

Modelo experimental de cisterna capuchina subterránea para almacenamiento de agua de lluvia en la casa ecológica urbana.

José García Caspeta
Erick O. Cervantes Gutiérrez

RESUMEN

Actualmente la STA transfiere a comunidades con alto grado de marginación cisternas tipo capuchino como una alternativa para el almacenamiento de agua de lluvia a nivel domiciliario, su metodología de instalación así como su operación y mantenimiento ha sido validada para que se construyan de manera **superficial**, esta situación no ha representado ningún inconveniente de reducción de espacios libres, toda vez que en las zonas donde se ha transferido este tipo de Tecnología Apropiada los predios son extensos.



(Cisternas superficiales en comunidades marginadas)

En la búsqueda de alternativas para aprovechar y almacenar el agua de lluvia a nivel domiciliario ahora en un medio urbano, en el año 2012 se instaló al interior del IMTA un nuevo modelo experimental de casa ecológica de forma redonda, que cumple con las necesidades de hábitat para las familias de ese medio.

INTRODUCCIÓN

Debido a que la mayoría de los predios urbanos son poco extensos, en el diseño de conjunto de la casa ecológica redonda se incluyó una cisterna tipo capuchino **subterránea**, para evitar reducir los escasos espacios disponibles.

Contrario a la cisterna superficial, en la subterránea fue necesario reforzar la tapa de concreto con un emparrillado de varilla de 3/8" ya que quedaría a nivel del piso terminado (NPT) del patio, esta y otras necesidades obligaron a modificar algunas especificaciones de su instalación, pero se procuró conservar la mayor parte de la metodología de instalación de la cisterna superficial.

El reto a superar consideraba la elaboración de muros que soportaran las presiones internas por efecto del agua y a las presiones externas originadas por arcillas expansivas, así como los pesos de objetos que se pueden concentrar en la parte superior de la tapa.

METODOLOGÍA

Antes de iniciar su instalación se limpió y preparó el terreno, posteriormente se excavó en una superficie aproximada de 7 m² por 2.20 metros de profundidad, en la parte inferior se colocó un tramo de malla electro soldada, cuidando la forma circular de la plantilla de concreto de 15 cm de espesor que servirá de piso de la cisterna posteriormente se recortaron las puntas sobrantes y se doblaron para recibir la malla vertical que envolverá la pared externa del tabique, para finalmente repellar con acabado rustico la parte externa y acabado pulido la parte interna .



(Colado de base, pegado de tabique instalación de malla y acabados)

Cuando se concluyeron los acabados de los muros capuchinos se colocaron 5 castillos armex, uno en la parte central y cuatro distribuidos equitativamente al interior de la cisterna, esta preparación sirvió para la colocación de cuatro traveses de liga unidas a los cinco armex, cuando se concluyeron estas actividades se llenó totalmente la cisterna para verificar que no existieran fugas.



(Colocación de castillos y traveses en interior de cisterna)

Posteriormente se vació y se procedió a la colocar el emparrillado con varilla de 3/8" para el colado de la tapa, una vez terminada esta actividad se llenó nuevamente y estuvo en observación durante un mes, al no presentar ninguna filtración o fuga de agua, se incorporó material inerte en el perímetro exterior de la cisterna para rellenar esos huecos y dejarla en las condiciones naturales en las que debe funcionar.



(Preparación de emparrillado y colado de tapa de cisterna)

Es conveniente destacar que el tipo de suelo que existente en el lugar de instalación de la cisterna es un material arcilloso de alta plasticidad (CH), normalmente este tipo de suelos presentan empujes sobre las estructuras, generando daños estructurales y fugas.

Para conocer las magnitudes de estas presiones que se generan en la cisterna realizamos una revisión de presiones de empuje, utilizando la teoría de Rankine.

Las propiedades del suelo son:

$$\gamma_{arcilla} = 1.4 \text{ Ton}/m^3$$
$$C = 0.48 \text{ Ton}/m^2$$

La profundidad de Agrietamiento es de:

$$Z = \frac{2c}{\gamma}$$
$$Z = \frac{2 * 0.48}{1.4} = 0.68m$$

En el punto A la profundidad es igual a 0

$$\sigma_A = (\gamma * z) - (2 * c)$$

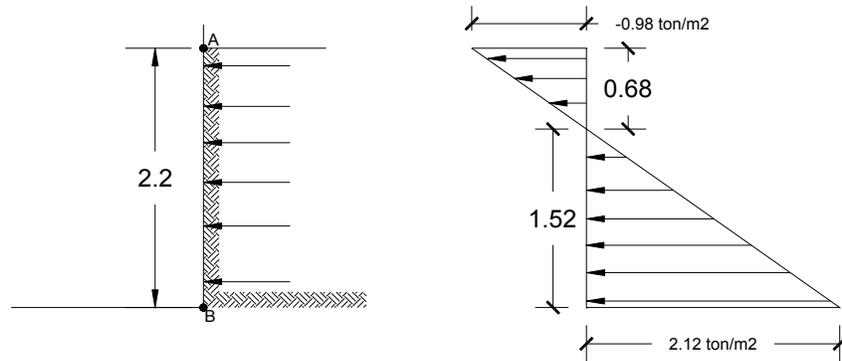
$$\sigma_A = (1.4 * 0) - (2 * 0.48)$$
$$-0.96 \text{ ton}/m^2$$

En el punto A el esfuerzo es negativo lo que indica que el relleno de arcilla está trabajando a tensión.

En el punto B la profundidad es igual a 2.2m

$$\sigma_A = (1.4 * 2.2) - (2 * 0.48)$$
$$2.12 \text{ ton}/m^2$$

DIAGRAMA DE PRESIONES (CISTERNA SIN AGUA)



El análisis efectuado al suelo nos arroja valores que indican que la profundidad y el proceso constructivo utilizado para instalar la cisterna subterránea son los correctos aun teniendo la presencia de arcilla de alta plasticidad.

En suelos de características más estables, se espera que el comportamiento estructural de la cisterna sea aún mejor.

CONCLUSIONES

A dos años de instalada la cisterna han ocurrido eventos sísmicos, movimientos de expansión (lluvias) y contracción (estiaje) de arcillas y de manera constante presiones hidrostáticas, sin embargo las evaluaciones con y sin agua, que se le han hecho a la cisterna han sido satisfactorias, toda vez que no se fuga el agua, no presenta grietas o desprendimiento de muros y se ha constatado que la tapa esta en óptimas condiciones, se seguirá en observación para valorar las posibles afectaciones que pudieran ocurrir a consecuencia de fenómenos naturales así como de los factores externos, después de validar el proceso constructivo de esta tecnología apropiada de almacenamiento de agua de lluvia se propondrá su transferencia para que sea aprovechada en el medio urbano.

Palabras Clave.- Cisterna capuchina subterránea, arcillas expansivas, alta plasticidad, presiones hidrostáticas.

Referencias.- Manuales de instalación de tecnologías apropiadas en materia de agua para vivienda rural.