

Catálogo de Opciones Tecnológicas de Agua y Saneamiento para Escuelas





T-2 TANQUE DE MANPOSTERIA PET	105
Plano	106
Materiales de construcción.	109
T-3 CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA	110
Plano: Cisterna de almacenamiento de agua de lluvia.	111
Plano: Tanque de mampostería confinada	114
Materiales de construcción.	118
OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA SANEAMIENTO	119
SAN-1 BATERÍA SANITARIA PARA PRE-ESCOLAR.	120
Plano: Batería sanitaria para pre-escolar.	122
Plano: Batería sanitaria de 6 cubículos	132
Plano: Batería sanitaria para preescolar opciones de cerramiento alternativo	147
Plano: Detalle de batería sanitaria 6 cubículos - Sistemas de botellas PET	154
Materiales de construcción	166
SAN-2 MÓDULO SANITARIO CON DOS UNIDADES DE TAZA RURAL	167
Plano	168
Materiales de construcción.	178



SAN-3 LETRINAS SOLARES ACONDICIONADAS PARA NIÑOS(AS) CON CAPACIDADES DIFERENTES	179
Plano	180
Materiales de construcción.	185
Especificaciones técnicas	186
Manual de operación y mantenimiento	188
SAN-4 LETRINA VIP	190
Plano	191
Materiales de construcción.	203
Especificaciones técnicas	203
Manual de operación y mantenimiento	205
SAN-5 BIOJARDINERA	207
Plano	208
Materiales de construcción.	213
SAN-6 LAVAMANOS EXTERIOR CON TECHO	214
Plano	215
Materiales de construcción.	219

SAN-7 TANQUE SÉPTICO	220
Plano	221
Materiales de construcción.	224
Especificaciones técnicas	224
Manual de operación y mantenimiento	228
SAN-8 ZANJA DE INFILTRACIÓN.	230
Plano	231
INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA.	235
INF-1 TANQUE PLÁSTICO Y TORRE DE CONCRETO REFORZADO	236
Plano	237
FILTRON	241
Especificaciones técnicas	242
Manual de operación y mantenimiento	243



AP-1	30
AP-2	47
AP-3	60
AP-4	69
AP-5	80
AP-6	82
AP-7	89
T-1	94
T-2	105
T-3	110
SAN-1	120
SAN-2	167
SAN-3	179
SAN-4	190
SAN-5	207
SAN-6	214
SAN-7	220
SAN-8	230
INF-1	236
FILTRON	241

Introducción



La experiencia en el país es que algunas veces las soluciones no tienen sostenibilidad, principalmente porque no se adecuan a las particularidades de las escuelas, de la población o a la geografía y clima del sitio. Incide en esta situación el no disponer de planos constructivos y demás documentos de las soluciones que han resultado exitosas para resolver la problemática de agua y saneamiento en las escuelas.

Debido a la importancia que tiene para el desarrollo de niños y niñas su permanencia en la escuela, se deben hacer grandes esfuerzos para garantizar al menos el abastecimiento mínimo de agua para tomar y lavarse las manos.

El propósito de este catálogo es propiciar la adecuada toma de decisiones para agua y saneamiento en la escuela en la etapa de diseño, estableciendo las relaciones de causa y efecto entre este proceso con las posteriores etapas de construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones.

El catálogo por sí solo no puede garantizar el éxito en los proyectos AGUA, SANEAMIENTO E HIGIENE, debe haber una labor de investigación y análisis de las condiciones de la población y del sitio del proyecto, un proceso sistemático de evaluación de las opciones que llevarán a la elección de la mejor solución para determinada escuela.

El documento inicia con los criterios de diseño para las soluciones de agua y saneamiento en las escuelas; seguidamente, se abordan los criterios de aplicación de estas soluciones en función de las particularidades de la población y el sitio en que se ubica la escuela; luego se presenta el procedimiento para la toma de decisiones en la escogencia de cada elemento que integra la solución. Posteriormente, se presenta una descripción de las soluciones de agua y saneamiento incluidas en el catálogo.

1. Criterios de diseño para soluciones WASH en escuelas

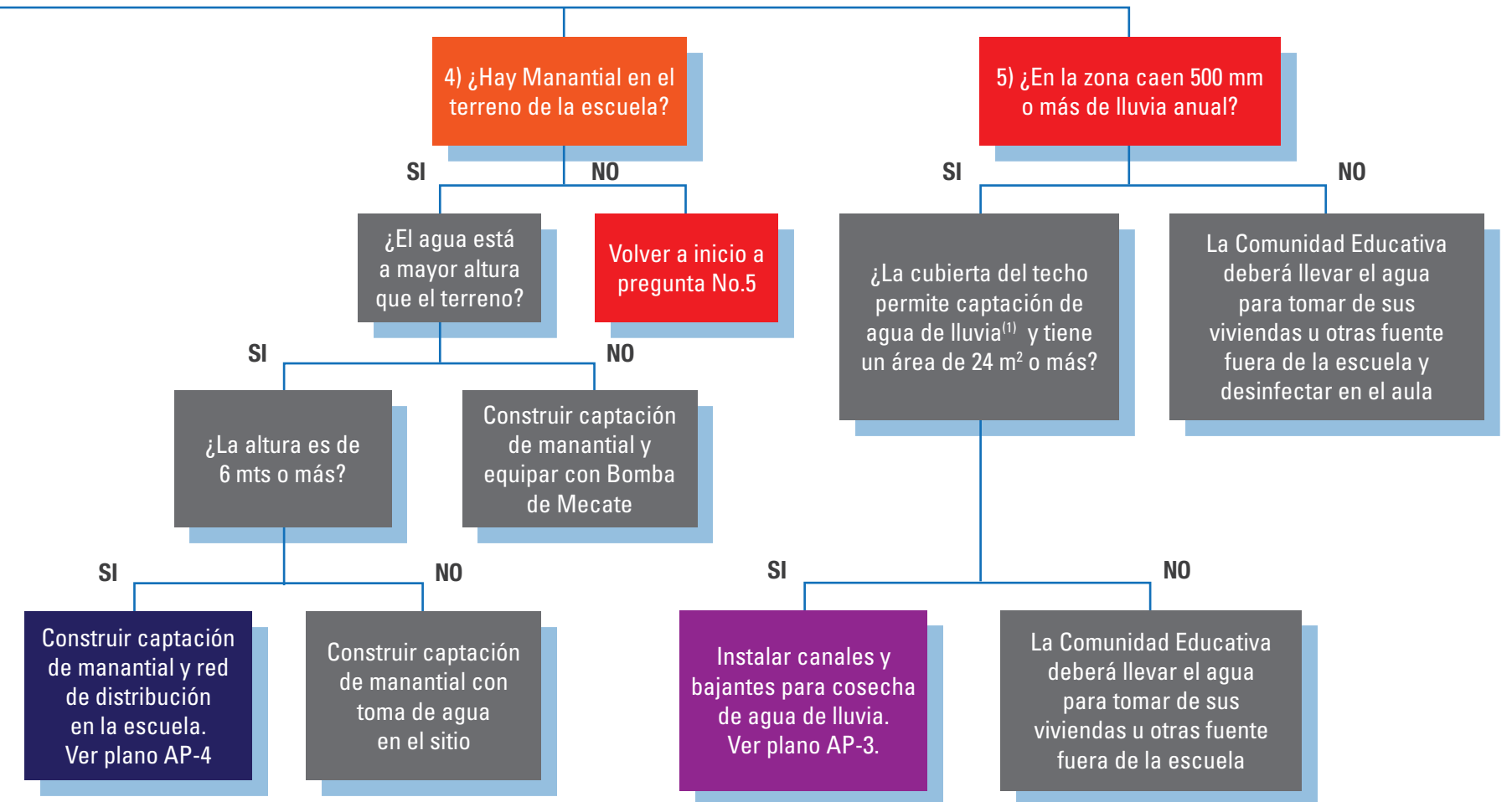
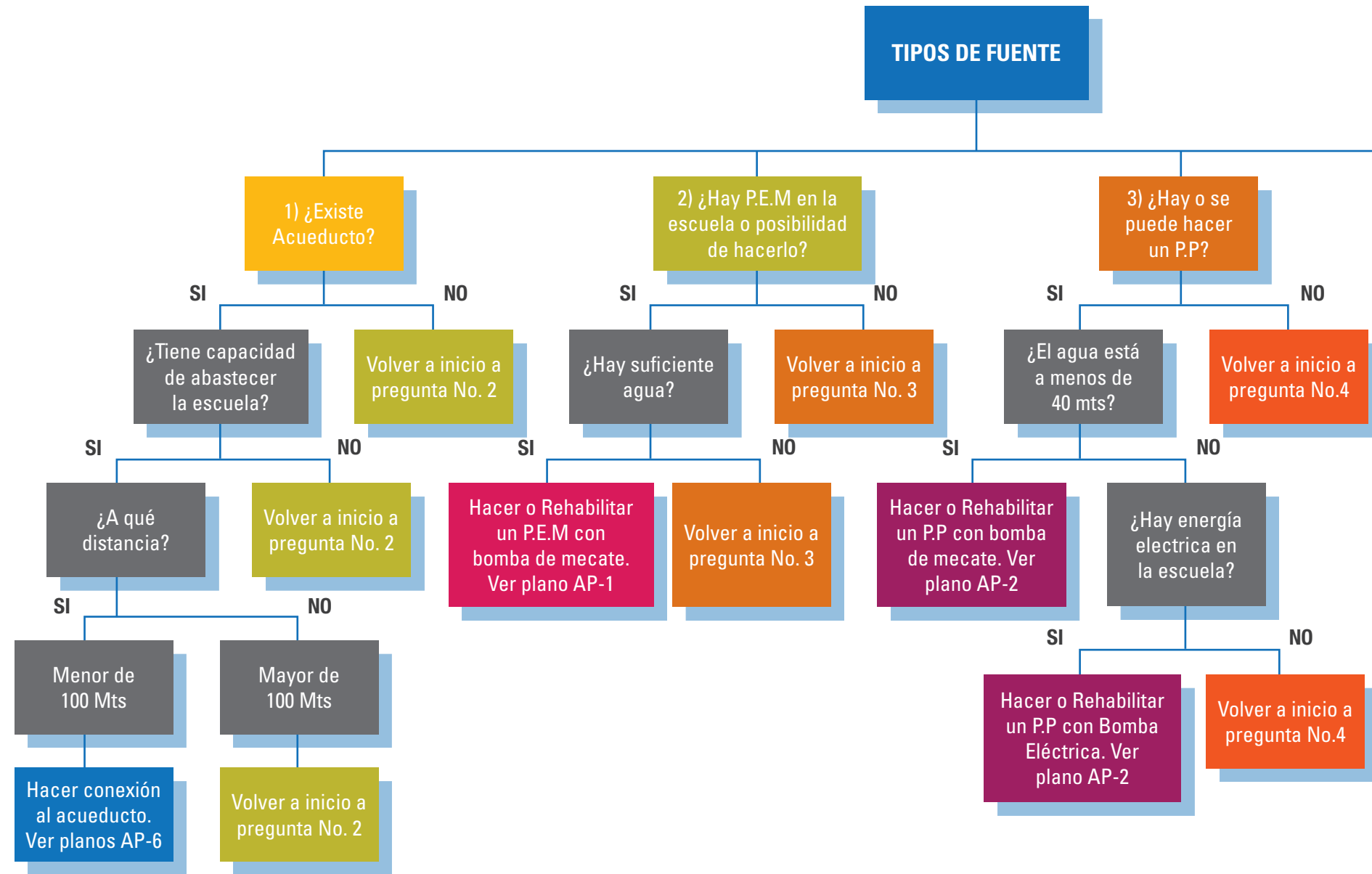
A continuación se presentan los criterios técnicos para el diseño de obras de agua y saneamiento en escuelas:

1.1 Cumplimiento de Normas

Toda obra de agua y saneamiento para escuelas deberá cumplir con las normas técnicas del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y las normas técnicas del Ministerio de Educación (MINED). Se presenta una lista indicativa de estas normativas en el cuadro siguiente:

INSTITUCIÓN	NORMA	DESCRIPCIÓN
Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA)	NTON 09001-99	Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural
	NTON 09002-99	Saneamiento básico rural
	NTON 09003-99	Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua
	NTON 05-0010-98	Norma de diseño de los sistemas domésticos y particulares para el tratamiento y disposición de aguas servidas





(1) Techo de Zinc, tejas u otros materiales lisos, en buen estado

AP-1	30
AP-2	47
AP-3	60
AP-4	69
AP-5	80
AP-6	82
AP-7	89
T-1	94
T-2	105
T-3	110
SAN-1	120
SAN-2	167
SAN-3	179
SAN-4	190
SAN-5	207
SAN-6	214
SAN-7	220
SAN-8	230
INF-1	236
FILTRON	241

yecto completo; por ejemplo si el acople a la red y la conducción del agua desde el punto de toma hasta la escuela representa el 60% del costo total del proyecto, el valor de este componente resultaría demasiado alto para considerar esta opción como válida.

Aguas superficiales de una quebrada, un río, caño o manantial se pueden aprovechar como fuente de abastecimiento de agua, principalmente si esta se encuentra en las cercanías de la escuela y si el nivel del agua en el sitio de captación está a mayor elevación que el sitio donde se utilizará. Las obras de captación son variadas, en función del tipo de corriente, de la forma, profundidad y material del cauce; se pueden tener obras como dique, captación directa, derivación del cauce principal, etc. El principal reto al seleccionar una fuente superficial es el proceso de tratamiento del agua que podría demandar procesos más complejos en comparación con otras fuentes, este tipo requeriría estudios especializados para proceder a considerarla en una escuela.

El **agua de lluvia** se puede considerar como una buena fuente complementaria, específicamente para agua de consumo y para lavado de manos. La captación se realiza en el techo de la escuela; la cantidad de agua disponible está en relación directa con la precipitación anual en el sitio y el área de techo disponible. En función del mapa de isoyetas de Nicaragua para el período 1971-2000, se puede establecer que sitios con precipitaciones de 1400 mm anuales pueden proveer agua suficiente para las necesidades de un aula utilizando la mitad del área de techo de la misma y un volumen de almacenamiento determinado en función de la demanda de agua y la distribución de las lluvias a lo largo del año².

² Véase el procedimiento de cálculo del tanque en el documento "Normas de infraestructura de Agua, Saneamiento e Higiene en escuelas a nivel Nacional", páginas 25 a 29.

Línea de conducción

En un acueducto, recibe este nombre la línea de tubería que conduce el agua desde la obra de toma hasta el tanque de almacenamiento. Si la fuente es pozo, agua de lluvia o manantial, no es relevante este concepto debido a que no se aprecia claramente cuál es la línea de conducción.

Obras de almacenamiento

Si la fuente de agua es una red pública, la escuela debe tener una capacidad para almacenar 1.3 veces la demanda diaria de la escuela y el tanque debe estar a una altura que permita la normal operación de todos los aparatos sanitarios. En el caso del agua de lluvia, el volumen del tanque será determinado según el procedimiento arriba mencionado.

El cuadro siguiente presenta tanques de almacenamiento para agua de lluvia en función de la precipitación pluvial anual, la población atendida y el área de techo.

Tabla: Cálculo de tanques de almacenamiento de agua de lluvia

Población	Dotación	Lluvia	Tanque	Techo
		mm anual	(M3)	(M2)
35	2.8 lppd	990	8	30
56	2.8 lppd	990	13	48
35	2.8 lppd	1400	8	21
80	2.8 lppd	1400	18	48
35	2.8 lppd	1600	7	19
45	2.8 lppd	1600	8	24

Población	Dotación	Lluvia	Tanque	Techo
		mm anual	(M3)	(M2)
35	2.8 lppd	2307	8	13
68	2.8 lppd	2307	13	24
35	2.8 lppd	2740	6.5	11
80	2.8 lppd	2740	13	24
35	2.8 lppd	3000	5.5	10
86	2.8 lppd	3000	12	24

Obras de tratamiento

Si la fuente de agua es algún tipo de pozo, aguas de una red pública o aguas de lluvia, el tratamiento de la misma se limitará a desinfección en la escuela.

Si la fuente está constituida por aguas superficiales, se deberá proveer algún sistema que elimine material en suspensión, turbidez, color, entre otros. La calidad del agua de estas fuentes es muy variable y alcanza picos de turbidez en la estación húmeda, principalmente durante una fuerte lluvia. En dependencia de la calidad del agua, el tratamiento podría requerir procesos de floculación, sedimentación, filtración y desinfección, lo cual resultaría insostenible.

En el caso de que no se pueda obtener una fuente de agua para la escuela, la comunidad educativa deberá proveer el agua de consumo de los niños y realizar filtración y desinfección a nivel de cada aula utilizando filtros de mesa, como por ejemplo el Filtro de cerámica.

Distribución del agua

Se llama así a la red de tuberías que distribuyen el agua en todos los sitios de uso en la escuela, desde un lavalampazos hasta aparatos sanitarios como inodoros, urinarios, lavamanos, etc.

4.2 Descripción de los elementos para una solución de saneamiento

Las soluciones para la eliminación de aguas grises y aguas negras en el establecimiento escolar están en relación directa con la cantidad de agua disponible, el tipo de suelo del sitio y la disponibilidad de espacio para la construcción de los diferentes elementos del sistema.

Seguidamente se definen los elementos más comunes de un sistema de eliminación sanitaria de excretas y aguas grises:

Aparato sanitario

Es el artefacto, asiento o taza sanitaria que sirve de apoyo al usuario en el momento de realizar sus necesidades fisiológicas. Es decir, es la parte de todo el sistema que entra en contacto directo con el usuario y que a su vez se convierten en fuente de aguas servidas, ya sean aguas negras o aguas grises, puede ser un banco de letrina (de concreto, de fibra de vidrio, de polietileno o de madera), una taza rural o un inodoro; salvo raras excepciones, en Nicaragua no se utilizan sanitarios sin un soporte para sentarse.

También pertenecen a este grupo los aparatos sanitarios destinados al lavado de manos de las personas, puede consistir en una pieza prefabricada de cerámica que se coloca adosada a la pared del módulo sanitario o una pieza de concreto con revestimiento de cerámica fabricada en el sitio, empotrada en la pared del módulo sanitario y generalmente dotada de un conjunto de llaves para el uso de varias personas al mismo tiempo.

AP-1

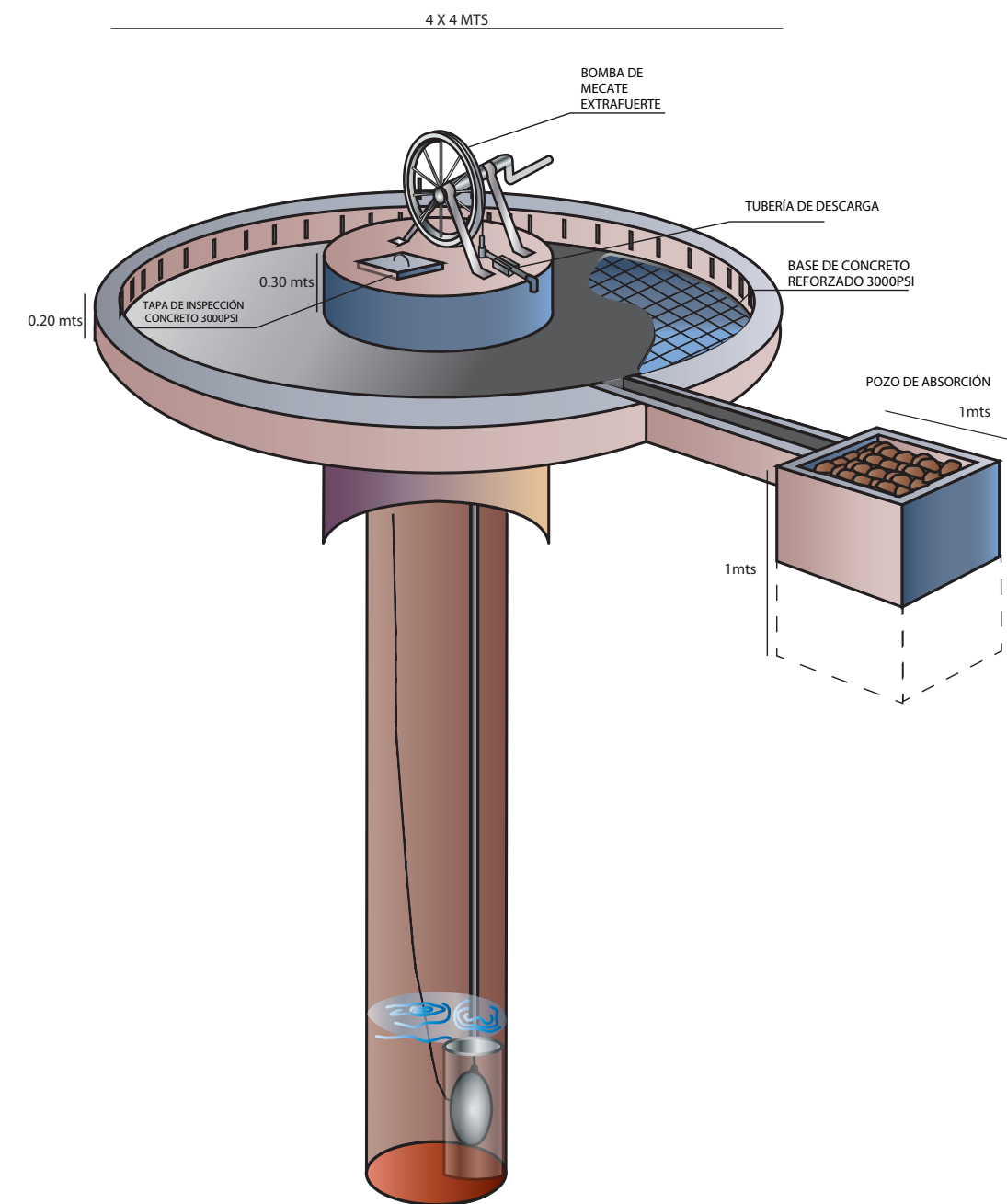
POZO EXCAVADO A MANO Y BOMBA DE MECATE

CONTENIDO

PLANO.....	31
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	38
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA POZOS EXCAVADOS A MANO.....	38
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA BOMBA DE MECATE.....	39
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL POZO.....	41
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBA DE MECATE.....	45



Plano



VISTA 3D

AP-1

AP-2

AP-3

AP-4

AP-5

AP-6

AP-7

T-1

T-2

T-3

SAN-1

SAN-2

SAN-3

SAN-4

SAN-5

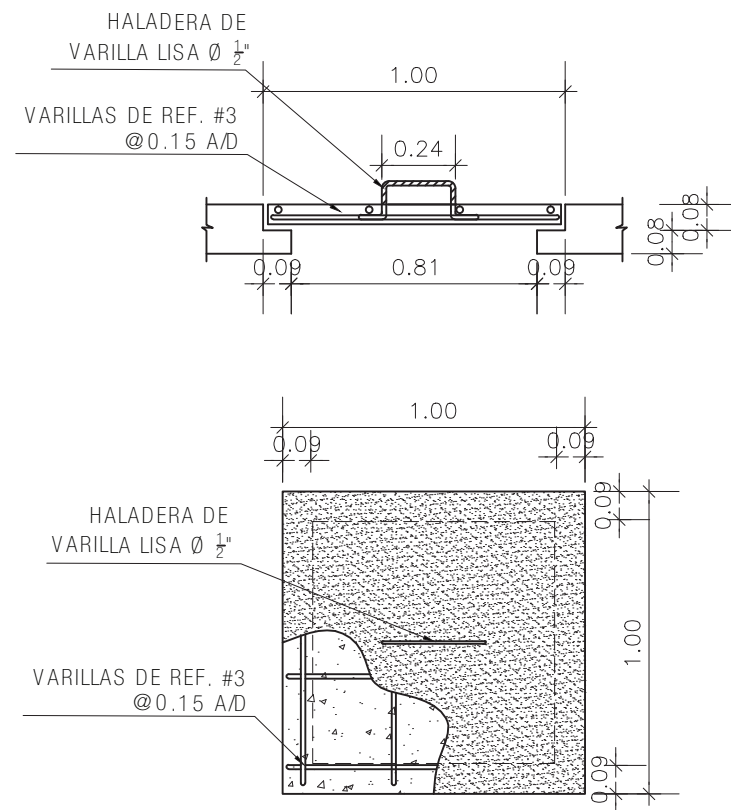
SAN-6

SAN-7

SAN-8

INF-1

FILTRON



DETALLE DE TAPA DE INSPECCIÓN
Escala: 1:50

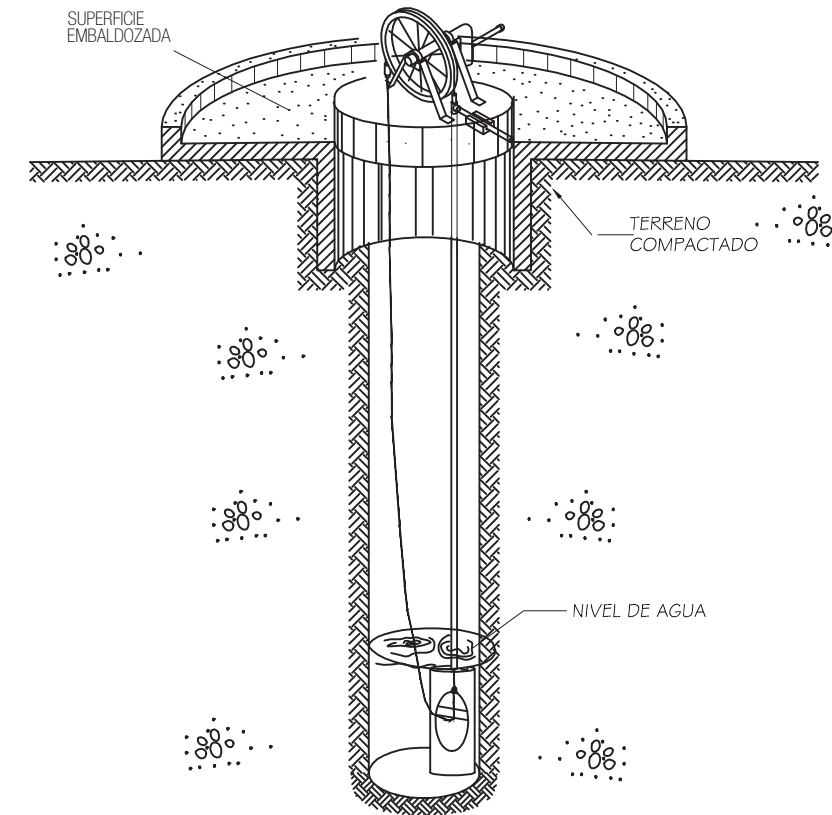
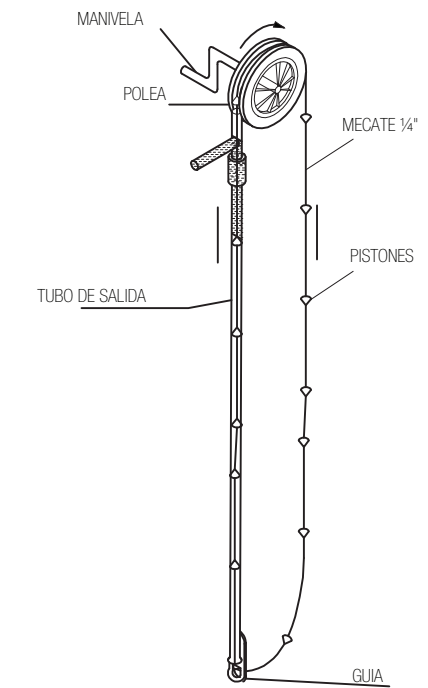


DIAGRAMA DE BOMBA
DE MACATE P.E.M.



BOMBA DE MECATE
FUNCIONAMIENTO

Materiales de construcción

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Excavación pozo (1.20 mts de diámetro 6 m prof.)	M3	6,89
Bomba de mecate extra fuerte con todos sus accesorios y tapa de protección	Unidad	1
Hierro corrugado de 3/8" estándar	Varillas	5
Hierro liso de 1/4" Std.	Varillas	32
Alambre de amarre	Lbs.	6
Cemento	Bolsas	5
Arena	M3	0,0
Ladrillo cuarterón	Unidad	2100
Grava	M3	–
Madera blanca para formaleta	Pie tablar	40,0

Especificaciones técnicas para pozos excavados a mano

Condiciones Generales

El pozo excavado es aquel que se construye por medio de picos, palas, etc. o equipo para excavación como cucharones de arena. Son de poca profundidad y se usan donde el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie. Su principal ventaja es que pueden construirse con herramientas manuales, además su gran diámetro proporciona una considerable reserva de agua dentro del pozo mismo.

Especificaciones técnicas generales:

- Los pozos deberán estar alejados por lo menos 15 m de las letrinas más cercanas.
- Al construir los pozos excavados se logra captar aguas del nivel freático, este nivel varía dependiendo la época del año, por tanto se debe construir pozos excavados en la época más seca, para garantizar que el pozo tenga agua todo el año.
- El nivel estático deberá ser menor o igual a 2 m sobre el fondo de pozo excavado, en período seco.
- El pozo deberá estar alejado 60 m de quebradas y cauces.
- Caudal mínimo del pozo 5gpm.
- No se permitirán focos de contaminación en radio de 30 m.
- El pozo no debe de localizarse a menos de 1 km aguas abajo de terrenos con aplicación de plaguicidas, banco de material.
- El pozo deberá ubicarse a 10 m de distancia de los caminos rurales.

Especificaciones técnicas para bomba de mecate

Condiciones generales:

Una bomba de mecate es un artefacto con el cual se extrae agua generalmente de un pozo o de un depósito artificial subterráneo de agua.

Se trata de una tecnología sencilla y de bajo costo, cuyo funcionamiento consiste en un mecate sin fin con pistones en toda su extensión que extrae el agua a la superficie a través de un tubo de bombeo del mismo diámetro de los pistones, los cuales generan una fuerza que ayuda a que el agua suba. El movimiento continuo del mecate, es accionado en la superficie por la rotación de una rueda activada manualmente a través de una manivela.

Componentes de una bomba de mecate:

La bomba consta de las piezas siguientes:

- Estructura de la rueda: maneral, acciona la rueda para bombear agua; freno, evita que la rueda retroceda al soltar el maneral; soporte y gancho, en ellos se fija la tubería.
- Tubo de descargue.
- Tee.
- Codo reductor.
- Niple.
- Mecate con pistón.
- Tubería de bombeo.
- Guía.

Instalación de la bomba en el pozo:

Preparación del pozo para la instalación de la rueda (con tapa de concreto):

- Se coloca la rueda encima de la tapa, cuidando que el mecate que va libre no roce las paredes del pozo.
- Primero se perfora en la tapa el hoyo por donde va el tubo de bombeo y el hoyo por donde baja el mecate.
- En este último hoyo se coloca un pedazo de tubo boconeado para evitar el roce del mecate con la tapa de concreto.
- Solo cuando se termina este trabajo se perforan los hoyos para los espiches ya que en muchas ocasiones se encuentra hierro de refuerzo en la tapa, que causa una pequeña reubicación de la rueda.
- Se fija la rueda en el concreto por medio de tuercas y tornillos (espiches y golosos).
- Estos pasos se realizan cuando la tapa de concreto ya está hecha, en caso de que la tapa recién se fuera a construir se toman todas las medidas de la rueda y se empotra con pernos en el concreto de la tapa, además se determina el lugar exacto de los hoyos por donde pasa la tubería y por donde baja el mecate.

Despliegue de la tubería fuera del pozo y posición de la guía:

- Coloque la guía de manera que quede cerca del brocal del pozo.
- Despliegue la tubería cuidando que la camisa quede de acuerdo al enlace con su tubo.



Los usuarios deben realizar la limpieza del pozo y la bomba, inmediatamente se observe suciedad.

Limpieza de pozos excavados

La limpieza de pozos excavados se realiza para evitar el crecimiento de materia como vegetal, algas y hongos. En las paredes internas del pozo y evitar la proliferación de contaminación bacteriana en el agua. La misma se realiza mediante los pasos siguientes:

- Abrir la tapa sanitaria.
- Medir la altura de agua que hay en el pozo con un palo o mecate, luego se puede medir la parte mojada con la cinta métrica.
- Ingresar al pozo a través de la escalera instalada para la limpieza. En el caso de los anillos, se tienen orificios para pisar.
- Limpiar con un cepillo de acero la superficie interior del pozo y enjuagar con agua utilizando un balde.
- Secar el agua del pozo, utilizando baldes o bombas, sacar el lodo generado por la limpieza.
- Desinfectar el pozo utilizando un palo con trapo amarrado en la punta o un cepillo humedeciendo en solución de cloro y pasándolo por la superficie interna del pozo. La solución restante se vacía al pozo y se debe dejar reposar por lo menos 6 horas.

Luego del tiempo recomendado se debe sacar nuevamente el agua del pozo, con una bomba o con baldes.

El balde debe estar limpio y desinfectado. Se coloca la tapa sanitaria verificando que sea hermética.

La persona que ingrese al pozo para realizar la limpieza no debe estar enferma y cuidará su higiene y la limpieza de botas, zapatos, etc., para no contaminar el agua.



El agua del pozo no se debe tomar si aún presenta fuerte olor a cloro, en ese caso, se debe extraer el agua y esperar que el pozo recupere su nivel. Es recomendable contar con algún medio para medir cloro residual en el agua. Si se tiene, se debe comprobar que el nivel de cloro en el agua no exceda 2 partes por millón.

Desinfección del agua en pozos excavados

Para desinfectar el agua en los pozos excavados podemos utilizar una técnica simple, basta conocer el diámetro del pozo y la altura del agua para poder calcular el volumen de agua que se encuentra en el pozo y añadir la cantidad de cloro necesario de acuerdo con la tabla siguiente:



Volumen de hipoclorito de calcio

Volumen Agua		Volumen de Hipoclorito de Calcio		
Litros	Kg	gr	libras	Onzas
1000	0.2857	285.71	0.6286	10.0571
2000	0.5714	571.42	1.2571	20.1143
3000	0.8571	857.14	1.8857	30.1714
4000	1.1429	1,142.85	2.5143	40.2286
5000	1.4286	1,428.57	3.1429	50.2857
6000	1.7143	1,714.28	3.7714	60.3429
7000	2.0000	2,000.00	4.4000	70.4000
8000	2.2857	2,285.71	5.0286	80.4571
9000	2.5714	2,571.42	5.6571	90.5143
10000	2.8571	2,857.14	6.2857	100.5714
11000	3.1429	3,142.85	6.9143	110.6286

Mantenimiento correctivo:

Estas actividades se cumplen cuando se presenta algún daño en el pozo excavado:

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas materiales	Responsable
Grietas en la losa (tapa del pozo).	Reparar daños en la losa (tapa del pozo) de hormigón armado.	Picar el área dañada y resellar con una mezcla de hormigón (cemento, arena y agua).	Pico, pala, cuchara de albañil, balde, piqueta, cemento, arena, agua.	Encargado, Comité.
Losa (tapa del pozo) rajada.	Cambiar la losa (tapa del pozo) si ésta se ha rajado.	Vaciar una nueva losa (tapa del pozo) con hormigón armado.	Cemento, arena, grava, balde, pala, pico.	Encargado, Comité.
Asentamiento en el borde del pozo.	Rellenar si hay asentamiento en el contorno del pozo.	Acarreo de tierra para rellenar el lugar de asentamiento y apisonar.	Pico, pala, carretilla, tierra.	Encargado, Comité..
Tapa sanitaria rota.	Reponer la tapa sanitaria, si se rompe o se pierde.	Vaciar tapa sanitaria con hormigón armado.	Arena, cemento, hierro de construcción, balde, pala	Encargado, Comité.

Operación y mantenimiento de bomba de mecate

Operación

La operación de la bomba manual de mecate se realiza de la forma siguiente:

- Colocar el recipiente (balde) en la base de cemento a la salida del agua de la bomba.
- Girar la manivela en dirección tal que los empaques de salgan del tubo de PVC conectado al surtidor, el agua es elevada por arrastre mecánico.
- Una vez lleno el recipiente, dejar de girar la manivela.
- Retirar el recipiente.

Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
Revisar el área cercana al pozo para identificar la presencia de fuentes de contaminación: agua estancada, etc.	Diaria (cada día).	Cuaderno, lápiz.	Encargado, Comité.
Limpiar la plataforma, (losa de hormigón armado), donde está instalada la bomba manual de sogá.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Encargado, Comité.
Verificar si el desgaste del mecate plástico y los empaques es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Encargado, Comité.

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
Verificar si el caudal de la bomba se mantiene como cuando fue instalada.	Trimestral (cada 3 meses).	Balde, reloj.	Encargado, Comité.
Engrasar el eje de giro de la polea y ajustar los pernos.	Mensual (cada mes).	Grasa.	Encargado, Comité.
Realizar el cambio de mecate y de los empaques.	Anual (cada año).	Llaves, navaja, cuchillo, mecate, pega PVC.	Encargado, Comité.

Para cumplir con las acciones de mantenimiento respecto al cambio de mecate y empaques, se deben cumplir los pasos siguientes:

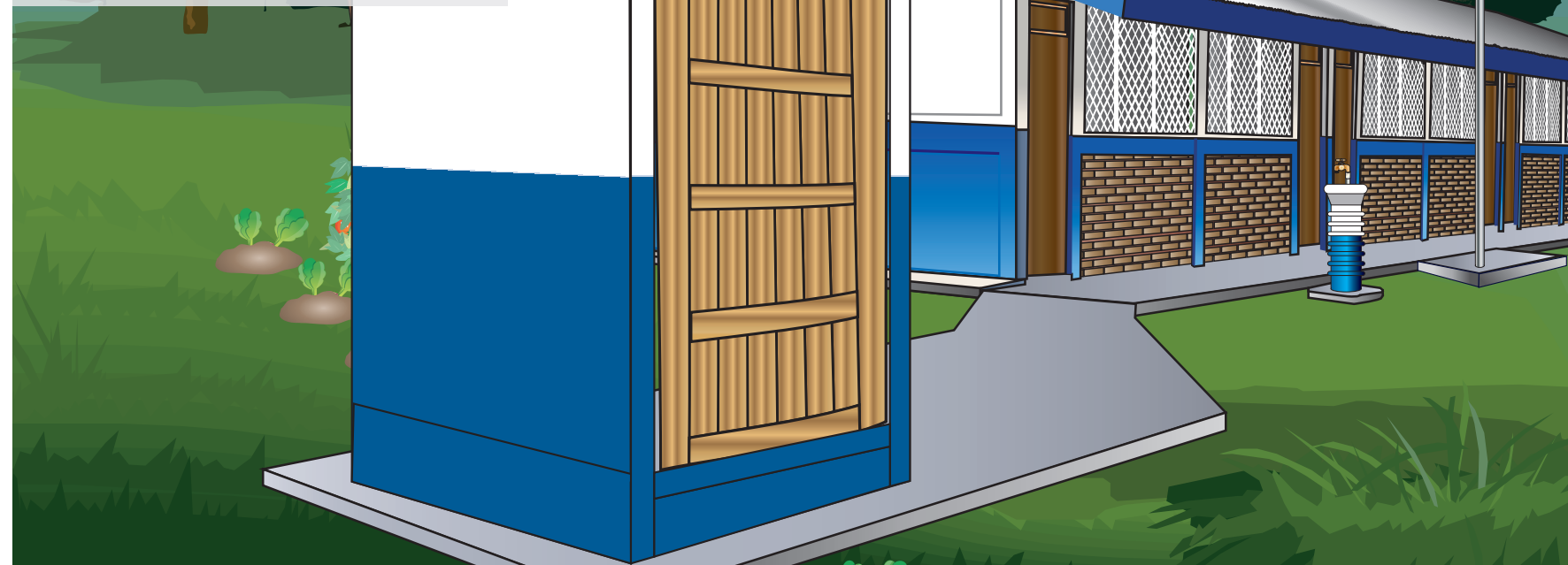
- Aflojar los tornillos y pernos del soporte en el que está fijado el eje de la polea (rueda).
- Sacar la polea o rueda de la bomba.
- Retirar el mecate gastado o roto y verificar el estado de los empaques, estos generalmente duran más tiempo que el mecate.
- Preparar un nuevo mecate con los empaques amarrados en todo su largo.
- Atar otro mecate para alargar el mecate con los empaques para evitar desarmar toda la bomba.
- Armar la bomba colocando la polea.
- Cambiar la guía, cuando esta se dañe desarmando la bomba.

SAN-4

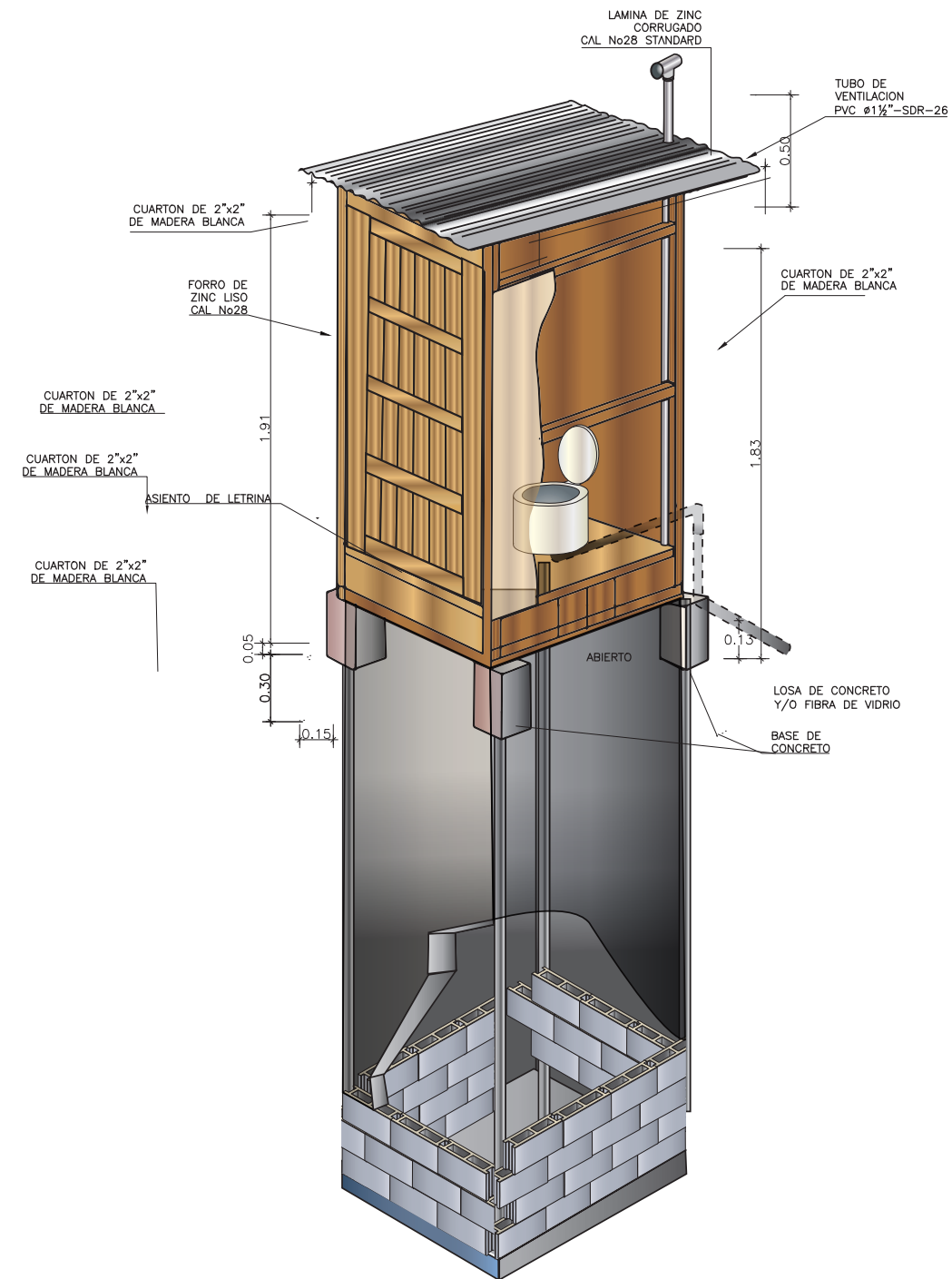
LETRINA VIP

CONTENIDO

PLANO	191
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	203
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	203
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	205

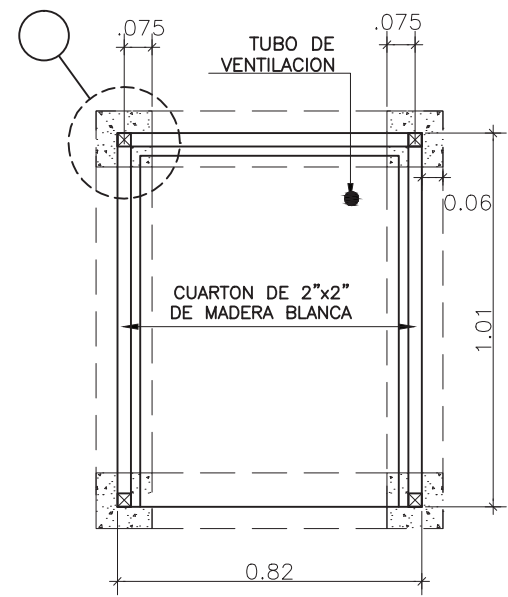
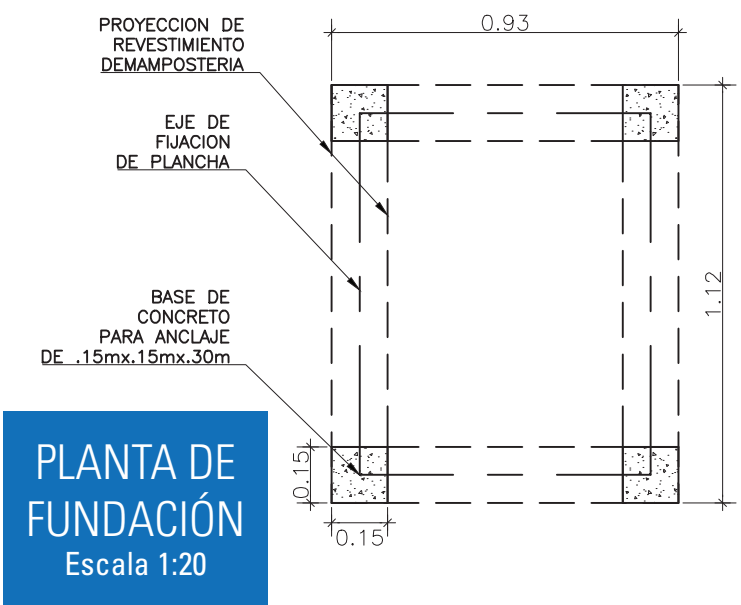


Plano

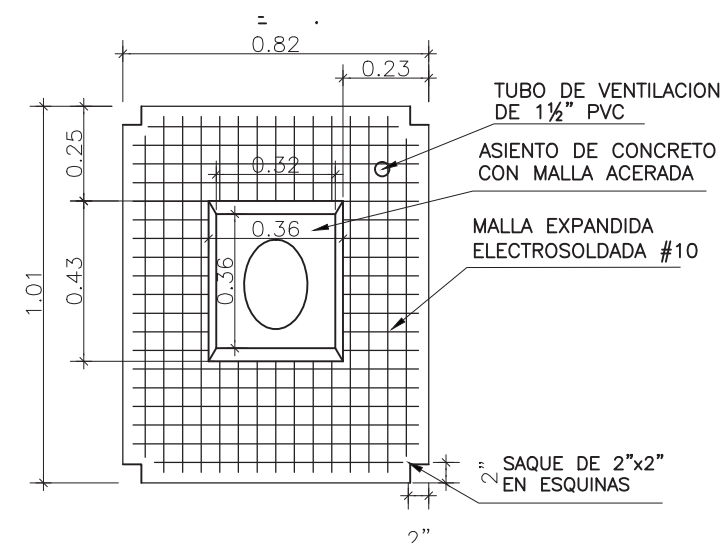


VISTA 3D

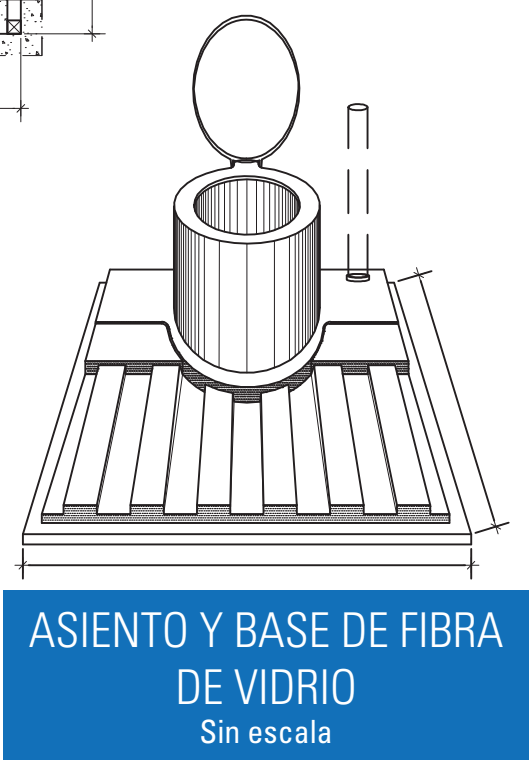
AP-1	30
AP-2	47
AP-3	60
AP-4	69
AP-5	80
AP-6	82
AP-7	89
T-1	94
T-2	105
T-3	110
SAN-1	120
SAN-2	167
SAN-3	179
SAN-4	190
SAN-5	207
SAN-6	214
SAN-7	220
SAN-8	230
INF-1	236
FILTRON	241



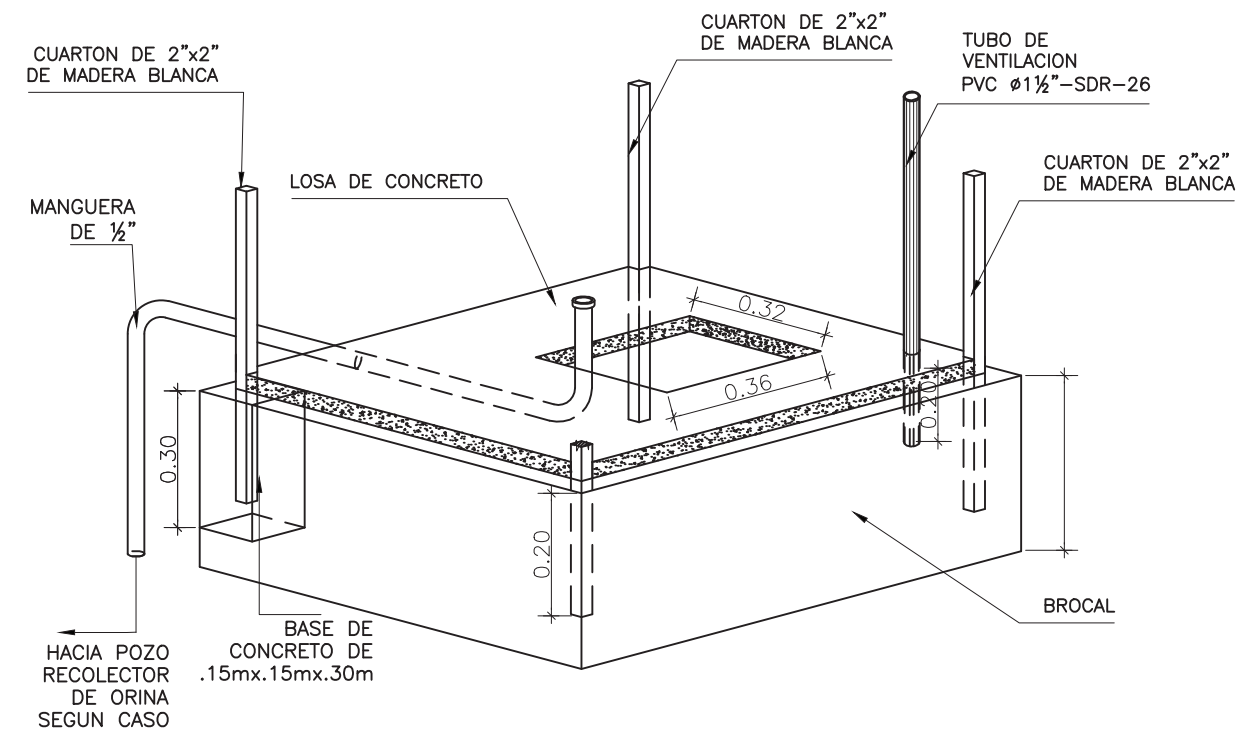
PLANTA DE CASETA LETRINA
Escala 1:20



PLANTA ESTRUCTURAL DE LOSA DE CONCRETO
Escala 1:20



ASIENTO Y BASE DE FIBRA DE VIDRIO
Sin escala



ISOMÉTRICO DE FIJACIÓN DE ESTRUCTURA EN BASE DE CONCRETO
Sin escala

AP-1	30
AP-2	47
AP-3	60
AP-4	69
AP-5	80
AP-6	82
AP-7	89
T-1	94
T-2	105
T-3	110
SAN-1	120
SAN-2	167
SAN-3	179
SAN-4	190
SAN-5	207
SAN-6	214
SAN-7	220
SAN-8	230
INF-1	236
FILTRON	241