

CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE FERROCEMENTO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA

GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y NORMALIZACIÓN



Mayo 2006

CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE FERROCEMENTO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA

GERENCIA DE INVESTIGACIÓN Y NORMALIZACIÓN

Mayo 2006

Indice:

INDICE.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
1.- ASPECTOS PRELIMINARES.....	6
1.1.- ANTECEDENTES.....	6
1.2.- ALCANCE DE LA CARTILLA.....	6
1.3.- DEFINICIÓN DEL FERROCEMENTO.....	7
2.- EL TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	8
2.1.- ASPECTOS GENERALES.....	8
2.2.- CALIDAD DEL AGUA.....	8
2.3.- INSTALACIONES (MANTENIMIENTO).....	8
2.4.- VOLUMEN DE AGUA.....	8
3.- CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE FERROCEMENTO.....	10
3.1.- PLANOS.....	10
3.2.- SELECCIÓN DEL TERRENO PARA UBICACIÓN DEL TANQUE.....	10
3.3.- PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	10
3.4.- CIMENTACIÓN - FALSO PISO.....	10
3.5.- ARMADURA DE ACERO EN PISO Y PAREDES.....	13
3.5.1.- ACERO EN "U".....	13
3.5.2.- ACERO TRANSVERSAL EN PISO.....	14
3.5.3.- ZUNCHO O ARO.....	14
3.5.4.- VARILLAS VERTICALES INTERMEDIAS.....	16
3.5.5.- COLOCACIÓN DEL ALAMBRE HORIZONTAL.....	17
3.5.6.- COLOCACIÓN DE LA MALLA DE GALLINERO.....	17
3.6.- COLOCACIÓN DE CONCRETO EN LA BASE DEL TANQUE.....	19
3.7.- COLOCACIÓN DEL MORTERO EN LAS PAREDES DEL TANQUE.....	19
3.8.- CURADO.....	21
3.9.- TAPA DEL TANQUE.....	21
3.10.- SISTEMA DE RECEPCIÓN Y SERVICIO DE AGUA.....	22
3.11.- IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE.....	22
3.12.- PRUEBA DE LLENADO DEL TANQUE.....	22
4.- PROYECTO PILOTO: CONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DEL TANQUE DE FERROCEMENTO EN EL DISTRITO DE COMAS.....	23
ARCHIVO FOTOGRÁFICO.....	33

Como una contribución para complementar sistemas de abastecimiento y distribución de agua para consumo humano, el **SENCICO** pone a disposición de la comunidad en general la presente cartilla de recomendaciones para **LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CON EL SISTEMA DEL FERROCEMENTO**, cómo una alternativa económica, y factible de ser aplicada en cualquier región de nuestro país, con participación intensiva de mano de obra no calificada.

1.1. ANTECEDENTES

El ferrocemento aplicado en tanques para almacenamiento de agua es una práctica muy común en diversos países. En el Perú se tiene referencias de algunas experiencias en la construcción de pequeños reservorios, en zonas rurales (Fot. Der). El año 2005 el SENCICO, a través de su Gerencia de Investigación y Normalización construyó un tanque experimental de ferrocemento en el AAHH Nueva Unión, IV Zona de Collique, distrito de Comas, Lima, experiencia que permitió verificar las múltiples ventajas de la tecnología del ferrocemento, entre ellas:



- Facilidad de los procesos constructivos.
- Adaptación a diversas formas de los elementos.
- Menores volúmenes de material, en comparación con la tecnología convencional, que repercute en menores costos.
- Posibilita la participación activa de mano de obra no calificada, bajo la dirección de un técnico especializado.
- Disminución del tiempo de construcción de las obras.

El tanque de ferrocemento constituye una alternativa viable que es conveniente difundir, ante la gran necesidad de complementar y mejorar los servicios básicos de almacenamiento y distribución del agua potable en gran parte de las comunidades en nuestro país.

1.2. ALCANCE DE LA CARTILLA

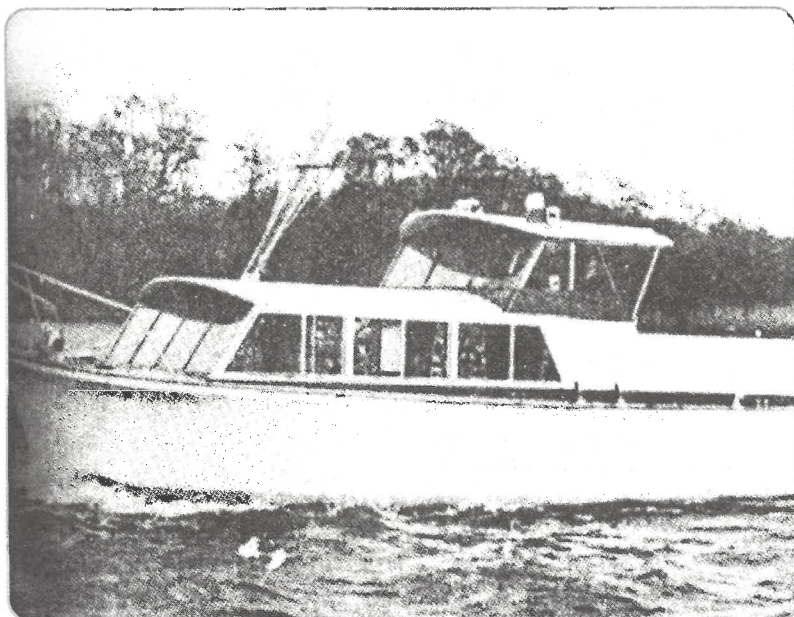
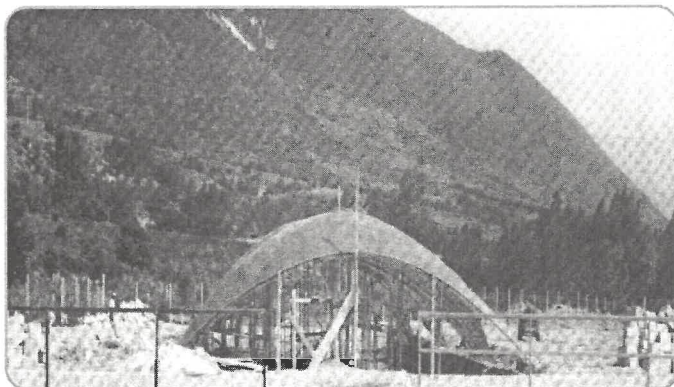
La cartilla contiene recomendaciones para construir tanques de ferrocemento de hasta 25m³ de capacidad.

La cantidad de refuerzo y el espesor de la pared del tanque han sido determinados teniendo en cuenta las presiones que debe soportar la estructura en función de su altura y diámetro.

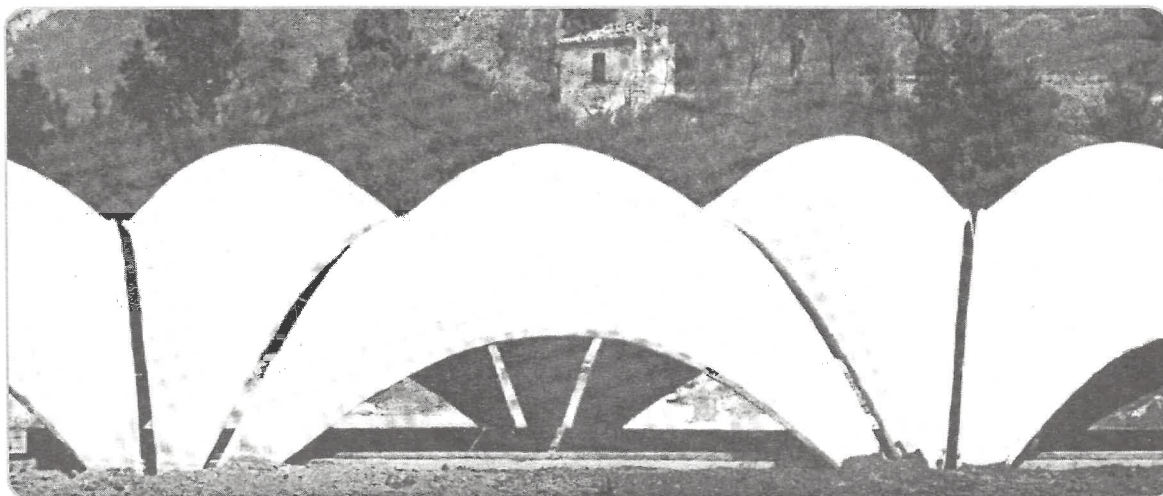
Es importante consultar con un profesional entendido en el tema, antes de construir el tanque; asimismo es necesario contar con adecuada asesoría para la construcción.

1.3. DEFINICIÓN DEL FERROCEMENTO

El ferrocemento es un mortero cemento – arena, reforzado con malla de alambre o de acero (armadura difusa) y varillas de acero de diámetro reducido (armadura discreta); dependiendo de la forma de los elementos en los que se aplique, puede alcanzar gran capacidad de resistencia axial, resistencia a la compresión, alta flexibilidad y alta resistencia al impacto.



Es de gran versatilidad, se utiliza en la elaboración de una serie de distintos tipos de elementos delgados, que van desde los más sencillos, como paneles de cerramiento, tanques de almacenamiento, hasta los más caprichosos, como bóvedas, cúpulas, paraboloides hiperbólicas, etc.



2.1. ASPECTOS GENERALES

Los tanques de agua tienen la función de suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Con este fin, deberán estar ubicados a mayor altura de los puntos de agua de la zona a servir.

El mejor terreno para colocación de un tanque de almacenamiento de agua es un suelo firme, resistente, de roca o grava; si se trata de suelos flexibles o de baja capacidad portante, se deberán tomar las precauciones pertinentes para mejorar la calidad del suelo de cimentación.

Los tanques no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.

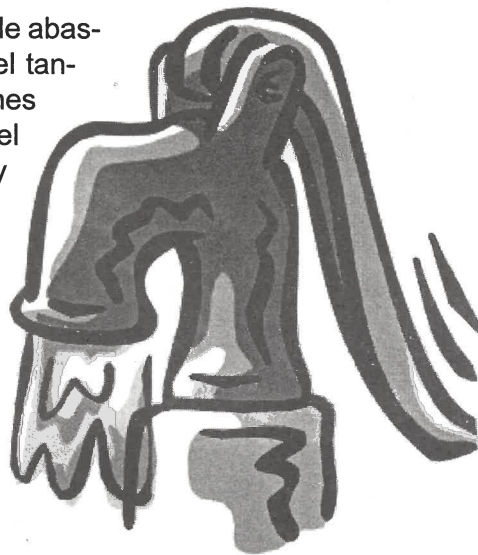
2.2. CALIDAD DEL AGUA

En todos los elementos que forman parte de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, entre ellos el tanque de almacenamiento, se deberá prever las condiciones mínimas que garanticen la conservación de la calidad del agua, con las condiciones físico – químicas y microbiológicas adecuadas, sin implicancias para la salud.

2.3. INSTALACIONES (MANTENIMIENTO)

En todo tanque de agua deberá preverse la instalación de una tubería de entrada, salida, rebose y desagüe.

Se deberá colocar válvulas de interrupción en las tuberías de entrada, salida y desagüe, de forma tal de facilitar la operación y mantenimiento.



2.4. VOLUMEN DE AGUA – DIMENSIONES DEL TANQUE

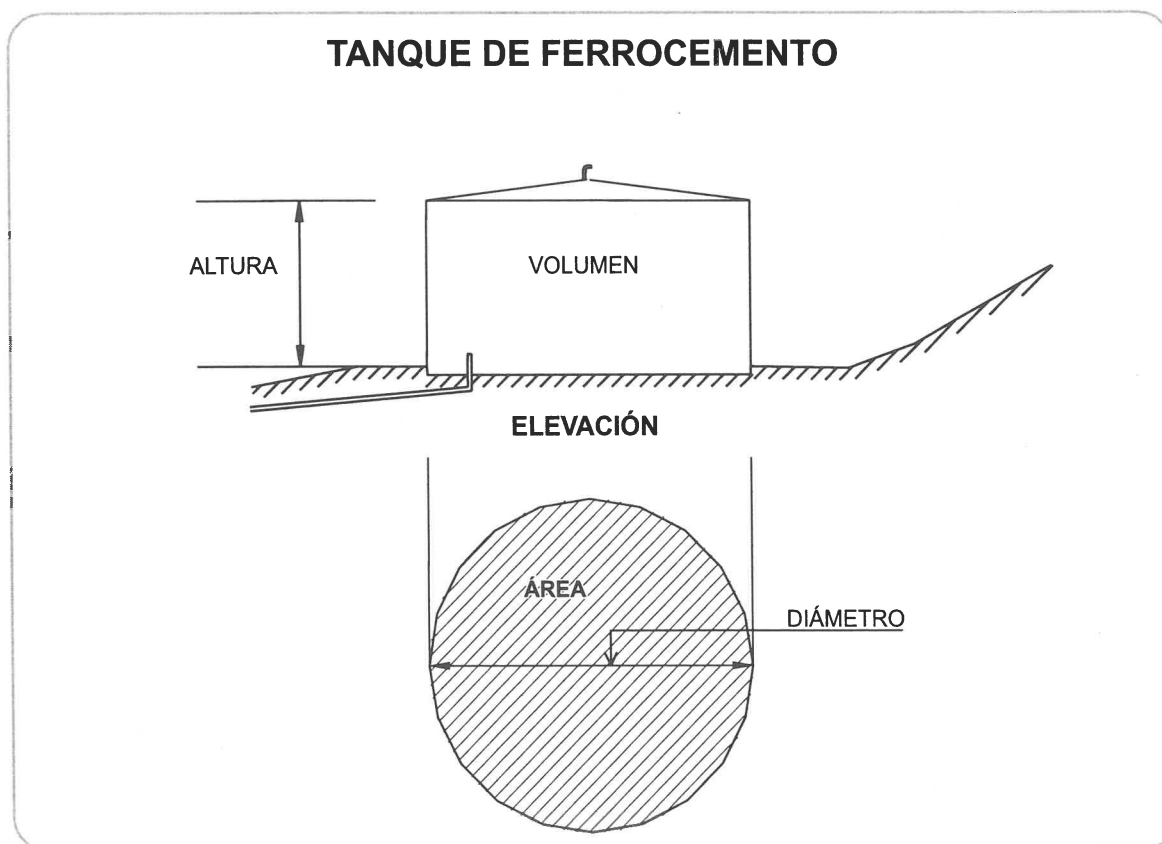
El volumen de almacenamiento de agua deberá determinarse teniendo en cuenta la población a servir y el horario de suministro.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores a través de camiones cisterna y distribución por piletas públicas, se considera una dotación entre 30 y 50 litros /habitante / día (NTE S.100), lo que equivale a un promedio de 200 litros/vivienda/día.

Para esta dotación, se presenta a continuación una tabla de opciones de dimensionamiento de tanques de agua, teniendo en cuenta el número de viviendas a servir:

TABLA 1: OPCIONES PARA DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Diámetro m	Área m ²	Perímetro m	Volumen m ³	Nº de Viviendas
1	0.80	3.14	1.60	8
2	3.14	6.28	6.28	31
3	7.10	9.42	14.20	71
4	12.60	12.60	25.20	146
5	19.60	15.70	59.20	196
6	28.30	18.80	56.60	283
7	38.50	22.00	77.00	385
8	50.20	25.10	100.40	502
9	63.60	28.30	127.20	636
10	78.50	31.40	157.00	785
11	95.00	34.50	190.00	950
12	113.00	37.70	226.00	1130



3.1. PLANOS

Se deberán elaborar los esquemas o planos en los que se indique las dimensiones y otras especificaciones técnicas para la construcción de un tanque de ferrocemento específico, teniendo en cuenta la cantidad de familias a las que se brindará el servicio de agua, así como las condiciones del terreno sobre el cual estará apoyado el tanque.

3.2. SELECCIÓN DEL TERRENO PARA UBICACIÓN DEL TANQUE

El terreno se seleccionará teniendo en cuenta las condiciones y tipo de suministro que se dispondrá en la zona, en caso de que éste sea a través de camiones cisterna, se deberá prever las vías de acceso vehicular hasta el tanque y las facilidades para el llenado del mismo.

Por otro lado, se tendrá en cuenta que el tanque deberá estar ubicado a una altura suficiente que garantice el servicio de agua en todos los puntos de la red de distribución.

El terreno deberá estar ubicado en una zona segura y tendrá la suficiente estabilidad y firmeza para soportar el peso del tanque.

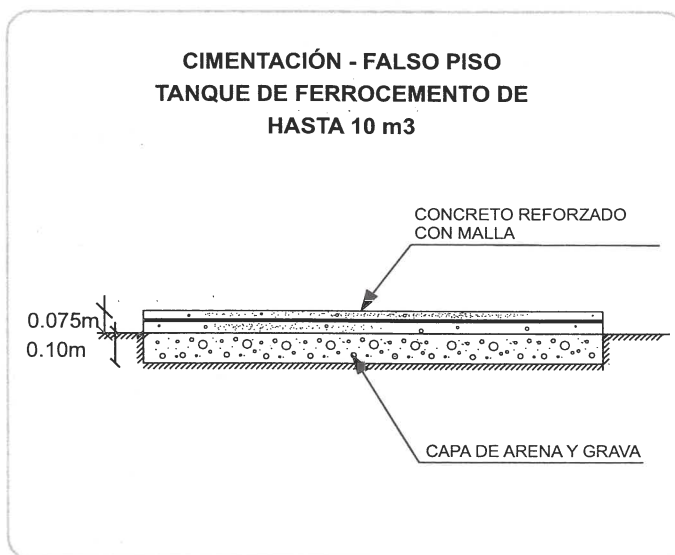
3.3. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El terreno para la construcción del tanque deberá estar nivelado, libre de vegetación, suelo suelto, rocas u otros que podrían perforar la base del tanque.

3.4. CIMENTACIÓN - FALSO PISO

Antes de la colocación del falso piso del tanque se deberá prever la colocación de las tuberías destinadas al ingreso y salida del agua. Las zanjitas que albergan estas tuberías deberán cubrirse con una capa de arena compactada.

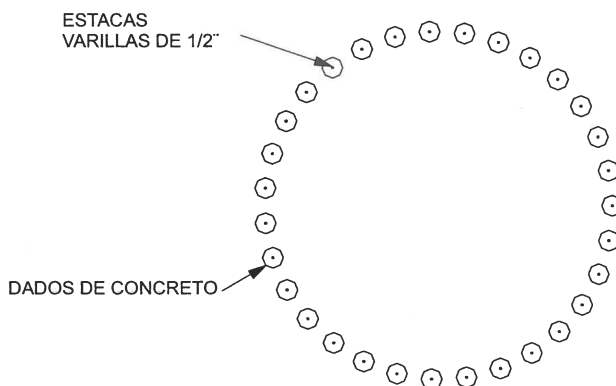
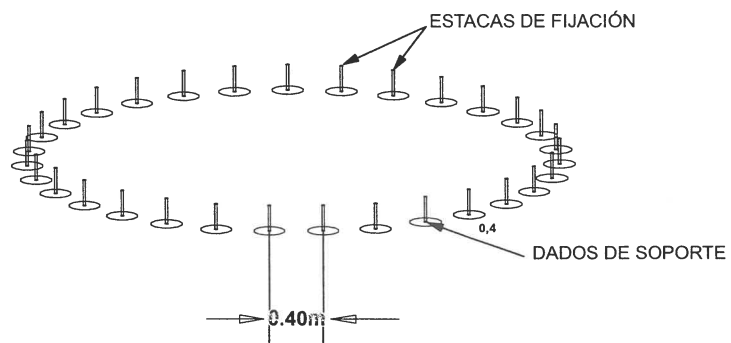
Los tanques pequeños, de hasta 10 m³ de capacidad, estarán apoyados en una losa, que constituye también el falso piso, conformada por una primera capa de 10cm de arena y grava y una segunda capa de 7.5cm, de cemento:arena:piedra chancada 1:2:2 reforzada con malla de acero.



Para tanques intermedios, de hasta 30 m³ de capacidad se podrá colocar dados de soporte, en todo el perímetro de muros, de 20cm de profundidad x 20cm de diámetro, espaciados cada 0.40m, en los cuales se colocarán estacas de fijación (varillas de fierro de 1/2"). Las estacas serán de 40cm de longitud,

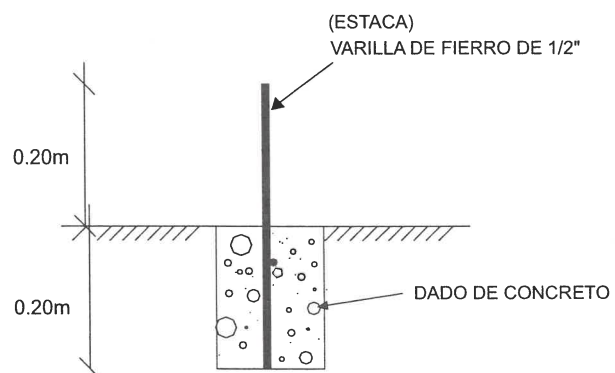
TANQUE INTERMEDIO, ENTRE 10m³ y 30m³

DETALLE DE UBICACIÓN DE DADOS DE SOPORTE



VISTA EN PLANTA DE ANCLAJES CIMENTACIÓN TANQUE INTERMEDIO

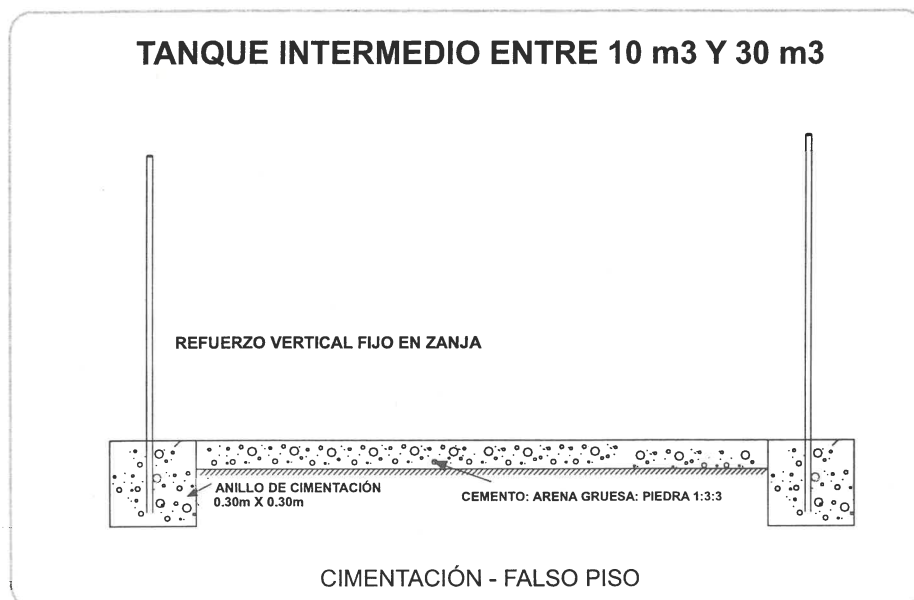
DETALLE DE DADOS DE SOPORTE



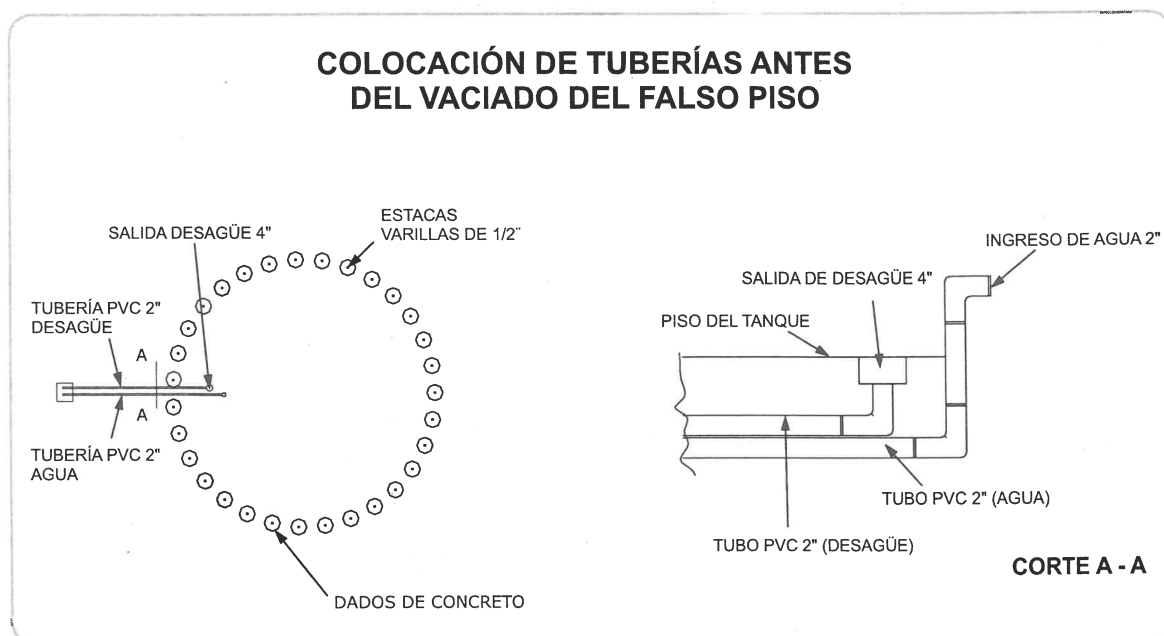
CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE FERROCEMENTO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA

Otra opción, para tanques de capacidad mayor a los 10 m³, es colocar un anillo de cimentación de 30cm x 30cm en todo el perímetro correspondiente a las paredes del tanque.

En este caso, se colocará un falso piso consistente en una capa de cemento: arena gruesa: piedra 1:3:3, de 5cm de espesor.



Previamente se rellena con arena las zanjas que albergan las tuberías de ingreso y salida del agua, compactándola en capas, antes del vaciado del falso piso.



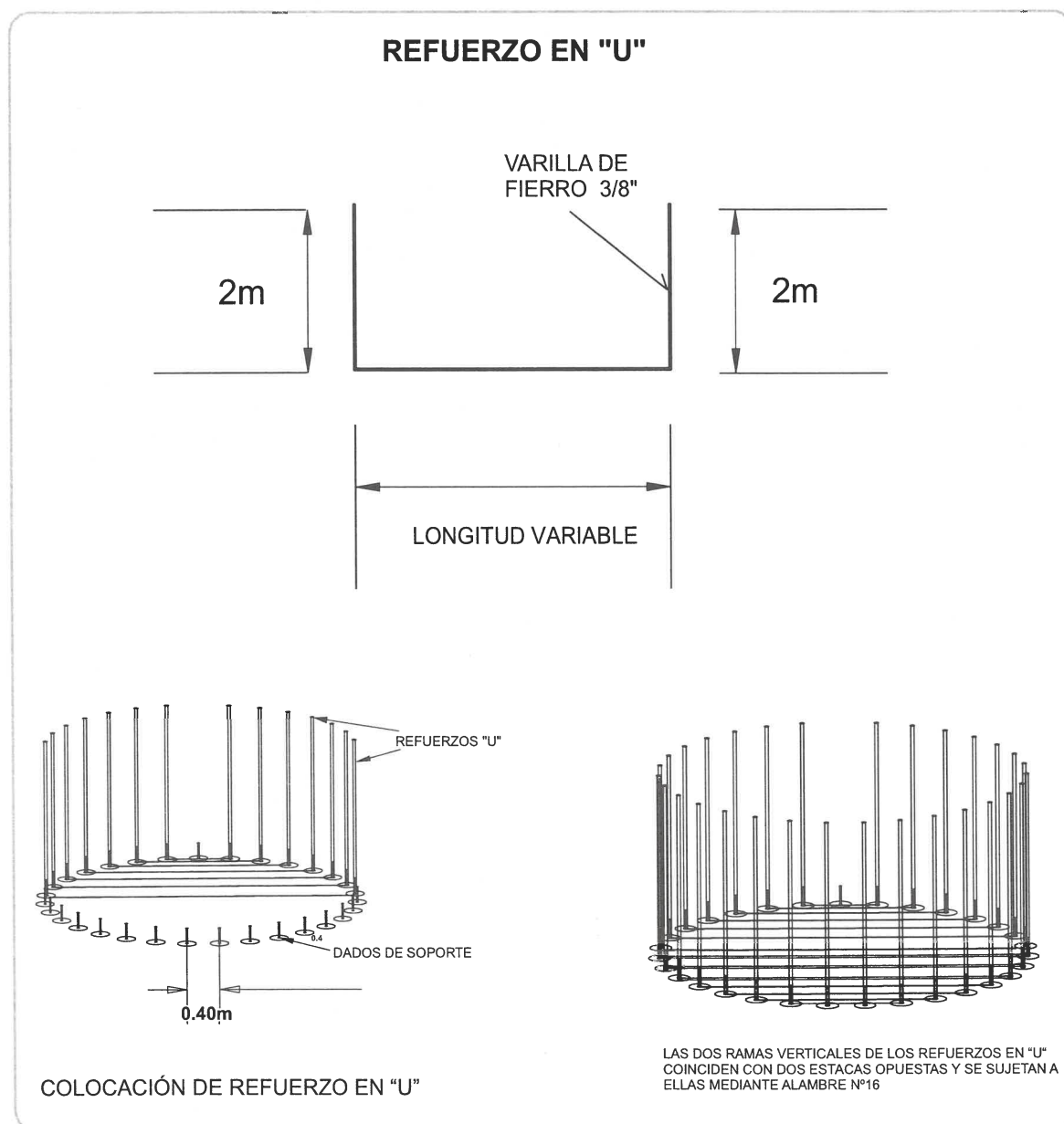
3.5. ARMADURA DE ACERO EN PISO Y PAREDES

3.5.1. ACERO EN "U".

Se colocará en piso y paredes del tanque, varillas de fierro de 3/8" habilitadas en forma de "U". La longitud de los refuerzos "U" es variable, dependiendo de su ubicación en la base del tanque. El tramo horizontal de la "U" constituirá el refuerzo del piso, y los tramos verticales, los refuerzos de las paredes del tanque.

El refuerzo en "U" cubrirá la distancia entre dos estacas opuestas, debiéndose prever la colocación de refuerzos "U" en todas las estacas.

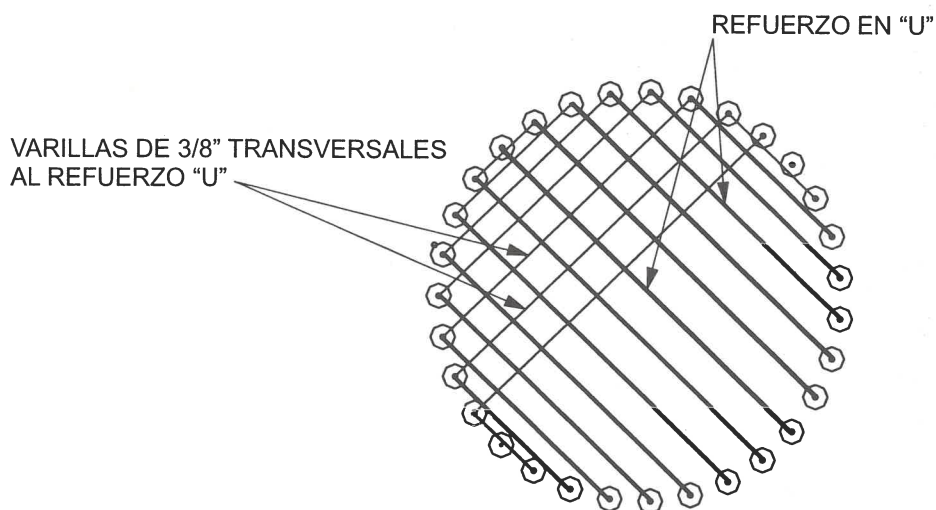
Los refuerzos "U" se fijarán a las estacas mediante alambre N°16.



3.5.2. ACERO TRANSVERSAL EN PISO

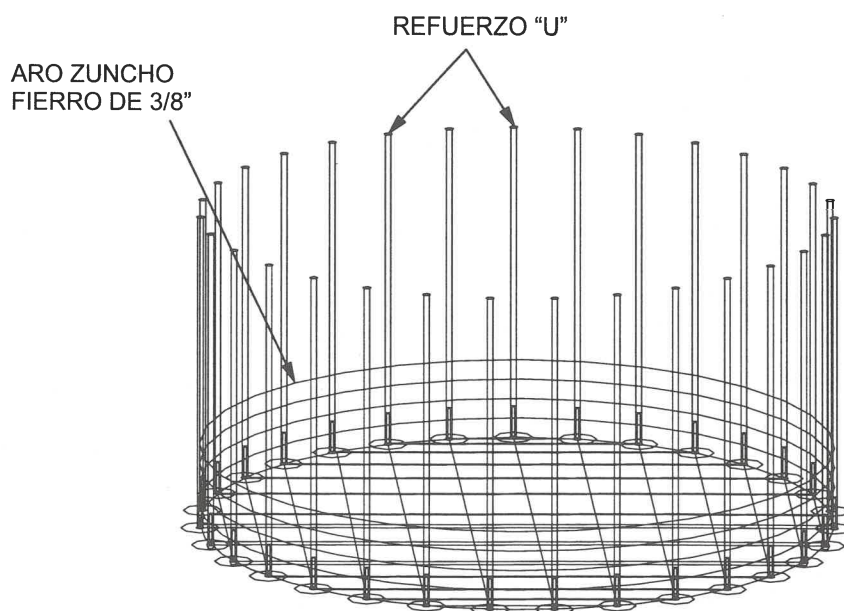
En la base del tanque se colocarán varillas de fierro de 3/8", perpendicularmente al refuerzo en "U". Se sujetará el encuentro entre ambas varillas, con alambre N°16.

DETALLE DE ACERO TRANSVERSAL EN LA BASE DEL TANQUE

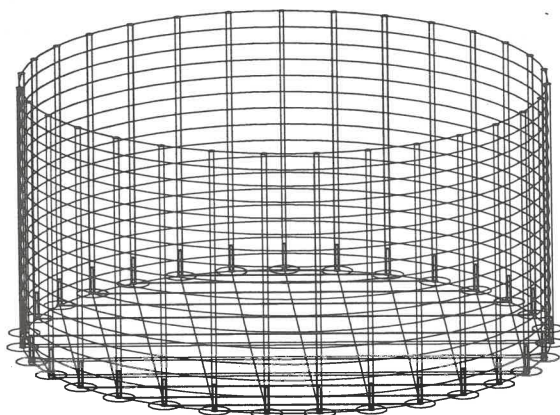
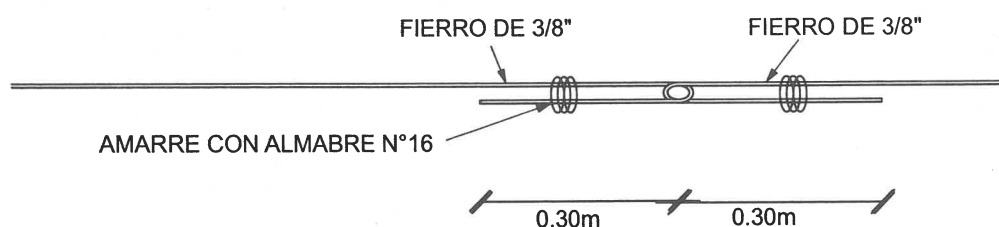


3.5.3. ZUNCHO O ARO

En las paredes del tanque se colocarán zunchos o aros de fierro de 3/8" y/o 1/4", dependiendo de la ubicación de los mismos, los empalmes se sujetan con alambre N°16.

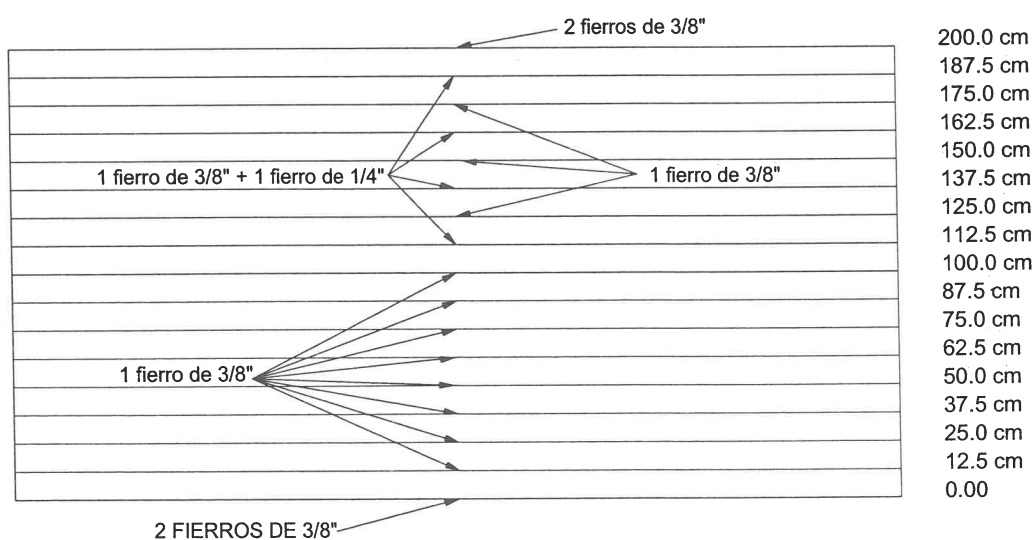


DETALLE DE EMPALME EN EXTREMOS DE ARO



Vista de armadura de
tanque con la
totalidad de zunchos
(aros) colocados.

Los aros o zunchos se colocan en mayor concentración en los extremos de las paredes, base y boca del tanque. Se recomienda la ubicación indicada en el diagrama siguiente:

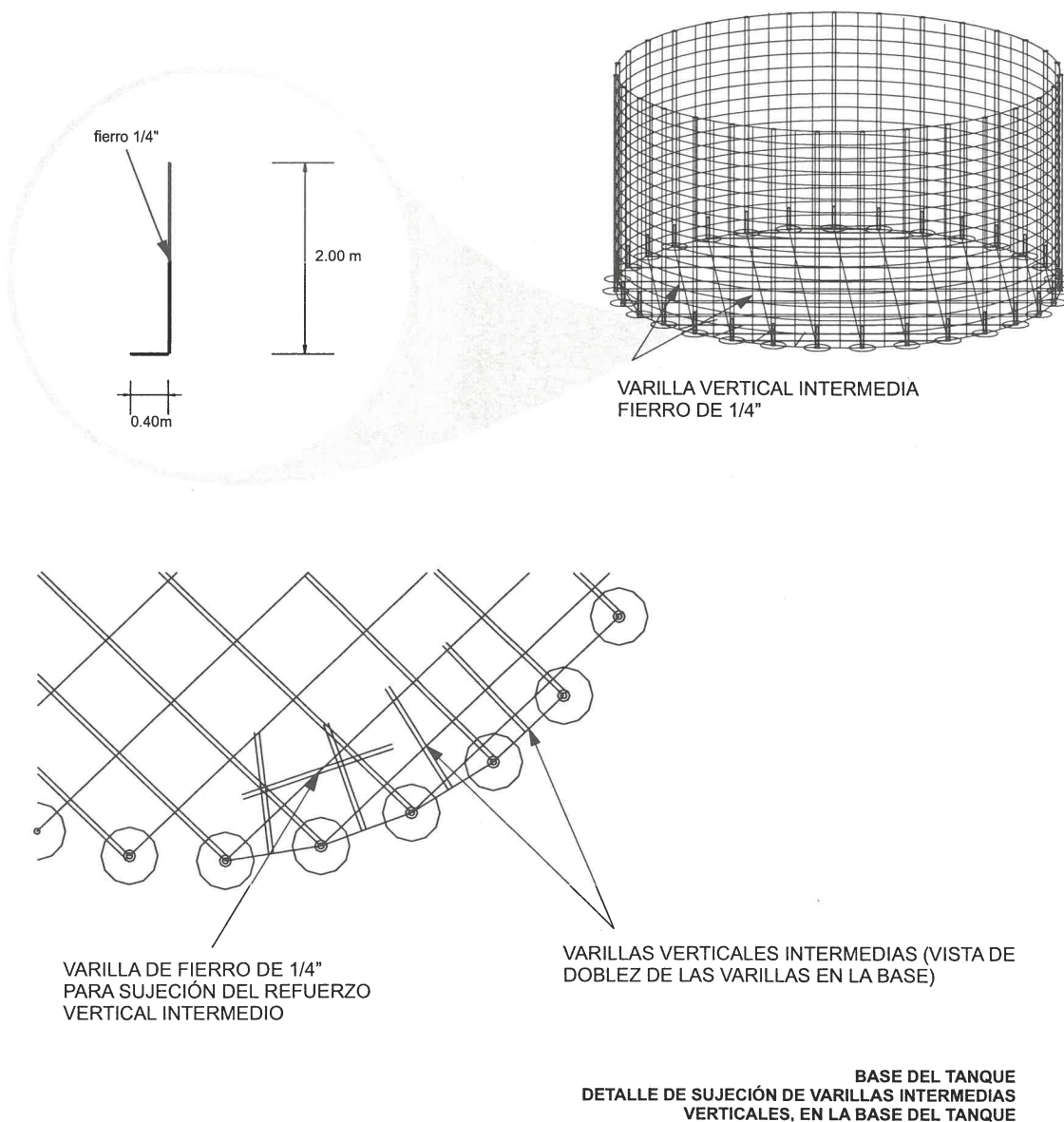


UBICACIÓN DE ZUNCHOS

3.5.4. VARILLAS VERTICALES INTERMEDIAS

Se colocarán varillas de $\frac{1}{4}$ " entre los refuerzos "U". Las varillas intermedias son elementos en forma de "L", de 2.40m, sujetas a los aros o zunchos con alambre N°16. Asimismo, el anclaje de 40cm, se fijará a la base del tanque mediante un fierro transversal de $\frac{1}{4}$ " sujeto con alambre N°16 a los refuerzos de la base.

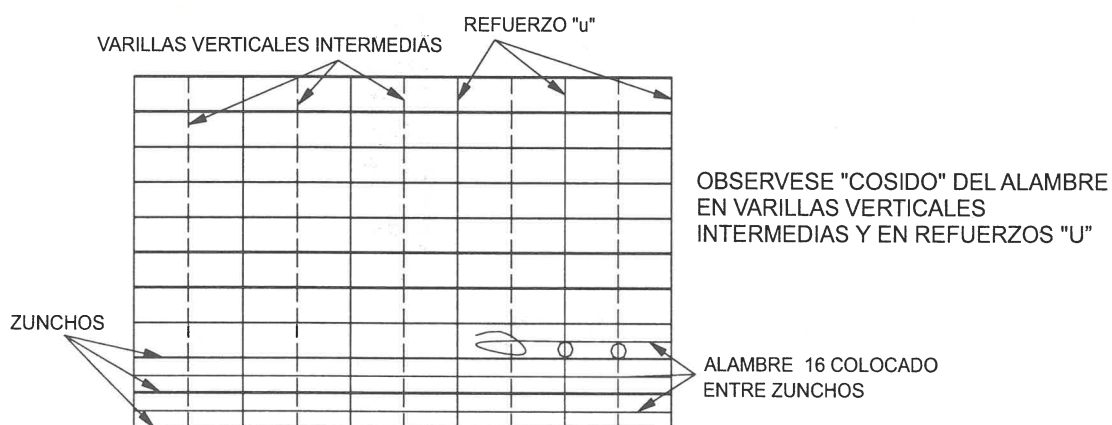
VARILLAS VERTICALES INTERMEDIAS



3.5.5. COLOCACIÓN DE ALAMBRE HORIZONTAL

Entre los zunchos, y a la mitad de distancia entre éstos, se colocará alambre N°16 alrededor del tanque. El alambre se fijará cada 20cm a las varillas verticales con un giro del mismo alrededor de éstas.

DETALLE DE COLOCACIÓN DE ALAMBRE HORIZONTAL

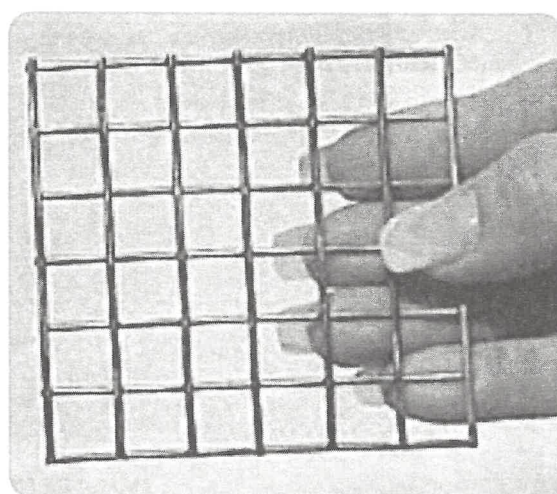
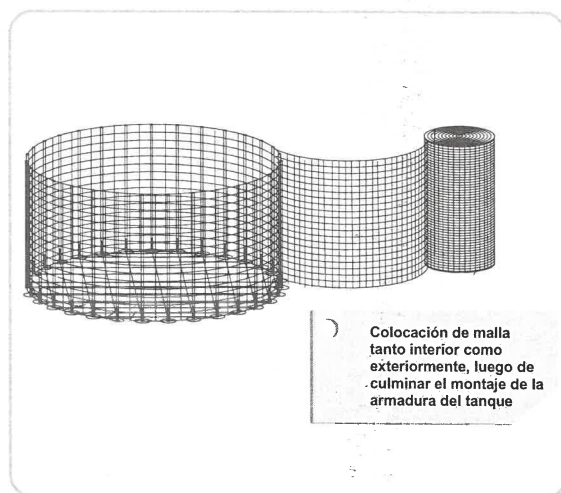


3.5.6. COLOCACIÓN DE MALLA DE GALLINERO

Se cubrirá la armadura de fierro de las paredes del tanque, tanto interior como exteriormente con malla de gallinero. Las mallas de gallinero colocadas exteriormente, deberán introducirse en la base del tanque una longitud de 10cm.

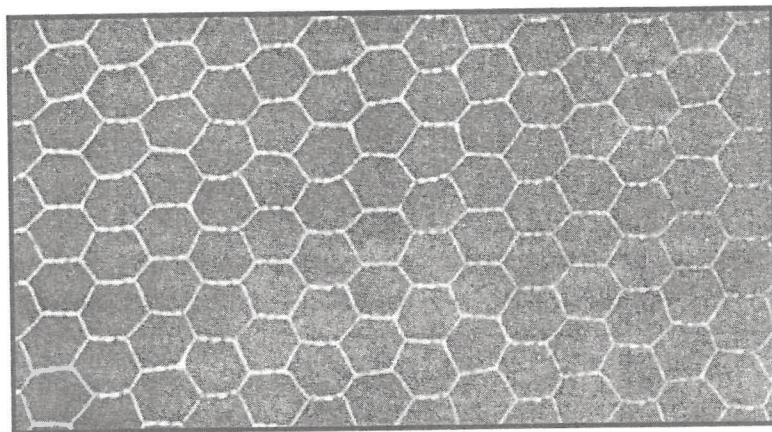
En la boca del tanque, las mallas deberán doblarse una longitud de 10cm.

Las mallas deberán fijarse a los aros y al acero vertical, en todos los encuentros, con alambre N°16. La longitud de los traslapes de la malla deben tener de 5cm a 10cm.

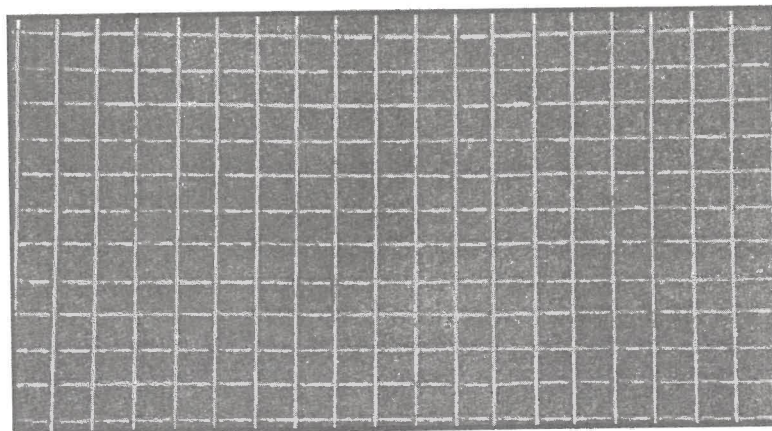


La malla de alambre es el elemento principal que brinda resistencia y rigidez estructural. La malla de refuerzo debe ser flexible para poder ser colocada en la forma del elemento, además debe ser capaz de resistir los esfuerzos de tracción a las que estarán sometidas las paredes del tanque.

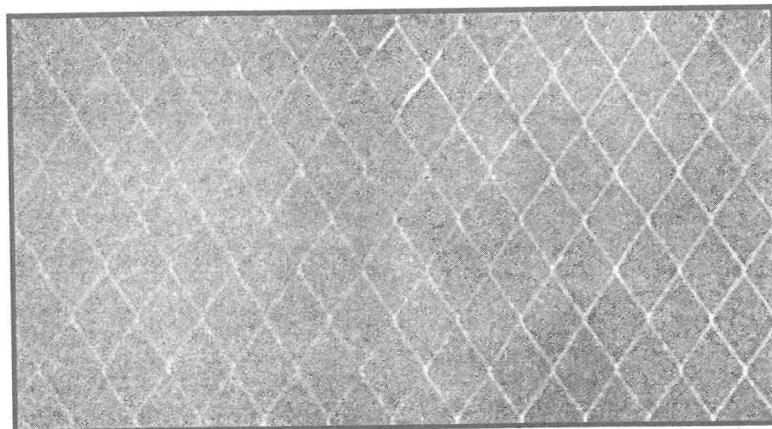
Existen diferentes tipos de malla, entre ellos:



MALLA DE ALAMBRE HEXAGONAL



MALLA DE ALAMBRE SOLDADO



MALLA DE METAL DESPLEGADO

3.6. COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LA BASE DEL TANQUE

El vaciado de la base del tanque, de 5cm de espesor, se hará con sumo cuidado ya que ésta deberá ser impermeable. Se utilizará una mezcla cemento:arena gruesa:piedra 1:2.5:2.5.

A las 24 horas luego del vaciado, se cubrirá el piso con pasta de cemento para sellar los poros, debiéndose iniciar el curado del mismo a las 48 horas, mediante riego de agua en toda la superficie.

Se deberá garantizar la impermeabilidad de la base, para ello se aplicará dos capas de algún impermeabilizante de calidad reconocida. Alternativamente, se puede aplicar dos capas de aceite lubricante (G40), sobre las cuales, luego de transcurridos 3 ó 4 días de secado, se procederá a colocar una capa adicional de pasta de cemento.

3.7. COLOCACIÓN DEL MORTERO EN LAS PAREDES DEL TANQUE

Antes de la colocación del mortero en las paredes, se deberá prever la colocación de la tubería de rebose del tanque (diámetro 2") a 1.80m de altura.

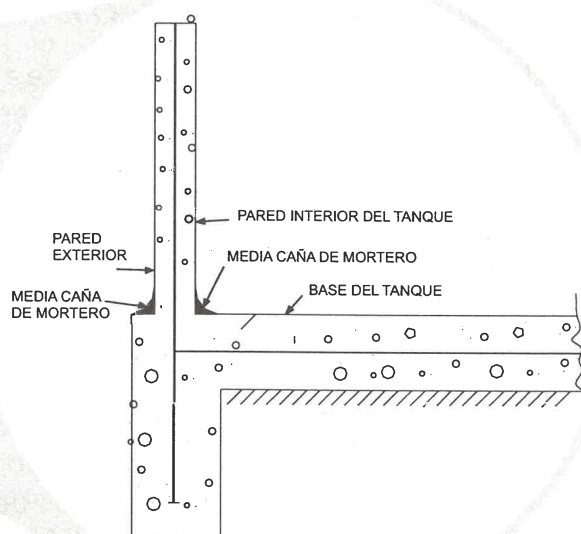
Para optimizar el proceso de colocación del mortero y reducir los desperdicios se colocará planchas cartón o similares a manera de encofrado rotatorio en el exterior del tanque.

La dosificación de la mezcla recomendable para el mortero de las paredes del tanque es: cemento: arena gruesa : arena fina 1:1:1.

Se colocará una primera capa de mortero desde el interior del tanque, hasta cubrir las mallas de refuerzo (espesor de la primera capa: 3 cm). Se recomienda completar la colocación del mortero en una sola jornada; se debe evitar la formación de juntas verticales, que son las más desfavorables para el trabajo del tanque y que presentan una mayor tendencia a abrirse.

Se colocará una segunda capa de mortero en las paredes del tanque, a las 24 horas, con acabado frotachado, con mezcla similar a la de la primera capa, cemento:arena gruesa:arena fina: 1:1:1; la segunda capa tiene como finalidad sellar los poros y se coloca tanto al interior (e=1cm), como al exterior del tanque (e=1cm).

En la junta entre paredes y base, se conformará una media caña de mortero, tanto interior como exteriormente, para evitar cualquier posible zona de fuga de agua y facilitar la limpieza del tanque.



Aplicación de segunda capa de mortero en pared exterior del tanque.

3.8. CURADO

Cuando termina la fase de fraguado, se inicia el curado de los elementos, para ello se debe regar la base y paredes del tanque usando un pulverizador. El curado, cuya finalidad es evitar el fisuramiento, se realiza durante 10 días.

3.9. TAPA DEL TANQUE

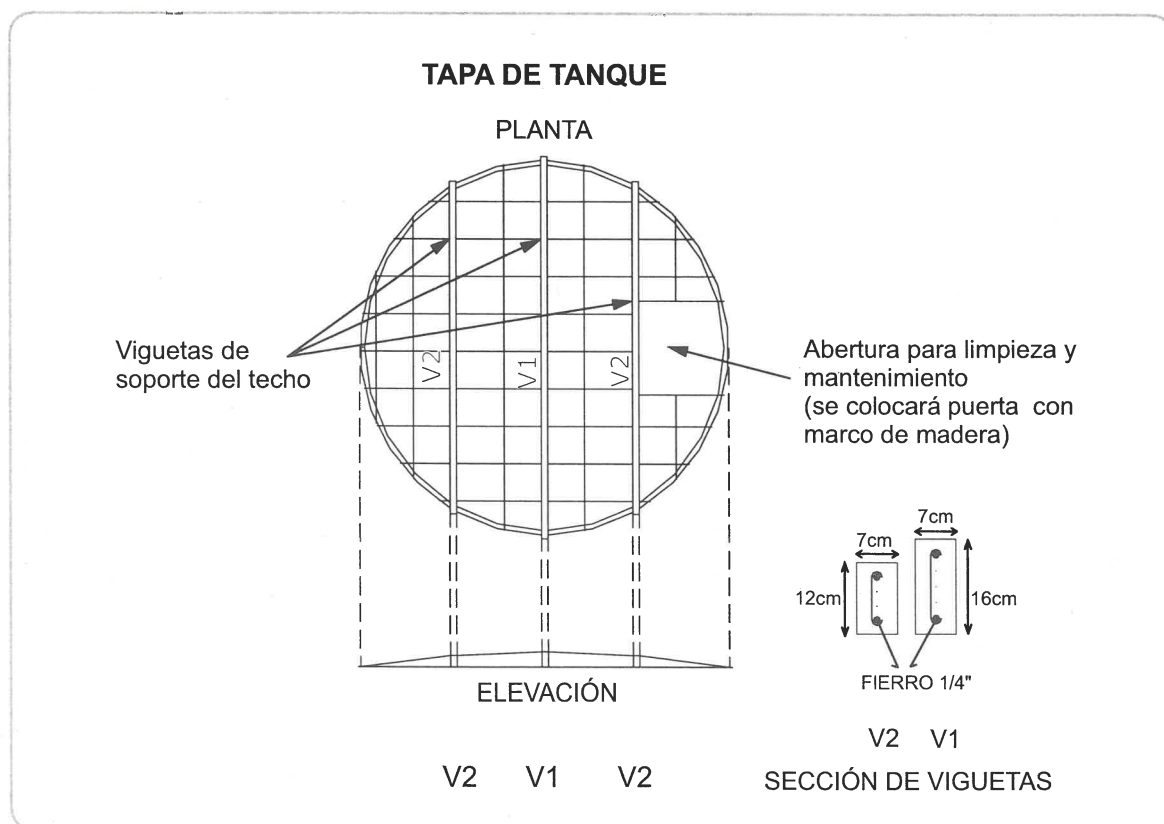
Existen diversas alternativas de construcción de la tapa del tanque, una de las más apropiadas, por razones económicas y mayores posibilidades para conservación de la calidad del agua y la limpieza y mantenimiento del tanque, es la tapa de ferrocemento.

La tapa de ferrocemento se apoyará en viguetas de concreto que pueden ser prefabricadas o vaciadas in situ.

Para el caso de tanques de alrededor de 25 m^3 , la tapa se apoyará en tres viguetas, una de ellas ubicada al centro y las otras dos, una a cada lado de la central principal.

Sobre las viguetas se colocará varillas de fierro de $\frac{1}{4}$ " a cada 40cm, tanto en sentido paralelo como perpendicular a las viguetas.

Se preverá la colocación de una tapa de ingreso, de $1\text{m} \times 1\text{m}$, sujeta a una de las vigas mediante pernos.



Antes del vaciado de la tapa y vigas, se deberá colocar el encofrado correspondiente, con planchas de cartón fibra o similares. Asimismo se deberá prever la colocación de tubos de ventilación

Se recomienda utilizar mezclas 1:2:2 cemento: arena gruesa: arena fina, para el vaciado de las viguetas de soporte y 1:2:5 para el vaciado de la tapa.

3.10. SISTEMA DE RECEPCIÓN Y SERVICIO DE AGUA

Dependiendo de las condiciones de suministro y distribución del agua potable, el sistema puede estar acondicionado para un control y mantenimiento manuales, es el caso de zonas en las que el suministro es a través de camiones cisterna.

La instalación para la recepción del agua comprende tubería de agua fría, válvula de compuerta e ingreso al tanque. La instalación para la distribución del agua comprende tubería de salida del agua y llaves de control.

3.11. IMPERMEABILIZACIÓN DEL TANQUE

El piso, paredes y tapa (interior) del tanque deben estar convenientemente impermeabilizados con un producto de garantía existente en el mercado local, alternativamente se pueden recubrir con una capa de aceite y petróleo, a fin de tapar los poros e impermeabilizar las superficies. Luego de tres días de secado de este recubrimiento, se aplicarán dos capas de pasta de cemento.

3.12. PRUEBA DE LLENADO DEL TANQUE

- 1.- Se almacenará agua en el tanque hasta una altura de 1m, luego de los 21 días de fabricado, durante 24 horas.
- 2.- El tanque podrá llenarse totalmente a los 22 días después de su fabricación.
- 3.- La puesta en servicio del tanque se hará a los 28 días de fabricación.

Teniendo en cuenta las múltiples ventajas del ferrocemento en la construcción de tanques para almacenamiento de agua, se hace necesario difundir la propuesta como un apoyo a las acciones relacionadas con el abastecimiento de agua para consumo humano en las localidades de extrema pobreza en el país. La gerencia de Investigación y Normalización incluyó en su programa 2005 la construcción experimental de un tanque de ferrocemento en una zona marginal de Lima Metropolitana, que pueda incorporarse a un sistema de distribución de agua existente.

Objetivo

Construir un tanque experimental piloto de ferrocemento, a fin de desarrollar especificaciones técnicas que permitan la difusión de la tecnología.

Actividades realizadas

Se suscribió el Convenio de Cooperación Interinstitucional SENCICO – Asociación de Promoción y Desarrollo Social - APDES, con la finalidad de seleccionar la zona de intervención del proyecto y convocar la participación de la comunidad organizada en el proceso de construcción del tanque.

Se elaboró el expediente técnico de un tanque de ferrocemento de 25 m³ de capacidad, a ser construido en el AAHH Nueva Unión, IV Zona, Collique, distrito de Comas. El tanque sería acoplado a un sistema de abastecimiento de agua instalado hace más de cinco años, que servía a tres AAHH de la zona, cuya capacidad de servicio había colapsado por el incremento sustantivo del número de usuarios.

El tanque se construyó con la asesoría técnica y aporte de materiales de SENCICO, el aporte organizativo de APDES y la mano de obra de los pobladores del AAHH Nueva Unión. El Proyecto permitió independizar el sistema de abastecimiento de agua para el AAHH Nueva Unión.

La experiencia ha demostrado la validez de la tecnología, la aceptabilidad por parte de la población, la reducción significativa de costos, las posibilidades de uso en cualquier región del país.

Programación de la construcción del Tanque de Ferrocemento en Comas - Lima

A.- Consideraciones Generales

1.- Ubicación .-

La Obra esta ubicada en el A.A.H.H. Nueva Unión – IV – Collique – Comas

2.- Objetivo .-

El objetivo es la construcción de un tanque de agua con la Técnica del Ferrocemento, como prototipo y modelo de construcción de tanques de bajo costo.

3.- Dimensiones del Tanque .-

Diámetro	=	4.00	m
Altura	=	2.00	m
Volumen	=	25.2	m ³
Espesor de muros	=	5.00	cm

4.- Dotación y número de viviendas a servir

Dotación	=	200	lt/vivienda-día
Total de Viviendas	=	146	viviendas

B.- Programa de Ejecución

- 1.- Selección del centro poblado adecuado para aplicación del proyecto.
El proyecto consideraba que el centro poblado a seleccionar, entre otros aspectos, debiera contar con un sistema de distribución de agua para servicio doméstico, que podría estar en colapso o al borde de su capacidad instalada, que permita la incorporación y puesta en operación inmediata de un tanque de almacenamiento de agua.
- 2.- Determinación del número de habitantes que pueden beneficiarse con la incorporación de un nuevo tanque de almacenamiento de agua.
- 3.- Determinación del Volumen del Tanque.
- 4.- Diseño del tanque.
- 5.- Ubicación del terreno para la construcción del tanque.
- 6.- Construcción o adecuación de un ambiente existente para almacenamiento de materiales.
- 7.- Construcción del Tanque.

- a.- Habilitación del terreno
 - Limpieza.
 - Colocación del falso piso.
 - Excavación de 2 cajuelas para la colocación de los tubos de agua y desagüe.
- b.- Habilitación de la armadura.
 - Corte, doblado y colocación de varillas de refuerzo en la base y pared del tanque.
 - Corte, colocación y amarre de malla metálica tipo gallinero.
- c.- Colocación de tubería de rebose de agua en la parte alta del tanque.
- d.- Colocación del encofrado, exterior al tanque, pegado a la malla metálica
- e.- Colocación de la base de concreto del tanque (**PRIMER DIA**)
Colocación del mortero hasta cubrir la malla de la pared desde la parte interior (**SEGUNDO DIA**)
- f.- Tarrajeo exterior e interior de las paredes del tanque (**SEGUNDO DIA**)
- g.- Curado permanente – 10 días
- h.- Fabricación del techo de ferrocemento
- i.- Impermeabilización interior de paredes del tanque e impermeabilización exterior del techo - Día 14.
- j.- Pintado del interior del tanque con pasta de cemento – Día 18
- k.- Llenado del tanque con agua hasta una altura de 1 m. (durante 24 horas) – Día 21
- l.- Llenado total del tanque hasta una altura de 2 m. (durante 24 horas) – Día 22
- ll.- Resanes finales.
- m.- Limpieza de la zona.
- n.- Entrega del tanque a los pobladores del A.A.H.H. Nueva Unión
- o.- Puesta en operación del tanque.

C.- Relación de Equipo, Herramientas y Personal necesarios para la Construcción del Tanque de Ferro – Cemento

1.- Equipos y herramientas

- 1.- 1 Sierra
- 2.- 2 Cortadoras de alambre
- 3.- 4 Tortoles
- 4.- 2 Combas de 2 lb.
- 5.- 1 Trampa ϕ 3/8"
- 6.- 1 Grifa
- 7.- 2 Martillos
- 8.- 4 Buguis
- 9.- 4 Lampas
- 10.- 4 Frotachos
- 11.- 4 Badilejos
- 12.- Madera y barrotes
- 13.- Escalera de Tijera

2.- Personal

	Actividad	Nº Personas	Nº Días
1.-	Nivelación de Terreno	5	5
2.-	Armado de estructura metálica	3 operarios	4
3.-	Vaciado del mortero	4 operarios 4 ayudantes	2 2
4.-	Colocación del techo	3 operarios	2
5.-	Impermeabilización de las paredes y pisos	2 operarios	2
6.-	Prueba de llenado a 1 m.	2	1
7.-	Prueba de llenado total.	2	1
8.-	Impermeabilización	1	1
9.-	Pintado con pasta de cemento	1	1

D- Relación de Materiales a Utilizar en la construcción del Tanque de Ferrocemento

1.- Acero para el piso, pared, vigas, techo

1.- ϕ 3/8"	19.0 Varillas
2.- ϕ 1/2"	4.0 Varillas
3.- ϕ 1/4"	43.0 Varillas
4.- N° 16	20.0 Kg.
5.- Malla gallinero trenzado	129.0 m ²

2.- Agregados para el falso piso – Piso pared – Viga – Techo

1.- Arena gruesa	2.0 m ³
2.- Arena fina	1.5 m ³
3.- Cemento	50.0 bl.
4.- Piedra	0.8 m ³

3.- Techo – Encofrado del techo

1.- Nordex 1.5x2.4x3 mm.	10.0 Unidades
2.- Madera : 2"x4"x4"	8.0 Unidades

4.- Sistema de Control

1.- Tubería de desagüe : ϕ 2" - pesado	1.0 unidades
2.- Codo : ϕ 2" – desagüe	1.0 unidades
3.- Codo de agua : ϕ 2"	3.0 unidades
4.- Tubería de agua : ϕ 2" - pesado	1.0 unidades
5.- Llave de compuerta : 2"	2.0 unidades
6.- Unión 2" con rosca - desagüe	1.0 unidades
7.- Unión 2" con rosca - agua	1.0 unidades

5.- Otros

1.- Aceite G40	6.0 galones
2.- Petróleo D2	6.0 galones

3.-	Brocha 4"	2.0 unidades
4.-	Cortadora de alambre	1.0 unidades
5.-	Clavos 4"	2.0 Kg.
6.-	Pernos 3/8" x 6"	3.0 unidades
Costo Aproximado		: S/. 4,000.00

E - Habilitación del terreno para la Construcción del Tanque de agua

- 1.- Corte y nivelación del terreno.
- 2.- Limpieza del terreno.
- 3.- Trazado y pintado del círculo de base, con un $r = 2m$.
- 4.- Colocación de estacas de fierro $\phi 1/2"$ en todo el perímetro del tanque, cada 40 cm, fijadas con concreto (las estacas deben sobresalir 20 cm por encima del terreno natural).
- 5.- Excavación de zanja para colocación de tuberías de agua y desagüe, habilitación de caja de concreto para colocación de llaves de compuerta, y habilitación de registro de salida en el interior del tanque, a 50 cm del borde.
- 6.- Llenado de zanja con arena y compactado.
- 7.- Colocación del falso piso, $e = 5$ cm. $D = 3.80$ m.

Dosificación :

a.-	Cemento	= 1.0 bl.	→	4.2 bl.	→	4.2 bl.
b.-	Arena Gruesa	= 3.0 p ³	→	14.0 p ³	→	24 latas
c.-	Piedra	= 3.0 p ³	→	14.0 p ³	→	24 latas

F.- Habilitación de la armadura para la Construcción del Tanque de agua

Fabricación de los Aros – Zuncho $\phi 3/8"$, Total 11 aros

- 1.- Las varillas se unirán formando ganchos con una longitud libre de 30cm amarradas con alambre N° 16 (4 amarres).
- 2.- Los aros constituyen el refuerzo de las paredes del tanque y se colocarán:

	N° de aros	Ubicación (altura medida desde la base del tanque)	
a.-	2	0	cm.
b.-	1	12.5	cm.
c.-	1	25	cm.

d.-	1	50	cm.
e.-	1	75	cm.
f.-	1	100	cm.
g.-	1	134	cm.
h.-	1	168	cm.
i.-	2	200	cm.

Total 11 Aros – Zuncho

G - Corte y doblado de varillas de ϕ 3/8" para habilitación de refuerzo "U", fijo a las estacas – Primera serie

- 1.- Los refuerzos "U" atraviesan la base del tanque y se colocan en forma paralela uno del otro. Para determinar la dimensión de la rama horizontal del refuerzo "U", se medirá en obra la distancia entre estacas ubicadas una frente a la otra. A esta dimensión se le añade 4m para obtener la longitud total del fierro que constituirá el refuerzo "U".. Los 4m indicados corresponden a dos alturas del tanque.
- 2.- Se doblará el fierro 90° a 2m del extremo en ambos lados, y se fijará el refuerzo "U" a dos estacas ubicadas una frente a la otra.
- 3.- Los tramos horizontales del refuerzo "U" que atraviesan la base del tanque, se fijarán con varillas de ϕ 1/4" sujetas a su vez con alambre N°16.

H - Colocación de los Aros - Zuncho en su altura definitiva

- 1.- Los aros o zunchos se colocarán alrededor de las estacas. Para ello, una vez habilitados, se levantan y se insertan en las ramas verticales de los refuerzos "U", bajándolos hasta su ubicación final a una altura de: 0, 12.5, 25, 50, 75, 100, 134, 168, 200 cm, medida desde la base del tanque.
- 2.- Se señalizará la altura de ubicación de los zunchos con aplicación de pintura en todas las varillas verticales.

I - Varillas verticales intermedias entre estacas a cada 20 cm. Fijadas al Aro – Zuncho - Segunda Serie

- 1.- Se cortarán varillas de ϕ 1/4", de 2.4 m de longitud.
- 2.- Se doblan las varillas a 90°, a 2 m del extremo.
- 3.- Las varillas dobladas se colocarán entre dos estacas consecutivas en el punto medio de la distancia entre éstas y se fijarán a los aros o zunchos.
- 4.- Los anclajes de las varillas intermedias, de 40 cm, se fijarán a la base

J - Colocación de alambre horizontal N° 16 – Refuerzo de la armadura.

- 1.- Se colocará alambre N°16 alrededor del tanque, en el punto medio entre dos aros, en la parte externa.
- 2.- El alambre horizontal se fijará a las varillas verticales intermedias y a los refuerzos "U" girando el alambre alrededor de éstos en cada punto de contacto..

K - Colocación de la malla Gallinero en la pared del tanque

- 1.- Se cubrirá la armadura de fierro con malla gallinero, interior y exteriormente, introduciendo el borde inferior de la malla por debajo de los fierros de la base del tanque, una longitud de 10 cm.
- 2.- Las mallas de gallinero interior y exterior, se doblarán en el borde superior 20 cm.
- 3.- Las mallas interior y exterior se fijarán en los encuentros con los aros o zunchos refuerzos "U" y varillas intermedias, con alambre N° 16 (cosido).
- 4.- Se colocará un tubo de 2", a 1.80 m. de altura, para rebose del agua

L - Colocación del concreto en la base del Tanque

- 1.- Dosificación :

a.- Cemento	= 1.0 bl.	→	5 bl.	→	5 bl.
b.- Arena Gruesa	= 2.5 p ³	→	12 p ³	→	20 latas
c.- Piedra	= 2.5 p ³	→	12 p ³	→	20 latas
- 2.- Espesor de la base = 5.0 cm.
- 3.- La consistencia del concreto debe ser plástica, pero evitando la exudación
- 4.- A las 24 horas, se cubrirá el piso con pasta de cemento para tapar los poros.

LL- Colocación del Mortero en la pared del Tanque de Agua

Se colocará exteriormente el encofrado de cartón fibra Nordex, teniendo en cuenta que el lado áspero del cartón deberá estar en contacto con el mortero que conforma la pared, por tanto deberá ser previamente impermeabilizado con aceite.

- 1.- Dosificación del mortero:

a.- Cemento	= 1.0 bl.	→	24 bl.	→	24 bl.
b.- Arena Gruesa	= 1.0 p ³	→	24 p ³	→	20 latas
c.- Arena fina	= 1.0 p ³	→	24 p ³	→	20 latas

- 2.- Espesor de la pared = 5.0 cm.
- 3.- Colocación de la Primera Capa de mortero. El mortero se colocara desde el interior hasta cubrir las mallas interior y exterior (Primer día)

Espesor Inicial = 4.0 cm.
- 4.- Se colocará un segundo mortero de tarrajeo frotachado para tapar los poros (Segundo día)

Espesor tarrajeo Exterior = 1.0 cm.

Espesor tarrajeo Interior = 1.0 cm.

La junta entre las paredes y la base del tanque se sellará con mortero de cemento con acabado en forma de media caña, tanto en el interior como en el exterior del tanque.

M. Curado del concreto y mortero

- 1.- Se rociarán la base y las paredes del tanque con agua (curado), cuando termine el fraguado del mortero, para evitar el fisuramiento.
- 2.- El curado se realizará preferentemente utilizando pulverizadores
- 3.- El curado se realizará durante 10 días.

N - Techo de Ferrocemento

- 1.- Sobre las paredes del tanque se colocarán tres viguetas de soporte del techo. La vigueta principal estará colocada en el centro y las viguetas secundarias a 1m de distancia de la viga principal.
- 2.- Sobre las viguetas, y perpendicularmente a ellas, se colocarán varillas de fierro ϕ 1/4" a cada 40 cm; asimismo, se colocarán varillas de ϕ 1/4", paralelas a las viguetas, a cada 50cm.
- 3.- El encofrado del techo se hará con cartón fibra Nordex
- 4.- Dosificación :

Viguetas :

a.- Cemento	= 1.0 bl.	→	2 bl.	→	2.0 bl.
b.- Arena Gruesa	= 2.0 p ³	→	4 p ³	→	7.0 latas
c.- Arena fina	= 2.0 p ³	→	4 p ³	→	7.0 latas

Techo :

a.- Cemento	= 1.0 bl.	→	6.4 bl.	→	6.4 bl.
b.- Arena Gruesa	= 2.5 p ³	→	16 p ³	→	27 latas
- 5.- La losa de techo tendrá un espesor de 3cm.
- 6.- Se acondicionará una tapa de ingreso al tanque de 1.00 x 1.00 m², sujeta a las viguetas mediante pernos, para facilitar el mantenimiento y limpieza del tanque.
- 7.- Se colocará un tubo ϕ 2" con codo 90°, para ventilación.

- 8.- Los vanos entre viguetas, formados en el borde del tanque serán cubiertos con mortero de cemento armado con $2 \phi 1/4"$.

Ñ - Colocación de los accesorios de control

- 1.- Se colocarán dos llaves compuerta en la caja de registro ubicada a la salida del tanque. Se preverá la colocación de tapa de concreto para resguardo de dichas llaves.
- 2.- En el extremo del tubo de ingreso de agua en el interior del tanque, se colocará un codo de 90° ..

O. Impermeabilización del tanque

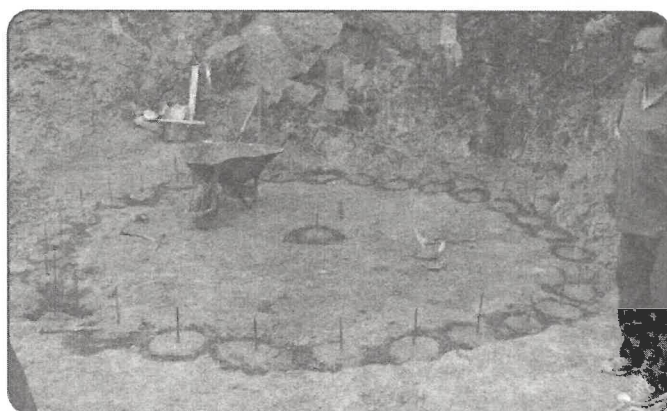
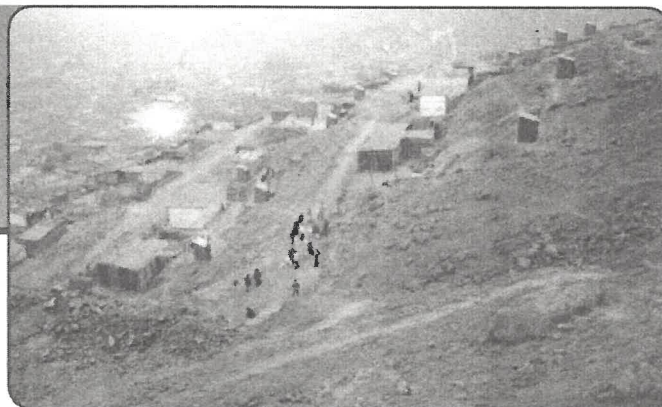
- 1.- El piso, pared interior y techo del tanque deben ser convenientemente impermeabilizados con aceite y petróleo colocados en capas hasta tapar todos los poros; este recubrimiento deberá dejarse secar hasta que no quede rastro del aceite, luego se procederá al pintado de estas superficies con 2 capas de pasta de cemento – Día 18.
- 2.- La impermeabilización debe iniciarse a los 14 días de construcción del tanque..

P - Prueba de impermeabilización

- 1.- Se almacenará agua en el tanque hasta una altura de 1m, a los 21 días luego de su fabricación, durante 24 horas.
- 2.- El tanque se llenará totalmente a los 22 días de su fabricación.
- 3.- La puesta en servicio del tanque será luego de transcurridos 28 días de su fabricación.

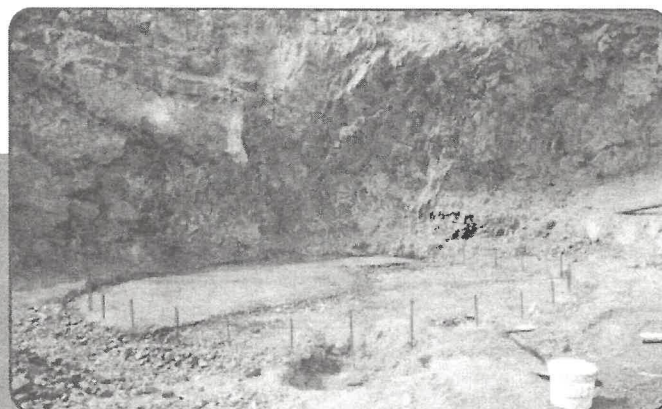
CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE DE FERROCEMENTO EN COMAS – LIMA

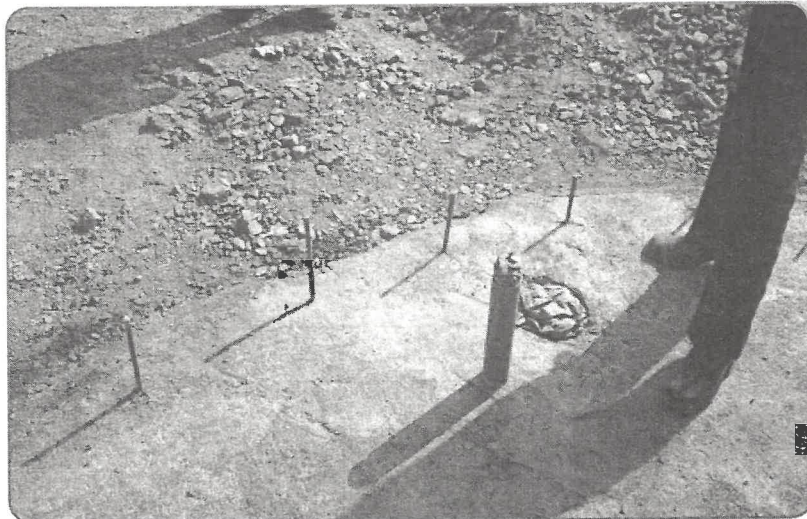
Vista hacia el AAHH Nueva Unión – Comas, desde la zona de ubicación del tanque de ferrocemento



Dados de soporte en todo el perímetro del tanque, espaciados cada 40 cm, en los cuales se han colocado las estacas de fijación

*Solado de concreto para nivelar y separar la obra del suelo, $e = 5\text{cm}$.
Mezcla utilizada cemento: arena gruesa: piedra 1:3 :3*

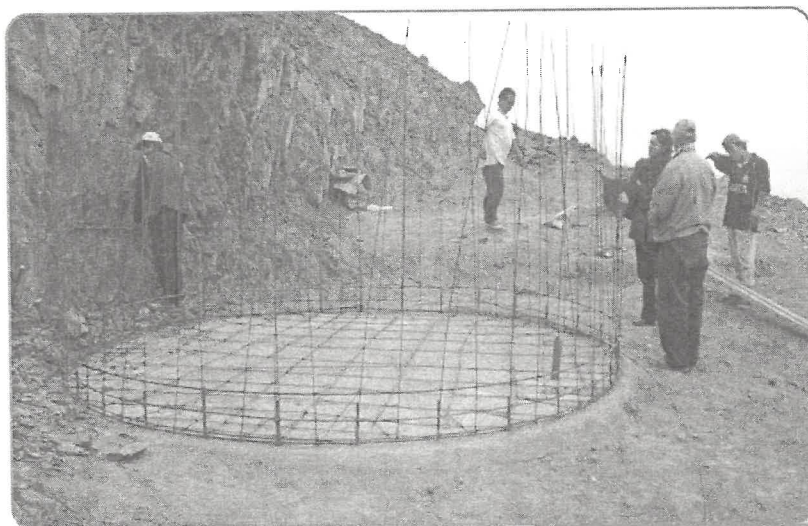




Antes del vaciado del solado se realizaron las excavaciones pertinentes y el tendido de tubería de agua y desagüe. Las zanjas se llenaron con arena compactada en capas, antes del vaciado del solado.

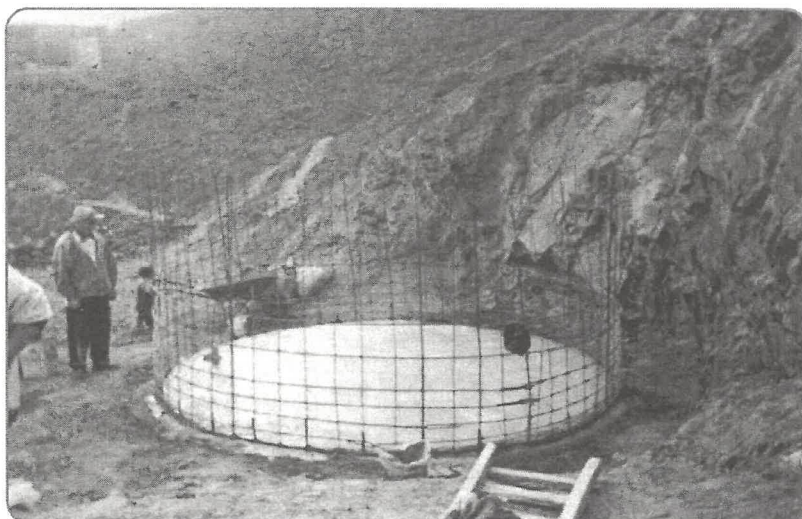


Vista del solado culminado. Obsérvese varillas de sujeción.



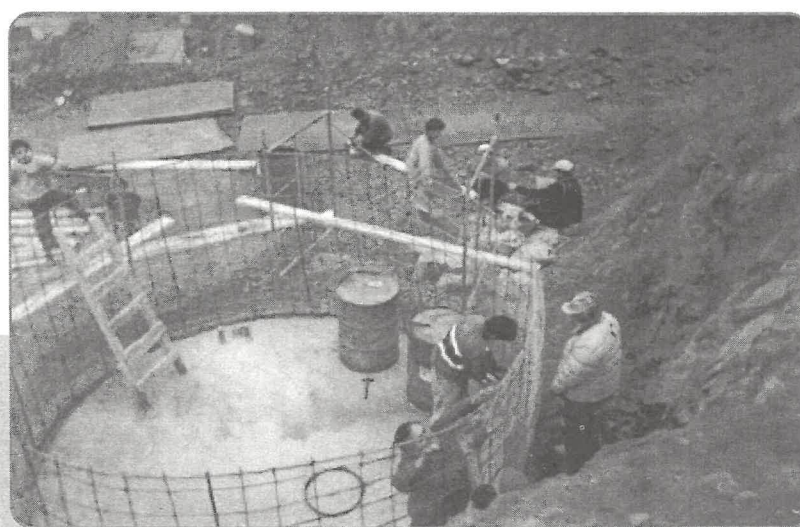
Obsérvese refuerzo de acero en «U», que cubre piso y paredes del tanque. Inicio de la colocación de los aros o zunchos

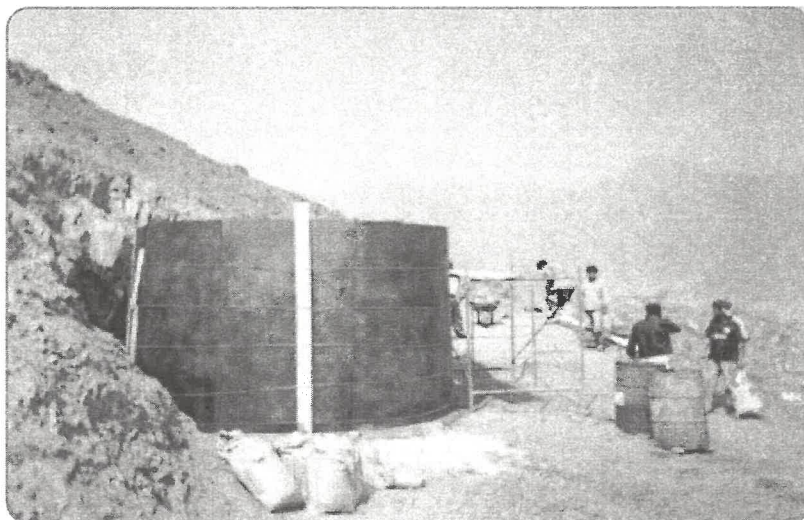
Inicio de la colocación de malla de alambre. En esta obra se colocó en una primera etapa una malla de 1m de altura , tanto interna como externamente.



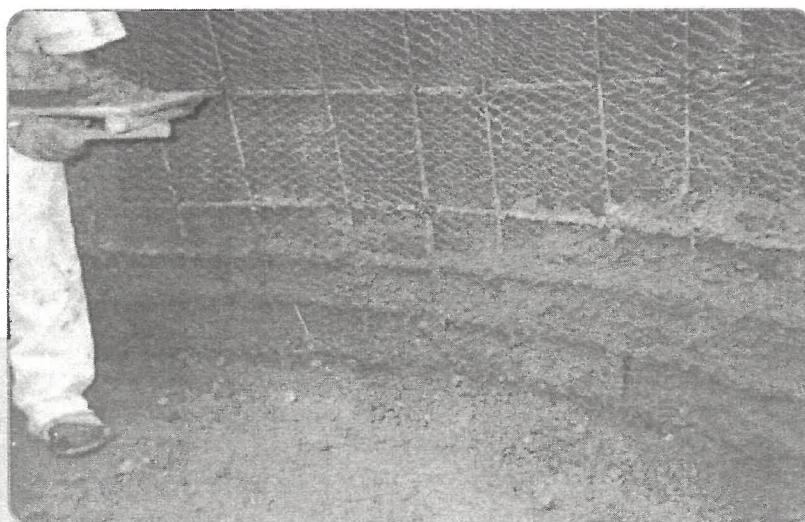
Obsérvese piso de concreto.

Culminación de la colocación de la malla de refuerzo.





Colocación de encofrado externo de planchas de cartón Nordex.



Inicio del pañeteo de mortero de cemento, desde la parte inferior hacia arriba.



Pañeteo de la estructura metálica desde el interior del tanque, $e=4\text{cm}$.

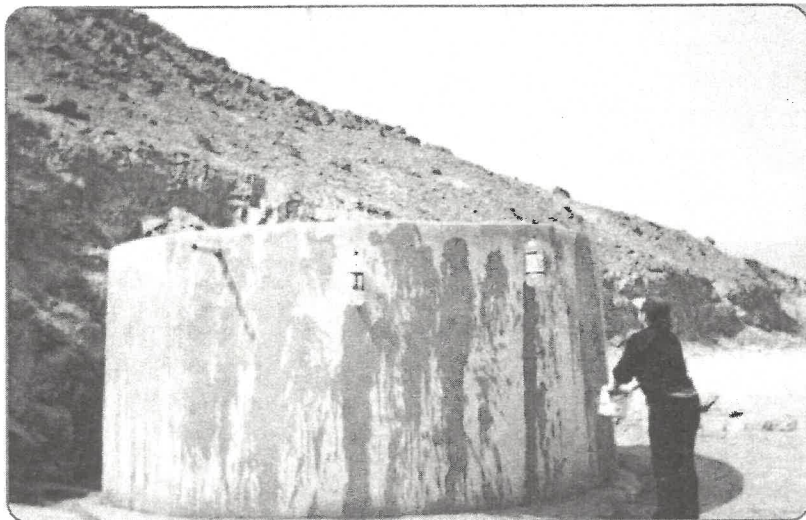
Colocación del mortero de cemento en la parte superior del tanque.



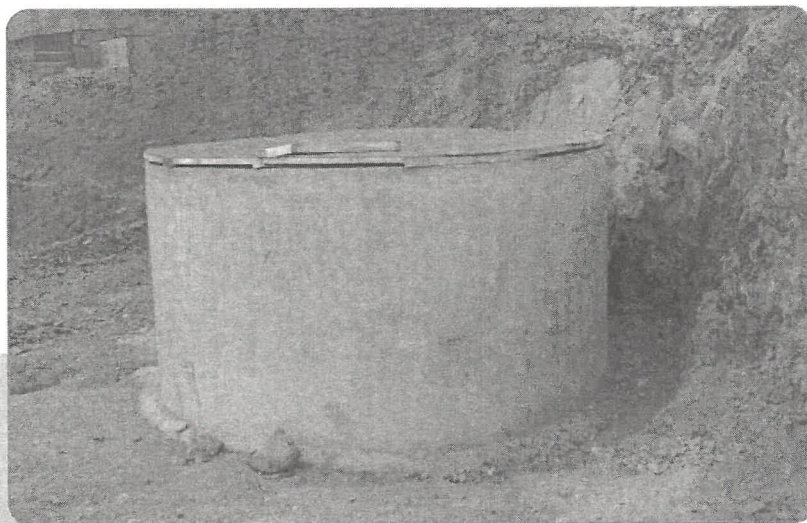
Entre las fases finales de la construcción es de suma importancia el tarrajeo de mortero de cemento en el interior y exterior, colocado con el fin de conformar una capa impermeable.

Vista del interior del tanque.





Curado permanente durante 10 días. El curado se realizó mediante riego manual y riego por goteo con botellas plásticas perforadas.



Vista del tanque culminado, con tapa provisional de madera



Ceremonia de entrega del tanque a los pobladores del AAHH Nueva Unión.

Toda Reproducción total o parcial
requiere autorización del SENCICO.

Informes:

Av. De la Poesía N°351. San Borja, Lima - Perú

Telefax: 476-9602

e-mail: sencico@sencico.gob.pe