

En caso que se encuentre el terreno con resistencia o carga de trabajo menor que la especificada en los planos, el Contratista notificará por escrito al Ingeniero Inspector para que tome las providencias que el caso requiera. Es necesario que se prevea para la ejecución de la obra de un conveniente sistema de regado a fin de evitar al máximo que se produzca polvo. Cuando se presentan terrenos sueltos y sea difícil mantener la verticalidad de las paredes de las zanjas, se ejecutará el tablestacado o entibado según sea el caso y a indicación del Ingeniero Inspector.



#### **6.4 Nivelación y apisonado final del terreno previo al piso**

Consiste en la nivelación y compactación del terreno natural luego de haber sido cortado o rellenado según corresponda, en los ambientes interiores. El terreno nivelado estará en condiciones de recibir la capa de afirmado.

#### **6.5 Acarreo de material excedente**

Todo material excavado, deberá acumularse de manera tal que no ofrezca peligro a la obra evitando el tráfico, en ningún caso se permitirá ocupar las veredas con material proveniente de la excavación u otro material de trabajo. Luego de haber acumulado se procede al retiro de material de las excavaciones que resulte excedente y del material inservible, incluyendo el que sea descubierto por escarificación. El material será depositado en lugares donde no cree dificultades a terceros con una distancia no menor de 30.00 m.

Donde sea necesario cruzar zanjas abiertas, el contratista colocará puentes apropiados para peatones o vehículos según sea el caso, los grifos contra incendios, válvulas, tapa de buzones, etc., deberán dejarse libre de obstrucción durante la obra.

#### **6.6 Construcción de elementos de concreto armado**

##### **a) Descripción**

Es importante conocer la forma, las dimensiones y el volumen del reservorio, los cuales se encuentran descritos en los planos respectivos. El reservorio consta de las siguientes partes: losa de fondo de concreto armado, muros de concreto armado, losa de cubierta de concreto armado.

##### **b) Excavación**

Se ejecutará la excavación llegando a terreno de fundación estable, de acuerdo a la resistencia del suelo. La excavación será bien nivelada y cualquier exceso se rellenará con concreto de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .





### **c) Encofrados**

Los encofrados serán prácticamente indeformables y estancos, y estarán constituidos por elementos metálicos, de madera o triplay y los plazos para los desencofrados serán los siguientes:

- Muros 3 días.
- Losa de cubierta 21 días.

Estos plazos podrán ser disminuidos, lográndose resistencias análogas, empleando aceleradores de fragua.

### **d) Losa de fondo**

Será de concreto armado cuyo espesor, dimensiones, diámetro y espaciamiento del acero de refuerzo, resulta del diseño respectivo indicado en los planos. Se colocará el acero de refuerzo en la losa de fondo, cuyo diámetro y espaciamiento resultan del diseño, asimismo se dejarán los anclajes de los muros, para luego vaciar la losa en una sola operación, la cara superior será rallada para facilitar la adherencia con el acabado del mortero. En esta base se efectuará el trazo y el armado de los muros correspondientes.

### **e) Muros**

Será de concreto armado, cuyo espesor y dimensiones, resulta del diseño respectivo indicado en los planos.

Luego del vaciado de la losa de fondo, se procede al habilitado y colocado de la armadura de acero, cuyos diámetros y espaciamientos serán de acuerdo al diseño respectivo. Después se encofrará la parte interna y externa de las paredes de los muros; estando preparadas las formas se procede al vaciado de los muros con concreto.

Teniendo en cuenta que en los cruces de tuberías se instalarán niples de mayor diámetro, debiéndose calafatear con estopa e impermeabilizar debidamente una vez instaladas las tuberías. Se tendrá cuidado con las juntas de construcción, debiéndose picar el concreto ya endurecido, a fin de dejar una superficie rugosa,



libre de la película superficial de concreto, quedando apta para recibir el nuevo vaciado de concreto. Las armaduras se empalmarán con traslapes de 60 veces el diámetro del fierro, con amarres espaciados, para permitir la envoltura de la unión por el concreto.

#### **f) Cubierta**

Será una losa maciza, cuyo espesor, dimensiones, diámetro y espaciamiento del acero de refuerzo, resulta del diseño respectivo indicado en los planos. El encofrado se iniciará después de vaciar los muros, ensamblando el castillo de madera y en forma paralela se habilitará y se colocará el acero de refuerzo.

El acabado exterior se hará con una capa de mortero de C:A 1:3, de 1" de espesor, colocada inmediatamente sobre el concreto fresco, acabando con cemento puro.

#### **g) Escalera interior**

Constituido por escalones de fierro galvanizado adosados al muro. Servirá para el ingreso al reservorio. En el vaciado de los muros se anclarán los peldaños de 3/4" de diámetro por cada 0,30 m.

#### **h) Materiales**

Se utilizará cemento fresco, sin terrones y en buenas condiciones de estacionamiento; la piedra será de los diámetros requeridos, según los espesores de concreto a vaciar; la arena a emplear será limpia.

Antes de vaciar el concreto, el ingeniero inspector deberá aprobar la colocación de la armadura de acuerdo a planos. Se evitará la segregación de los materiales en los vaciados de altura.

En caso de tener muros delgados y sea necesario usar un "CHUTE", el proceso del chuceado deberá evitar que el concreto golpee contra la cara opuesta del encofrado, esto podrá producir segregaciones.



Se evitará la acción directa de los rayos del sol durante las 48 horas después del vaciado, el “curado” del concreto con agua, se hará diariamente durante siete días seguidos.

### **i) Recubrimientos**

Se respetarán los siguientes recubrimientos en las siguientes estructuras:

- . Losa de fondo : 1,5 cm
- . Muros : 1,5 cm
- . Losa de cubierta : 1,5 cm

### **j) Prueba hidráulica**

Se llenará el reservorio lentamente con agua y se observará atentamente si hay fugas, debido a porosidad del concreto, juntas de construcciones y otros. La prueba a tanque lleno durará 24 horas. Si se producen filtraciones se harán los resanes necesarios y se repetirá la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

### **k) Impermeabilización**

Después de realizar la prueba hidráulica, si se obtiene resultados satisfactorios, se procede a realizar el enlucido impermeabilizante en la totalidad del área interior.

El preparado con impermeabilizante debe emplearse dentro de 3 ó 4 horas desde su preparación.

Se protegerá la impermeabilización de los efectos de desecación rápida por los rayos solares, para ello se utilizará algunos métodos, como por ejemplo, el “curado” con agua, el cual se hará durante cuatro días seguidos o el uso de compuestos especiales.

Se impermeabilizarán las superficies en contacto con el agua hasta los 10 cm por encima del nivel del rebose.



## I) Otros

En general, los morteros deberán ser bien elaborados con la menor relación agua/cemento que haga la mezcla trabajable, (se recomienda 0,5), lo que dará resistencia con la granulometría adecuada para evitar porosidades.

Las secciones vaciadas no deberán sufrir vibraciones durante tres días.

Debe tenerse cuidado con la retracción del concreto, para lo que se recomienda la desecación rápida haciendo un curado enérgico o el uso de compuestos especiales.



## CONCLUSIONES

- La participación del ingeniero estructural debe otorgar la seguridad a las construcciones de manera que soporten los esfuerzos a los que estarán sometidos así como también asegurar que la funcionalidad no se vea afectada a través de la vida útil para la que se diseñó y que se asegure un razonable comportamiento impermeable.
- Para el diseño se consideran las cargas que ocurren en un estado inicial de servicio; pero a la vez, se debe prever las situaciones de servicio que en algunos casos cambian las situaciones de trabajo.
- Es importante entender el comportamiento hidrodinámico del agua cuando está dentro de una estructura que las contiene. Para los reservorios apoyados lo importante radica en la evaluación de la altura del oleaje para evitar la sub presión sobre los techos o el derrame durante un sismo y para las estructuras elevadas lo fundamental es definir que parte del agua acompaña al movimiento del reservorio como si fuera un peso adicional de la estructura (masa fija) y que parte del agua tiene un movimiento libre (masa móvil) y como se puede integrar al análisis sísmico de la estructura.
- La cuantía mínima por contracción y temperatura está vinculada al concepto del refuerzo requerido para controlar la fisuración producida por las fuerzas que se originan por el efecto de contracción de fragua aunado al hecho que el terreno presenta una restricción al libre encogimiento del concreto, por tal motivo esta cuantía dependerá de cuan grande es el elemento sin juntas.
- En los reservorios elevados lo importante son las fuerzas horizontales para el diseño de la estructura de soporte, el fuste en este caso.



- Las temperaturas elevadas y el proceso constructivo inadecuado pueden producir agrietamientos. La magnitud de las grietas dependerá de las causas que las producen.
- El concreto es un material muy bueno en cuanto a su capacidad para resistir esfuerzos de compresión, pero en contraposición también tiene un problema que ocasiona fuertes dolores de cabeza a los ingenieros, ya que durante el proceso de endurecimiento se contrae.
- En el caso de elementos sometidos a tracción, como es el caso de las fuerzas que se producen en los anillos horizontales de reservorios circulares es conveniente controlar la cuantía de refuerzo máxima para evitar agrietamientos excesivos, esto se hace de manera indirecta controlando la sección mínima que ha de tener los muros de concreto.
- Es común en nuestro medio construir reservorios elevados de 2,000 y 3,000 metros cúbicos de capacidad que requieren elementos más competentes que la necesaria pero ineficiente viga que trabaja por flexión. El arco es más eficiente que la viga y la cuerda mejor aún por no sufrir pandeos, sin embargo, no son suficientes para constituir estructuras que soporten las cargas de los reservorios elevados, por lo que se tiene que recurrir a sistemas altamente eficientes, como es el caso de las estructuras laminares, denominadas por algunas personas como "cáscaras". El diseño de estas últimas se simplifica considerablemente cuando la estructura se descompone en la suma de dos efectos: en los esfuerzos de "membrana" donde las fuerzas son coplanares con la forma de la estructura y el diseño localizado de los esfuerzos de flexión. El conjunto constituye el diseño completo.



## RECOMENDACIONES

- Con el objeto de "lograr estructuras de concreto con un razonable grado de impermeabilidad y para garantizar que el acero de refuerzo no tenga recubrimientos pequeños, es necesario tener presente las siguientes dimensiones mínimas en los elementos de concreto:

Consideraciones estructurales

Espesores mínimos de muros

- Con  $h > 3$  m. o más, 30 cm
- Con  $h < 3$  m. 15 cm
- Con recubrimiento de 5 cm o más, 20 cm

- Las temperaturas elevadas y el proceso constructivo inadecuado pueden producir agrietamientos. La magnitud de las grietas dependerá de las causas que las producen.

Esfuerzos que causan agrietamiento

Tipo	Principales causas	Tiempo de aparición
Asentamiento plástico	Exceso de exudación	10 min – 3 horas
Contracción plástica	Secado rápido	30 min – 6 horas
Contracciones térmicas	Excesivo calor y gradiente de temperatura	1 día – 2 ó 3 semanas
Contracción de fragua	Juntas insuficientes	Varias semanas o meses

El uso de las fibras de polipropileno u otra matriz polímera contribuye a disminuir el espesor de grietas y fisuras.

- De acuerdo a las recomendaciones del Comité 350 del ACI, uno de los aspectos más importantes que debe cumplir la dosificación del concreto está relacionado a la máxima relación "agua/cemento ( a/c)", que es el mejor indicador para lograr concretos de buen desempeño. Una manera de lograr esa relación "a/c" de manera indirecta es utilizar concretos de resistencia elevada, no porque se requiera, sino más bien debido a que al



dosificar estos concretos se está garantizando que la relación "a/c" sea baja.

- Las soluciones a plantear deben estar basadas, además de su propia especialidad, en el conocimiento de los procesos constructivos, y el estar plenamente consciente de las condicionantes del proyecto, incluido la ubicación geográfica, clima, facilidades logísticas y todo aquello que ha de influir en la adopción de las formas, materiales, y técnicas constructivas.
- Ningún proyecto tendrá buenos resultados si no se desarrollan los detalles constructivos que tengan las siguientes recomendaciones:
  - Que estén acordes con los diseños efectuados.
  - Que contemplen su ejecutabilidad, en otras palabras el ingeniero proyectista deberá tener conocimiento de procesos constructivos.
  - Que reflejen el buen sentido común del proyectista, quién además de realizar sus diseños conforme el nivel de conocimientos e información de la época del proyecto, debe tener la suficiente "intuición" sobre la naturaleza de los esfuerzos y deformaciones que se han de presentar para tratar de mitigarlos con detalles apropiados.
- En las obras hidráulicas, cobra especial atención los siguientes aspectos:
  - La compactación del terreno de soporte. En algunos casos la parte crítica está en la compactación de las superficies inclinadas.
  - La impermeabilización en las juntas, ya sean requeridas en las juntas entre diversos elementos de concreto o pases de tuberías.
  - El drenaje que debe colocarse debajo de las losas de fondo cuando existe la probabilidad de subpresiones por presencia de agua de filtración o de napa freática elevada.



## BIBLIOGRAFÍA

- Agüero Pittman, Roger (2,003); “Agua Potable para poblaciones Rurales - Sistemas de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento”. Editorial S.E.R. (Servicios Educativos Rurales), Lima Perú.
- Arocha R, Simón (1980) Abastecimientos de Agua, Ediciones Vega, Venezuela.
- Herráiz Sarachaga, Miguel (1,997); “Conceptos Básicos de Sismología para Ingenieros”. CISMID – UNI.
- Leiva Ballenas, Walter (1,997); “Proyecto de Abastecimiento de Agua para la Ciudad de Imperial - Cañete”. Tesis profesional FIC-UNI.
- Nieto Melgarejo, Herminio (2,003); “Aplicación del modelo del tanque a nivel diario en la cuenca del Río Cañete”. Tesis profesional FIC-UNI.
- Salazar H. y Landa C. (1,993); “Geología de los Cuadrángulos de: Mala, Lunaguaná, Tupe, Conayca, Chincha y Castrovirreyña”. INGEMMET.
- Turpaud Angulo, Jean Edmundo (2,001); “Proyecto de abastecimiento de agua potable para el pueblo joven de Ventanilla Alta”. Tesis profesional FIC-UNI.
- Valverde Contreras, Carlos Alberto (2,001); “Proyecto de abastecimiento de agua potable La Perlita, San Juan y Bellavista”. Tesis profesional FIC-UNI.



# ANEXOS



# **ANEXO I**

## **(Metrados)**



## HOJA DE METRADOS

PROYECTO FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 08 ; ALMACENAMIENTO DE AGUA- RESERVORIO  
 TESISISTA BACH. JORGE CORDOVA VENEGAS / CODIGO : 19970419H  
 UBICACIÓN PAMPA CLARITA, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA  
 FECHA Abr-07

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	# VECES	DIMENSIÓN (m)			PARCIAL	TOTAL	UNID.
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
<b>01.00.00</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>							
<b>01.01.00</b>	<b>Excavaciones</b>							
	Excavación de zapatas							
	Z-1	1	23.23	3.50	1.20	97.57	<b>97.57</b>	m3
<b>01.02.00</b>	<b>Nivelacion interior</b>							
		1	51.53	1.00	1.00	51.53	<b>51.53</b>	m2
<b>01.03.00</b>	<b>Relleno con material propio</b>							
		1	23.23	3.25	0.55	41.52	<b>41.52</b>	m3
<b>01.04.00</b>	<b>afirmado e=0.1</b>							
		1	51.33	1.00	0.10	5.13	<b>5.13</b>	m3
<b>01.05.00</b>	<b>Eliminación de material excedente</b>							
	<b>Volumen excavado</b>			<i>Parcial</i>	<i>Factor</i>	<i>V. Suelto</i>		
				97.57	1.30	126.84		
	<b>Volumen rellenado</b>			41.52	1,3/0,85	63.51		
	<b>Volumen eliminado</b>					<b>63.33</b>	<b>63.33</b>	m3

## HOJA DE METRADOS

PROYECTO FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 08 : ALMACENAMIENTO DE AGUA- RESERVORIO

TESISTA BACH. JORGE CORDOVA VENEGAS / CODIGO : 19970419H

UBICACIÓN PAMPA CLARITA, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA

FECHA Abr-07

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	# VECES	DIMENSIÓN (m)			PARCIAL	TOTAL	UNID.
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
<b>02.00.00</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>							
<b>02.01.00</b>	<b>Solado para zapatas</b>	1	23.23	3.50		81.31		m2
						<b>81.31</b>		
<b>02.02.00</b>	<b>piso de concreto f'c=175 kg/cm2=0.10m</b>	1	51.53	1.00	0.15	7.73		m3
						<b>7.73</b>		



# **ANEXO II**

## **(Presupuesto Resumen)**

### Presupuesto

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS  
 Cliente S/N  
 Departamento LIMA Provincia CAÑETE

Tarieta 0001 Costo al 03/04/2007  
 Distrito PAMPA CLARITA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
1.00.00	<b>OBRAS Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.00.01	OFICINA PROVISIONAL DE LA OBRA	GLB	1.00	674.35	674.35		
1.00.02	MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	GLB	1.00	2,607.20	2,607.20		
1.00.03	TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO	M2	132.25	1.44	190.44		3,471.99
1.00.00	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
1.01.00	EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1.40 MT TERRENO NORMAL	M3	97.57	23.84	2,326.07		
1.02.00	NIVELACION INTERIOR COMPACTADO C/COMPACTADORA 4HP- MAT.PROPIO. C AGUA	M2	132.25	3.15	416.59		
1.03.00	RELLENO CON MATERIAL PROPIO AFIRMADO E=0.10 PARA PISOS	M3	41.52	10.86	450.91		
1.04.00	ELIMINACION DE MATERIALEXCEDENTES C/ VOLQ.	M2	51.53	10.17	524.06		
1.05.00		M3	63.33	16.25	1,029.11		4,746.74
2.00.00	<b>CONCRETO SIMPLE Y OTROS</b>						
2.01.00	SOLADO PARA ZAPATAS DE 3' MEZCLA CEMENTO-HORMIGON	1:12 M2	81.31	13.59	1,105.00		
2.02.00	CONCRETO EN PISO F'C= 175 KG/CM2	M3	7.73	253.43	1,959.01		3,064.01
3.00.00	<b>CONCRETO ARMADO</b>						
3.01.00	<b>ZAPATAS</b>						
3.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS F'C= 245 KG/CM2	M3	65.05	271.16	17,638.96		
3.01.02	ENCOFRADO DE ZAPATAS	M2	37.17	26.48	984.26		
3.01.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA ZAPATAS	KG	1,888.04	3.94	7,438.88	26,062.10	
3.02.00	<b>FUSTE</b>						
3.02.01	CONCRETO EN FUSTE F'C= 245 KG/CM2	M3	99.71	384.30	38,318.55		
3.02.02	ENCOFRADO DE FUSTE	M2	797.67	48.48	38,671.04		
3.02.03	ACERO ESTRUCTURAL PARA FUSTE	KG	9,026.74	3.75	33,850.28	110,839.87	
3.03.00	<b>VIGAS</b>						
3.03.01	CONCRETO EN VIGAS F'C=350 KG/CM2	M3	14.95	361.69	5,407.27		
3.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO NORMAL EN VIGAS	M2	111.56	48.84	5,448.59		
3.03.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS	KG	954.55	3.57	3,407.74	14,263.60	
3.04.00	<b>CUBA</b>						
3.04.01	CONCRETO EN CUBA F'C=285 KG/CM2	M3	25.51	451.60	11,520.32		
3.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOF DE CUBA	M2	255.09	52.80	13,468.75		
3.04.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CUBA	KG	2,889.62	3.75	10,836.08	35,825.15	
3.05.00	<b>CUPULA</b>						
3.05.01	CONCRETO EN CUPULA F'C=245 KG/CM2	M3	10.50	429.76	4,512.48		
3.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA LOSAS DE CUBA	M2	105.00	61.62	6,470.10		
3.05.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CUPULA	KG	743.47	3.47	2,579.84		
3.05.04	MALLA METALICA DE GALLINERO	M2	210.00	20.07	4,214.70	17,777.12	
3.06.00	<b>CUPULA BASE</b>						
3.06.01	CONCRETO EN CUPULA BASE F'C=245 KG/CM2	M3	12.12	429.76	5,208.69		
3.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA LOSA DE CUPULA BASE	M2	105.00	55.08	5,783.40		
3.06.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CUPULA BASE	KG	620.49	3.47	2,153.10	13,145.19	
3.07.00	<b>CHIMENEA</b>						
3.07.01	CONCRETO EN CHIMENEA F'C= 245 KG/CM2	M3	3.44	384.30	1,321.99		
3.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOF MURO DE CHIMENEA	M2	105.00	35.73	3,751.65		
3.07.03	ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MURO DE CHIMENEA	KG	105.87	3.75	397.01	5,470.65	223,383.68
	COSTO DIRECTO						234,666.42
	GASTOS GENERALES 15%						35,199.96
	UTILIDAD 10%						23,466.64
	<b>SUBTOTAL</b>						293,333.02
	IMPUESTO (IGV) 19%						55,733.27



**Presupuesto**

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Cliente S/N

Departamento LIMA

Provincia CAÑETE

Tarieta 0001 Costo al 03/04/2007

Distrito PAMPA CLARITA

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
	TOTAL PRESUPUESTO						===== 349,066.29

**SON : TRESCIENTOS CUARENTINUEVE MIL SESENTISEIS Y 29/100 NUEVOS SOLES**



# **ANEXO III**

## **(Análisis de Costos Unitarios)**

### Análisis de precios unitarios

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO  
 Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

Partida 0.00.01 OFICINA PROVISIONAL DE LA OBRA  
 Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 674.35

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170103	OFICIAL	HH	2.00	16.0000	9.50	152.00
170104	PEON	HH	2.00	16.0000	9.00	144.00
<b>Materiales</b>						
120008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		7.5000	3.50	26.25
110092	CEMENTO PORTLAND TIPO I (EN FCA.)S-PUB	BOL		1.5000	16.87	25.31
180004	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	M3		0.6000	20.50	12.30
130025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2		120.0000	2.62	314.40
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	296.00	0.09
						<b>0.09</b>

Partida 0.00.02 MOVILIZACION DE MAQUINARIAS-HERRAMIENTAS PARA LA OBRA  
 Rendimiento 1.000 GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 2,607.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170104	PEON	HH	5.00	40.0000	9.00	360.00
						<b>360.00</b>
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	360.00	7.20
180427	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	HM	2.00	16.0000	140.00	2,240.00
						<b>2,247.20</b>

Partida 0.00.03 TRAZO DE NIVELES Y REPLANTEO  
 Rendimiento 600.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 1.44

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170102	OPERARIO	HH	1.00	0.0133	10.50	0.14
170104	PEON	HH	1.00	0.0133	9.00	0.12
						<b>0.26</b>
<b>Materiales</b>						
105504	NIVEL	DIA		0.0130	35.00	0.46
105510	TEODOLITO	DIA		0.0130	50.00	0.65
190620	TIZA	BOL		0.0100	6.50	0.07
						<b>1.18</b>

Partida 01.01.00 EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1.40 MT TERRENO NORMAL  
 Rendimiento 3.490 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 23.84

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170101	CAPATAZ	HH	0.10	0.2292	11.00	2.52
170104	PEON	HH	1.00	2.2923	9.00	20.63
						<b>23.15</b>
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.15	0.69
						<b>0.69</b>

## Análisis de precios unitarios

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

Partida 01.02.00

NIVELACION INTERIOR COMPACTADO C/COMPACTADORA 4HP-  
MAT.PROPIO. C AGUA

Rendimiento 100.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2 3.15

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0080	11.00	0.09
170103	OFICIAL	HH	1.00	0.0800	9.50	0.76
170104	PEON	HH	2.00	0.1600	9.00	1.44
<b>Materiales</b>						
390500	AGUA	M3		0.0500	6.00	0.30
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.29	0.07
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0.40	0.0320	15.20	0.49
<b>0.56</b>						

Partida 01.03.00

RELLENO CON MATERIAL PROPIO

Rendimiento 151.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3 10.86

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.00	0.0530	10.50	0.56
170104	PEON	HH	18.87	0.9996	9.00	9.00
<b>Materiales</b>						
390500	AGUA	M3		0.0500	6.00	0.30
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	9.56	0.19
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	1.00	0.0530	15.20	0.81
<b>1.00</b>						

Partida 01.04.00

AFIRMADO E=0.10 PARA PISOS

Rendimiento 200.000 M2/DIA

Costo unitario directo por : M2 10.17

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	0.0800	10.50	0.84
170101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0040	11.00	0.04
170102	OPERARIO	HH	1.00	0.0400	10.50	0.42
170104	PEON	HH	8.00	0.3200	9.00	2.88
<b>Materiales</b>						
010001	ACEITE PARA MOTOR GRADO 30	GLN		0.0030	42.50	0.13
050100	AFIRMADO	M3		0.1300	22.50	2.93
340000	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.1500	10.50	1.58
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.18	0.13
490301	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	2.00	0.0800	15.20	1.22
<b>1.35</b>						

Partida 01.05.00

ELIMINACION DE MATERIALEXCEDENTES C/ VOLQ.

Rendimiento 480.000 M3/DIA

Costo unitario directo por : M3 16.25

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170103	OFICIAL	HH	1.00	0.0167	9.50	0.16
170123	CONTROLADOR OFICIAL	HH	0.50	0.0083	9.50	0.08
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.24	0.01
480427	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	HM	6.00	0.1000	140.00	14.00
490409	CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 YD3.	HM	1.00	0.0167	120.00	2.00
<b>16.01</b>						







## Análisis de precios unitarios

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVOIRIO ELEVADO

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

Partida 03.03.02

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS

Rendimiento 8.500 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 48.84

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0941	11.00	1.04
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.9412	10.50	9.88
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.9412	9.50	8.94
470104	PEON	HH	1.00	0.9412	9.00	8.47
<b>Materiales</b>						
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.2100	3.50	0.74
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.2400	3.50	0.84
306001	ANDAMIO	DIA		0.2500	2.50	0.63
450101	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	P2		6.7100	2.60	17.45
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	28.33	0.85
<b>0.85</b>						

Partida 03.03.03

ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA VIGAS

Rendimiento 350.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.57

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0023	11.00	0.03
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0229	10.50	0.24
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0229	9.50	0.22
<b>Materiales</b>						
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0600	3.50	0.21
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	2.50	2.68
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.49	0.01
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	1.00	0.0229	8.00	0.18
<b>0.19</b>						

Partida 03.04.01

CONCRETO EN CUBA F'C=285 KG/CM2

Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 451.60

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470101	CAPATAZ	HH	0.30	0.2400	11.00	2.64
470102	OPERARIO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	9.50	15.20
470104	PEON	HH	13.00	10.4000	9.00	93.60
<b>Materiales</b>						
010004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	GLN		0.0080	42.00	0.34
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8500	41.50	35.28
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	21.50	9.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		12.3000	15.60	191.88
340000	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.5400	10.50	5.67
390500	AGUA	M3		0.1840	6.00	1.10
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	161.84	4.86
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.8000	13.00	10.40
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.8000	24.00	19.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.8000	15.00	12.00
<b>46.46</b>						



**Análisis de precios unitarios**

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

Partida 03.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOF DE CUBA  
Rendimiento 10.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 52.80

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0800	11.00	0.88
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	10.50	8.40
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8000	9.50	7.60
470104	PEON	HH	3.00	2.4000	9.00	21.60
<b>Materiales</b>						
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.0800	3.50	0.28
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.2200	3.50	0.77
306001	ANDAMIO	DIA		0.5000	2.50	1.25
450101	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	P2		4.1800	2.60	10.87
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	38.48	1.15
						1.15

Partida 03.04.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CUBA  
Rendimiento 220.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.75

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	0.80	0.0291	10.50	0.31
470103	OFICIAL	HH	0.80	0.0291	9.50	0.28
<b>Materiales</b>						
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	2.50	2.68
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.59	0.01
489602	CIZALLA	HM	1.00	0.0364	8.00	0.29
						0.30

Partida 03.05.01 CONCRETO EN CUPULA F'C=245 KG/CM2  
Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 429.76

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470101	CAPATAZ	HH	0.30	0.2400	11.00	2.64
470102	OPERARIO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	9.50	15.20
470104	PEON	HH	13.00	10.4000	9.00	93.60
<b>Materiales</b>						
010004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	GLN		0.0080	42.00	0.34
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8500	41.50	35.28
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	21.50	9.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.9000	15.60	170.04
340000	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.5400	10.50	5.67
390500	AGUA	M3		0.1840	6.00	1.10
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	161.84	4.86
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.8000	13.00	10.40
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.8000	24.00	19.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.8000	15.00	12.00
						46.46

## Análisis de precios unitarios

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO

Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

Partida 03.05.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSAS DE CUBA  
Rendimiento 9.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 61.62

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
170101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0889	11.00	0.98
170102	OPERARIO	HH	1.00	0.8889	10.50	9.33
170103	OFICIAL	HH	1.00	0.8889	9.50	8.44
170104	PEON	HH	3.00	2.6667	9.00	24.00
<b>Materiales</b>						
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.1000	3.50	0.35
020207	CLAVOS Fo No C/C 3/4"	KG		0.1400	3.50	0.49
0306001	ANDAMIO	DIA		0.6500	2.50	1.63
030025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2		5.9300	2.62	15.54
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	42.75	0.86
<b>0.86</b>						

Partida 03.05.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA CUPULA  
Rendimiento 210.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.47

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	0.80	0.0305	10.50	0.32
470103	OFICIAL	HH	0.80	0.0305	9.50	0.29
<b>Materiales</b>						
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18
030100	FIERRO CONSTRUCCION EN FBCA-COSTA PROMED	KG		1.0500	2.50	2.63
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.61	0.01
370300	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 1"	UND	1.00	0.0048	8.00	0.04
<b>0.05</b>						

Partida 03.05.04 MALLA METALICA DE GALLINERO  
Rendimiento 8.000 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 20.07

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470103	OFICIAL	HH	1.00	1.0000	9.50	9.50
470104	PEON	HH	0.50	0.5000	9.00	4.50
<b>Materiales</b>						
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18
0460023	MALLA METALICA	M2		1.0500	5.00	5.25
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	14.00	0.14
370300	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 1"	UND	0.50	0.0625	8.00	0.50
<b>0.64</b>						

Partida 03.06.01 CONCRETO EN CUPULA BASE F'C=245 KG/CM2  
Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 429.76

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470101	CAPATAZ	HH	0.30	0.2400	11.00	2.64
470102	OPERARIO	HH	3.00	2.4000	10.50	25.20
470103	OFICIAL	HH	2.00	1.6000	9.50	15.20
470104	PEON	HH	13.00	10.4000	9.00	93.60
<b>Materiales</b>						
010004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	GLN		0.0080	42.00	0.34
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8500	41.50	35.28
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	21.50	9.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.9000	15.60	170.04
340000	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.5400	10.50	5.67
390500	AGUA	M3		0.1840	6.00	1.10

## Análisis de precios unitarios

Obra 0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO  
Fórmula 01 ESTRUCTURAS

Fecha 03/04/2007

						221.46
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	161.84	4.86
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.8000	13.00	10.40
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.8000	24.00	19.20
491824	WINCHE DE DOS BALDES (350KG)M.E. 3.6HP	HM	1.00	0.8000	15.00	12.00
						<b>46.46</b>

Partida 03.06.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA DE CUPULA BASE  
Rendimiento 9.600 M2/DIA Costo unitario directo por : M2 55.08

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0833	11.00	0.92
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8333	10.50	8.75
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8333	9.50	7.92
470104	PEON	HH	2.50	2.0833	9.00	18.75
						<b>36.34</b>
<b>Materiales</b>						
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.1000	3.50	0.35
020207	CLAVOS Fo No C/C 3/4"	KG		0.1400	3.50	0.49
306001	ANDAMIO	DIA		0.6500	2.50	1.63
430025	MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2		5.9300	2.62	15.54
						<b>18.01</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	36.34	0.73
						<b>0.73</b>

Partida 03.06.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA LOSA DE CUPULA BASE  
Rendimiento 210.000 KG/DIA Costo unitario directo por : KG 3.47

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	0.80	0.0305	10.50	0.32
470103	OFICIAL	HH	0.80	0.0305	9.50	0.29
						<b>0.61</b>
<b>Materiales</b>						
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18
030100	FIERRO CONSTRUCCION EN FBCA-COSTA PROMED	KG		1.0500	2.50	2.63
						<b>2.81</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.61	0.01
370300	CIZALLA P/FIERRO CONST. HASTA 1"	UND	1.00	0.0048	8.00	0.04
						<b>0.05</b>

Partida 03.07.01 CONCRETO EN CHIMENEA F'C= 245 KG/CM2  
Rendimiento 10.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 384.30

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	2.00	1.6000	10.50	16.80
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.1600	11.00	1.76
470102	OPERARIO	HH	2.00	1.6000	10.50	16.80
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.8000	9.50	7.60
470104	PEON	HH	12.00	9.6000	9.00	86.40
						<b>129.36</b>
<b>Materiales</b>						
010004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	GLN		0.0080	42.00	0.34
050003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.8500	41.50	35.28
050104	ARENA GRUESA	M3		0.4200	21.50	9.03
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.9000	15.60	170.04
340000	GASOLINA 84 OCTANOS	GLN		0.5400	10.50	5.67
390500	AGUA	M3		0.1840	6.00	1.10
						<b>221.46</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	129.36	3.88
490704	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	0.8000	13.00	10.40
491007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	HM	1.00	0.8000	24.00	19.20
						<b>33.48</b>

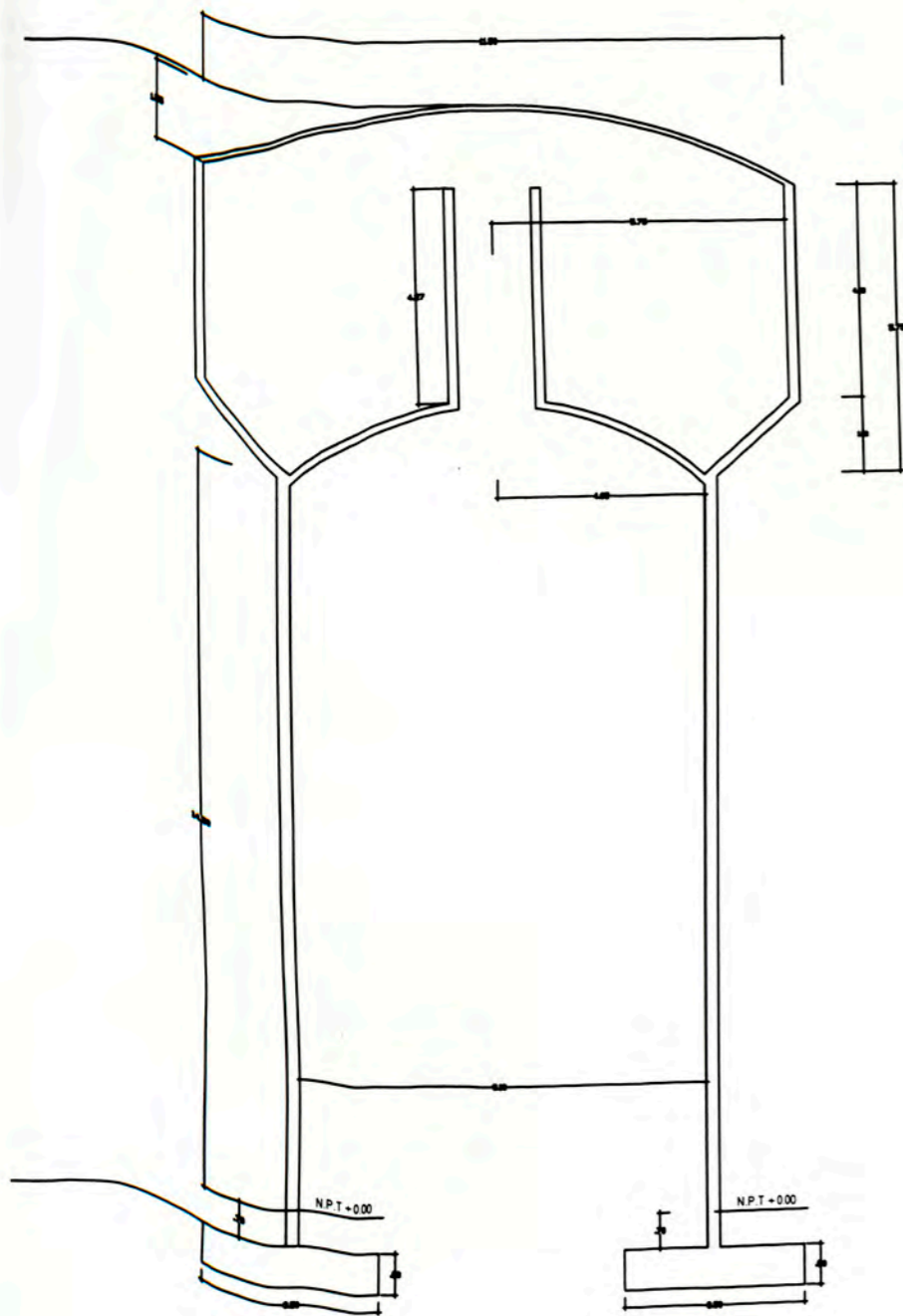
## Análisis de precios unitarios

Obra	0301003 PRESUPUESTO RESERVORIO ELEVADO							
Fórmula	01 ESTRUCTURAS					Fecha	03/04/2007	
Partida	03.07.02 ENCOFRADO Y DESENCOF MURO DE CHIMENEA							
Rendimiento	11.000 M2/DIA					Costo unitario directo por : M2		35.73
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470101	CAPATAZ	HH	0.10	0.0727	11.00	0.80		
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.7273	10.50	7.64		
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.7273	9.50	6.91		
470104	PEON	HH	1.00	0.7273	9.00	6.55		
<b>21.90</b>								
<b>Materiales</b>								
020008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	KG		0.0800	3.50	0.28		
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.2200	3.50	0.77		
306001	ANDAMIO	DIA		0.5000	2.50	1.25		
450101	MADERA TORNILLO INC.COORTE P/ENCOFRADO	P2		4.1800	2.60	10.87		
<b>13.17</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.90	0.66		
<b>0.66</b>								
Partida	03.07.03 ACERO ESTRUCTURAL TRABAJADO PARA MURO DE CHIMENEA							
Rendimiento	220.000 KG/DIA					Costo unitario directo por : KG		3.75
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470102	OPERARIO	HH	0.80	0.0291	10.50	0.31		
470103	OFICIAL	HH	0.80	0.0291	9.50	0.28		
<b>0.59</b>								
<b>Materiales</b>								
020007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	KG		0.0500	3.50	0.18		
029702	ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	KG		1.0700	2.50	2.68		
<b>2.86</b>								
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	0.59	0.01		
489602	CIZALLA	HM	1.00	0.0364	8.00	0.29		
<b>0.30</b>								

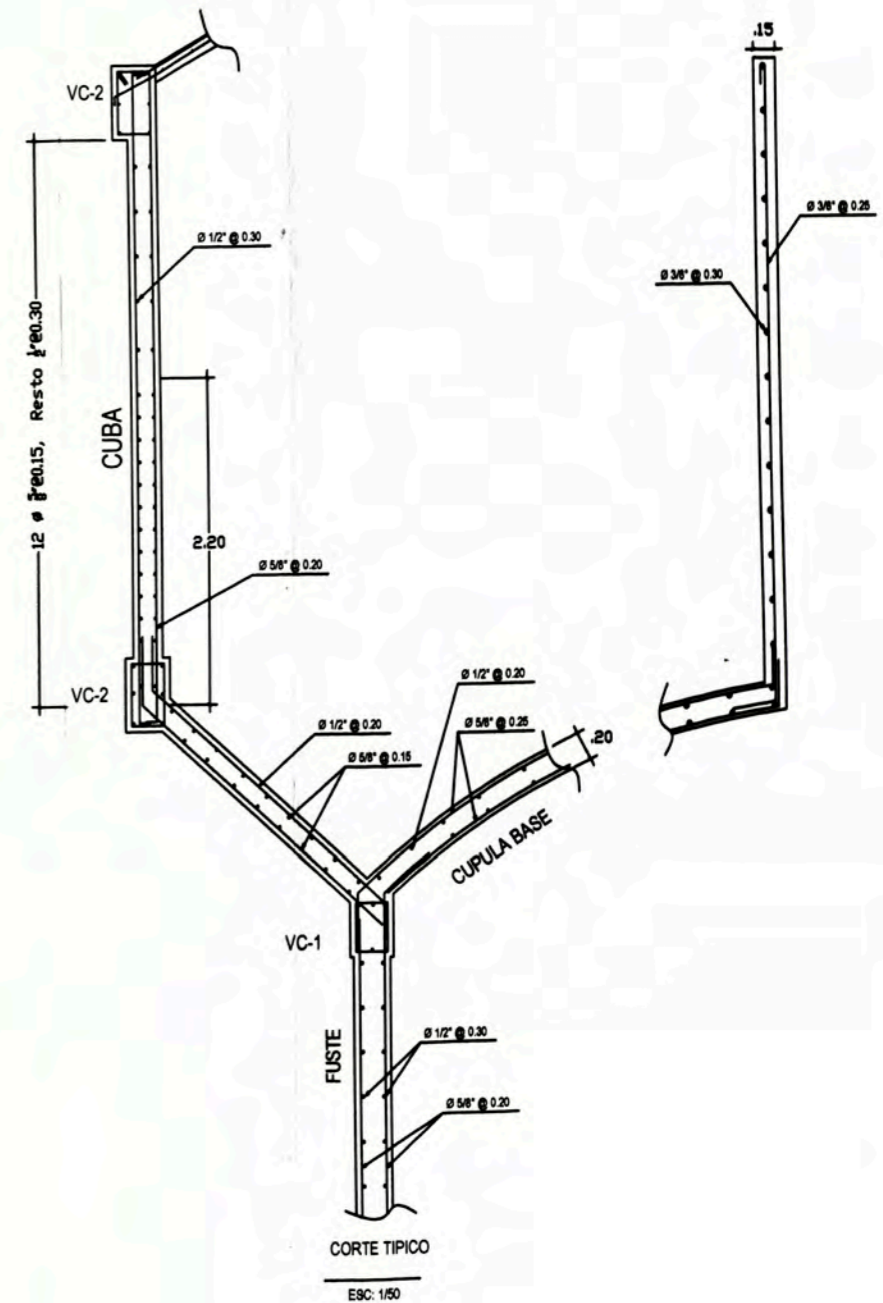
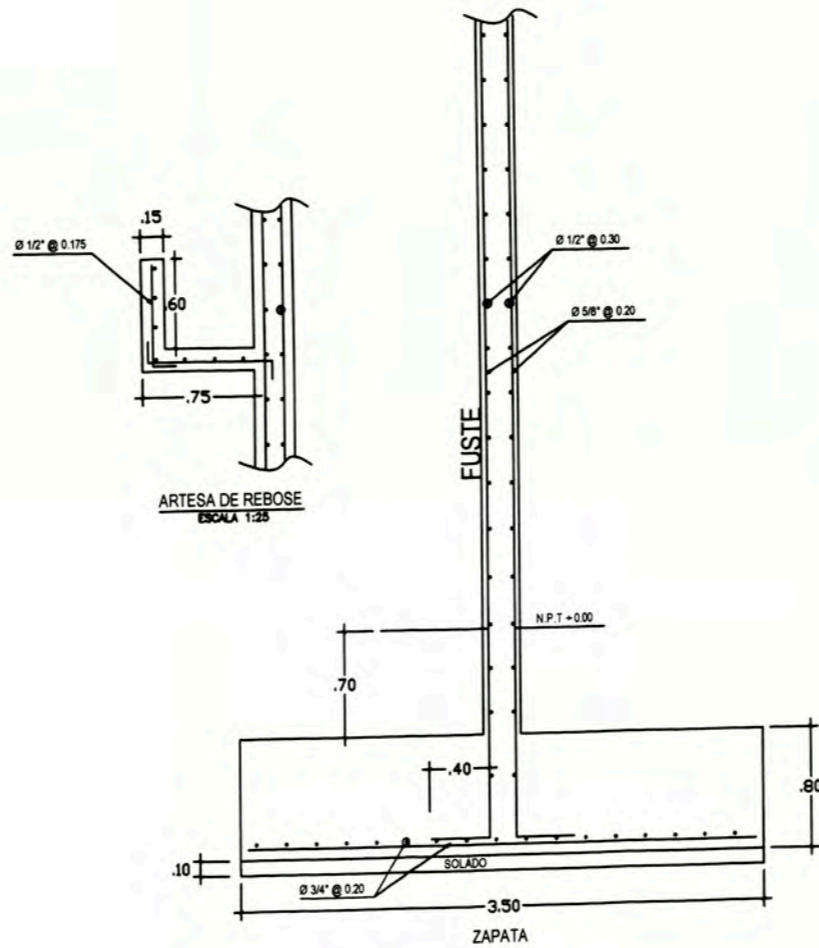



# **ANEXO IV**

## **(Planos)**

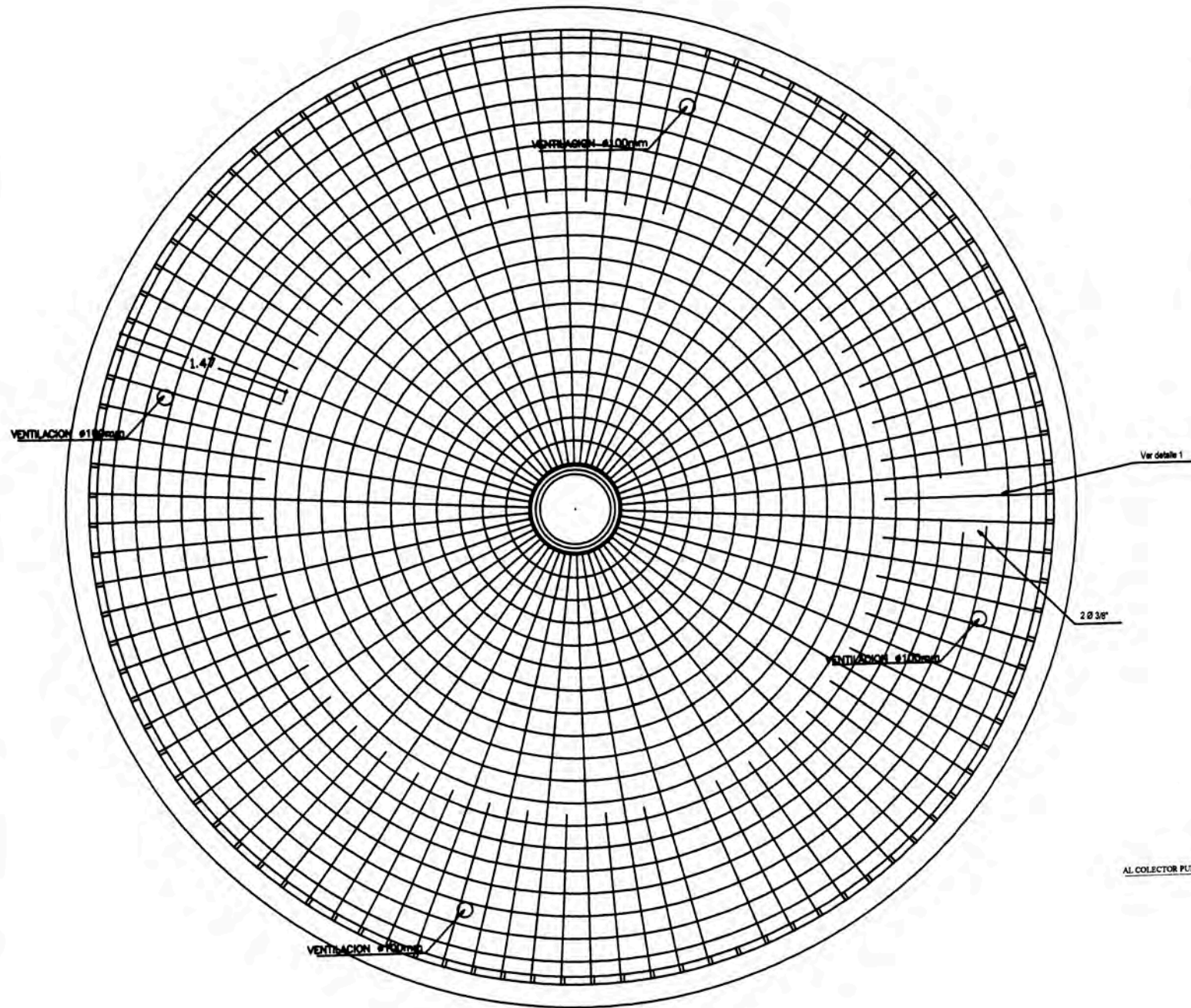


ELEVACION  
Escala 1/75



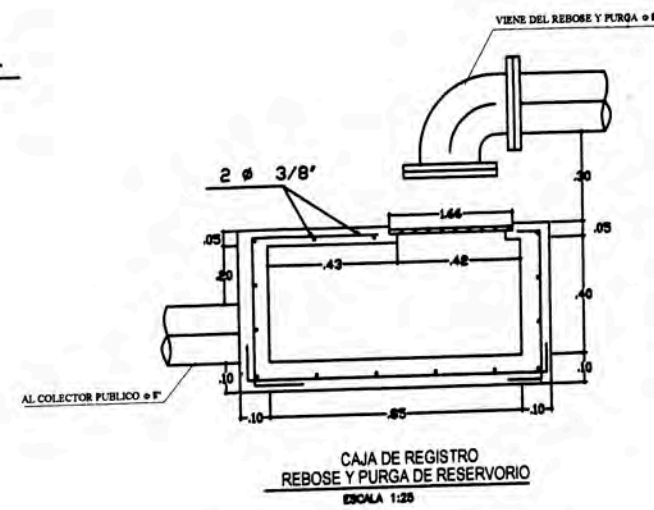
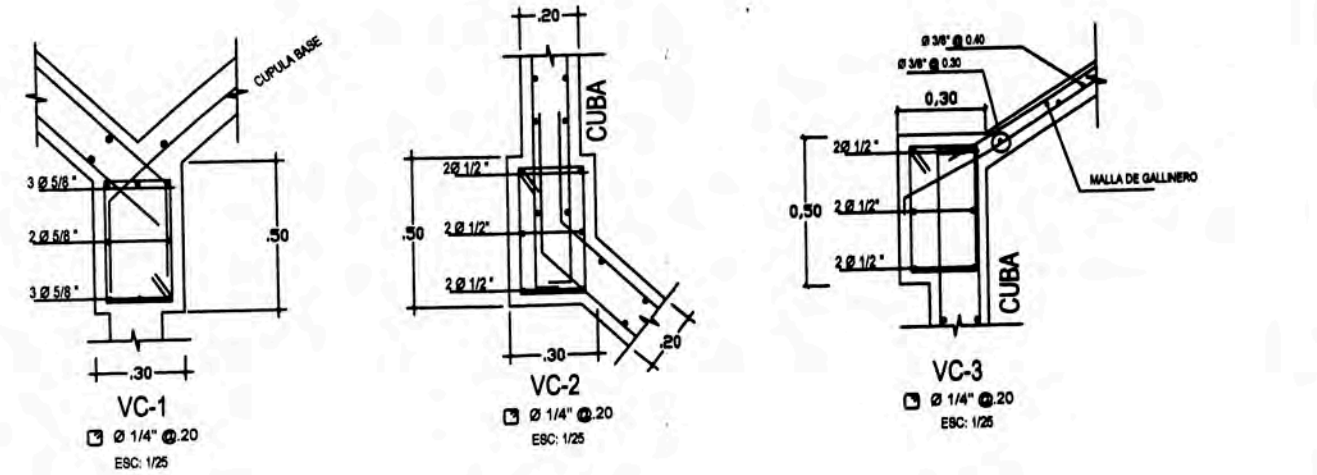
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>		FECHA : Marzo/2007
<b>TEMA : FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO</b> <b>UNIPAMPA - ZONA 08 : ALMACENAMIENTO DE AGUA- RESERVORIO</b>		E-01
<b>TESISTA : BACH. JORGE CORDOVA VENEGAS / CODIGO : 19970419H</b>		
<b>PLANO : ESTRUCTURAS</b>	<b>ESCALA : INDICADA</b>	
<b>UBICACIÓN : PAMPA CLARITA, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA</b>		

DETALLE DE VIGAS CIRCULARES



(planta)

ESC: 1/75




CAJA DE REGISTRO  
REBOSE Y PURGA DE RESERVORIO  
ESCALA 1:25

ARMADURA DE LA CUPULA-COBERTURA  
(sección)  
ESC: 1/25



ABERTURA DE COBERTURA

ESC: 1/25

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>		FECHA : Marzo/2007
<b>TEMA : FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE SANEAMIENTO UNIPAMPA - ZONA 08 : ALMACENAMIENTO DE AGUA- RESERVORIO</b>		
<b>TESISTA : BACH. JORGE CORDOVA VENEGAS / CODIGO : 19970419H</b>		<b>E-02</b>
<b>PLANO : ESTRUCTURAS</b>	<b>ESCALA : INDICADA</b>	
<b>UBICACIÓN : PAMPA CLARITA, PROVINCIA DE CAÑETE, DEPARTAMENTO DE LIMA</b>		