

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN

TESIS

**ANÁLISIS DE UN SANITARIO CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA
INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAXACA.**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CONSTRUCCION

PRESENTA:

ARQ. JUAN LÓPEZ VELASCO

DIRIGIDA POR:

DR. ALEJANDRO CALVO CAMACHO

ASESORES:

M.C. LUIS ALBERTO MARTÍNEZ SANTIAGO

M.C. SILVIA OLIVIA RAMÍREZ MARTÍNEZ

OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA, NOVIEMBRE DE 2024.

Oaxaca de Juárez, Oax., 07/noviembre/2024

Oficio No. DEPI/MC-907/2024

Asunto: AutORIZACIÓN de impresión de tesis.

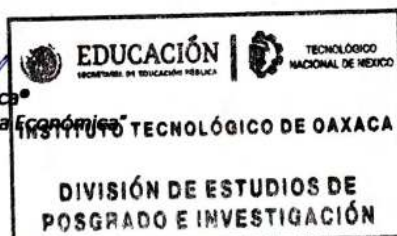
ING. HUITZILÍ DÍAZ JAIMES
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES.
PRESENTE

Por este medio, comunico a usted que de acuerdo con las disposiciones establecidas en los Lineamientos para la operación de estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública, la C. JUAN LÓPEZ VELASCO con número de control M22161600, ha cumplido con todas las recomendaciones que el Comité Revisor hizo respecto a su tesis cuyo título es "ANÁLISIS DE UN SANITARIO CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAXACA", para obtener el grado de Maestro en Construcción

Por lo anterior, la División a mi cargo le concede la autorización para que proceda el trámite correspondiente y la impresión de la misma.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica**
"Tecnología Propia e Independencia Económica"



DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ MEDINA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN





Instituto Tecnológico de Oaxaca
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Oaxaca de Juárez, Oax., 05/11/2024

OFICIO: DEPI/MC-906/2024

ASUNTO: Autorización de impresión de tesis

C. JUAN LÓPEZ VELASCO
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE
MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN
PRESENTE.

De acuerdo con las disposiciones para la Operación de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo con respecto a su Tesis para obtener el grado de Maestro en Construcción, cuyo título es: "ANÁLISIS DE UN SANITARIO CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INES DEL MONTE, ZAACHILA, OAXACA".

Los abajo firmantes de la Comisión Revisora le concedemos la Autorización para que proceda a la Impresión de la misma.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
"Tecnología Propia e Independencia Económica"


DR. ALEJANDRO CALVO CAMACHO
DIRECTOR


M.C. LUIS ALBERTO MARTÍNEZ SANTIAGO
ASESOR


M.C. SILVIA OLIVIA RAMÍREZ MARTÍNEZ
ASESORA


Vo.Ba.
DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ MEDINA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN



DEDICATORIA

A Marcelina, mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus valiosos consejos, que me han guiado y motivado en cada etapa de mi vida.

A mi esposa, Hortencia, por ser mi compañera de vida y mi apoyo incondicional. Gracias por tu infinita paciencia, por asumir responsabilidades adicionales para que yo pudiera dedicarme a mis estudios, y por siempre creer en mí, este logro es tanto tuyo como mío.

A mis queridos hijos, Juan, Daniel y Luis, por ser mi fuente constante de inspiración y motivación. Sus sonrisas, abrazos y palabras de aliento me han dado la fuerza necesaria para seguir adelante y culminar esta etapa tan importante de mi vida. Gracias por su paciencia y comprensión durante mis horas de estudio y trabajo, su amor incondicional ha sido un faro en los momentos más desafiantes.

A mis hermanos, Celestina, Pedro, Reynalda y Bernardino, por su cariño incondicional y por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles. Gracias por creer en mí y por sus palabras de aliento cuando más las necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

A Dr. Alejandro Calvo Camacho, por su orientación, paciencia y valiosas sugerencias durante la realización de este trabajo de tesis. Su experiencia y apoyo han sido fundamentales para llevar a buen término este proyecto.

A mis asesores, maestra Silvia Olivia Ramírez Martínez y al maestro Luis Alberto Martínez Santiago, por compartir su conocimiento y sabiduría, por sus enseñanzas y por inspirarme a ser mejor cada día. Su dedicación y compromiso con la educación han dejado una huella imborrable en mi formación académica y personal.

RESUMEN

En el año 2012 se construyeron en Santa Inés del Monte, Zaachila, Oaxaca, 70 sanitarios con biodigestor distribuidos en las agencias de: La lobera, El Carmen, La Guadalupe y La soledad. La extinta Secretaria de Desarrollo Social las nombró sanitarios dignos, a meses de su construcción prácticamente quedaron obsoletas, esto debido al mal proceso constructivo, falta de informacion a los beneficiarios y deficiente diseño. Todo esto ocasionó que absolutamente no funcionaran. Y la población beneficiaria termino por abandonarlos, convirtiéndose en contaminación visual y al medio ambiente. Se propone como alternativa de solución un cuarto de baño basado en el sistema de bajareque, construcción basada en polines verticales y carrizos o bambús en forma horizontal recubiertas con barro y paja e impermeabilizadas con cal, baba de nopal y sal en grano, en este espacio se alojará un área de regadera, w.c. y un lavabo. Para la depuración de las aguas residuales del w.c. se propone un reactor anaerobio de flujo ascendente. Cuyo funcionamiento inicia cuando el agua que proviene del sanitario llega de la parte superior y a través de un sistema de tuberías baja hasta el fondo del tanque. El afluente brota en sentido ascendente a través del manto de lodos dándose de esta forma el tratamiento de las aguas residuales. En la última camara se propone un filtro anaerobio de flujo ascendente.

ABSTRACT

In 2012, 70 toilets with biodigesters were built in Santa Inés del Monte, Zaachila, Oaxaca, distributed in the agencies of: La Lobera, El Carmen, La Guadalupe and La Soledad. The extinct Ministry of Social Development named them dignified toilets, months after their construction they were practically obsolete, this due to the poor construction process, lack of information to the beneficiaries and deficient design. All this caused them to work at all. And the beneficiary population ended up abandoning them, becoming visual and environmental pollution. A bathroom based on the bajareque system is proposed as an alternative solution, a construction based on vertical poles and reeds or bamboos horizontally covered with mud and straw and waterproofed with lime, nopal slime and grain salt, in this space there will be a shower area, toilet and a sink. For the purification of wastewater from the toilet, an anaerobic upflow reactor is proposed. Its operation begins when the water that comes from the toilet arrives from the top and through a system of pipes goes down to the bottom of the tank. The tributary flows upwards through the sludge mantle, thus treating the wastewater. In the last chamber, an anaerobic upflow filter is proposed.

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema.	1
1.2 Justificación.	3
1.3 Área de estudio.....	4
1.3.1 Macro localización.....	4
1.3.2 Micro localización.....	5
1.4 Hipótesis.	6
1.5 Objetivo general.	6
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Clasificación de los sanitarios ecológicos.....	7
2.1.1 Tipos de sanitarios húmedos.....	7
2.1.1.1 Sistemas sépticos	8
2.1.1.2 Humedales artificiales.	8
2.1.1.3 Biodigestores.....	9
2.1.1.4 Reactor anerobio de flujo ascendente	10
2.1.1.5 Filtro anaerobio de flujo ascendente	10
2.1.2 Diseño del cuarto de baño	11
2.1.2.1 Dimensiones del cuarto de baño.....	11
2.1.2.2 Puertas y ventanas.	12
2.1.2.3 Iluminación y ventilación.....	13
2.1.2.4 Sonido.....	13
CAPÍTULO III MAL FUNCIONAMIENTO DE LOS SANITARIOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.	14
3.1 Deficiencias en el sistema actual	14
3.1.1 Caseta del sanitario.....	15
3.1.2 Registro de lodos	17
3.1.3 Pozo de absorción.....	17
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DEL DEFICIENTE DISEÑO DE LOS SANITARIOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.	20

4.1	Diseño	20
4.2	Dimensiones	21
4.3	Puertas y ventanas	22
4.4	Sonido e iluminación	23
CAPÍTULO V USUARIO DE LOS BAÑOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.		24
5.1	Características de los habitantes de la comunidad	24
5.2	Rechazo de los usuarios de los sanitarios con biodigestor	24
CAPÍTULO VI PROPUESTA DE UN SANITARIO ECOLÓGICO HÚMEDO		26
6.1	Características.....	26
6.1.1	Cuarto de baño.....	26
6.1.2	Reactor anaerobio unifamiliar	26
6.2	Funcionalidad.....	27
6.2.1	Funcionamiento:	27
6.2.2	Ventajas:.....	27
6.2.3	Desventajas:	28
6.3	Dimensiones	28
6.3.1	El Cuarto de baño	28
6.3.2	Reactor anaerobio unifamiliar	30
CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		32
7.1	Conclusiones	32
7.2	Recomendaciones.....	34
FUENTES DE CONSULTA		35
ANEXOS		37
a)	Reporte fotográfico	37
b)	Planos de cuarto de baño con bajareque	40
c)	Planos rector unifamiliar.....	55

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.1 <i>Macro localización de Santa Ines del Monte, Zaachila, Oaxaca.....</i>	4
Mapa 1.2 <i>Mapa de micro localización de Santa Ines del Monte, Zaachila, Oaxaca.....</i>	5

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 3.1 <i>Ubicación de los componentes de los sanitarios con biodigestor.</i>	14
Imagen 3.2 <i>Dimensión de la plancha de concreto y caseta del biodigestor levantado en campo.</i>	15
Imagen 3.3 <i>Espacio mínimo necesario para el uso del W.C.</i>	16
Imagen 3.4 <i>Lavabo de fibra de vidrio y vano inferior.</i>	16
Imagen 3.5 <i>El registro de lodos quedo oculto.</i>	17
Imagen 3.6 <i>Dimensiones del registro de absorción.</i>	18
Imagen 3.7 <i>Pozo de absorción.</i>	18
Imagen 3.8 <i>Pozo de absorción y biodigestor.</i>	19
Imagen 3.9 <i>Deficiencia generales del sistema.</i>	19
Imagen 4.1 <i>Diseño circular de la caseta del sanitario.</i>	20
Imagen 4.2 <i>Caseta de los sanitarios con biodigestor.</i>	21
Imagen 4.3 <i>Dimensiones para W.C. y lavabo.</i>	21
Imagen 4.4 <i>Puerta del Sanitario desprendida por la fuerza del viento.</i>	22
Imagen 4.5 <i>Puerta del Sanitario con biodigestor, con pasador corredizo.</i>	22
Imagen 4.6 <i>Vanos inferior y superior del sanitario para iluminación y ventilación.</i>	23
Imagen 4.7 <i>Vanos en la caseta del sanitario para iluminación y ventilación</i>	23
Imagen 5.1 <i>Platica con beneficiario en recorrido de campo de los sanitarios con biodigestor</i>	25
Imagen 6.1 <i>Planta de la cuarto de baño.</i>	29
Imagen 6.2 <i>Fachada principal y fachada lateral del cuarto de baño.</i>	29
Imagen 6.3 <i>Planta del reactor y lecho de secado.</i>	30
Imagen 6.4 <i>Alzados de reactor en el sentido transversal y longitudinal.</i>	31

INTRODUCCIÓN

Un problema que aqueja al mundo entero, es sin duda, el tratamiento de las aguas residuales provenientes de las viviendas en las grandes ciudades y en zonas rurales, se ha trabajado buscando las alternativas adecuadas para dar solución a este problema, principalmente en las localidades rurales donde se carece de la red de drenaje, la cual tiene sus complicaciones en la topografía propia en este caso del estado de Oaxaca, elevados costos de construcción y mantenimiento que lo hace inviable, por otra parte, la mayor de estas plantas de tratamiento han fracasado en su encomienda, una parte por la educación de los usuarios al pensar que las plantas tratamiento trataran todo lo que se vierta en ella, además, en casi su totalidad se construyen sin cumplir las normas establecidas por las dependencias, o diseñadas por profesionistas que carecen de experiencia en el ramo y que solo buscan el beneficio económico y poco les interesa el daño que ocasionan a la medio ambiente y a los habitantes de las comunidades donde se desarrollan este tipo de proyectos. Inclusive las dependencias del gobierno como la extinta SEDESOL, la cual puso en marcha entre 2012 y 2013 en zonas rurales y periferia de las ciudades un programa de baños ecológicos con biodigestor, llamados baños dignos, la cual fue un fracaso, ya que se los construyeron sin darles una capacitación previa a los usuarios de dicho programa y por no diseñar el proyecto conforme a las especificaciones mismas del biodigestor.

El objetivo general de este trabajo es analizar actualmente el deficiente funcionamiento de los sanitarios con biodigestor, así también, estudiar los diseños de los mismos y documentar el rechazo de los usuarios mediante trabajo de campo en el municipio de Santa Inés del Monte, perteneciente al distrito de Zaachila, Oaxaca, para proponer una alternativa de solución.

En el capítulo 1.- Se hará una descripción de problema, se definirá el área de estudio. Ubicaremos el municipio de Santa Inés del Monte que pertenece al distrito de Zaachila en los Valles Centrales, describiremos brevemente sus límites territoriales.

En el capítulo 2.-, Marco Teórico, se enmarcará nuestra investigación en base a la bibliografía existente sobre el tema que nos ocupa, los cuartos de baños, los tipos de sanitarios húmedos así como su diseño y dimensiones y demás características.

En el capítulo 3,4 y 5 se describirá la causa y efecto del problema provocada por los sanitarios con biodigestor, las deficiencias que presenta, el abandono de este proyecto que fue pensado para el saneamiento unifamiliar, sin embargo, este no logro su objetivo en la localidad de estudio.

En el capítulo 6.- Se plantea una propuesta de solución a treves de un proyecto que satisfaga las necesidades de la comunidad, que cumpla con la normatividad vigente, se describirá el funcionamiento de nuestra propuesta, planos del mismo y el costo por dicha acción.

En el capítulo 7.- Se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

En el capítulo 8.- Se anexa la informacion recabada en campo, memoria fotográfica, planos a detalle de la propuesta de solución y un audio producto de la investigación en campo.

Finalmente se proporcionará un marco bibliográfico para aquellas personas que deseen profundizar sobre el tema.

CAPITULO I ANTECEDENTES

Existe una variedad de sanitarios ecológicos hoy en día, se dividen en dos grupos: los llamados sanitarios secos y los sanitarios húmedos, los segundos requieren de agua para su funcionamiento, en algunas comunidades se han desarrollado sanitarios secos, pero, la mayor parte de la población rural sigue empleando sanitarios húmedos sin tratamiento previo, los cuales son canalizados a las áreas libres como barrancos e inclusive arroyos, provocando con esto daños al medio ambiente y enfermedades en la población por la contaminación de los mantos acuíferos.

1.1 Planteamiento del problema.

a) Aspecto cualitativo

En el municipio de Santa Inés del Monte perteneciente al distrito de Zaachila, se han construido sanitarios con biodigestor, con fondos federales, a través de la extinta Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL), los cuales se encuentran abandonados y prácticamente inservibles, esto obedece a que en el proyecto no se consideraron factores de diseño mínimo para el uso confortable de los beneficiarios, mucho menos se contemplaron las especificaciones particulares del biodigestor para el buen funcionamiento de esta propuesta enfocado al saneamiento unifamiliar en las zonas rurales, los pozos de absorción no se realizaron con las medidas adecuadas (se construyeron de 40 cm x 60 cm x 60 cm de profundidad), carecen de un cálculo o estudio de la capacidad de infiltración del terreno en la zona donde se construyeron y esto provocó que las aguas que llegan a este se desborden provocando mal olor y contaminación. También se colocaron registros de lodos de polietileno de alta densidad los cuales quedaron enterrados prácticamente y al no estar a la vista los beneficiarios nunca dieron mantenimiento al biodigestor (retiro de lodos).

Algunos otros mencionan que el sanitario tenía un olor desagradable inclusive más intenso que el de los sanitarios secos como ellos conocen a los pozos negros (pozo excavado a cielo abierto, carecen de algún recubrimiento en las paredes y con una base de madera en la parte superior donde se deja un orificio o se pone una taza de madera rustica). Otros mencionan que nadie les explicó que la taza no se podía lavar con productos químicos de limpieza, inclusive hay personas que manifiestan haber usado el ácido contenido en las baterías de los automóviles para el lavado de sus sanitarios en un inicio, esto provoco la extinción de los organismos anaeróbicos que degradan la materia fecal al interior del biodigestor. Todo lo descrito anteriormente se traduce a la falta de un manual de uso y mantenimiento que facilitara a los beneficiarios a mantener en buen estado el biodigestor para su correcto

funcionamiento. El proceso de tratamiento que realiza el biodigestor a las aguas residuales domiciliarias es primario, es decir no se puede reutilizar para el riego o para alguna otra actividad, se tiene que infiltrar en el subsuelo a través de campos de infiltración (no se visualizaron en el recorrido de campo) o pozos de absorción.

Otro punto que sobresale en la problemática es la caseta construida para alojar el sanitario, el cual no cumple con las dimensiones mínimas para tal proyecto, el lavabo se ubica en la parte exterior de la caseta lo que provoca que en época de lluvia tengan que salir con sombrilla, la caseta es de forma circular construida de fibra de vidrio, desplantado sobre un firme de concreto simple de 10 centímetros de espesor, También estas casetas para el sanitario carecen de regadera, es decir no cumple como proyecto integral y los beneficiarios tiene que seguir ocupando sus construcciones improvisadas para bañarse.

b) Aspecto cuantitativo.

En el municipio de Santa Inés del Monte, según datos del Instituto Estatal de Planeación para el Bienestar del estado de Oaxaca (INPLAN), en el año 2020, se contabilizaron 643 viviendas habitadas de las cuales 453 no cuentan con un sistema de saneamiento, esto representa en un 70% de viviendas que carecen de un sistema para tratamiento de sus aguas residuales domiciliarias.

En el 2012 se construyeron 70 sanitarios con biodigestor repartidas en las agencias de La Lobera (25 acciones), El Carmen (20 acciones), La Guadalupe (10 acciones) y La Soledad (15 acciones) todas ellas pertenecientes al municipio de Santa Inés del Monte, Zaachila, Oaxaca, sin embargo según datos del INPLAN en el año 2020, en la localidad de El Carmen de las 55 viviendas habitadas, 53 de ellas carecen del servicio de saneamiento y en la localidad de La Lobera de 124 viviendas habitadas, 122 no cuentan con un sistema saneamiento, lo que demuestra que los sanitarios con biodigestor construidos con anterioridad no funcionaron adecuadamente y fueron desechados por los usuarios.

La problemática que se presenta en este municipio es la contaminación a través de los sanitarios con biodigestor por no cumplir con las especificaciones en la construcción de la misma y por el deficiente diseño de las casetas, mal funcionamiento del biodigestor, pozo de absorción y registro de lodos, esto provoca el rechazo de los beneficiarios y el retorno a las practicas del uso de los pozos negros o tanques como contenedores que no realizan ninguna función de tratamiento.

1.2 Justificación.

La razón principal que nos lleva a realizar el análisis de los sanitarios con biodigestor en el municipio de Santa Inés del Monte, es para demostrar que la contaminación generada por estas acciones en el rubro de saneamiento en las comunidades rurales sigue vigente y sin encontrarse solución a la fecha, afectando seriamente al medio ambiente con materiales productos de los sanitarios como son la caseta y el lavabo de fibra de vidrio, el polietileno del biodigestor y el mal olor generado provocado por los pozos de absorción.

Se pretende dar a conocer las deficiencias de los sanitarios con biodigestor, los cuales no cumplen la exigencia para el tratamiento de las aguas residuales domiciliarias de las comunidades rurales y semiurbanas, además de contribuir al aumento de basura contaminante no biodegradable en el medio ambiente.

Es necesario evidenciar que los proyectos que, en su mayoría son impulsados por las dependencias de gobierno, se realizan sin que haya o exista una evaluación posterior del funcionamiento, operatividad y buen resultado de las mismas, que aseguren el fin para las que han sido planteadas. Al conocer las carencias de estos sanitarios con biodigestor se pretende buscar una nueva alternativa que ayude a mitigar el problema que enfrenta el mundo entero en el tema de saneamiento de aguas residuales domiciliarias, y no se siga contribuyendo a más contaminación, primero con la elaboración en las plantas maquiladoras del biodigestor de polietileno y las casetas de fibra de vidrio y segunda la contaminación provocada por la deficiencia de los mismos, además, el agua producto de este sistema, que no solamente terminen consumiéndose en la infiltración al subsuelo, sino, estas puedan ser reutilizadas en alguna otra actividad y así asegurar a largo tiempo el uso del vital líquido para las generaciones futuras. Cabe mencionar que al ser prácticamente inoperables han generado basura inorgánica en el municipio de Santa Inés del Monte, el polietileno con la que se construye el biodigestor, tarda en degradarse ciento cincuenta años y la caseta construida con fibra de vidrio tarda en degradarse de 20 a 30 años.

Se debe plantear un proyecto arquitectónico y ejecutivo de manera integral, que satisfaga todas las necesidades de los beneficiarios en el rubro de saneamiento, el principal, el tratamiento del agua residual producida por el sanitario y que esta se pueda reutilizar en el riego o en el mismo sanitario, ya que el gasto diario de un W.C. es de aproximadamente 42 lts., por persona. Otro déficit que se encontró con este prototipo de baños dignos como se refiere la extinta SEDESOL, es el área destinada a la ducha corporal y aseo personal, el cual no se contempló en la misma.

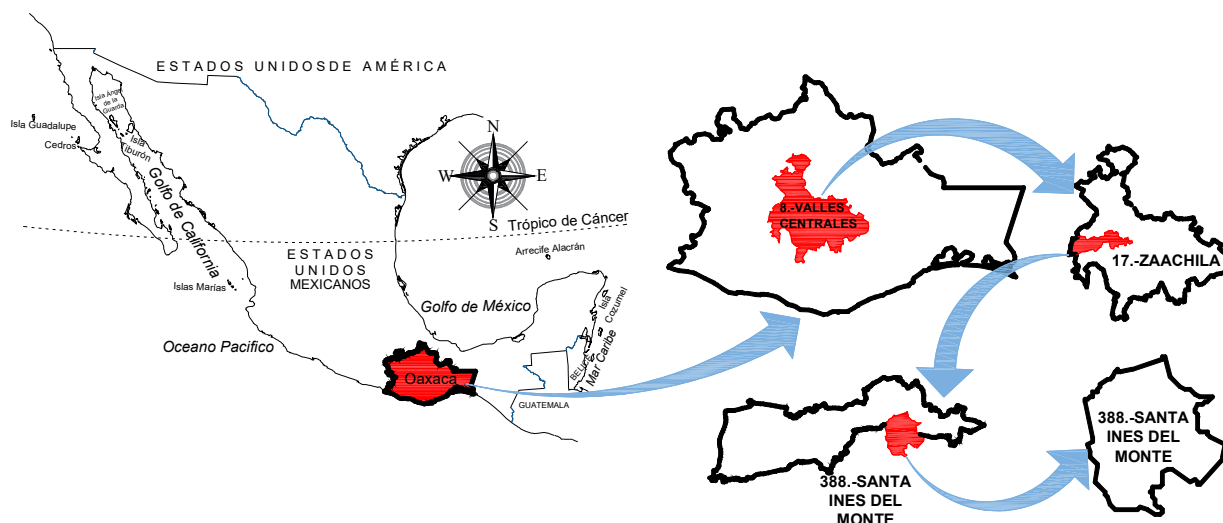
En el proyecto a desarrollarse, también, se sugiere un área para la ducha que dignifique la vida de la población, ya que en las comunidades rurales aún se bañan en espacios improvisados, un espacio para el aseo bucal y de manos para fortalecer la salud ante los constantes brotes de enfermedades infecciosas. Esto permitirá que los usuarios de estos proyectos no tengan los sitios dispersos para realizar sus actividades propias de los cuartos de baño.

1.3 Área de estudio.

Santa Inés del Monte, se localiza a una distancia de 33.5 km de la capital del estado de Oaxaca, con un tiempo de recorrido de una hora y quince minutos aproximadamente.

1.3.1 Macro localización.

El presente trabajo se realiza en el municipio de Santa Inés del Monte, municipio 388 de los 570 que posee el estado de Oaxaca, se ubica en el distrito de Zaachila, perteneciente a la región Valles Centrales de Oaxaca, Hablantes en el pasado del Zapoteco, Ocupa el 0.05% de la superficie del estado, cuenta con 15 localidades. Se localiza Entre los paralelos $16^{\circ}56'$ de latitud norte; los meridianos $96^{\circ}46'$ de longitud oeste; altitud entre 1600 a 2400 MSNM. Como se muestra la mapa 1.1.

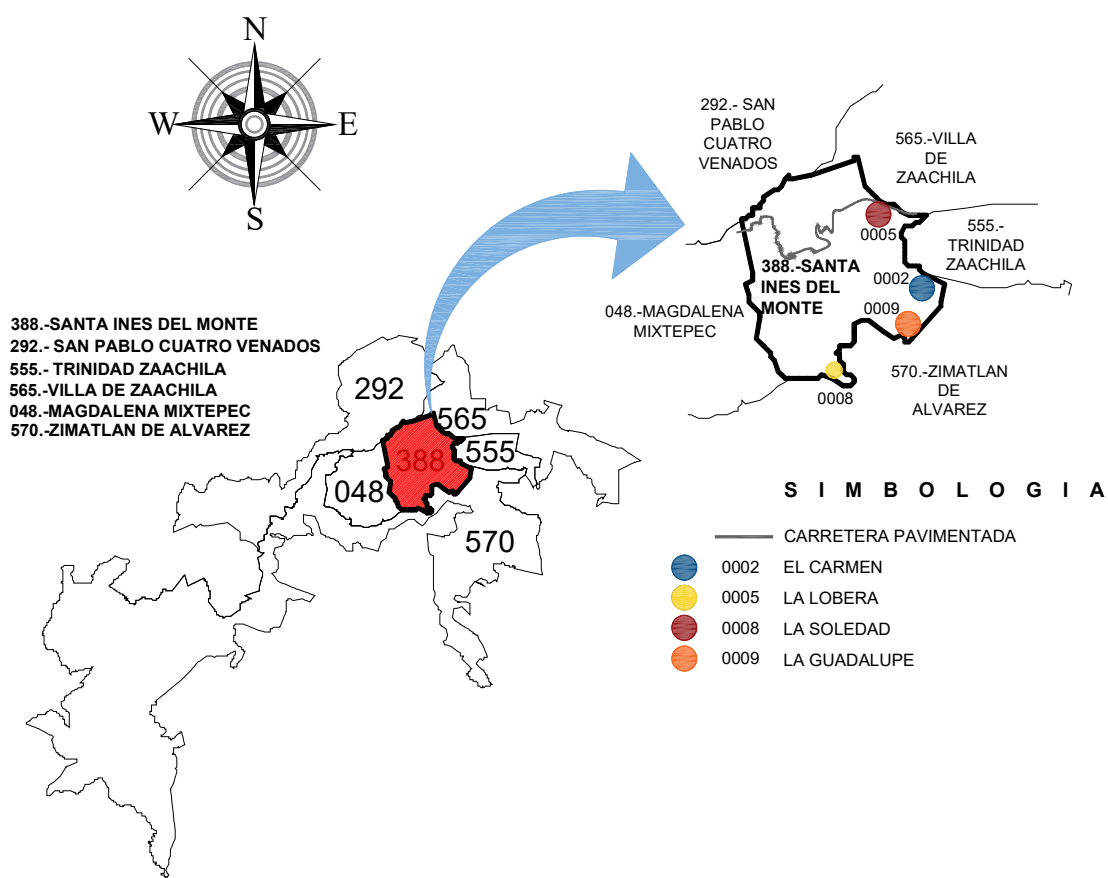


Mapa 1.1 Macro localización de Santa Ines del Monte, Zaachila, Oaxaca.

Fuente: JLV, 2024.

1.3.2 Micro localización.

Santa Inés del Monte se encuentra ubicado en la región de los Valles Centrales en el estado de Oaxaca y forma parte del distrito Zaachila. La superficie territorial que forma a Santa Inés del Monte es de 34.45 kilómetros cuadrados. Colinda al norte con el municipio de San Pablo Cuatro Venados, al sur con Zimatlán de Álvarez, al oeste con Magdalena Mixtepec y al suroeste colinda con la Villa de Zaachila y el municipio de Trinidad Zaachila. Como se muestra en el mapa 1.2.



Mapa 1.2 Mapa de micro localización de Santa Ines del Monte, Zaachila, Oaxaca.

Fuente: JLV,2024.

1.4 Hipótesis.

Existe un mal funcionamiento de los sanitarios ecológicos húmedos (sanitarios con biodigestor) que existen en la comunidad, debido al deficiente diseño de los mismos, lo que provoca un rechazo de los usuarios.

1.5 Objetivo general.

Analizar actualmente el mal funcionamiento de los sanitarios con biodigestor, así también estudiar el diseño de los mismos y el registro del rechazo de los usuarios mediante trabajo de campo en la comunidad de Santa Inés del Monte, Zaachila, Oax. para proponer una alternativa de solución.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

En julio de 2010, la Organización de las Naciones Unidas, declaro a través de la resolución 64/292 el acceso al agua potable y al saneamiento como parte fundamental para la realización de todos los derechos humanos. En ella se exhorta a proporcionar a los países en vías de desarrollo recursos económicos, capacitación y transferencia tecnológica por parte de los estados y organizaciones internacionales.¹

Según las estadísticas de la Organización Mundial de la Salud, en el año 2020, aún defecaban al aire libre; en alcantarilla, detrás de los matorrales o cerca de los cuerpos de agua, 494 millones de millones de personas. Además, se estima que en este mismo año el 45% de las aguas domesticas residuales, se desecharon sin emplear un método de tratamiento previo y seguro.²

2.1 Clasificación de los sanitarios ecológicos

Existen dos tipos de sanitarios básicamente: sanitarios con agua (sanitarios húmedos) y sanitarios secos (no necesitan agua).³

A su vez los sanitarios secos más usuales son: sanitario seco de dos cámaras y sanitario bason.

2.1.1 Tipos de sanitarios húmedos

La falta de servicios de drenaje en las zonas rurales del país, es un problema que ha estado latente por décadas, tener un sistema de alcantarillado o drenaje que conduzca las aguas residuales a una planta de tratamiento es una necesidad real que se vive día a día, este problema impide la obtención de una buena calidad de vida a los habitantes de las comunidades rurales. Al no contar con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, estas se vierten de manera cruda a los ríos, arroyos y lagunas provocando una contaminación severa al medio ambiente y a la comunidad, cabe mencionar que la mayoría de veces estas aguas son utilizadas para consumo humano o riego de hortalizas en el campo. El problema se agrava más y deja de ser local, cuando estas verduras regadas con aguas contaminadas se transportan a las ciudades y pueblos vecinos, causando enfermedades como la hepatitis, problemas gastrointestinales, parásitos y colera por mencionar a algunos, como fin último esto se traduce en

¹ Departamento de Asuntos Económicos y sociales de Naciones Unidas, El derecho humano al agua y al saneamiento, p. 1.

² Organización Mundial de la Salud, Saneamiento, p. 1.

³ Van, manual del arquitecto descalso, p.p. 646,650.

desnutrición y deceso de personas vulnerables. Esto ha dado paso a los baños húmedos a través de sistemas sépticos, humedales artificiales, biodigestores y el reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), para tratar las aguas residuales provenientes de las viviendas.⁴

2.1.1.1 *Sistemas sépticos*

Para prevenir que los cuerpos de agua se contaminen, se emplean los sistemas sépticos, tanques o fosas sépticas para tratar las aguas residuales domésticas. Este sistema se emplea en áreas periurbanas o rurales donde no existe una red de drenaje para el saneamiento de las aguas residuales provenientes de las viviendas y en zonas urbanas donde la introducción del sistema de alcantarillado no es factible. Son inapropiados para áreas inundables o alto nivel freático.⁵

Hay que destacar que esta alternativa no demanda de un área extensa para su construcción, caso contrario a los humedales artificiales (alternativa aeróbica). Los sistemas sépticos consisten en una serie de cámaras en donde las bacterias anaeróbicas degradan los compuestos orgánicos presentes. La tarea de una fosa séptica es comparable a la de un biodigestor, pero con diferente destino. Para que un biodigestor funcione adecuadamente su costo es elevado en relación al tanque séptico, conviene subrayar que el uso diario del biodigestor, proporciona gas para la cocción y calefacción, reduce desechos orgánicos de manera sorprendente, el abono que produce para las plantas es de gran calidad, lo que quiere decir que a largo plazo se resume en una gran contribución al medio ambiente y ahorro económico de la comunidad.⁶

Considerando, que el volumen orgánico y el número de patógenos se pueden reducir de manera significativa, el tratamiento del agua no es definitivo. El producto final tiene que someterse a un postratamiento a través de zanjas de infiltración, filtros de arena subterráneos o pozos de absorción, para su degradación final.⁷

2.1.1.2 *Humedales artificiales.*

Los humedales artificiales suelen realizar los procesos que se presentan en los humedales naturales: retiene y sanean las aguas. Se emplean para depurar las aguas residuales con alto contenido de materia orgánica y nutrientes.⁸

⁴ Rotoplas, Conoce la alternativa a la falta de drenaje en las comunidades rurales, p. 2.

⁵ Ortiz, La enotecnia en México, p. 68.

⁶ Ídem.

⁷ Ídem.

⁸ Carro, Saneamiento ecológico, p. 9.

Es necesario un pre-tratamiento para estos sistemas a través de una cámara séptica impermeable, su función es atrapar los sólidos provenientes del efluente y aclarar el flujo de agua que circula a la zanja. Dicha zanja consta de fondo impermeable y relleno de piedras donde enraízan y crecen las plantas acuáticas. El humedal artificial al tener la característica que las aguas residuales circulan entre las piedras y raíces de las plantas contenidas en el canal, se le denomina sistema de flujo superficial.⁹

2.1.1.3 Biodigestores.

El biodigestor es un depósito hermético fabricado con polietileno de alta densidad, en su interior las excretas disueltas en agua circulan continuamente y son fermentadas por microorganismos presentes en los deshechos.¹⁰

Los sanitarios con biodigestor son un sistema para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas, esto ocurre mediante un proceso de retención y degradación séptica de la materia orgánica con la presencia de organismos anaeróbicos. El agua tratada, a su salida tendrá que ser sometida a la infiltración en el terreno mediante zanjas de infiltración, pozo de absorción o humedal artificial según la tipología del terreno.¹¹

Las marcas comerciales que sobresalen en el mercado por mencionar algunas son: tecnotanques, rotoplas, eternit, acuaplas, tanker y citijal. Sus capacidades varían de 600 lts. a 7000 lts., dependiendo de la marca. Los precios varían desde \$ 8,900.00 por un biodigestor de la marca citijal con capacidad de 600 lts. hasta \$ 13,500.00 por un biodigestor de la marca rotoplas.

El biodigestor de polietileno tiene las siguientes características¹²:

- a) Campo de infiltración: el agua residual tratada por el biodigestor, a su salida se tiene que distribuir, a través, de un campo de infiltración.
- b) Suelo: tiene la función de filtro, retiene y deshecha las partículas muy finas. En las partículas de tierra, crece la flora bacteriana, la cual absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de recorrer una longitud de 1.20 m de suelo, el tratamiento de agua residual ha finalizado y se incorpora ya purificada al agua subterránea.

⁹ Ibíd, pp. 9-10.

¹⁰ Biodigestor Rotoplas, Conoce sus funciones y capacidades, p. 2.

¹¹ Rotoplas, ficha técnica biodigestor autolimpiable rotoplas, s/p.

¹² Ídem.

- c) **Ámbito de aplicación:** este sistema de tratamiento residual, se emplea en viviendas unifamiliares, zonas urbanas, suburbanas, localidades rurales, si conexión a la red de drenaje, resolviendo de esta manera la descarga dentro del mismo lote.

2.1.1.4 *Reactor anerobio de flujo ascendente*

El proceso anaerobio es una solución viable, para el tratamiento de aguas residuales y lodos, sus prestaciones son bajo consumo de energía, capacidad de tratar desechos con alta carga orgánica y producción de gas. Los compuestos orgánicos presentes en la materia a tratar se convierten en metano, bióxido de carbono y masa microbiana básicamente. El proceso se basa en un sistema de reacciones químicas, se originan pocos lodos de purga y hay una estabilización de la materia orgánica y se mantienen los nutrimentos fertilizantes.¹³

La optimización del proceso se basa en el sentido de controlar la biomasa activa en el reactor y desajustar el tiempo de retención celular (TRC), del tiempo de residencia hidráulica (TRH), ya que los rectores basan su tratamiento en la cantidad de biomasa activa que está presente en el sistema y por la relación eficiente de esta con el agua residual.

En el reactor de flujo ascendente, el agua residual es llevada de la parte superior hacia el fondo del tanque (reactor) a través de un sistema de tuberías. La afluyente mana en sentido ascendente a través del mando de lodos (microorganismos anaerobios) dándose de esta manera el tratamiento de las aguas residuales. La forma de un RAFA puede ser un tanque circular o rectangular, completamente tapado, solo se observa la tubería de recolección de gas. Su construcción puede ser de concreto armado con revestimiento anticorrosivo, puede disponer de varias unidades de sedimentación. El arranque es importante introducir lodo activado de un digestor municipal o también es posible con estiércol de vaca.¹⁴

2.1.1.5 *Filtro anaerobio de flujo ascendente*

El filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) es un proceso de óxido- reducción que se lleva a cabo por los microorganismos adheridos a una superficie sólida. Se alimenta por la parte inferior del reactor y opera inundado. El FAFA se utiliza como una unidad de postratamiento (pulimento), sin embargo, se puede usar como una unidad de tratamiento principal. Su limitación radica en la obstrucción de la cama (taponamiento). El filtro de empaque puede estar a la profundidad total o, ocupar entre el 50

¹³ CONAGUA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: rectores anaerobios de flujo ascendente. p. 1.

¹⁴ Ibid. pp. 1-2.

y 70 % de la altura útil del reactor (híbrido). Los materiales más comunes para el empaque son: el plástico corrugado los módulos tubulares, anillos plásticos y materiales de la región. El FAFA trata altas cargas de demanda química de oxígeno (DQO) como ventaja. Es una tecnología para tratar aguas residuales domésticas hoy en día. Los efluentes de los procesos anaerobios requieren post tratamiento para cumplir con la normatividad.¹⁵

2.1.2 Diseño del cuarto de baño

Un cuarto de baño, debe de diseñarse pensando en el espacio necesario que permita mayor maniobrabilidad en el interior del mismo, es por ello que el ancho mínimo recomendable es de 1.25 m.¹⁶

Se deben de considerar ciertos puntos para un buen diseño del cuarto de baño como son¹⁷:

- a) Dimensiones.
- b) Ubicación de la puerta de entrada.
- c) Dimensiones del sanitario y espacio libre a su alrededor.
- d) Ubicación y dimensión del lavamanos.
- e) Iluminación y ventilación adecuada.

2.1.2.1 Dimensiones del cuarto de baño

El inconveniente principal en el diseño del cuarto de baño radica en obtener una óptima privacidad en todas las funciones para los distintos integrantes de la familia. La correcta separación entre los muebles sanitarios optimiza el área espacial del baño y las instalaciones hidrosanitarias.¹⁸

Tipos de baños para una vivienda común¹⁹:

- 1. Convencional.
- 2. Múltiple.
- 3. Sanitario (de visitas)
- 4. Con una función anexa.

¹⁵ CONAGUA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtro anaerobio de flujo ascendente. pp. 1-2

¹⁶ Plano de casas, Medidas de un cuarto de baño, s/p.

¹⁷ Stretto, Dimensiones y medidas mínimas el diseño de baños pequeños, p. 1.

¹⁸ Fonseca, Las medidas de una casa, p. 47.

¹⁹ Ídem.

1. El cuarto de baño común es aquel que no posee divisiones para cada uno de los muebles sanitarios. Esto obliga que lo pude utilizar un solo individuo a la vez. Se puede proyectar en un área promedio de 3.70 m².

2. La regadera se sitúa en una sección independiente a los muebles sanitarios. Este acomodo permite la privacidad del inodoro al momento de su uso. El área promedio para su proyección es de 7.00 m² a 10.00 m².

Las dimensiones mínimas para el lavabo es un área de 1.10 m. x 1.10 m., el área mínima para la regadera será de 0.90 m. x 0.90 m. y para el inodoro es de 1.25 m. x 0.75 m.

3. Sanitario o también llamado “de visitas” se emplea solamente un lavabo e inodoro, Se puede proyectar en un área promedio de 1.50 m².

4.- Son los baños que poseen un destino anexo, al mismo tiempo de realizar las tres principales funciones, están equipados con otras áreas como un vestidor, closet, área de lavado de ropa.

2.1.2.2 Puertas y ventanas.

Los cuartos para baños usualmente deben tener un solo acceso. La puerta de entrada a los baños debe cumplir como mínimo con 0.60 m. de ancho, a excepción de los baños con función anexa el cual dispondrá de un ancho mínimo de 0.70 m. para la entrada fácil de equipos que se demanden.²⁰

Existen varios factores que determinan el abatimiento de la puerta²¹:

- a. No debe bloquear el área destinada a los muebles.
- b. Al abatirse cubrirá la visibilidad desde el exterior, principalmente hacia el excusado.
- c. Se abate hacia dentro para impedir la succión del aire interior, por otro lado, en espacios reducidos se acepta el abatimiento exterior.

La iluminación, ventilación y privacidad del cuarto de baño está condicionada a la forma y disposición de la ventana.²²

²⁰ Fonseca, Las medidas de una casa, p. 47.

²¹ Ídem.

²² Ídem.

2.1.2.3 Iluminación y ventilación

Es esencial que la iluminación principal esté dirigida a la cara y se irradie a los demás ángulos, las ventanas deberán proporcionar la mayor cantidad de luz de día. La iluminación cenital es otra opción lograda a través de domos o desniveles en losa.²³

La disipación de los olores y reducción de la humedad, se obtiene por medio de una ventilación adecuada. Una manera de reemplazar la ventilación natural es a través del uso de ventiladores en techo o muros. Se tratará siempre de proporcionar una ventilación natural. El excusado y la regadera son muebles que requieren de ventilación.²⁴

2.1.2.4 Sonido

El problema común de los baños es la falta de privacidad acústica, esto se logra ubicando el cuarto de baño en un lugar estratégico de resto de la casa, o bien, colocar closet en las paredes para que funcionen como barreras acústicas hacia el exterior. Para propiciar mayor confort en el uso y ayudar a reducir la transmisión de ruido, se recomienda dar un tratamiento acústico al plafón.²⁵

²³ Fonseca, Las medidas de una casa, p. 48.

²⁴ Ídem.

²⁵ Ídem.

CAPÍTULO III MAL FUNCIONAMIENTO DE LOS SANITARIOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.

El funcionamiento de cualquier sistema es de vital importancia sea para su éxito o fracaso, en el caso de los sanitarios con digestor el funcionamiento fue deficiente de acuerdo a lo corroborado en campo, Esto derivado de una serie de anomalías presentadas desde el momento de su concepción arquitectónica. las cuales no contemplaron las características, topografía de lugar y los a los beneficiarios.

3.1 Deficiencias en el sistema actual

En la comunidad de Santa Ines del Monte, ubicado en el distrito de Zaachila, perteneciente a la región de Valles Centrales, en el estado de Oaxaca, se construyeron 70 sanitarios con biodigestores para cubrir las necesidades de saneamiento de las aguas residuales provenientes de los muebles sanitarios ubicadas en las casetas de los sanitarios con biodigestor. Sin embargo, estos sanitarios tuvieron múltiples defectos en la caseta del sanitario con biodigestor, biodigestor, registro de lodos y pozo de absorción, los cuales describiremos más adelante, en campo se encontró la siguiente distribución de los componentes de los sanitarios con biodigestor como se muestra en la imagen 3.1.

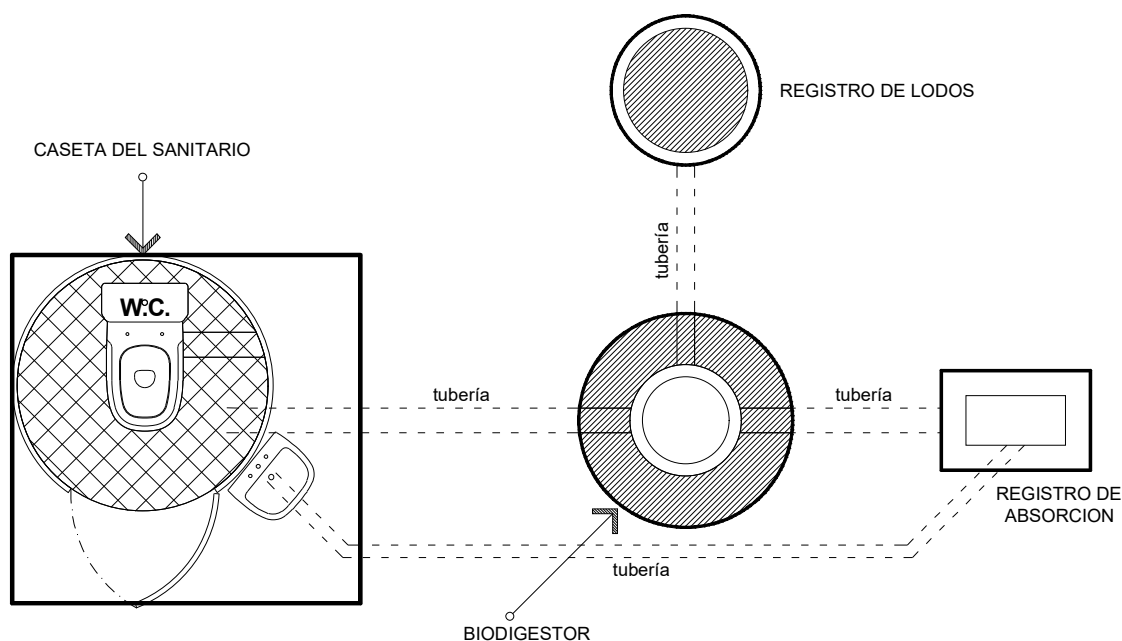


Imagen 3.1 Ubicación de los componentes de los sanitarios con biodigestor.

Fuente: JLV 2024

3.1.1 Caseta del sanitario

La caseta del sanitario se localiza sobre una plancha cuadrada de concreto simple, con una dimensión de 1.40 metros por lado y 10 cm de espesor, la caseta es prefabricada, está construido a base de fibra de vidrio como se muestra en la imagen 3.2, el diámetro interior es de 1.0 metros, el mínimo ese de 1.25 metros como se muestra en la ilustración 3.3, la circulación sobre la plancha de concreto es de 0.35 metros en el acceso principal y en el área del lavabo, en este sentido la circulación esta por debajo del mínimo que es de 0.55 metros. Tiene una abertura de 0.35 cm en la parte inferior al igual que en la parte superior, dichos vanos tienen la función de ventilar el espacio, sin embargo, comentan los beneficiarios que el calor era insoportable a mediodía, además con la abertura en la parte inferior mencionan que es un espacio que carece de privacidad y sobre el costado de la caseta en la parte exterior ubicaron un lavabo (ver imagen 3.4) hecho del mismo material, este mueble de baño, carece de trampa de olores y del lavabo mencionan que para el aseo de manos, dientes y cara, en época de lluvia realmente no se puede ocupar.

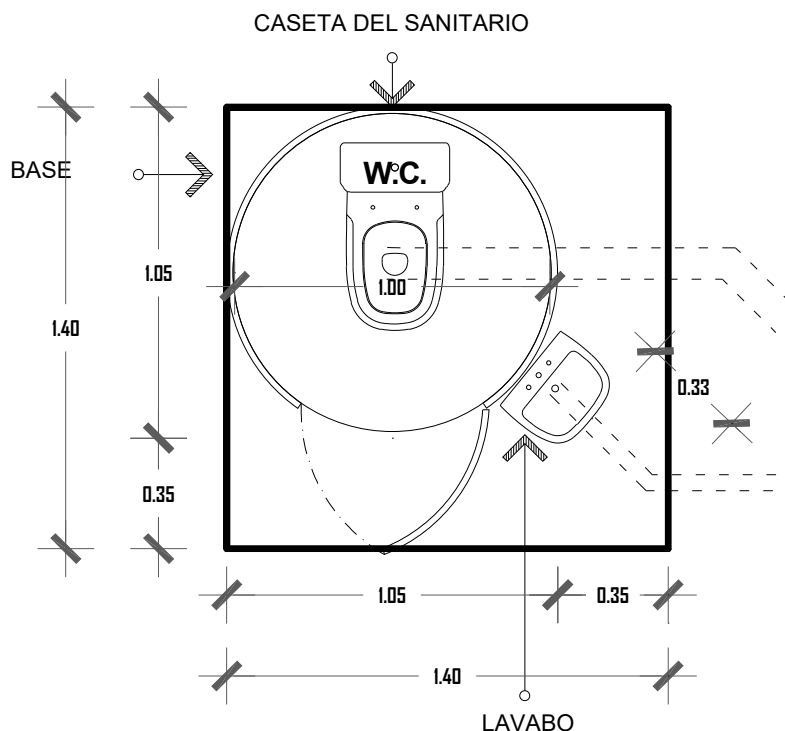


Imagen 3.2 Dimensión de la plancha de concreto y caseta del biodigestor levantado en campo.

Fuente: JLV, 2024.

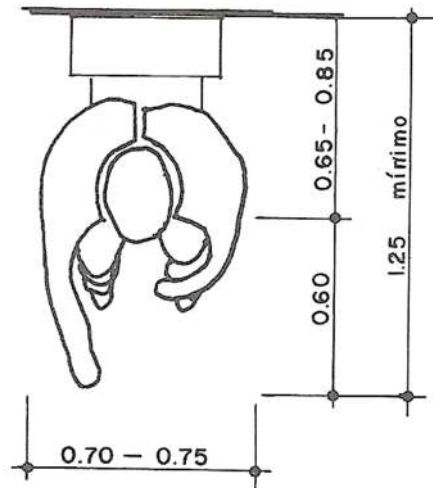


Imagen 3.3 *Espacio mínimo necesario para el uso del W.C.*

Fuente: Fonseca, Las medidas de una casa, p. 52.



Imagen 3.4 *Lavabo de fibra de vidrio y vano inferior.*

Fuente: JLV, 2023.

3.1.2 Registro de lodos

El registro de lodos prefabricado a base de polietileno de alta densidad de forma cilíndrica, con una abertura en la parte superior que sirve de entrada a un tubo de P.V.C de 2 pulgadas que viene del biodigestor y el cual desaloja el lodo que se produce al interior del biodigestor. Este registro que forma parte fundamental para el mantenimiento del biodigestor quedó oculto totalmente como se muestra en la imagen 3.5 y esto ocasionó que realmente el proceso de extracción de lodos fuera inexistente.



Imagen 3.5 El registro de lodos quedó oculto.

Fuente: JLV, 2023.

3.1.3 Pozo de absorción

El pozo de absorción como lo indica su nombre no se realizó bajo ese concepto, en realidad se construyó un registro de forma rectangular, sin de tapa ciega, el registro de construyo a base de tabicón ligero 10 x 14 x 28 cm., la dimensión del pozo es de 40 x 60 cm., a paño interior y con una profundidad de aproximadamente 60 cm., se rellenó de un filtro de piedra de la región de diferentes diámetros, como se muestra la imagen 3.6.

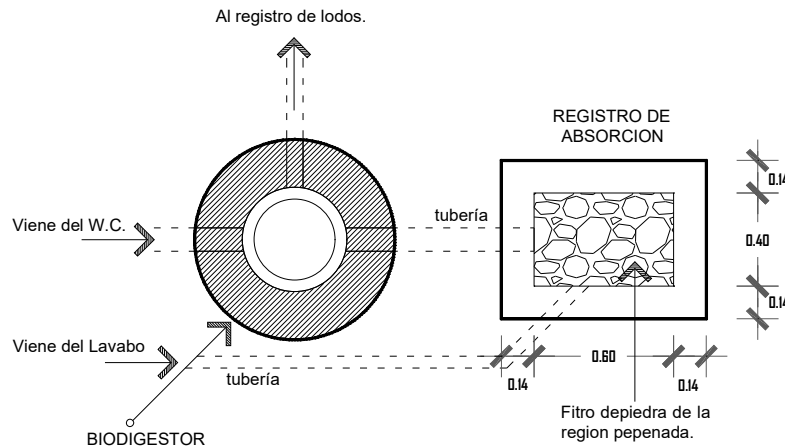


Imagen 3.6 Dimensiones del registro de absorción.

Fuente: JLV, 2024.

El excedente de las aguas que provenían del biodigestor y de lavabo brotaban del registro a la superficie en forma de nacimiento y esto provocaba atracción de algunas moscas y mal olor, esto derivado por las características del registro de absorción descrito. Carecen de tapa ciega, se terminaron a nivel de suelo, en campo aún se alcanza a ver el filtro en su interior como se muestra en la imagen 3.7 y 3.8. Para poder realizar un pozo de absorción se debe realizar un estudio para determinar la capacidad de infiltración del subsuelo, pero tal parece que en la ejecución de este proyecto no se contempló ningún estudio preliminar. Todo esto derivó en un pozo de absorción inoperante.



Imagen 3.7 Pozo de absorción.

Fuente: JLV, 2023.

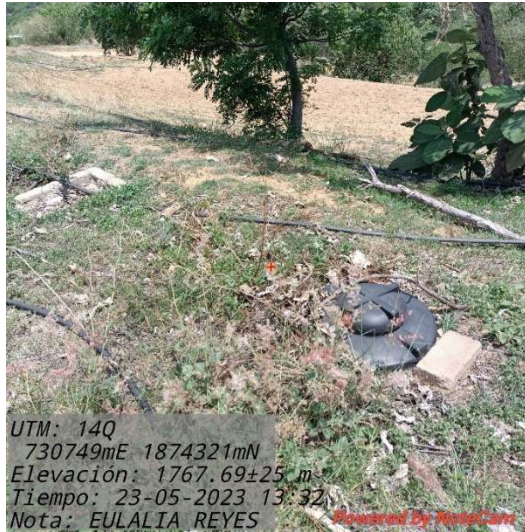


Imagen 3.8 Pozo de absorción y biodigestor.

Fuente: JLV, 2023.

Las partes que integran el conjunto de los sanitarios con biodigestor fallaron en su totalidad por varias razones, proceso constructivo deficiente, no se cumplieron las especificaciones del producto y sobre todo no cumplieron las expectativas esperadas por la población beneficiaria. A continuación, se presenta la imagen 3.9, donde se resumen las deficiencias del proyecto en general.

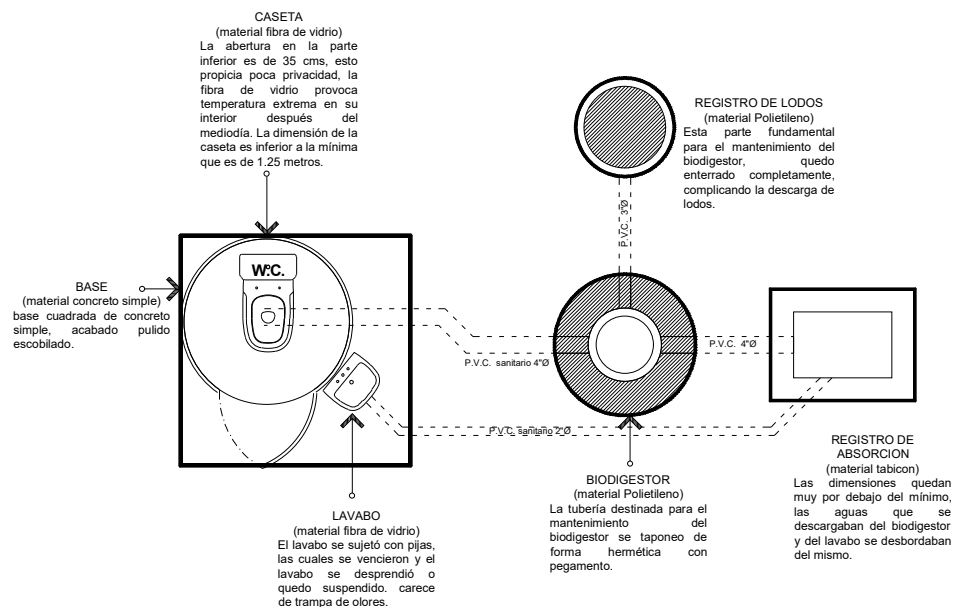


Imagen 3.9 Deficiencia generales del sistema.

Fuente: JLV, 2024

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DEL DEFICIENTE DISEÑO DE LOS SANITARIOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.

El sanitario con biodigestor, proyecto destinado para cumplir el objetivo de saneamiento en las localidades en el ámbito rural y periurbano, carecen de diseño, las dimensiones son inferiores a las mínimas y materiales no apto para la región y para los beneficiarios.

4.1 Diseño

El diseño de la caseta del sanitario con biodigestor es de forma circular, el material con el que está elaborado es con fibra de vidrio, cuenta con un diámetro interior de 1.00 m., en la parte inferior tiene unas aberturas de 0.35 m., la puerta es de 0.60 m. como se muestra en la imagen 4.1.

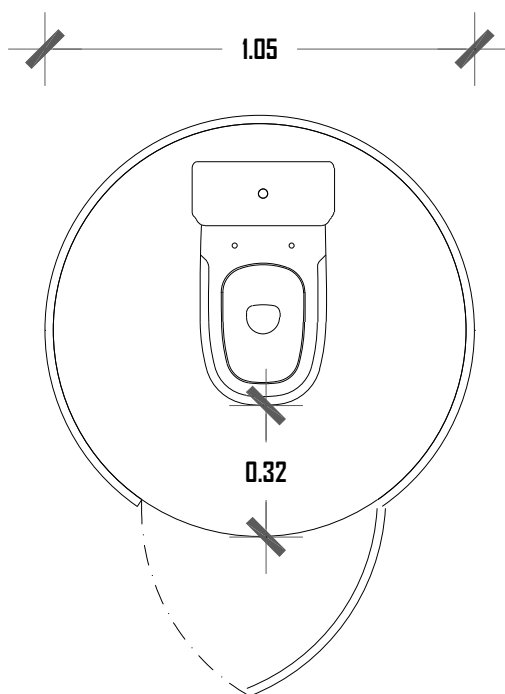


Imagen 4.1 *Diseño circular de la caseta del sanitario.*

Fuente: JLV, 2024.

4.2 Dimensiones

Las dimensiones de la caseta con biodigestor, tomando como referencia las medidas antropométricas del ser humano y de los muebles de baño comerciales, no cumplen con las dimensiones mínimas para realizar la función de un sanitario digno como lo nombro la SEDESOL como se muestra en la imagen 4.2, ya que, de acuerdo a las dimensiones del W.C. con referencia al diámetro de la caseta de fibra de vidrio, el espacio libre entre el borde del mueble y la pared de la caseta, es de 30 cm. aproximadamente, debiendo ser esta un mínimo de 60 cm. como se muestra en la imagen 4.3.



Imagen 4.2 Caseta de los sanitarios con biodigestor.

Fuente: JLV.2024.

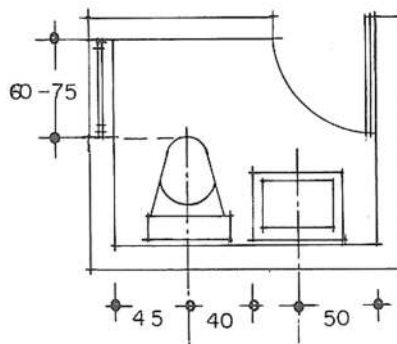


Imagen 4.3 Dimensiones para W.C. y lavabo.

Fuente: Fonseca, Las medidas de una casa, p. 53

4.3 Puertas y ventanas

La puerta de la caseta del sanitario es semicircular de 0.60 metros de ancho y 2.00 metros de altura (imagen 4.3 y 4.4), con un pasador corredizo que lo sujeta con la caseta, se descuadraba fácilmente y no encaja en el orificio para el cierre de la misma. La fuerza del viento los hacia volar como papeletas. Carece de ventanas en forma, tiene vanos en la parte inferior con una altura de 0.35 metros, alrededor de la caseta en la parte superior también tiene abertura en forma de vano de aproximadamente 0.25 metros.

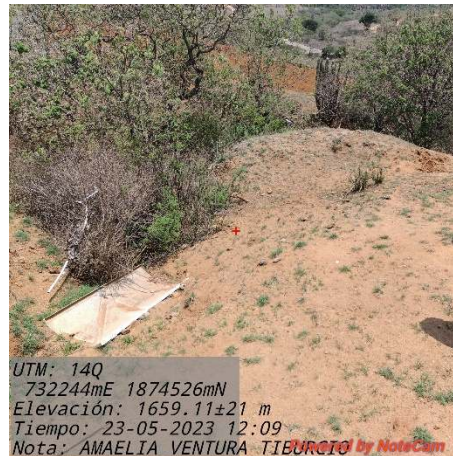


Imagen 4.4 Puerta del Sanitario desprendida por la fuerza del viento.

Fuente: JLV, 2023.



Imagen 4.5 Puerta del Sanitario con biodigestor, con pasador corredizo.

Fuente: JLV, 2023.

4.4 Sonido e iluminación

La iluminación al interior de la caseta es humana, por los vanos situados en la parte inferior y superior, los cuales están completamente abiertos, sin embargo, esto ocasiona poca privacidad del espacio (imagen 4.6 y 4.7).

En cuestión de sonido, las paredes de la caseta no son acústicas, aunado a esto los vanos en la parte superior e inferior aumenta la percepción del sonido al exterior e interior de la caseta.



Imagen 4.6 Vanos inferior y superior del sanitario para iluminación y ventilación.

Fuente: JLV, 2023.



Imagen 4.7 Vanos en la caseta del sanitario para iluminación y ventilación

Fuente: JLV, 2023.

CAPÍTULO V USUARIO DE LOS BAÑOS CON BIODIGESTOR EN EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, ZAACHILA, OAX.

5.1 Características de los habitantes de la comunidad

En la comunidad de Santa Inés del monte, habitan personas que hace un tiempo eran hablantes del mixteco de los valles el cual terminó por extinguirse, actualmente son hablantes del español, se dedican al cultivo de temporal y en los márgenes de los arroyos algunos se dedican a la siembra a través de riego, son personas acostumbradas al trabajo, aferradas siempre por mejorar las condiciones de vida, ante ello su clamor ha sido en favor de programas o proyectos que satisfagan los servicios básicos que debe de tener una comunidad, amantes del sistema tradicional, sin embargo, la emigración a país vecino de los Estados unidos de América han cambiado los materiales de construcción por el concreto, el acero, los bloques de cemento, (tabicón) los cuales han venido a sustituir sus construcciones tradicionales basados en adobes, madera y paja o tejas de madera o barro para el techo.

En infraestructura, cuentan con sistema de agua entubada, electrificación, carreteas pavimentadas que conduce a la cabecera municipal, escuelas a nivel primaria, secundaria y telebachillerato, centros de salud IMSS-BIENESTAR por mencionar algunas, sin embargo, según datos del Instituto de Planeación para el Bienestar (INPLAN), en el 2020 de 643 viviendas habitadas, 453 de ellas no contaban con drenaje, esto representa el 70.45 %.

5.2 Rechazo de los usuarios de los sanitarios con biodigestor

Los beneficiarios de los sanitarios con biodigestores, nunca pensaron que la ejecución de este programa de saneamiento en vez de ayudarles a mejorar su condición de vida, se convertiría en focos de infección y contaminación visual en su comunidad, algunos sanitarios funcionaron en un rango de uno a tres meses y fueron abandonados. Los describen como un proyecto inservible (en entrevista de campo, imagen 5.1), con recursos del gobierno y recursos del beneficiario tirados al cesto de la basura, la comunidad manifiesta un rechazo total al proyecto de los sanitarios con biodigestor.

Al respecto muchos mencionan que el tema del saneamiento está pendiente en la comunidad y que hace 11 años que instalaron estos biodigestores siguen exigiendo que se les haga justicia en este rubro, sin embargo han visto pasar autoridades municipales, diputados, organizaciones sociales y gobernadores, los cuales siempre han pronunciado los mismos discursos en trabajar a favor de los más necesitados, sin embargo, en la realidad solo han sido palabras, los hechos jamás se materializaron en su

comunidad y ellos regresaron a las prácticas de los pozos negros, así le llaman a las letrinas, algunos con un poco más de posibilidad construyeron contenedores en forma de tanque algunos herméticos otros con muros huacaleados (muros con aberturas) en el fondo y es así como ellos le han dado una solución equivocada al problema del saneamiento. Ellos no soñaban con un tener un sistema de drenaje sanitario ya que mencionan que por la topografía es complicado y más cuando todos los días escuchan de algunas otras comunidades que las plantas de tratamiento se han convertido en focos de infección y que la red de drenaje solo ha servido para conducir las aguas residuales a los arroyos u ojos de agua. Pero cuando le comentaron que tendrían un sanitario digno, la emoción se apodero de ellos, sin embargo, una vez contruidos y puestos en operación, manifiestan un rechazo absoluto a este tipo de proyectos dignos.



Imagen 5.1 *Platica con beneficiario en recorrido de campo de los sanitarios con biodigestor.*

Fuente: JLV, 2023.

CAPÍTULO VI PROPUESTA DE UN SANITARIO ECOLÓGICO HÚMEDO

6.1 Características

Se pretende realizar un proyecto integral que contemple un cuarto de baño y al mismo tiempo un reactor anaerobio unifamiliar que cumpla con la depuración del tratamiento de aguas residuales domésticas.

Con el cuarto de baño se pretende dar solución a la queja de los usuarios respecto al área de ducha. Dicho espacio prevé las dimensiones mínimas de acuerdo al estudio antropométrico de la población a beneficiar.

Se pretende reducir al máximo la emisión de carbono al medio ambiente al reducir al mínimo la utilización de los materiales industrializados, este proyecto estará al alcance de todas las personas refiriéndose al sentido económico puesto que el sistema constructivo del cuarto de baño es a través del sistema de bajareque.

6.1.1 Cuarto de baño

El bajareque se ha empleado desde varias épocas para la construcción de viviendas en los pueblos de América. El sistema constructivo se basa en entrelazar una serie de cañas o palos con un recubrimiento de barro, por su flexibilidad y ligereza de los materiales empleados se consideran sismorresistentes, fácil de construir y de bajo costo. El promedio de vida de las construcciones de bajareque depende de factores como: el mantenimiento, las condiciones y la calidad de los materiales empleados. Sin embargo, llevando a cabo un buen mantenimiento de las construcciones, estas pueden perdurar varias décadas.

Se propone que el espacio para el sanitario sea integral, que en un área mínima requerida se pueda colocar el lavabo, el W.C y un área para el aseo corporal (área de regadera). Además, que el prototipo propuesto se pueda construir con los materiales acordes a las posibilidades económicas del beneficiario tales como el adobe o los muros de bajareque.

6.1.2 Reactor anaerobio unifamiliar

El reactor anaeróbico unifamiliar se propone que sea construido a base de muros de tabicon de cemento, aplanados con un acabado pulido, losa de cimentación a base de un piso de concreto reforzado con malla electrosoldada, cadena de desplante de 14 x 14 centímetros concreto reforzada con armex de

10 x 10 centímetros, castillos concretos de 14 x 14 centímetros reforzado con armex de 10 x 10 centímetros y losa de concreto reforzada con malla electrosoldada y varillas de 3/8”.

6.2 Funcionalidad

El sistema de tratamiento de aguas residuales denominado RAFA (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente) brinda ventajas en el tratamiento de aguas residuales domesticas como se describe a continuación:

6.2.1 Funcionamiento:

Entrada: Las aguas residuales ingresan al reactor desde el fondo a través de un tubo perforado en el extremo que llega al fondo.

Flujo ascendente: El agua fluye hacia arriba a través de un manto de lodo suspendido.

Tratamiento: Los microorganismos presentes en el lodo degradan los compuestos orgánicos presentes en el agua que ingresa.

Biogás: Mientras se realiza el proceso, se generan y liberan gases como metano y dióxido de carbono.

Separación de Fases: Las burbujas de gas ayudan a mezclar el lodo sin necesidad de piezas mecánicas y promueven la separación de fases. Esto ocurre cuando los organismos presentes en la capa de lodo descomponen los compuestos orgánicos, como consecuencia, se liberan metano y dióxido de carbono. Las burbujas producto del gas suben y mezclan el lodo.

Extracción del Efluente: El efluente clarificado se extrae de la parte superior del tanque. Esto sucede en la última cámara del RAFA, después de pasar por un filtro de grava (FAFA) (CONAGUA, 2019), sale a través de una tubería de P.V.C. ubicado en la parte superior, para terminar en el riego de las áreas verdes o a un pozo de absorción. (CONAGUA, 2019)

6.2.2 Ventajas:

Alta reducción de la DBO: El reactor anaerobio de flujo ascendente alcanza una alta disminución de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en las aguas residuales.

Tolerancia a cargas hidráulicas y orgánicas altas: Tolera altas tasas de carga hidráulica y orgánica.

Baja producción de lodo: No requiere retiro de lodo frecuente, lo que merma la generación de lodos excedentes.

Generación de biogás: El biogás producido (principalmente metano) puede utilizarse para producir energía. (CONAGUA, 2019)

6.2.3 Desventajas:

Inhibición de bacterias: Las bacterias anaerobias, especialmente las metanogénicas, pueden ser inhibidas por una variedad de compuestos presentes en las aguas residuales.

Lento arranque: El proceso de arranque puede ser lento, ya que se necesita tiempo para establecer las condiciones adecuadas para el crecimiento de la biomasa (manto de lodos). Esto se puede solucionar agregando lodo de una planta municipal en operación o agregando estiércol de vaca.

Malos olores: La acumulación de lodos en el reactor puede generar olores desagradables debido a la descomposición anaerobia y compuestos como el ácido acético y otros ácidos grasos volátiles pueden inhibir la actividad de las bacterias metanogénicas, lo que puede llevar a la acumulación de compuestos malolientes.

Tratamiento adicional: El efluente puede necesitar un tratamiento adicional o una descarga apropiada. Apta para riego de áreas verdes o para descarga en pozo de absorción. (CONAGUA, 2019)

6.3 Dimensiones

Las dimensiones se han propuesto en base al mínimo requerido para el buen funcionamiento, tanto del cuarto de baño como del reactor anaerobio unifamiliar.

6.3.1 El Cuarto de baño

Se propone para el cuarto de baño las siguientes dimensiones, un ancho a paño interior en el sentido transversal de 1.30 m. y en el sentido longitudinal de 2.45 m., la altura máxima de piso a techo es de 2.52 m. y la mínima de 2.27 m. (como se muestra en el imagen 6.1 y 6.2) por medio del sistema de bajareque.

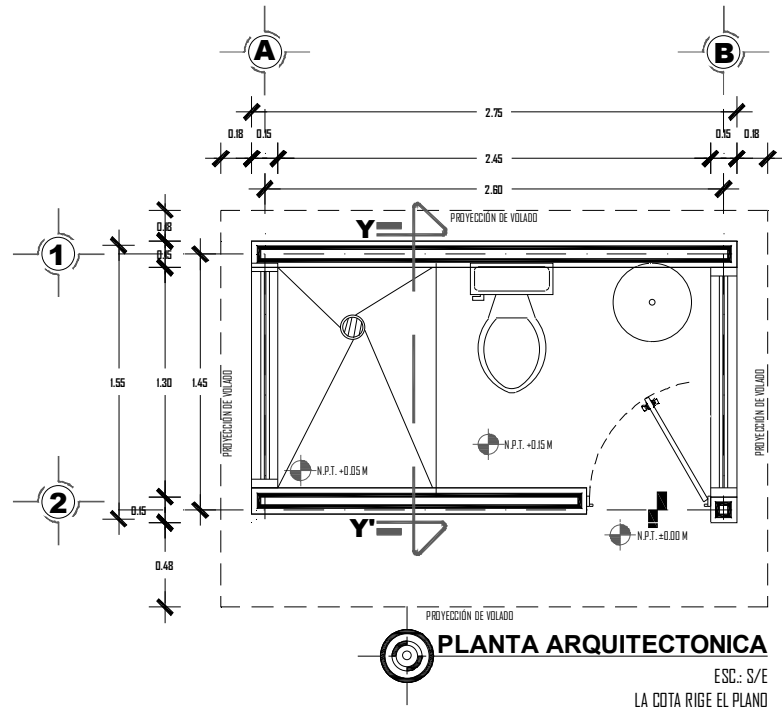


Imagen 6.1 Planta del cuarto de baño.

Fuente: JLV, 2024.

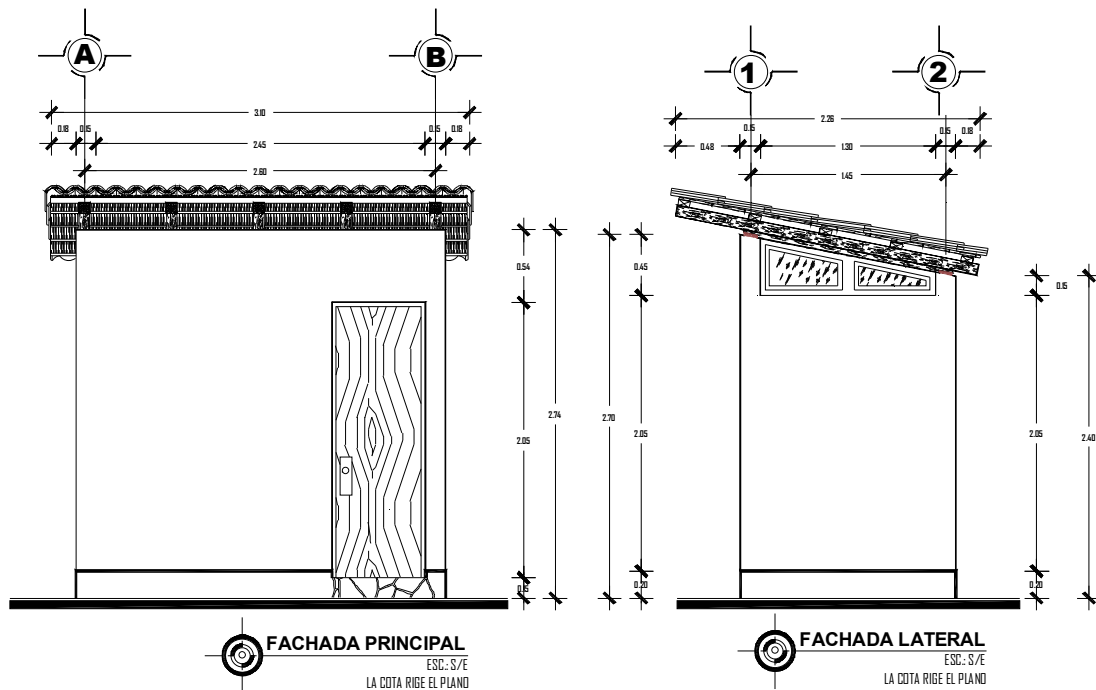


Imagen 6.2 Fachada principal y fachada lateral del cuarto de baño.

Fuente: JLV, 2024.

6.3.2 Reactor anaerobio unifamiliar

Las dimensiones de la propuesta para el reactor unifamiliar para una familia de 5 personas, tiene las siguientes medidas: en planta tiene una forma rectangular con un ancho de 0.98 m. y un largo de 3.50 m. con una profundidad libre de 1.20 m. Todo el conjunto a su vez se divide en 4 compartimientos de 0.70 m. x 0.70 m. con una profundidad de 1.20 m. como se observa en la imagen 6.3 y 6.4

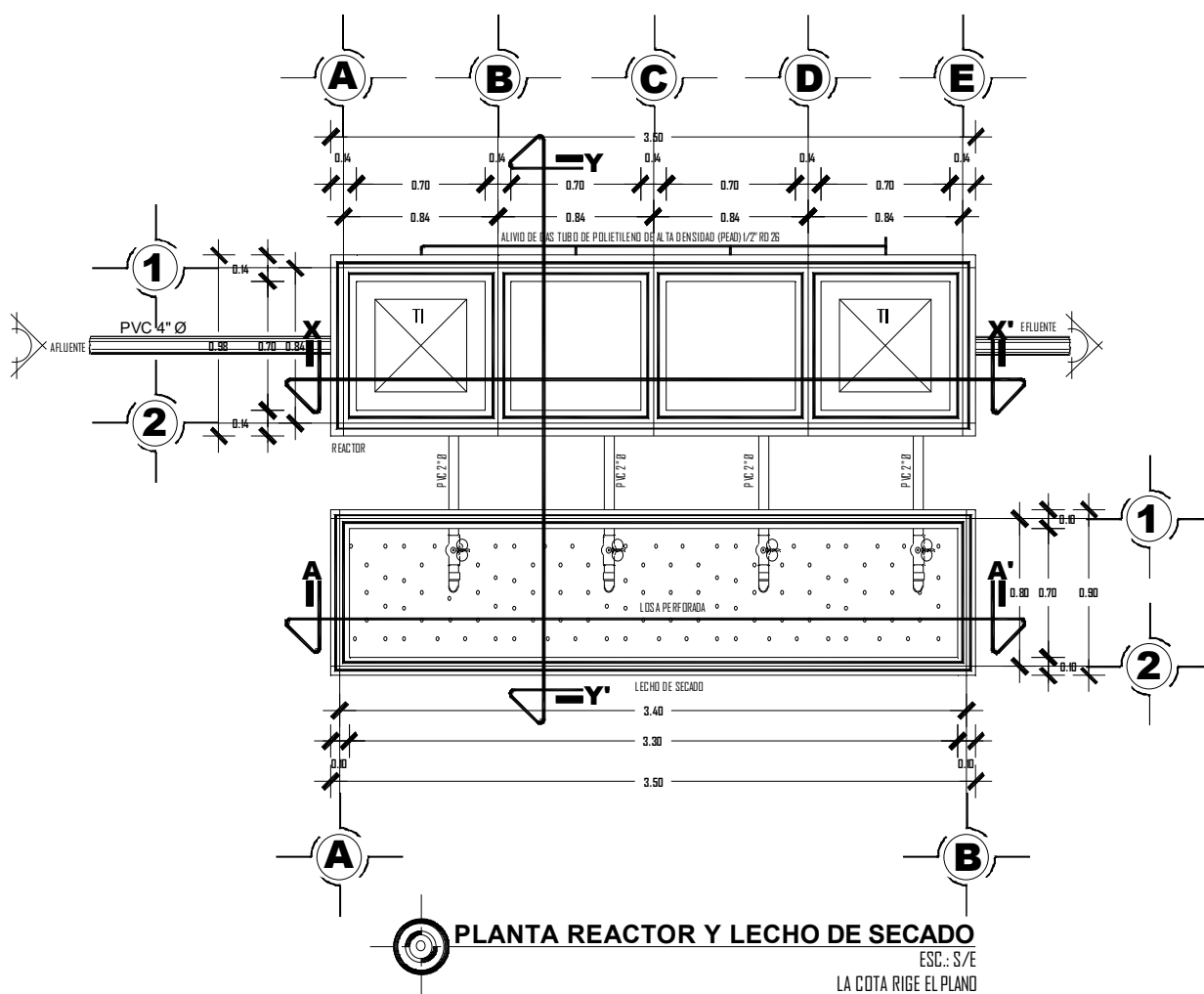


Imagen 6.3 Planta del reactor y lecho de secado.

Fuente: JLV, 2024.

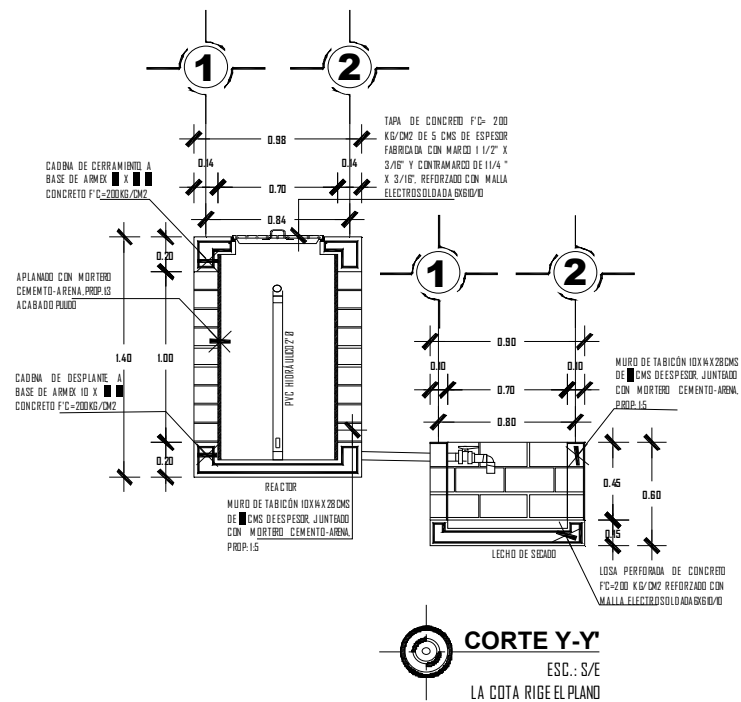
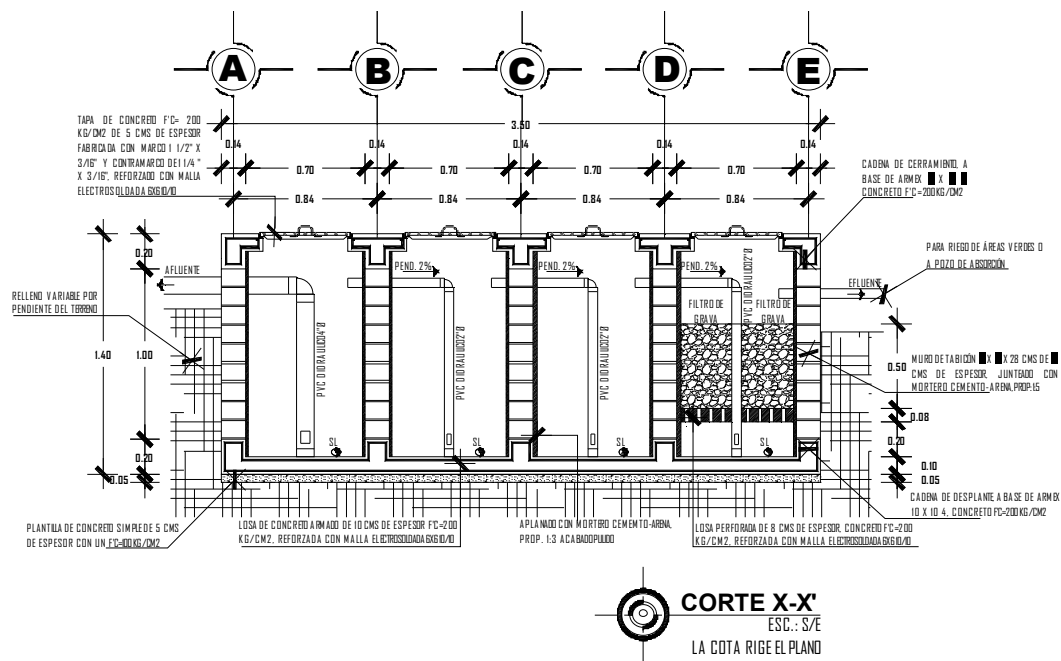


Imagen 6.4 Alzados de reactor en el sentido transversal y longitudinal.

Fuente: JLV, 2024.

CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Uno de los problemas que aqueja al mundo en las grandes ciudades e inicia en las zonas rurales, es sin duda el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Los sanitarios con biodigestor construidos en Santa Ines del Monte en el 2012 en cuatro de sus agencias no funcionaron adecuadamente debido al mal funcionamiento y deficiente diseño y terminaron contaminando la comunidad.

Existen dos tipos de sanitarios ecológicos, los que no necesitan agua llamados secos y los que necesitan agua llamados húmedos. Dentro de los últimos encontramos la depuración de aguas residuales a través del reactor anaerobio de flujo ascendente que tiene mas ventajas que desventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas. El cuarto de baño tiene que cumplir con las dimensiones mínimas necesarias de espacio, ventilación e iluminación.

Los sanitarios con biodigestor construidos en Santa Ines del Monte en el Año 2012, fallaron en sus múltiples componentes, como son, la caseta de fibra de vidrio, el lavabo, el registro de lodo y el pozo de absorción, todo esto llevo al fracaso total del proyecto.

Se determina en campo que prácticamente no hay un diseño de los sanitarios con biodigestor encaminado a la dignificación de la vida de los habitantes de Santa Ines del Monte. Las dimensiones presentadas en el proyecto son inferiores a las mínimas.

Los beneficiarios de dicho proyecto, derivado de la deficiencia, terminaron por rechazar y abandonar el uso de los sanitarios con biodigestor en poco tiempo de su puesta en operación.

Para mitigar el problema de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Santa Ines del Monte, perteneciente al distrito de Zaachila, la solución se pretende a través un reactor unifamiliar basado en la depuración anaerobia de flujo ascendente, además, de un cuarto de baño (con sistema de bajareque) que sea integral para el aseo corporal y desechos fecales.

Esta puede ser construida por los beneficiarios o con el apoyo de un oficial albañil, ya que no se requiere mano de obra especializada.

El costo de la propuesta es de \$ 54,353.60 (cincuenta y cuatro mil trescientos cincuenta y tres pesos 60/100 M.N.) a costo directo, la cual se desglosa en las partidas que se presentan a continuación:

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Partida	Concepto	Importe
A	REACTOR UNIFAMILIAR PARA EL MUNICIPIO DE SANTA INÉS DEL MONTE, OAXACA	
A1	CUARTO DE BAÑO CON BAJAREQUE	
A11	PRELIMINARES	\$54.26
A12	CIMENTACIÓN	\$3,102.90
A13	ESTRUCTURA	\$9,968.33
A14	CARPINTERÍA	\$2,805.08
A15	INSTALACIÓN SANITARIA	\$5,324.03
A16	INSTALACIÓN HIDRÁULICA	\$1,222.85
A17	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	\$961.67
A18	ACABADOS	\$1,767.24
A1	TOTA CUARTO DE BAÑO CON BAJAREQUE	\$25,206.36
A2	REGISTRO	\$2,185.83
A2	TOTAL REGISTRO	\$2,185.83
A3	REACTOR ANAEROBIO UNIFAMILIAR	
A31	PRELIMINARES	\$38.05
A32	CIMENTACIÓN	\$15,641.17
A33	ACABADOS	\$2,757.08
A34	SISTEMA DE TUBERÍAS	\$5,449.09

A3	TOTA REACTOR ANAEROBIO UNIFAMILIAR	\$23,885.39
A4	LECHO DE SECADO	
A41	PRELIMINARES	\$35.70
A42	CIMENTACIÓN	\$3,040.32
A4	TOTA LECHO DE SECADO	\$3,076.02
A	TOTA REACTOR ANAEROBIO UNIFAMILIAR PARA EL MUNICIPIO DE SANTA INES DEL MONTE, OAXACA	\$54,353.60

7.2 Recomendaciones

En el caso de la caseta del reactor construida con una técnica tradicional llamada bajareque, en donde se emplea materiales como el barro, madera y carrizo o bambú, se recomienda lo siguiente:

Revisión regular: realizar inspecciones periódicas para localizar huellas de deterioro como son; grietas y filtraciones que dañen los materiales.

Reparación de grietas: reparación de grietas pequeñas detectadas para evitar que crezcan y afecten la construcción.

Protección contra humedad: proteger el desplante de la humedad exterior, con impermeabilizante a base de cal, baba de nopal y sal de grano.

Mantenimiento del techo: examinar y conservar la cubierta en buen estado, ya que es una barrera que protege a nuestra construcción del clima.

En el caso del reactor unifamiliar se recomienda:

Retiro de lodos: retiro de lodo a través de las válvulas en periodos de 6 a 12 meses.

Cuidar la obstrucción de válvulas: no tirar toallas sanitarias o algún sólido que obstruya las válvulas de salidas de los lodos.

Evitar químicos: evitar la entrada de químicos que puedan inhabilitar la actividad microbiana.

Mantener humedad del lodo: mantener húmedo el lodo del reactor para que no pierda eficiencia.

FUENTES DE CONSULTA

- Archdaily*. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de Archdaily:
<https://www.archdaily.mx/mx/943077/la-evolucion-de-los-banos-lecciones-historicas-para-aspirar-a-un-futuro-con-espacios-seguros-e-inclusivos>
- Ascencio, O. (2014). Novedades y consejos. *Baños*, 197.
- Can Fuste*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Can Fuste:
https://usuarios.tinet.cat/vne/C_bano_01.htm
- Carro, I. (2000). *Saneamiento ecológico*. CEUTA.
- CONAGUA. (2019). *Biblioteca Digital de MAPAS*. Recuperado el 12 de MARZO de 2024, de Biblioteca Digital de MAPAS: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/biblioteca-digital-de-mapas>
- CONAGUA. (2019). *Biblioteca Digital de MAPAS*. Recuperado el 12 de marzo de 2024, de Biblioteca Digital de MAPAS: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>
- Fonseca, X. (2002). *Las medidas de una casa*. Pax.
- ONU. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de ONU:
https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Organizacion Mundial de la Salud. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Organizacion Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation#:~:text=Datos%20y%20cifras,como%20inodoros%20o%20letrinas%20privados>.
- Ortiz Moreno, J. A. (2014). *La ecotecnología en México*. Imágica comunicación.
- Plano de casas*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Plano de casas:
<https://planodecasa.com/cuanto-debe-medir-un-bano-completo/>
- Rotoplas*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Rotoplas: <https://rotoplas.com.mx/biodigestor-el-proceso-de-tratamiento-de-aguas-residuales-para-comunidades-rurales-y-urbanas/#:~:text=El%20biodigestor%20es%20una%20herramienta,infraestructura%20de%20drenaje%20o%20alcantarillado>.
- Rotoplas*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Rotoplas: <https://rotoplas.com.ec/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-tecnica-Biodigestor-Autolimpiable-Rotoplas.pdf>
- Rotoplas*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Rotoplas:
<https://www.distribuidornacional.com/banos-dignos-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- Rotoplas*. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Rotoplas:
<https://rotoplas.com.mx/agroindustria/conoce-la-alternativa-a-la-falta-de-drenaje-en-las-comunidades-rurales/>

Stretto. (s.f.). Recuperado el 3 de enero de 2023, de Stretto:

<https://www.strettocolombia.com/post/dimensiones-y-medidas-minimas-en-el-diseno-de-banos-pequenos>

Tecno instalacion. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de Tecno instalacion:

https://www.tecnoinstalacion.com/media/uploads/noticias/documentos/42-49_AT_Espacio_ba%C3%B1o.pdf

ANEXOS

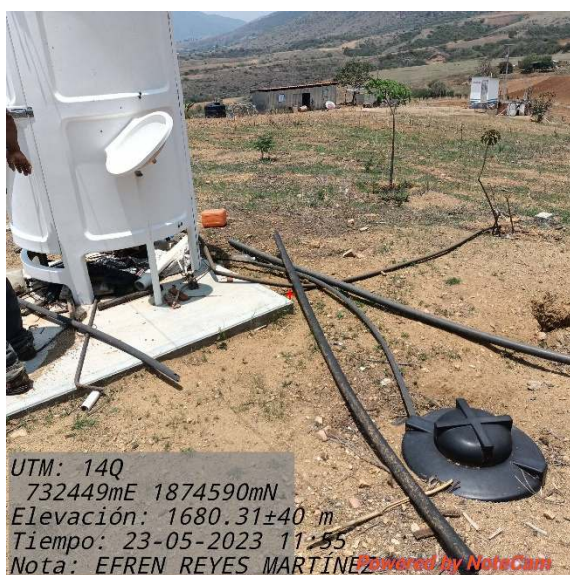
a) Reporte fotográfico



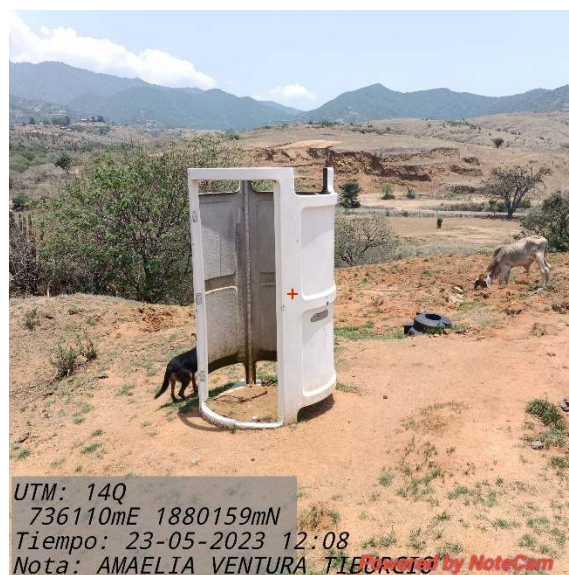
Fotografía 1 Entrevista de campo.



Fotografía 2 Caseta del sanitario con biodigester y beneficiario.



Fotografía 1 Vista del biodigester y lavabo



Fotografía 2 Caseta de fibra de vidrio



Fotografía 5 Caseta del sanitario y biodigestor.



Fotografía 6 Biodigestor, foco de infección.



Fotografía 7 Caseta desechada.



Fotografía 8 Caseta ocupada para baño corporal.



Fotografía 9 lavabo y W.C. desechados



Fotografía 10 Cambio de lugar de la caseta.



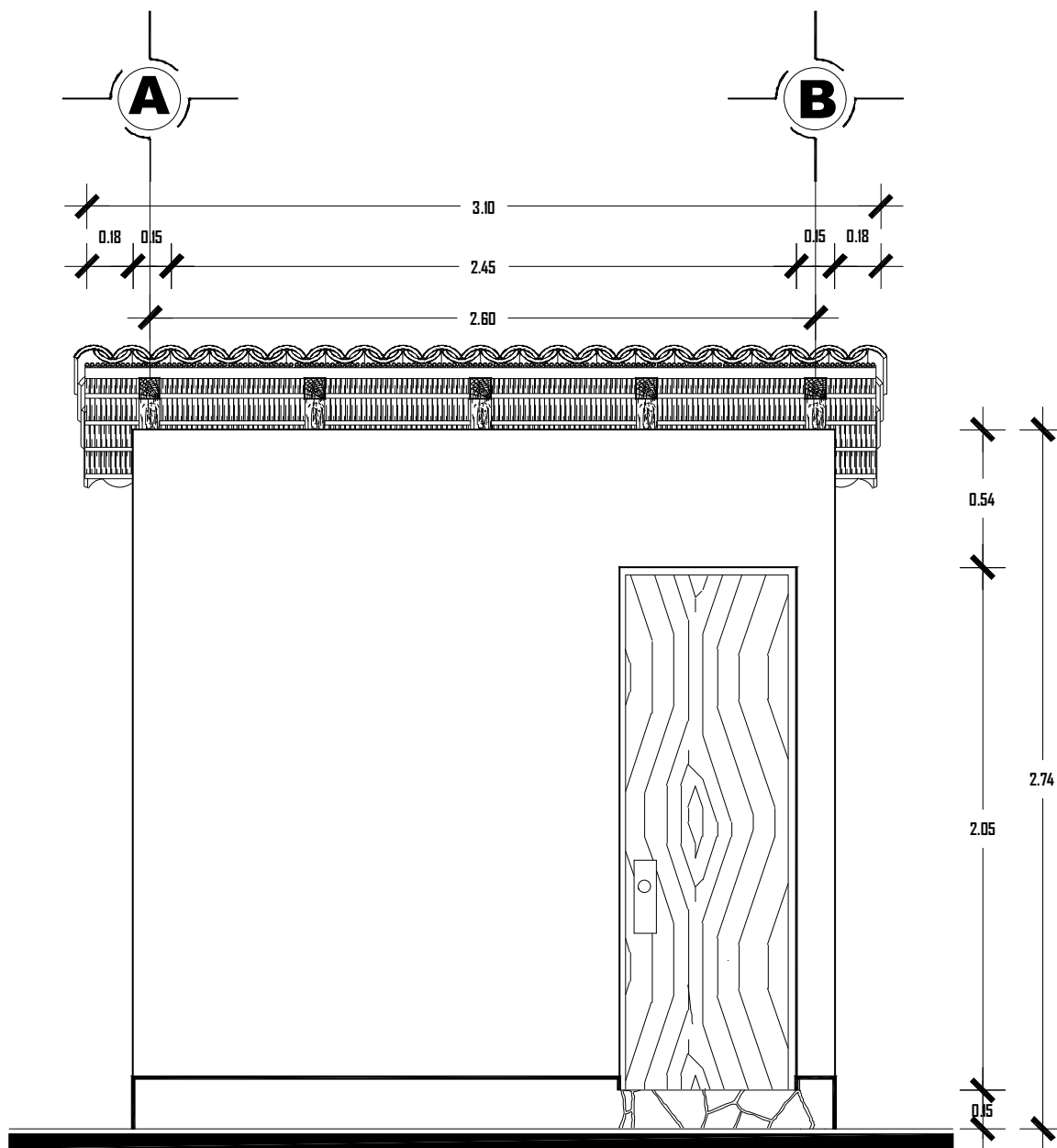
Fotografía 11 Caseta del sanitario



Fotografía 3 Tinaco recuperado.

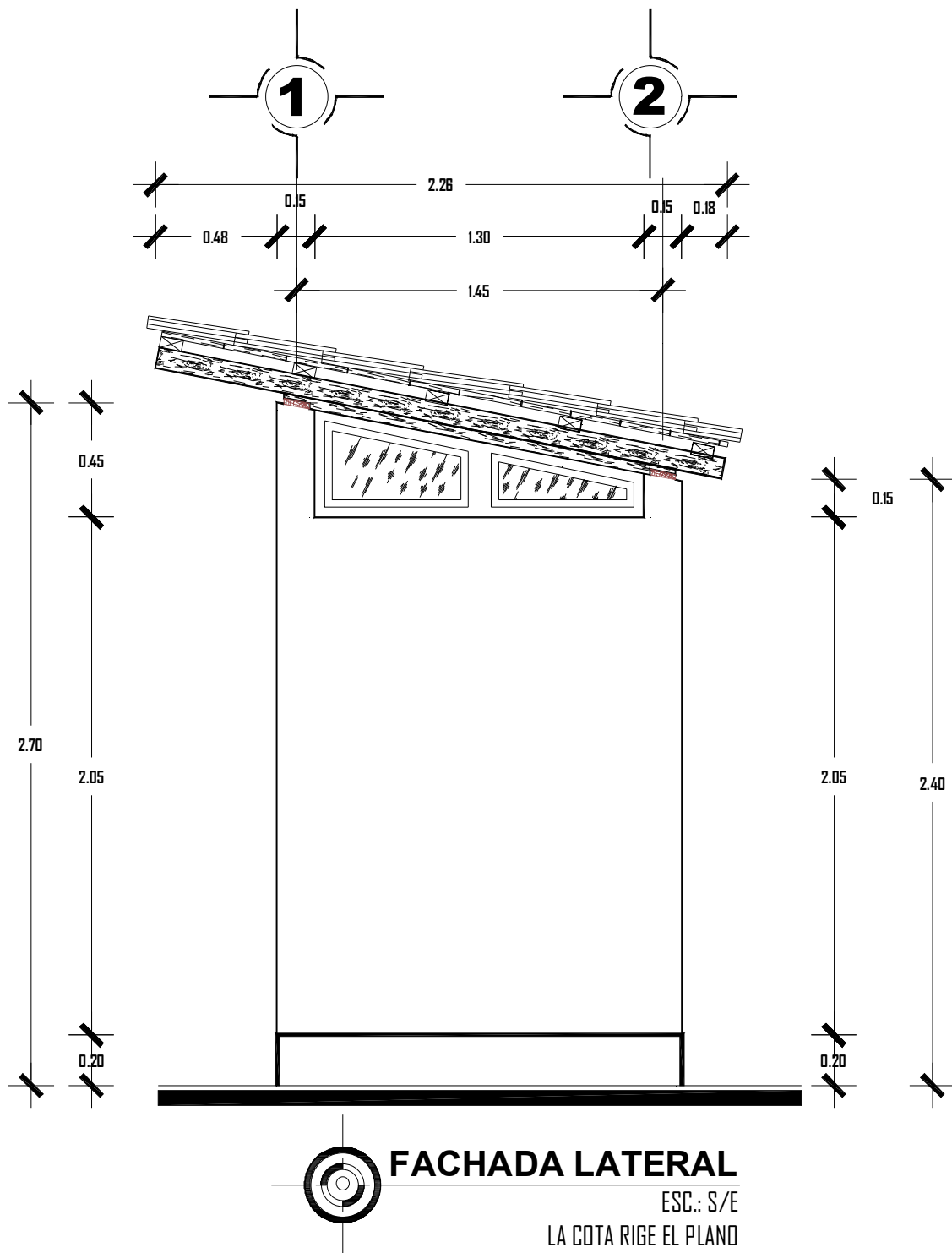
b) Planos de cuarto de baño con bajareque

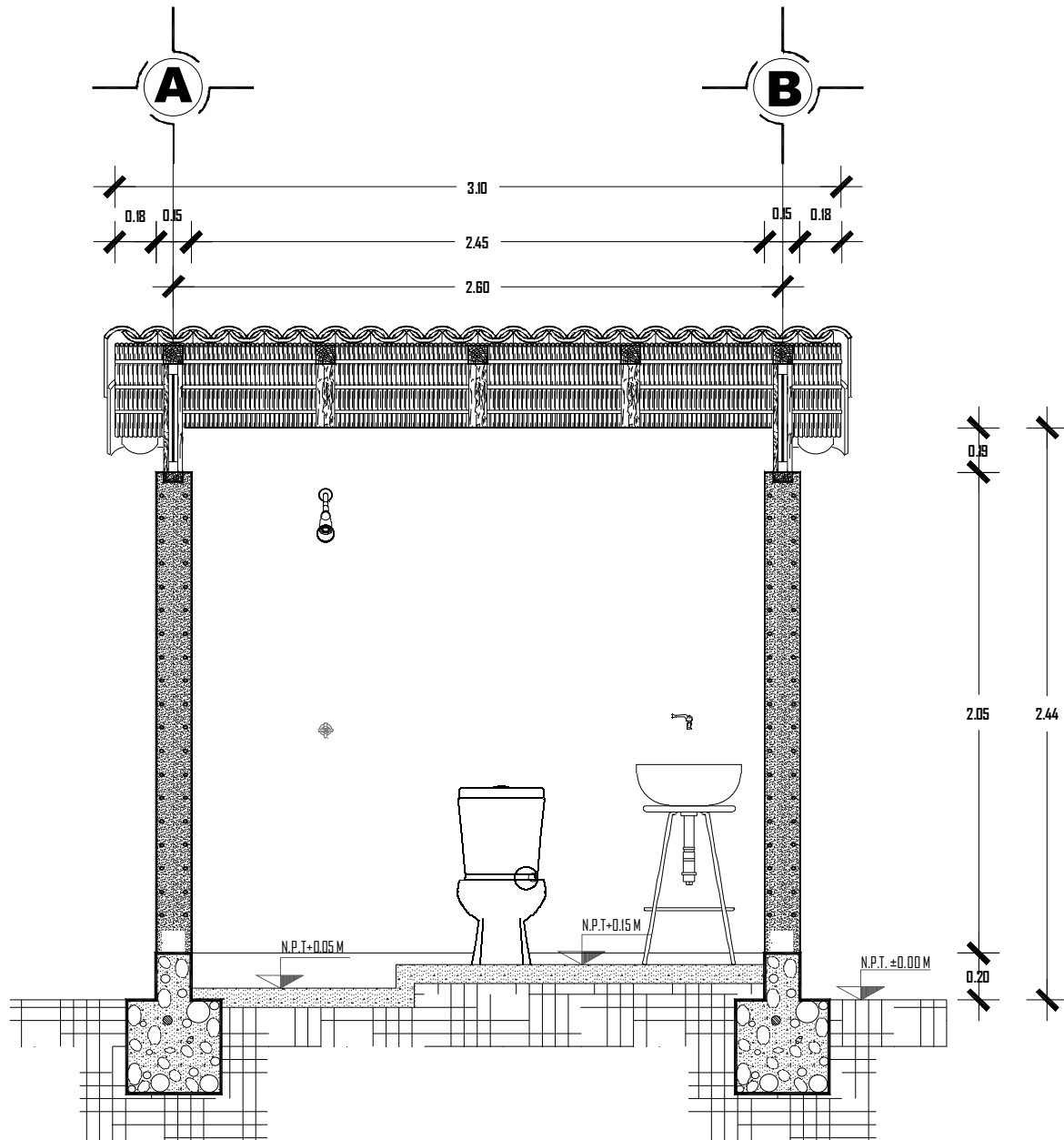




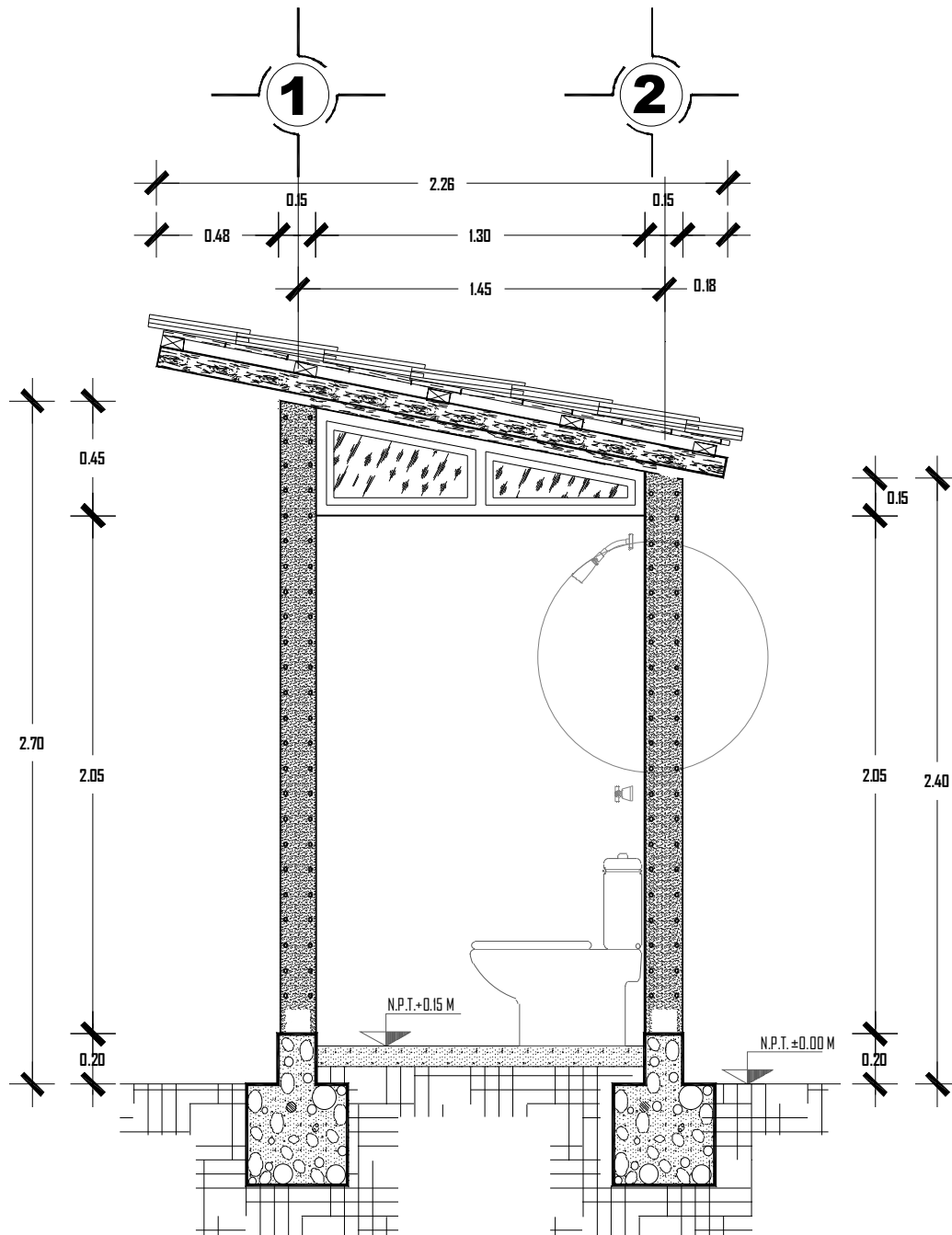
FACHADA PRINCIPAL

ESC.: S/E
LA COTA RIGE EL PLANO

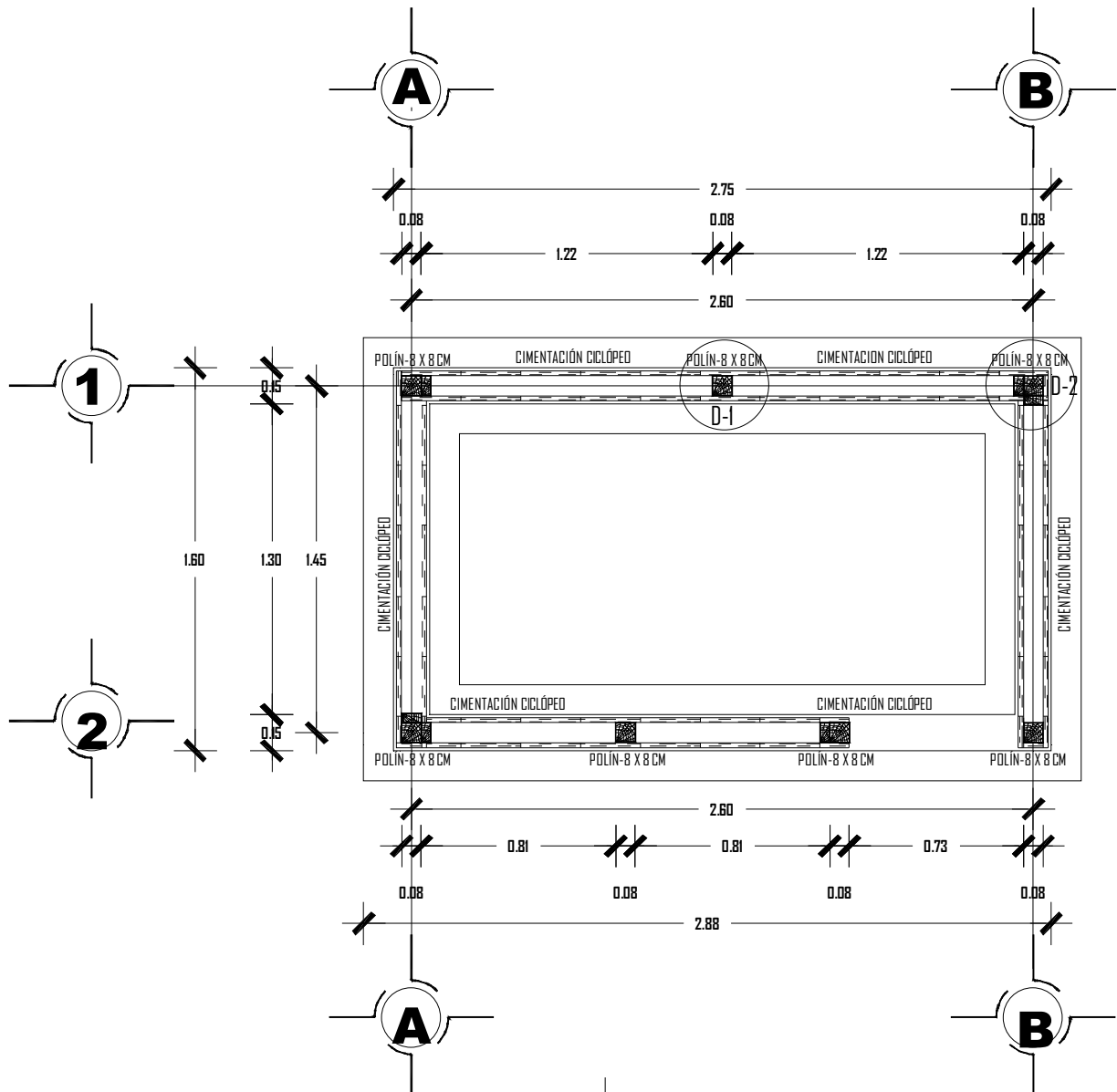




CORTE SEGUN X-X'
 ESC.: S/E
 LA COTA RIGE EL PLANO

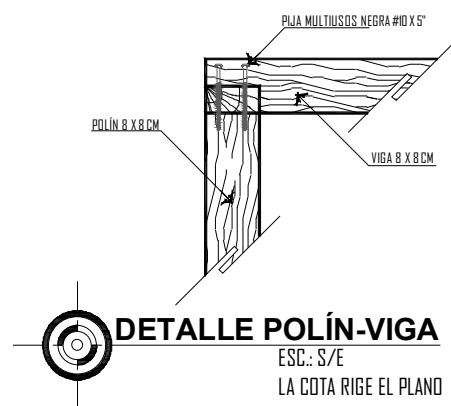
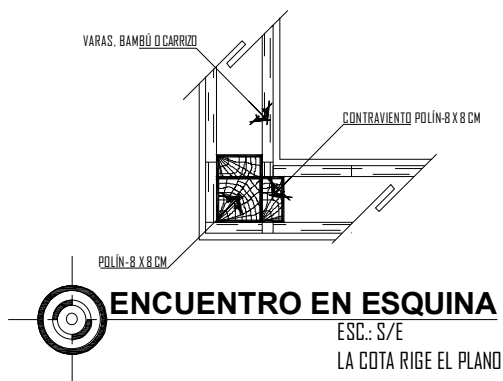
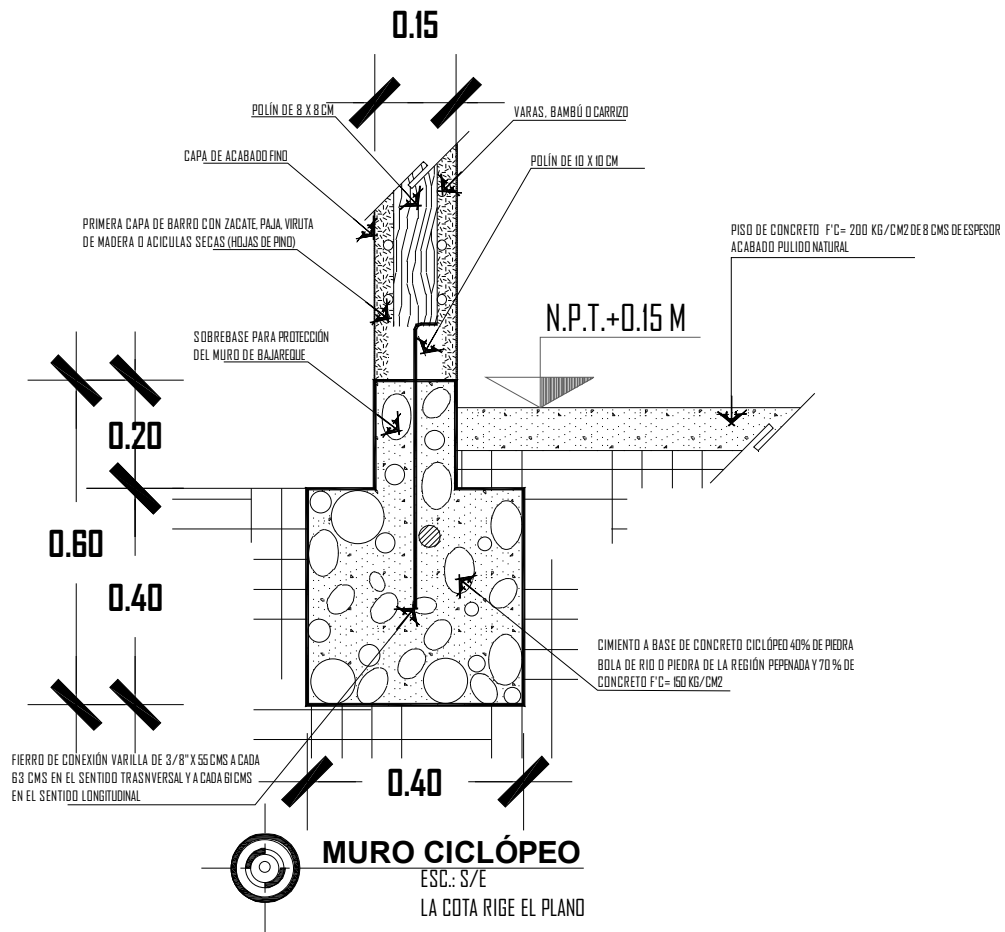


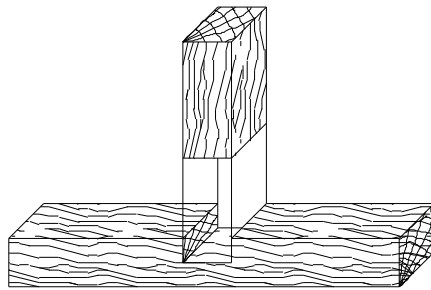
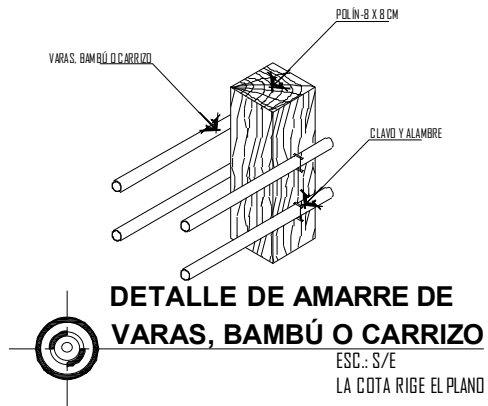
CORTE SEGUN Y-Y'
 ESC.: S/E
 LA COTA RIGE EL PLANO



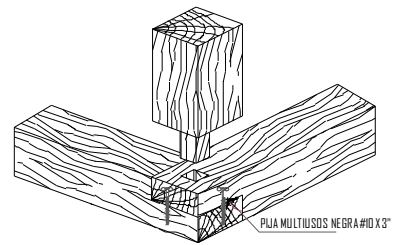
PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESC.: S/E
LA COTA RIGE EL PLANO

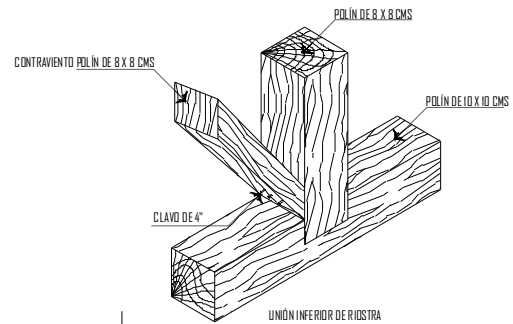
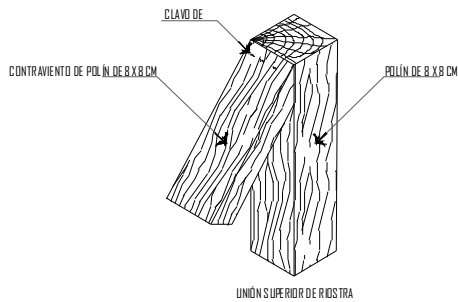


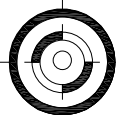
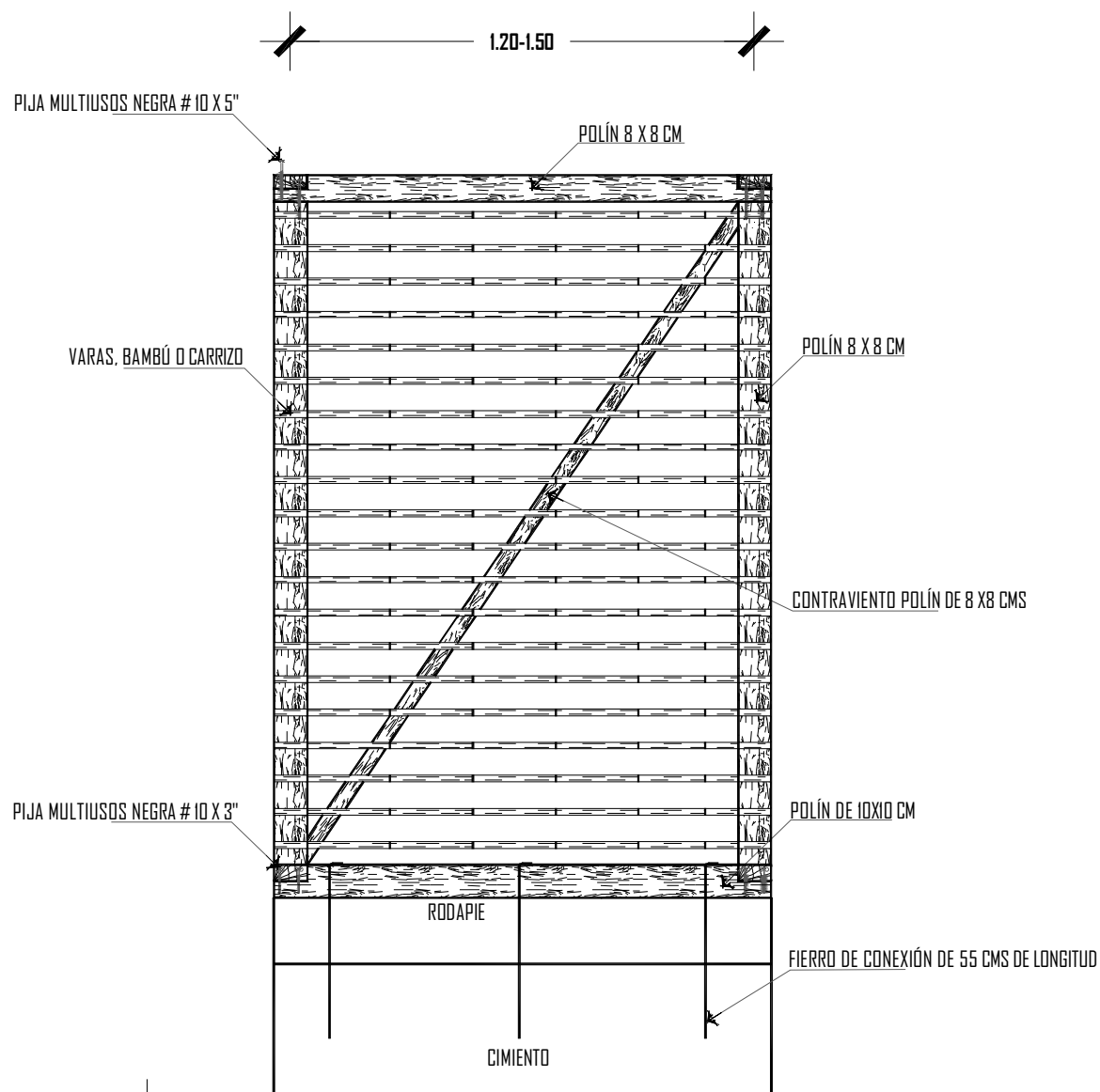


D-1



D-2

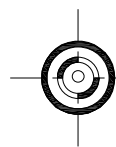
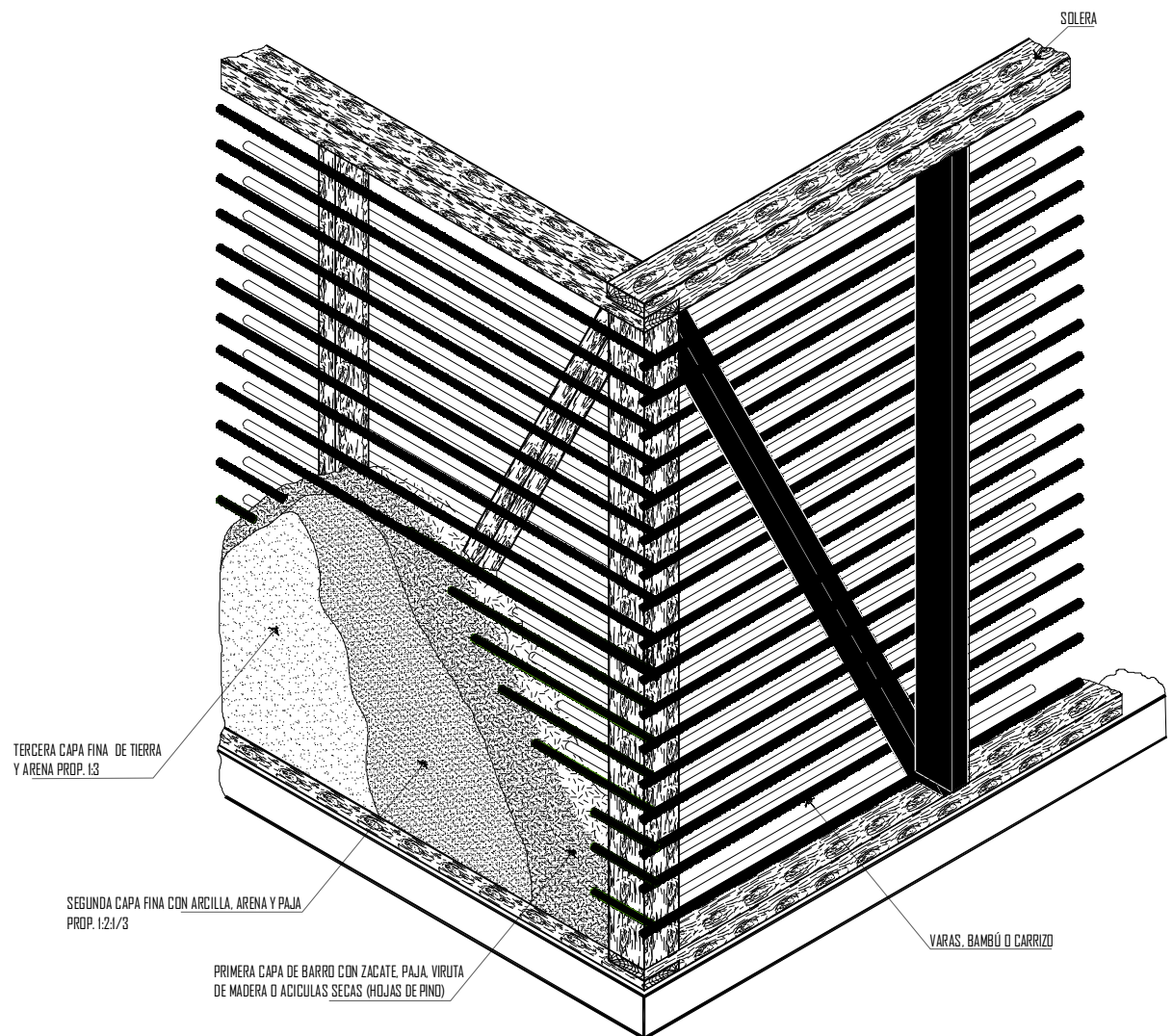




ELEVACIÓN TIPO PARA MURO

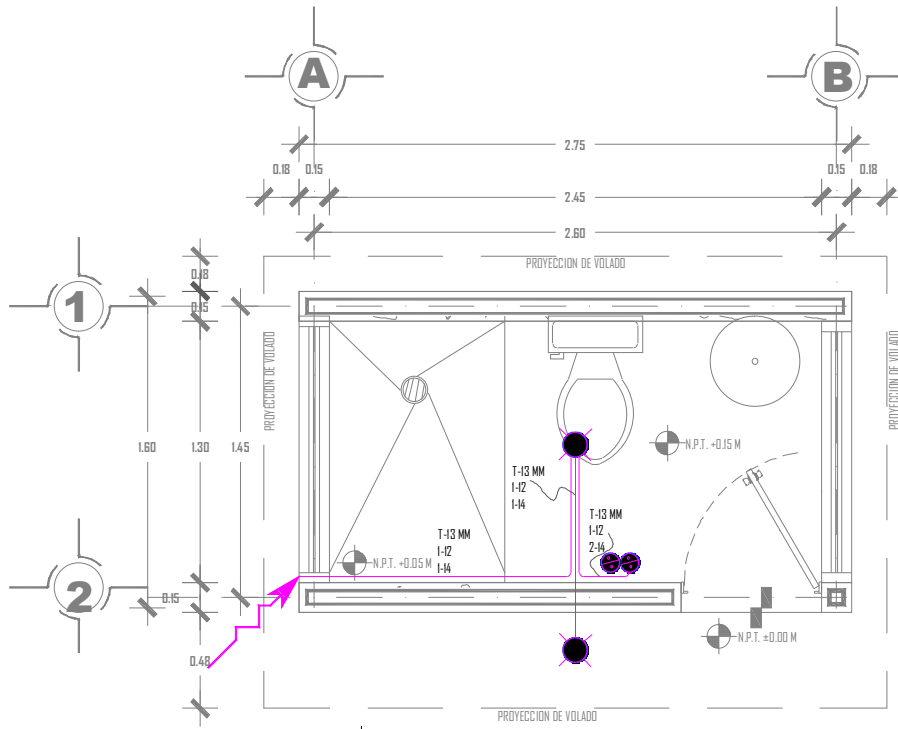
ESC.: S/E

LA COTA RIGE EL PLANO



DETALLE DE LA ESTRUCTURA DEL MURO

ESC.: S/E
LA COTA RIGE EL PLANO



SIMBOLOGIA

TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 13 MM (1/2")



LAMPARA



APAGADOR SENCILLO

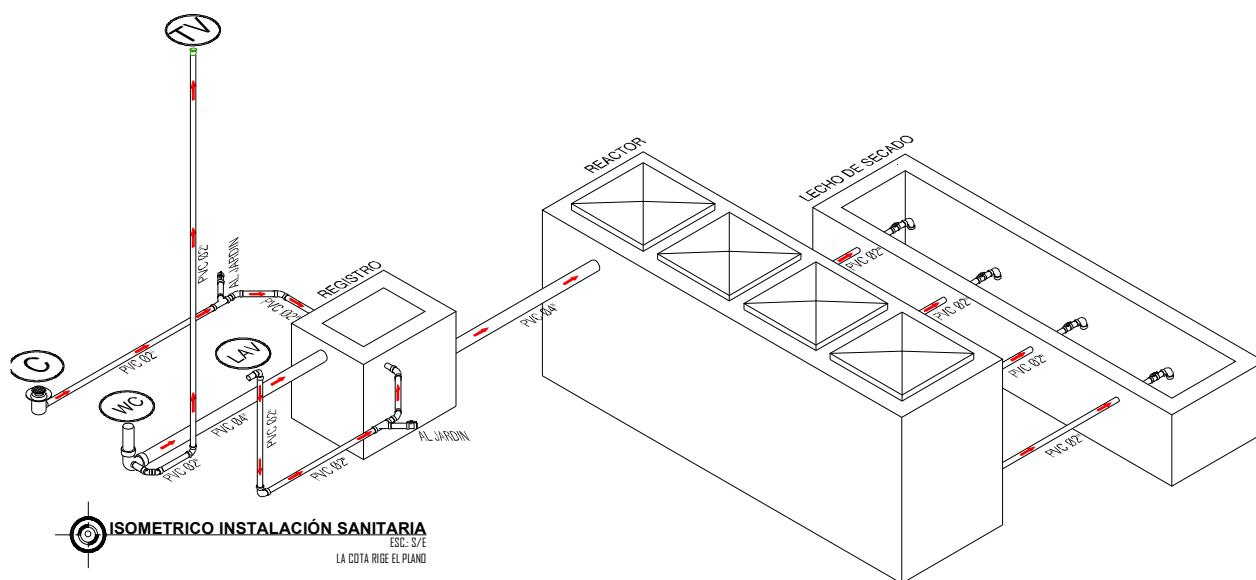


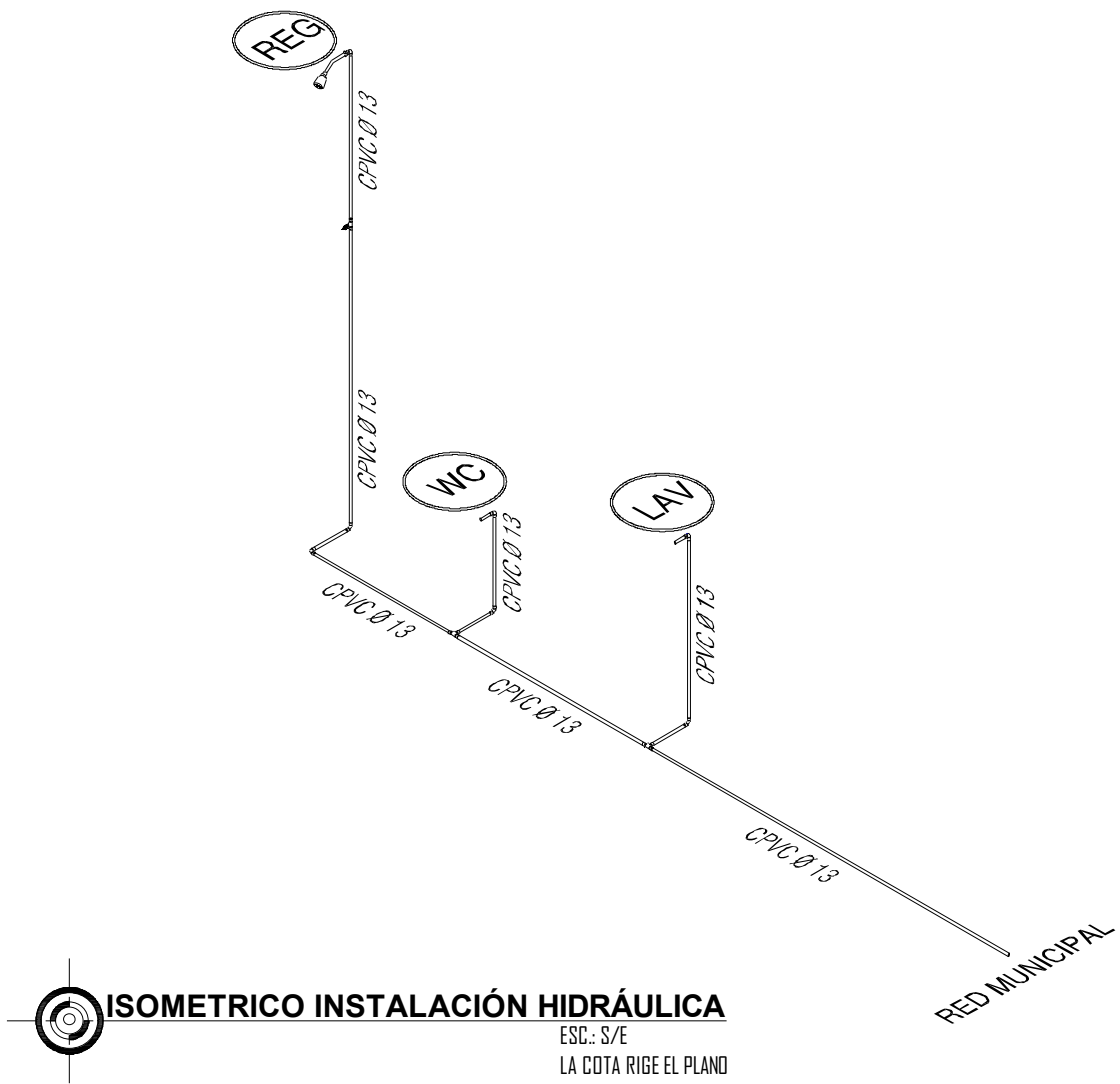
ACOMETIDA



PLANTA INSTALACION ELECTRICA

ESC.: S/E
LA COTA RIGE EL PLANO





c) Planos rector unifamiliar

