



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Arquitectura



SISTEMA CAPTADOR DE AGUA DE LLUVIA PARA COCUCHO, MICHOACÁN

Tesis para obtener el título de Arquitecto

Presenta:

Silvia Pasallo Plancarte

Asesor:

M. Arq. Víctor Hugo Bolaños Abraham

Morelia, Michoacán Noviembre 2022





AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar y dedicar mi agradecimiento por medio de este trabajo a mi papá quien me apoyo incondicionalmente, por su amor, sus consejos, su sabiduría, sus enseñanzas, sus valores, su paciencia, por estar presente en cada etapa de mi vida, por confiar en mí, por iluminarme desde el cielo cada uno de mis proyectos. Gracias papá lo logramos juntos, siempre estarás en mi mente y corazón.

Gracias mamá por darme ánimos cada vez que ocupaba aliento para seguir, gracias por estar a mi lado desde que nací, por tu amor incondicional, por guiarme en cada camino, por tus consejos tan sabios, no me alcanza las palabras para agradecerte y decirte lo mucho que te amo.

Agradezco mucho la ayuda de mis maestros, quienes me han pulido durante estos 5 años de Universidad, por las enseñanzas que me han marcado para superarme.

A mi abuelita querida por estar en mi vida, siempre tenía una esperanza puesta en mí, gracias por llevarme siempre en tus oraciones.

Gracias a mi familia por apoyarme en los momentos difíciles y por enseñarme que siempre estarán cuando más los necesite.

Gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso por realizar su pequeño aporte que hoy es reflejado en la culminación de este proceso.

RESUMEN

En este trabajo se expone y desarrolla una alternativa para la escasez de agua, mediante un sistema de captación que garantiza el acceso al agua de lluvia mediante ollas a nivel comunitario o cisternas domiciliarias para garantizar y cubrir las necesidades básicas de las personas durante el año. Un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (SCALL) consiste en un diseño que permita interceptar, recolectar y almacenar el agua de lluvia. Los SCALL son una tecnología adaptable a zonas urbanas y rurales; hay opciones rústicas, sofisticadas, de alto costo, domiciliarias, comunitarias, etcétera. La instalación de SCALL en viviendas que ya cuentan con infraestructura de almacenamiento de agua, como una cisterna, generalmente resulta de bajo costo y no requiere un cambio de hábitos por parte de los usuarios.

ABSTRACT

In this work, an alternative for water scarcity is exposed and developed, through a catchment system that guarantees access to rainwater through pots at the community level or household cisterns to guarantee and cover the basic needs of people during the year. A rainwater harvesting and utilization system (SCALL) consists of a design that allows the interception, collection and storage of rainwater. SCALL are a technology adaptable to urban and rural areas; there are rustic, sophisticated, high-cost, home, community options, etc. Installing SCALL in homes that already have water storage infrastructure, such as a cistern, is generally low cost and does not require users to change their habits.

Palabras clave: SCALL, captación, recolección, lluvia, almacenamiento.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1-2 pág.
1.1 OBJETIVOS	3 pág.
1.1.2 OBJETIVO GENERAL.....	3 pág.
1.1.2.1 OBJETIVOS INTRÍNSECOS.....	3 pág.
1.1.2.2 OBJETIVOS EXTRÍNSECOS.....	3 pág.
1.2 JUSTIFICACIÓN	4 pág.

CAPITULO II

2.0 METODOLOGÍA.....	5 pág.
2.1 ENFOQUE Y RECOLECCIÓN DE DATOS	6 pág.
2.2 ALCANCE.....	6 pág.
2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6 pág.
2.4 TÉCNICAS.	6-7 pág.
2.5 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS.....	7 pág.
2.6 CUALITATIVO Y CUANTITATIVO.....	7 pág.
2.7 ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO.....	7 pág.
2.8 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	8 pág.



CAPITULO III

3.0 MARCO TEÓRICO.....	9 pág.
3.1 ANTECEDENTES	10-12 pág.
3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN MÉXICO.....	13-14 pág.
3.3 EL USO Y MANEJO DEL AGUA EN LA MESETA P'URHÉPECHA.....	15-16 pág.
3.4 CAPTADOR DE AGUA MÁS GRANDE DE AMÉRICA CHERÁN, MICHOACÁN.....	17 pág.
3.5 SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO.....	18 pág.
3.6 CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA	18 pág.
3.7 EL AGUA DE LLUVIA.....	19 pág.
3.8 TRATAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA	20 pág.
3.9 ÁREA DE CAPTACIÓN.....	20-21 pág.
3.1.1 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	22 pág.

CAPITULO IV

4.0 MARCO HISTÓRICO.....	23 pág.
4.1 DESARROLLO HISTÓRICO.....	24-26 pág.
4.2 SITUACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO.	27 pág.
4.3 TRABAJOS PREVIOS.....	28-29 pág.
4.4 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	29 pág.



CAPITULO V

5.0 MARCO NORMATIVO.....	30 pág.
5.1 PRINCIPALES NORMAS Y REGLAMENTOS A TENER EN CUENTA AL INSTALAR Y OPERAR UN SCALL.....	31 pág.

CAPITULO VI

6.0 MARCO CONTEXTUAL.....	32 pág.
6.1 PROBLEMA DEL LUGAR.....	33 pág.
6.2 OBJETIVO – HIPÓTESIS.	33 pág.
6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	33-34 págs.
6.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	34 pág.
6.5 CARACTERISTICAS RELEVANTES.....	34 pág.
6.6 TÉCNICAS.....	34-35 págs.
6.7 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	36 pág.

CAPITULO VII

7.0 MARCO FISICO- GEOGRÁFICO.....	37 pág.
7.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHARAPAN, MÉXICO	38 pág.
7.2 CLIMA	39 pág.
7.3 ASOLEAMIENTO.....	39 pág.
7.4 ENERGIA SOLAR	40 pág.
7.5 PRINCIPALES ECOSISTEMAS	41 pág.
7.6 RECURSOS NATURALES.....	41 pág.



7.7 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO	41 pág.
7.8 TOPOGRAFÍA	41-42 pág.
7.9 VIENTOS DOMINANTES.....	42-43 pág.
7.9.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL	43-44 pág.
7.9.2 HUMEDAD RELATIVA	44 pág.
7.9.3 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	45 pág.

CAPITULO VIII

8.0 MARCO URBANO.....	46 pág.
8.1 LOCALIZACIÓN (MACRO-LOCALIZACIÓN).....	47 pág.
8.1.1 LOCALIZACIÓN (MICRO-LOCALIZACIÓN).	47 pág.
8.1.2 ESTUDIO FOTOGRÁFICO.....	48 pág.
8.1.3 PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO.....	49 pág.
8.1.4 POBLACIÓN.....	50 pág.
8.1.5 RELIEVE.....	51 pág.
8.1.6 HIDROGRAFÍA.....	52 pág.
8.1.7 CLIMA.....	52 pág.
8.1.8 FLORA	52 pág.
8.1.9 FAUNA.....	53 pág.
8.2.0 ASOLEAMIENTO.....	53 pág.



8.2.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL.....	54 pág.
8.2.2 IMAGEN URBANA DIRECTA.....	55 pág.
8.2.3 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO	56 pág.
8.2.4 HISTORIA Y COSTUMBRES.....	56 pág.
8.2.5 CONCLUSIONES APLICATIVAS.....	56 pág.

CAPITULO XI

9.0 MARCO GEOLÓGICO	57 pág.
9.1 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO EN ESTUDIO	58 pág.
9.2 TRABAJOS DE CAMPO	58 pág.
9.3 ESTRATIGRAFÍA	59 pág.
9.4 RESULTADOS DE LABORATORIO	59 pág.
9.5 CONSIDERACIONES DEL SUELO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA.....	60 pág.

CAPITULO X

10.0 MARCO FUNCIONAL Y HERRAMIENTAS DEL DISEÑO.....	61 pág.
10.1 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN	62 pág.
10.2 USUARIOS BENEFICIARIOS	62 pág.
10.3 DISEÑO DEL SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA	62-63 pág.
10.4 CRITERIOS PARA ESTABLECER UNA OLLA DE AGUA	63 pág.
10.5 CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	63 pág.



10.6 CONDICIONES DE SUELO	63 pág.
10.7 CONDICIONES HIDROLÓGICAS	63 pág.
10.8 CONDICIONES DE DISEÑO	64 pág.
10.9 LOCALIZACIÓN DEL SITIO PARA ESTABLECER EL SCALL	64 pág.
10.1.0 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA	64 pág.

CAPITULO XI

11.0 MEMORIA DE CÁLCULO	65 pág.
11.1 DEMANDA DEL AGUA DE LLUVIA	66 pág.
11.2 PRECIPITACIÓN PLUVIAL NETA Y POTENCIAL DE CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA	67-68 pág.
11.3 GASTO MÁXIMO DEL VERTEDOR	69 pág.
11.4 ÁREA MÍNIMA DE CAPTACIÓN	69 pág.
11.5 CAPACIDAD TOTAL DE LA OLLA DE AGUA	70 pág.
11.6 DISEÑO DEL VERTEDOR	70 pág.
11.7 ESTABILIDAD DE TALUDES	71 pág.
11.8 DIMENSIONES Y CÁLCULO DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN.....	71-72 pág.
11.9 CERCOS PERIMETRALES	72 pág.
11.1.0 INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA	72-73 pág.
11.2.0 COMPONENTES DEL SCALL.....	74-75 págs.



11.3.0 LÍNEA DE CONDUCCIÓN	76 pág.
11.4.0 CISTERNA DE 20 m ³	76 pág.
11.1.5 CASETA DE VIGILANCIA	77 pág.
11.1.6 SISTEMA DE BOMBEO... ..	78 pág.
11.1.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CAPTADOR DE AGUA DE LLUVIA	79 pág.

CAPITULO XII

12.0 COSTOS.....	80 pág.
12.1 COSTOS CISTERNA DE 20m ³	81 pág.
12.1 PRESUPUESTO DE OBRA.....	82 pág.
13.0 MANTENIMIENTO	83 pág.
14.0 CONCLUSIONES	84 pág.
15.0 BIBLIOGRAFÍA.	85-86 pág.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.0 Comunidad indígena Comachuen acarreado agua. (Foto: AC).

Figura 2.0 Innovación de modelos de sistemas de captación de agua en México. (Foto: Campus UNAM).

Figura 3.0 Mapa representativo de las múltiples civilizaciones que buscan solucionar el mismo problema. Fuente:
<https://ecotec.unam.mx/ecoteca/colecta-de-agua-pluvial>.

Figura 4.0 Sistemas de cosecha de agua pluvial empleados en la antigüedad Fuente: Hidrología Sostenible (2013).

Figura 5.0 Sistemas de cosecha de agua pluvial empleados en la antigüedad Fuente: Hidrología Sostenible (2013).

Figura 6.0 Cosecha De Agua, Un Milagro De La Agricultura: Sagarpa. Fuente:
<https://marurojasreportera.com/cosecha-de-agua-un-milagro-de-la-agricultura-sagarpa/>

Figura 7.0 Inauguración del pozo profundo en San Felipe de los Herreros. (Foto: AC).

Figura 8.0 Lámina de la Relación de Michoacán (1541) Foto: [Http://www.scielo.org.mx/scielo](http://www.scielo.org.mx/scielo).

Figura 9.0 Imágenes referentes al abastecimiento de agua en la sierra purépecha. Fuente:
<https://imagenagropecuaria.com/2016/33415/>.

Figura 10.0 El proyecto de eco-sustentabilidad más grande en Cherán es la olla recolectora de agua de lluvia
Fuente: <https://mxcity.mx/2021/05/el-captador-de-agua-mas-grande-de-america-esta-en-cheran-Michoacán/>.

Figura 11.0 SCALL en Pátzcuaro y sus alrededores con tecnología propia. Fuente: :
<https://imagenes.com/2016/33415/>.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 12.0 Captación de lluvia opción viable para abasto de agua potable. Fuente: <http://imagenagropecuaria.com>

Figura 13.0 Agua de lluvia captada por medio de un recipiente. Fuente <https://www.upla.cl/noticias/2020:-tratar-el-agua-de-lluvia-para-su-consumo>.

Figura 14.0 Sistema de tratamiento de ósmosis inversa (OI). Fuente: <https://caminosdeagua.org/es/consejos-agua>

Figura 15.0 Área de captación de un sistema captador de agua. Fuente: <https://caminosdeagua.org/es/consejos-Agua>.

Figura 16.0 Semblanza Histórica del Agua en México. Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/>

Figura 17.0 Localización del municipio de Charapan. Fuente: Meteonorm.

Figura 18.0 Clima del municipio de Charapan. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

Figura 19.0 Energía solar. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

Figura 20.0 Topografía de Charapan. Fuente: Mapa topográfico Charapan, altitud, relieve (topographic-map.com).

Figura 21.0. Vientos dominantes. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 22.0 Precipitación pluvial de Charapan. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

Figura 23.0 Humedad relativa. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

Figura 24.0 Humedad relativa gráfica. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

Figura 25.0 Localidad de Cocucho. Fuente: Delimitación de localidad hecho por Silvia Pasallo Plancarte

Figura 26.0 Terreno seleccionado, Fuente: Delimitación de localidad hecho por Silvia Pasallo Plancarte

Figura 27.0 Vista al Este a la entrada principal del predio Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Figura 28.0 Vista al Norte encontrando una barrera vegetal Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Figura 29.0 Vista al Sur del predio Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Figura 30.0 Mapa de relieve. Fuente: <https://books.openedition.org/cemca/docannexe/image/1285/img-4.jpg>.

Figura 31.0 Mapa de hidrografía en el estado de Michoacán. Fuente: <https://paratodomexico.com/estados-de-México/estado-Michoacán-de-Ocampo/hidrologia-michoacan.html>

Figura 32.0 Flora con la que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP

Figura 33.0 Fauna de la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP

Figura 34.0 Asoleamiento de la comunidad de Cocucho. Fuente: App de asoleamiento Sun Locator Lite.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 35.0 Servicios que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP.

Figura 36.0 Uso de suelo que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP.

Figura 37.0 Predio seleccionado de la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP.

Figura 38.0 Obtención de la consistencia natural con penetrómetro de bolsillo. Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Figura 39.0 Preparación de muestra de laboratorio. Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Figura 40.0 Ejemplo de olla de agua. Fuente: <https://www.geosai.com/olla-de-agua/>

Figura 41.0 Esquema del vertedor rectangular. Fuente: SAGARPA.

Figura 42.0 Talud 2:1 ejemplo. Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.) (slideshare.net).

Figura 43.0 Canal de llamada revestido con concreto. Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.) (slideshare.net).

Figura 44.0 Geotextil unido mediante calor (con pistola de aire caliente. Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.) (slideshare.net).

Figura 45.0. Línea de conducción. Fuente: Propia Silvia pasallo Plancarte.

Figura 46.0. Cisterna tipo capuchina de 20 m³. Fuente: Propia Silvia pasallo Plancarte.

Figura 47.0. Caseta de vigilancia del proyecto. Fuente: Propia Silvia Pasallo Plancarte.

Figura 48.0. Bomba Solar sumergible. Fuente: <https://www.unicef.org/es/historias/el-agua-en-peligro>.



Figura 49.0. Recorrido del SCALL. Fuente: Silvia Pasallo Plancarte.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.0 Cronograma del trabajo. Elaborado por Silvia Pasallo Plancarte.

Tabla 2.0 Culturas antiguas que aprovecharon el agua de lluvia.

Tabla 3.0 Cuestionario a la población en la zona de estudio sobre la problemática.

Tabla. 4.0 Tabla INEGI Censo de población y vivienda 2022.

Tabla 5.0 Tabla de la precipitación pluvial en Cocucho Michoacán. Fuente: Cuandovisitar.com.mx

Tabla 6.0 Tabla de PCA en el predio seleccionado. Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Tabla 7.0 Demanda mensual y anual. Fuente: Silvia Pasallo Plancarte.

Tabla 8.0 Coeficiente de escurrimiento del área de captación. Fuente: Anaya G. 2017.

Tabla 9.0 Tabla Potencial de captación del agua de lluvia en función del área de captación y la precipitación pluvial, con una eficiencia del 100%. Fuente: Anaya G. 2017.



INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales renovables más importantes para la humanidad y diferentes seres vivos del planeta, porque casi no se puede realizar ninguna actividad sin ella. Hoy en día, la sociedad se enfrenta a problemas de agua graves y complejos. Actualmente se estima que, de los 7,500 millones de personas en el mundo, aproximadamente 1,600 millones carecen de acceso de agua entubada, cantidad que se duplicará en el año del 2025, además se estima que se incrementarán la población sin acceso a agua potable hasta 3,300 millones en el mundo¹ (Anaya G, 2016).

La comunidad de Cocucho es uno de los pueblos indígenas originarios más antiguos de Michoacán que tienen un alto grado de marginación enfrentando diferentes problemáticas relacionadas con el abastecimiento de agua lo que ha afectado significativamente sus actividades cotidianas y la siembra de cultivos para su alimentación por carencia de agua.

El presente trabajo tiene su justificación para dar respuesta a una parte de la problemática planteada que se manifiesta en la falta de abastecimiento de agua, el siguiente proyecto, que tiene como propósito la implementación de un sistema captador de agua de lluvia (SCALL), que busca mejorar la calidad de vida de las familias. La siguiente investigación constará de una metodología practicada al interior de la comunidad, para ser tangible el presente trabajo, mismo que se encuentra estructurado en fundamentalmente en quince capítulos

¹ Anaya, M. 2016. XXVI Diplomado Internacional Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia (SCALL) para el Corredor Seco y Territorio Vulnerable a la Sequía en Mesoamérica. Manual del participante. COLPOS. México.



Fig. 1.0 Comunidad indígena Comachuen acarreado agua. (Foto: AC).

1.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El servicio de agua potable para consumo humano es considerado como una necesidad prioritaria e indispensable para el desarrollo del ser humano. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.² (UNESCO,2014)

Sin embargo, para muchos esta necesidad no está satisfecha, sobre todo en las comunidades de la meseta purépecha; Cocucho Michoacán es un pueblo de ascendencia indígena donde la carencia de este servicio origina diversos problemas, como el de la salud. Véase fig. 1.0

El alto nivel de dotación de agua es principalmente nulo pues registra un déficit del 90 y 97%; Por esta razón, la mayoría de las familias

dependen de la compra de pipas durante la época de secas y más del 84% durante la época de lluvias. Actualmente, las comunidades enfrentan una crisis de escasez de agua por lo que debe reconocerse que la única forma de enfrentar el problema es desarrollar un proceso de avance tecnológico para impulsar un modelo económico moldeado, que resulte sencillo, fácil de construir, prácticas en su operación y adecuadas al entorno en que se erijan con total aceptación de la comunidad usuaria.

² UNESCO, ONU-Agua, 2014: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático, París, UNESCO.



Fig. 2.0 Innovación de modelos de sistemas de captación de agua en México. (Foto: Campus UNAM).

El abastecimiento adecuado de agua es central para cualquier asentamiento humano, el agua de lluvia puede considerarse como la más importante fuente de abastecimiento tanto para las familias o comunidades pequeñas que no cuentan con agua para sus necesidades básicas. Cuando la población no cuenta con el agua necesaria para la vida diaria se enfrenta a muchas dificultades, en base en esta problemática de escasez de agua; para las generaciones actuales y futuras se propone la captación de agua de lluvia como fuente alterna de abastecimiento.

En México, se ha realizado bastante investigación con respecto al diseño innovación de modelos y prototipos de sistemas, así como la transferencia de tecnología. Véase fig. 2.0

El centro internacional de la demostración y capacitación de aprovechamiento de agua de lluvia del colegio de posgrados es un ejemplo del trabajo exitoso realizado en el país que, además ha ejecutado proyectos para el consumo humano y uso doméstico de agua de lluvia en comunidades indígenas. Por otro lado, el instituto mexicano de tecnología del agua, producto de su investigación ha implementado sistemas de captación para uso doméstico en comunidades rurales.³ (Tania arroyo,2010)

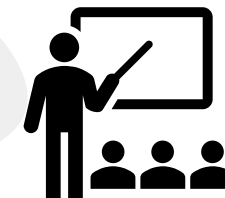
Los sistemas de captación de agua de lluvia (SCALL) será propuesta como una alternativa para mejorar el abasto de agua, principalmente en esta comunidad mencionada.

³ Tania Arroyo Zambrano, Colecta de agua pluvial como medida para el aprovechamiento sustentable de la energía, 2010, Universidad Nacional Autónoma de México.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 OBJETIVO GENERAL.

- Realizar un sistema de captación de agua de lluvia a nivel comunal, para, Cocucho, Michoacán considerando las características del sitio de interés, adecuadas al entorno en que se formen con total aceptación de la comunidad usuaria y los resultados de este trabajo para su propuesta en beneficio de los habitantes interesados.



1.2.2 OBJETIVOS PARTICULARES.

1.1.2.1 INTRÍNSECOS.

01

- Analizar la ventaja de instalar este sistema en la comunidad considerando el 95% de las condiciones de precipitación

02

- Reducir considerablemente el 50 % de los costos del agua de la comunidad.

03

- Reducir del 5% a 10% del impacto que la comunidad tiene en el medio ambiente.

1.1.2.2 EXTRÍNSECOS.

01

- Servir por completo a la comunidad como un antecedente y guía de instalación, mantenimiento y buenas prácticas que permita mejorar, implementar y replicar el sistema de captación.

02

- Mejorar significativamente la condición de vida de los habitantes de esta comunidad.

1.2 JUSTIFICACIÓN



El interés principal de realizar el tema “Sistema de Captador de Agua de Lluvia para Cocucho” parte de una reflexión personal por la situación actual que atraviesa la Meseta Purépecha, en este caso la comunidad de Cocucho, base a la escasez de agua. Primero quiero hacer referencia en una breve descripción a la importancia que este recurso natural tiene.

“El agua es un recurso único, base fundamental de la vida y condición indispensable para el desarrollo humano”.⁴ (Uribe N. Gómez I, 2012)

Ninguna de las actividades básicas humanas, como la alimentación, la salud, la educación, la higiene, el trabajo o la vivienda pueden ser satisfechas sin abastecimiento de agua potable de calidad y en cantidad suficiente. Y cada vez es menos rentable traer el agua de otros estados a cientos de kilómetros de distancia. Es decir, la infraestructura no es el único remedio a la escasez que se enfrenta.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la recomendación para el consumo por habitante es de cincuenta a cien litros de agua por día (Anaya, 2007).⁵

Teniendo claro la situación, la presente investigación nos ayudara a diseñar una fuente alternativa de dotación de agua principalmente en donde el sistema de abastecimiento es deficiente.



⁴ Uribe N. Gómez I. (2012). El agua un recurso esencial.

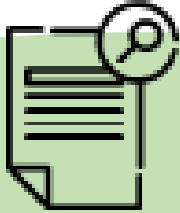
⁵ Anaya G, Manuel (2007). Manual sobre sistemas de captación y aprovechamiento del agua de lluvia para uso doméstico y consumo humano.

2.0 METODOLOGÍA

En el presente apartado se pretende que la investigación se fundamente por medio del uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se desarrollará. El marco metodológico está referido al cómo se realizará la investigación, muestra el tipo y diseño de la investigación, técnicas e instrumentos para la recolección de datos. La comprensión del contexto y el desarrollo a partir de la unión de la teoría con la práctica, delimitando así el problema y generando explicaciones tentativas sobre el objeto de estudio.



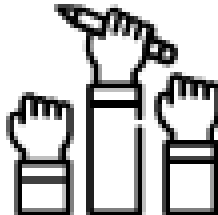
2.1 ENFOQUE Y RECOLECCIÓN DE DATOS



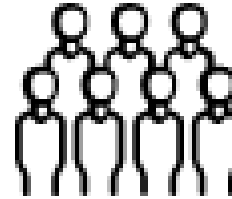
El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, se centra en la recolección de datos y cifras históricas para la evaluación de variables que permitan determinar la factibilidad de implementar un sistema captador de agua de lluvia. En lo que respecta a la investigación planteada, se estableció el diseño tipo de campo, procedimiento por medio del cual se obtendrá y registrará la información, directamente en la comunidad en el que ocurre el objeto de investigación. Por lo expuesto, se elige la encuesta como técnica en esta investigación.

2.2 ALCANCE

El alcance de la investigación es de carácter descriptivo, se pretende caracterizar cada una de las variables de tipo operacional sin llegar a establecer correlaciones entre ellas, para finalmente comprobar la hipótesis planteada y confirmar su validez.



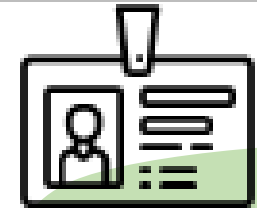
2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



En el marco de este estudio, los datos utilizados para el análisis de la variable se tomarán directamente en los sitios de trabajo a los sujetos de estudio. El diseño de esta investigación corresponde a una de carácter no experimental de tipo transversal ya que la información recolectada se obtiene en un periodo corto y no se continuará evaluando a lo largo del tiempo.

2.4 TÉCNICAS

La técnica para poder recopilar la información necesaria de los participantes será por medio de investigación de los recursos disponibles, como, por ejemplo, la información, respecto a la comunidad; Se realizará una entrevista que servirá como una herramienta utilizada en la investigación de carácter cualitativo con el fin de conversar e intercambiar información acerca de datos económicos, las



entrevistas se llevaron a cabo en lugares públicos de esta comunidad, así mismo, se dará una revisión a datos censales.

2.5 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS



Inicialmente se realizó un análisis descriptivo;(cuantitativas), así como razones y proporciones (cualitativas). Posteriormente se realizó un esquema por el cuestionario con la información de las respuestas que se obtuvieron, cuantificando el número de personas que seleccionaron esa categoría. Y se



Tabla 1.0 Cronograma del trabajo. Elaborado por Silvia Pasallo Plancarte.

describió con correlatos los resultados. Finalmente se agregó el resumen de los resultados en tablas.

2.6 CUALITATIVO Y CUANTITATIVO

En cuando cualitativo los resultados del cuestionario se clasificaron por medio de categorías con las opciones de respuesta de cada pregunta y cuantitativo los datos cuantitativos más específicos fueron los datos obtenidos de la precipitación pluvial, con estos datos se calculó la demanda de agua pluvial, analizando los elementos empleados en ella, para encontrar la mejor opción de tecnología

2.7 ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO

El siguiente cronograma me ayudará a dividir los tiempos durante la investigación, está dividido por semanas el cual tiene asignada una actividad, que pueden realizarse de manera simultánea. Véase en la tabla 1.0



2.8 CONCLUSIONES

Una vez recabados los antecedentes de la investigación y las teorías sobre las cuales se fundamenta el estudio, se establecieron los criterios metodológicos, inicialmente se seleccionó el tipo y diseño de la investigación, considerando las variables objeto de estudio y el contexto donde se realiza el trabajo. Igualmente, se determinó la técnica y el instrumento de recolección de datos, dando lugar al diseño y elaboración del cuestionario para la variable bajo estudio.

3.0 MARCO TEÓRICO

En el presente apartado se definen algunos conceptos y teorías clave que permiten la comprensión principal del proceso que se investiga en este estudio, recopilando antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta un proyecto de investigación.



3.1 ANTECEDENTES

El agua de lluvia ha sido desde siempre un recurso hídrico básico para los seres humanos, y hay múltiples civilizaciones a lo largo de la historia que han sabido desarrollar, muchas veces por extrema necesidad, sistemas de captación de aguas pluviales para su posterior uso en épocas más secas. El Impluvium romano, los aljibes árabes, los chultunes del Imperio Maya o los milenarios shuijiao en China son algunos de los ejemplos que ilustran las técnicas utilizadas por culturas muy diferentes para solucionar un mismo problema: la falta de agua. (Pérez, 2009). Véase fig. 3.0



Fig. 3.0 Mapa representativo de las múltiples civilizaciones que buscan solucionar el mismo problema. Fuente: <https://ecotec.unam.mx/ecoteca/colecta-de-agua-pluvial>.

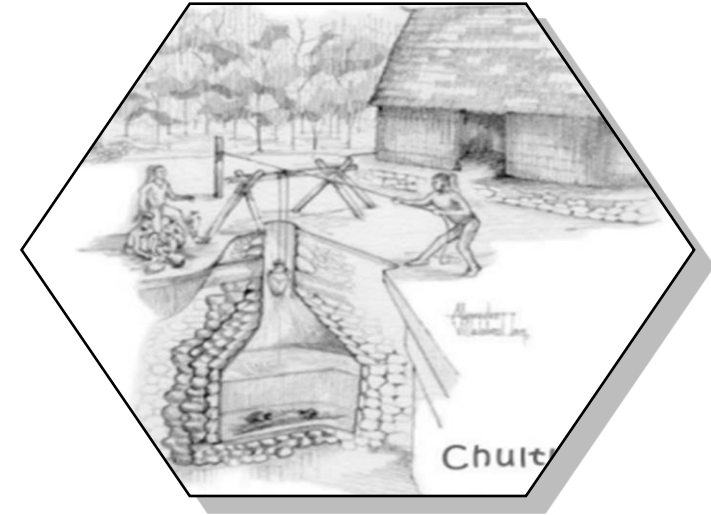
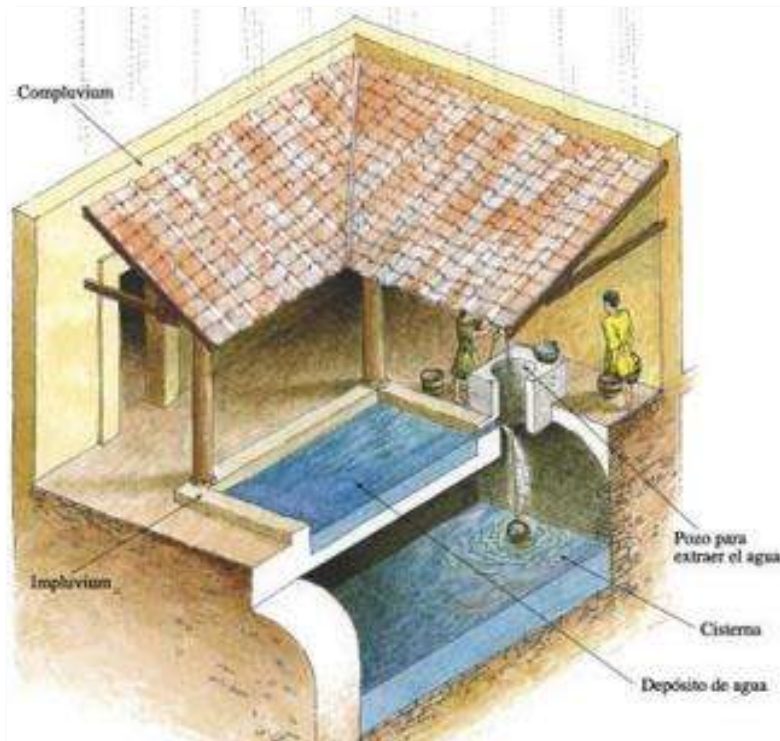


Fig. 4.0 Sistemas de cosecha de agua pluvial empleados en la antigüedad Fuente: Hidrología Sostenible (2013)

Cuando las civilizaciones crecieron demográficamente y algunos pueblos ocuparon zonas áridas o semiáridas del planeta, el desarrollo de formas de captación de agua de lluvia comenzó como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico. Los sistemas de captación de agua de lluvia eran considerados al diseñar y construir las casas-habitación, complementándolas con la construcción de cisternas para el almacenamiento de agua con fines de uso doméstico (UNEP,2000). Véase fig. 4.0

Los romanos llegaron a ser maestros en cosecha de aguas de lluvia y la construcción de recipientes (cisternas) para su almacenamiento. Estos sistemas tenían un doble propósito: la evaporación del agua en las lagunas mejoraba el microclima acondicionando el aire y por otra se usaba para propósitos domésticos. Posteriormente, debido al aumento de la población aumentó el consumo de agua, lo que impulsó a desarrollar cisternas cubierta. Véase fig. 5.0



En Centroamérica se conoce el caso del Imperio Maya donde sus reyes sostenían a sus pueblos de modos prácticos, ocupándose de la construcción de obras públicas. Al sur de la ciudad Oxkutzcab (estado de Yucatán) en el pie de la montaña Puuc, en el siglo X a.C. el abastecimiento de agua para la población y el riego de los cultivos se hacía a través de una tecnología para el aprovechamiento de agua de lluvia, el agua era recogida en un área de 100 a 200 m² y almacenada en cisternas llamadas “Chultuns”; estas cisternas tenían un diámetro aproximado de 5 m, y eran excavadas en el subsuelo e impermeabilizadas con yeso. La siguiente tabla se explicará los diferentes almacenamientos de las diferentes culturas antiguas.

Fig. 5.0 Sistemas de cosecha de agua pluvial empleados en la antigüedad Fuente: Hidrología Sostenible (2013).

Desde la antigüedad, el hombre ha empleado el agua de lluvia para abastecer sus requerimientos diarios, mediante la construcción de estructuras destinadas a la captación (en patios y tejados) y almacenamiento de agua pluvial. Véase tab. 2.0

Cultura	Año	Uso	Almacenamiento	Evidencias	Observaciones
Prerromana	300 a. C	Animales y plantas	Cisternas subterráneas	Restos arqueológicos de balaat Gebel. El Líbano.	
Griegos	III y IV a.C.	Común para la población	Patio rectangular		
Romana			Estanque situado en la entrada de la casa	La Domus Romana.	Este sistema es aplicado en una sola casa de clase alta en Roma.
Precolombinas	1600 a.C.	Común en la población.	Cenotes, Aguadas (Lagunas artificiales) y Chultunes (Cisternas subterráneas)	Aguadas Yucatán México. Chultún en Kabah Yucatán México.	La captación es por las cubiertas de los edificios, plazas, calles y elevaciones del entorno, hacia las Aguadas que están a cielo abierto y son lagunas artificiales. Los Chultunes estaban situados en templos y lugares de celebración de rituales
Siglo XVII Francia	1874	Depósito regulador de las aguas de	cisterna en la cubierta	Dipòsit de les Aigües, Parc de la Ciutadella,	Desde 1886, además de depósito de agua en la cubierta, el interior cumplió funciones tan diferentes como las de asilo municipal,

Tabla. 2.0 culturas antiguas que aprovecharon el agua de lluvia.

Dichos sistemas eran empleados para obtener agua para uso y consumo humano dentro de las viviendas, Aunque a mediados del siglo XVIII esta práctica fue relegada a zonas rurales debido a su simplicidad técnica; hoy en día, a causa de los problemas hídricos que enfrenta la sociedad, se ha retomado como una práctica sustentable de abastecimiento de agua incluso en zonas urbana

3.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN MÉXICO



En México como en muchos países existen infinidad proyectos de captación de agua de lluvia en donde el principal factor “la falta de agua potable” obliga a recurrir a otras prácticas de usos y consumo del agua con la que se cuenta.

México recibe del orden de 1,488 miles de millones de m³ de agua en forma de precipitación y existen 13 millones de habitantes sin acceso al agua entubada; según (Anaya, 2004), si solo se aprovechara el 3% de esa cantidad, se podría abastecer a esos 13 millones de mexicanos que actualmente no cuentan con agua potable, dar dos riegos de auxilio a 18 millones de hectáreas de temporal, abastecer a 50 millones de cabezas de animal y regar 100 mil ha de invernadero.

México a partir del año 2003 y debido a la urgencia de la creación de programas de captación de agua de lluvia a nivel nacional, estatal, municipal y local. Generó el Centro

Internacional de Demostración y Capacitación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI) ubicado en el Colegio de Postgraduados de la Universidad Autónoma Chapingo con el apoyo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA), con el objetivo de generar y transferir tecnologías sobre sistemas de captación y aprovechamiento eficiente del agua de lluvia a nivel de familia y a nivel comunitario, para consumo animal, para producción vegetal y para uso industrial,



Fig. 6.0 Cosecha De Agua, Un Milagro De La Agricultura: Sagarpa.
Fuente: <https://marurojasreportera.com/cosecha-de-agua-un-milagro-de-la-agricultura-sagarpa/>



para ello ha desarrollado diversos prototipos de cisternas revestidas y cubiertas con geo membrana de PVC. Véase fig. 6.0.

Actualmente, el CIDECALLI ha elaborado y ejecutado proyectos sobre Sistemas de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia para Consumo Humano y Uso Doméstico, en comunidades Mazahua y Purépecha; en el estado de Michoacán, en la mixteca oaxaqueña y Guadalajara, entre otros. Los sistemas de recolección de agua de lluvia no tienen grandes variaciones entre sí, la mayoría constan básicamente de tres componentes: área de captación, el agua de

lluvia en sí, su tratamiento y el área de captación. De acuerdo a los parámetros establecidos, a continuación, se presentan las definiciones de los componentes del sistema, para el diseño del sistema de aprovechamiento de agua lluvia. Véase fig. 7.0.



Fig. 7.0 Inauguración del pozo profundo en San Felipe de los Herreros. (Foto: AC).

3.3 EL USO Y MANEJO DEL AGUA EN LA MESETA P'URHÉPECHA

El acceso de agua en la meseta purépecha es inestable por lo que existen las estrategias para su uso, varían en cada comunidad. (Ávila,1996) calcula que la Meseta Purépecha tiene uno de los consumos de agua más bajos del mundo: 12 litros/habitante/día, cercano al valor mínimo indispensable para satisfacer las necesidades vitales, que es de 8 litros. Fig. 8.0



Fig. 8.0 Lámina de la Relación de Michoacán (1541)
(Foto http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102008000200003:).

Esto ha motivado el surgimiento de una serie de estrategias sociales y culturales de aprovechamiento del agua entre las que destacan:

1. El agua es vista como un patrimonio cultural y su usufructo es colectivo.
2. La forma y la cantidad en que es aprovechada por cada familia se decide colectivamente, en la asamblea comunal.
3. Los acuerdos entre las comunidades permiten una mayor distribución del líquido, fortaleciendo los vínculos de reciprocidad y ayuda entre éstas.
4. El acceso al agua $\frac{3}{4}$ dada la importancia del ganado en la estrategia campesina.
5. La aplicación de códigos y sanciones comunitarias, que obliga a sus integrantes a participar en faenas para la conservación, rehabilitación construcción de obras de captación, conducción y almacenamiento del agua.

Los hábitos de consumo de agua de la Meseta están relacionados con una cultura de optimización que trata de aprovechar la “última gota”.

Además, la mayoría de las casas carecen de enchufes eléctricos, utilización combinada de diferentes fuentes de abastecimiento, como las norias, los manantiales y la lluvia. En esta diversificación se incluye el destino del agua hacia diferentes usos, según su calidad. Véase fig.9.0

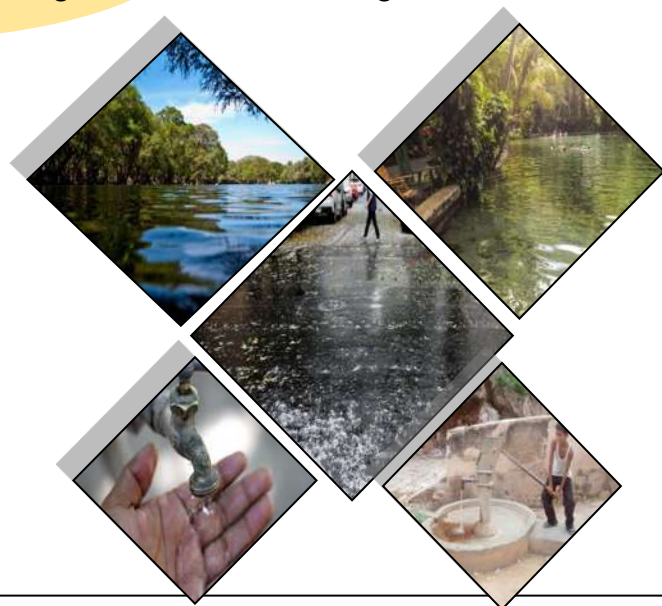


Fig. 9.0. Imágenes referentes al abastecimiento de agua en la sierra purépecha.
Fuente: <https://imagenagropecuaria.com/2016/33415/>

Electrodomésticos, evacuación y saneamiento relacionados con altos consumos agua (grifo monomando, baño inglés, ducha).

El uso y manejo diversificado del agua permite tener una mayor autosuficiencia en su abasto. Entre estas prácticas está la

Tecnologías tradicionales, como las cisternas o las “chalupas” para el almacenamiento del agua, permiten ser un poco más autosuficientes todo el año. Otras prácticas, como la utilización y el manejo múltiple, hacen posible reutilizar y aprovechar el agua con fines domésticos y productivos.

Una de las estrategias planteadas para hacer frente a la escasez de agua es que se han perforado varios pozos con resultados negativos debido a la compleja hidrogeología de la zona. Esto es útil para la aplicación de soluciones totales como la red de agua potable interurbana, que implica el abastecimiento simultáneo de muchos sitios con una sola fuente, independientemente de la distancia y la diferencia, y se deben superar las diferencias geográficas.

3.4 CAPTADOR DE AGUA MÁS GRANDE DE AMÉRICA CHERÁN, MICHOACÁN

En algunas comunidades, como Cherán, perteneciente a la Meseta Purépecha; las prácticas de baño, lavado de la ropa y uso por el ganado se realizan en diferentes puntos de la fuente de abastecimiento, según la “calidad residual” de la misma. Véase fig.10.0



Fig. 10.0. El proyecto de eco-sustentabilidad más grande en Cherán es la olla recolectora de agua de lluvia Fuente: <https://mxcity.mx/2021/05/el-captador-de-agua-mas-grande-de-america-esta-en-cheran-michoacan/>

La precipitación pluvial anual de Cherán va de 1000 mm a 1200 mm. Esta olla busca aprovechar más de mil litros por metro cuadrado de agua que caen en la región cada año.

La olla tiene un área de 2 mil metros cuadrados que puede contener hasta 20 millones de litros de agua. Está cubierta con geomembrana, un material poco absorbente, que además es libre de concreto y evita que el agua se filtre entre las rocas.

Cada sección capta el agua de lluvia y cada sección tiene compartimientos de filtro, antes de llegar a la olla de captación pasa por esos filtros. Esos filtros hacen la función de hacer la retención de basura, sedimentos y cualquier otra cosa.

Una vez que cae la lluvia, el captador está dividido en 4 secciones y con andadores para darle mantenimiento al interior. Este es un material especial para la captación, es necesario para el escurrimiento. Hace que resbale el agua y capte a la olla

El tanque se diseñó dentro del cráter del cerro Kukundicata; y ya que la comunidad de Cherán cuida el agua gracias a un nuevo modo de aprovecharla y proteger los ríos.

3.5 SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO

Para la ribera del lago de Pátzcuaro, el agua disponible es canalizada a partes más altas, con tecnología propia, como el “cuchareo” y una red de canaletas hechas de madera.

Hasta el momento, se tienen instalados 15 sistemas de captación de agua de lluvia en la cuenca del lago de Pátzcuaro, cubriendo un volumen de almacenamiento de 5,040 m³, distribuidos dentro de la cuenca de la siguiente forma: Quiroga 1,890 m³, Erongarícuaro 2,250 m³, Tzintzuntzan 800 m³ y Pátzcuaro 100 m³. Véase fig.11.0



Fig. 11.0. SCALL en Pátzcuaro y sus alrededores con tecnología propia.
Fuente: : <https://imagenes.com/2016/33415/>



Fig. 12.0 Captación de lluvia opción viable para abasto de agua potable.
Fuente: <https://imagenagropecuaria.com/2016/33415/>

3.6 CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

La captación de agua de lluvia puede ser una fuente alterna para el abastecimiento en época de lluvia en sitios donde el suministro no es continuo. La recolección de agua que se escurre en forma superficial con propósito de consumo humano productivo y conservación ambiental para el bienestar socioeconómico y ambiental de los usuarios en la captación de agua de lluvia para fines domésticos se acostumbra utilizar la superficie de techo como captación conocida como este modelo como SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos). (Turrialba,2006). Véase fig. 12.0.

3.7 EL AGUA DE LLUVIA

La captación de agua de lluvia puede ser definida como la recolección de los escurrimientos superficiales para uso productivo. En este sentido, se entiende como alternativa para proveer agua para consumo familiar de uso doméstico destacando el aprovechamiento integral del agua de lluvia a través de la captación, almacenamiento y uso.



La lluvia es un mecanismo natural de limpieza debido a la remoción de compuestos atmosféricos solubles. El agua de lluvia es ligeramente ácida con un pH de 5.6 debido a la presencia de bióxido de carbono (CO_2) disuelto en el aire, su composición se ve afectada debido a la presencia de dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x) emitidos de diversas fuentes, los cuales interactúan con la radiación solar, la humedad atmosférica y la lluvia; estos gases reaccionan formando ácido

sulfúrico (H_2SO_4) y ácido nítrico (HNO_3), los cuales son transportados a grandes distancias de sus fuentes de emisión, generando en algunas áreas la presencia de la llamada lluvia ácida (García, 2007). Véase fig. 13.0.



Fig. 13.0. Agua de lluvia captada por medio de un recipiente. Fuente: <https://www.upla.cl/noticias/2020/07/20/como-tratar-el-agua-de-lluvia-para-su-consumo/>

Resulta importante conocer la situación del recurso agua, por lo que se tratara de dar una visión sintetizada de los cambios inducidos por las diferentes actividades de los seres humanos para este recurso.

3.8 TRATAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

La calidad del agua captada es en el tratamiento, pueden ser los filtros que son los más utilizados actualmente. La capacidad y dimensiones de los filtros están en función del área de captación. El primer filtro puede ser una rejilla colocada en la tubería o canaletas que lleva el agua captada y que sirven para retener principalmente las hojas de los árboles u otros sólidos de gran tamaño. La calidad del agua captada se logra por medio de dispositivos especiales, sobre todo cuando el agua se quiere para ser consumida directamente, es decir se quiere que sea potable. Véase fig. 14.0.



Fig. 14.0 Sistema de tratamiento de ósmosis inversa (OI). Fuente: <https://caminosdeagua.org/es/consejos-agua>



Fig. 15.0 Área de captación de un sistema captador de agua. Fuente: <https://caminosdeagua.org/es/consejos-agua>

3.9 ÁREA DE CAPTACIÓN

Son las áreas o superficies de recolección, pueden ser techos, patios, explanadas, caminos pavimentados, garajes y cualquier superficie no permeable por donde escurra el agua de lluvia y sea factible recolectarla. (PNUMA, 2008). Véase fig. 15.0

La mayoría de los sistemas utilizan la captación en los techos, los cuales deben tener adecuada pendiente y superficie, que faciliten el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección y



que están pintados se recomienda utilizarlos sólo cuando el agua captada no es para consumo humano, ya que pueden lixiviar materiales tóxicos en el agua lluvia (Abdulla y Al-Shareef, 2006).

La cantidad y calidad del líquido captado varía en función de las

almacenamiento. Los materiales empleados para los techos pueden ser las tejas de arcilla, madera, paja, cemento, entre otros. Los techos de cemento y de teja son los más comunes debido a su durabilidad, el precio relativamente bajo y porque proveen agua de buena calidad; los que tienen compuestos de asfalto, amianto o los

tecnologías de tratamiento y la precipitación anual de la zona y de la superficie de captación. Esta cantidad puede verse afectada por los materiales del techo, salpicaduras fuera del área de captación, fugas, evaporación y absorción. (Gallardo-Cornejo 2008).

La superficie sobre la cual cae la lluvia debe ser de tamaño suficiente para cumplir la demanda y tener la pendiente requerida para facilitar el escurrimiento pluvial al sistema de conducción para su aprovechamiento. El agua como un recurso valioso adoptando medidas que en algunos casos se vean severas para controlarla.





3.1,1 CONCLUSIONES APLICACIONES

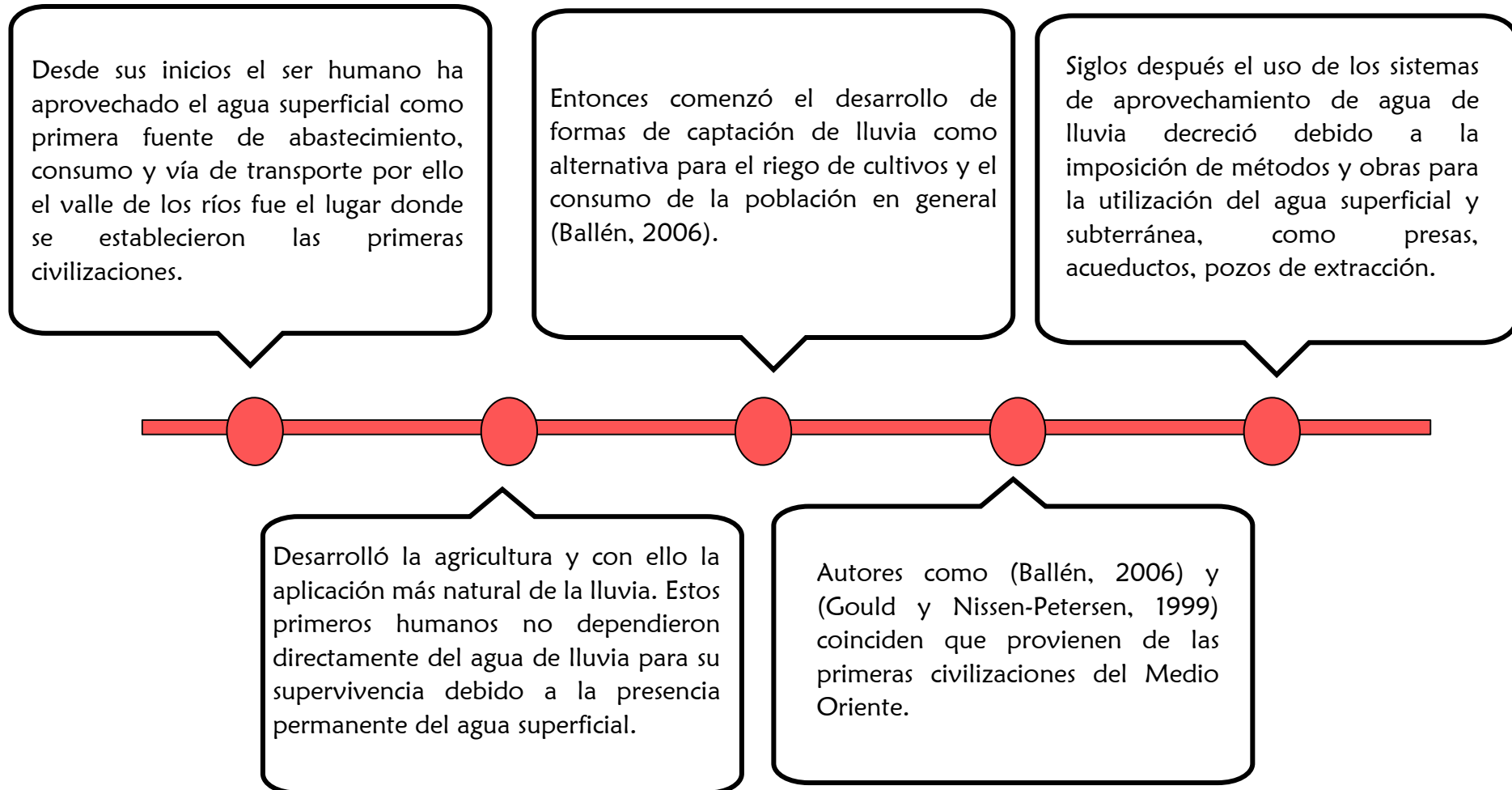
El uso de este sistema no solo mejora la gestión del agua de lluvia, sino la gestión del agua en general, tanto en abastecimiento. Otro punto importante, es que al implementar este sistema será accesible a personas de todo nivel económico incluso reducirían costos en los pagos de agua y luz al ser menor la dotación que se debe distribuir.

4.0 MARCO HISTÓRICO

En el presente apartado tiene la finalidad de exponer y dar a conocer una idea general de los orígenes de los sistemas de captación de agua de lluvia y su evolución a lo largo de los años, así como también dar un vistazo a las teorías que se estudiaron, y cuáles de éstas han funcionado para que se sigan llevando a la práctica hoy en día.



4.1 DESARROLLO HISTÓRICO



En Baluchistan, en la India, hay evidencia de estructuras de piedra para embalse de agua de lluvia, que datan del tercer milenio a.C. (Gould y Nissen-Petersen, 1999).

En el Desierto de Negev, en Israel y Jordania, se descubrieron sistemas de captación de lluvia que tienen 4,000 o más años de antigüedad. Estos sistemas consistían en el desmonte de loma para aumentar la escorrentía superficial.

Durante los tiempos de la República Romana, en los siglos III y IV a.C., la Ciudad de Roma en su mayoría estaba formada por viviendas unifamiliares denominadas la Domus que contaban con un espacio principal a cielo abierto, conocido como atrium, en el que se instalaba un estanque central para recoger el agua de lluvia llamado impluvium. La lluvia entraba por un orificio en el techo llamado compluvium.

En la meseta de Loess, en la provincia de Gansu en China se han hallado pozos y jarras para la captación de lluvia con más de 2,000 años de antigüedad.



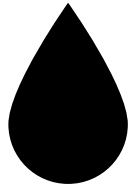
En Irán siguen existiendo los abarbans, que son los sistemas tradicionales locales para la captación y almacenamiento de la lluvia. (Gould y Nissen-Petersen, 1999).

En Cerros, una ciudad del actual Belice, en el año 200 d.C. los habitantes cavaron canales y depósitos para administrar el agua de lluvia con lo que permitían que la gente permaneciera en la zona durante la estación seca cuando escaseaba el agua.

En otras zonas de las tierras bajas, como Edzná, Campeche, los pobladores precolombinos de esta ciudad construyeron un canal de casi 50 m de ancho y de 1 m de profundidad para aprovechar el agua de lluvia. El canal proporcionaba agua para beber y regar los cultivos (Ballén, 2006).



4.2 SITUACIÓN DEL AGUA EN MÉXICO.



La problemática de escasez de agua ha provocado que la administración y preservación del recurso hídrico sea una tarea compleja que requiere el trabajo conjunto de diversas dependencias federales, estatales, municipales y de la sociedad en general. Por lo que es de relevancia que se cuente con información confiable y actualizada acerca de todos los aspectos relacionados con la gestión del agua en México y el mundo.

□ El carácter social del recurso agua.

Es imposible la vida sin agua, su creciente escasez y carácter vital, obligan a un análisis permanente de su problemática y a la propuesta de diferentes soluciones para su sustentabilidad. De hecho, fenómenos como el cambio climático, la creciente degradación de las aguas superficiales y subterráneas, el desarrollo de las tecnologías altamente contaminantes, la



Fig. 16.0 Semblanza Histórica del Agua en México. Fuente: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-28SemblanzaHist%C3%B3ricaM%C3%A9xico.pdf>

creciente población demandante de agua potable, la desertificación por abusos con la naturaleza, la escasez del recurso en cuencas hidrológicas, son algunos problemas que caracterizan la situación actual en materia de agua. (Herrera, 2010). Véase fig. 16.0

4.3 TRABAJOS PREVIOS



Investigaciones realizadas con anterioridad dejaban a un lado la posibilidad de realizar pozos profundos como un medio para cubrir las necesidades de agua potable en las localidades que

comprenden la subcuenta Paracho – Nahuatzen. Sin embargo, se han hecho proyectos que han permitido realizar pozos con suficiente caudal para garantizar el abasto del líquido en algunas localidades, por lo cual se abre la necesidad de realizar un estudio Geo hidrológico detallado, dándole enfoque a la Geología, que nos permita conocer la profundidad y las dimensiones del acuífero, para así contribuir a solucionar el problema de la escasez de agua.

En el año 1980 se realizó el “Estudio Geohidrológico Preliminar en la Zona Uruapan y Coahuayana, Mich.” (CONAGUA,1980), mencionando que la zona de Uruapan está vetada por decreto concluyendo que no es posible definir de forma clara las curvas de decaimiento, pero infiere que la extensión de los acuíferos debe ser tal que conforman una cuenca hidrológica mucho mayor que la topografía estudiada, con capacidad de regulación de regular los efectos de la lluvia.

En 1983 el estudio “Hidrología de la Meseta Tarasca” (Martínez, 1983) determino la existencia de acuífero regional sobre la unidad de basaltos y brechas fracturadas de edad reciente, en contacto con basaltos y brechas alteradas poco permeables, con agua de reciente infiltración

En 1990 la “Prospección geohidrológica de la Meseta Tarasca, Mich.” (Almaraz,1990) determinó la existencia de dos acuíferos: uno somero en material aluvial y depósitos granulares, así como un acuífero profundo constituido por basaltos fracturados con material piroclástico; el flujo interno del agua tiene una dirección NE-SW, condenando la mayoría de los valles inter montanos debido a que no ha llegado al nivel regional de saturación.

Otro proyecto adicional al anterior, del 2001, corresponde a la “Reactivación de redes de monitoreo piezométrico de los acuíferos de la Meseta Tarasca” (CONAGUA,2001). Para concluir en la propuesta de 18 nodos que a futuro puedan usarse como pozos piloto.

4.4 CONCLUSIONES APLICATIVAS

El actual estudio permitirá tener más información de la evolución que han tenido estos sistemas de captación que existen en la región y poder ser explotadas con mayor eficiencia para el beneficio de todos los habitantes.

5.0 MARCO NORMATIVO

En el siguiente apartado se analizará detalladamente el conjunto general de normas, criterios, metodologías, lineamientos y sistemas, para poder establecer la forma en que se debe desarrollar el proyecto para alcanzar los objetivos propuestos para la ejecución del mismo.



5.1 PRINCIPALES NORMAS Y REGLAMENTOS A TENER EN CUENTA AL INSTALAR Y OPERAR UN SCALL

Hasta ahora no existe una normatividad que regule o determine las características de los SCALL, aunque instituciones como el CIDECALLI-CP (Centro Internacional de Demostración y Captación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia) están

realizando esfuerzos para establecerla. Esta institución está trabajando en la elaboración de una norma sobre sistemas de captación de agua de lluvia con el objeto de certificar a técnicos especializados en la materia.



NOM-127-SSA1-1994

Determina los límites permisibles de calidad del agua



NOM-041-SSA1-1993

Determina los límites para el agua embotella.



NOM-041-SSA1-2022

Determina los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimientos públicos y privados durante el manejo de agua para preservar la calidad del agua para uso y consumo humano

6.0 MARCO CONTEXTUAL

En el presente apartado se pretende la comprensión del contexto y el desarrollo a partir de la unión de la teoría con la práctica, delimitando así el problema y generando explicaciones tentativas sobre el objeto de estudio. La propuesta de la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia pluvial y se desarrollará en la comunidad indígena Cocucho, Michoacán.



6.1 PROBLEMA DEL LUGAR

La comunidad de Cocucho actualmente es uno de los pueblos indígenas originarios más antiguos de Michoacán que tiene un alto grado de marginación enfrentando diferentes problemáticas relacionadas con el abastecimiento de agua lo que ha afectado significativamente sus actividades cotidianas y la siembra de cultivos para su alimentación por carencia de agua. Por esta razón, la mayoría de las familias dependen de la compra de pipas durante la época de secas y más del 84% durante la época de lluvias.



6.2 OBJETIVO – HIPÓTESIS



Objetivo principal arquitectónico tecnológico:

Elegir un sistema óptimo a nivel comunal para la captación de agua de lluvia que permita aprovechar de manera eficiente y sustentable el recurso hídrico en las casas de Interés Social de la comunidad de Cocucho, Michoacán.

Hipótesis:

La implementación de la captación para la recolección de agua de lluvia y su reutilización darán una mejor sustentabilidad en las casas de interés social de la comunidad de Cocucho, Michoacán.

6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN



Para los cuestionarios se tomarán en cuenta una muestra de la población de la comunidad, elegidas al azar, entre hombres y mujeres, aproximadamente en un rango de edad de 18-25, 26-40, 41-60, y más de 60 años, con diferente formación académica (sin estudios, estudios primarios, secundarios y universitarios), capaces de poder responder el cuestionario.

Otro criterio que se necesita es conocer la viabilidad para implementar este sistema, y el estado actual en cuanto abastecimiento agua potable de la zona de estudio.





Para la aplicación de encuestas se requiere de una hora específica en donde estén presentes los beneficiados considerando un horario de 15:00 a 19:00 hrs. Además, conocer la aceptación de esta tecnología entre los encuestados.

6.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN



Respecto a la población para efectuar el cuestionario, no se tomará en cuenta, de la muestra de la población de la comunidad, a los niños y jóvenes, en un rango de edad menor de 17 años, debido a que no proporcionarían la información necesaria para el cuestionario, como percepciones económicas de sus padres, así como el conocer acerca de tecnologías del agua.

6.5 CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

Algunas características relevantes que se deben de obtener de la comunidad, es conocer si cuentan con las posibilidades económicas para la implementación de este sistema. Además, el

saber si el abastecimiento de agua adquirido por medio de pipas es continuo durante todo el año. Y si los espacios libres con los que cuenta la casa serán suficientes para la recolección de almacenamiento y distribución.



6.6 TÉCNICAS



Las técnicas para poder recopilar la información necesaria de los participantes serán por medio de recursos disponibles, como realizar entrevistas para verificar en qué condiciones se encuentra la comunidad en estudio. Además de verificar que tan dispuesta está la población de incorporar el uso de este sistema de captación de agua de lluvia a su vida cotidiana.

Las técnicas a utilizar para obtener la información será una:

1-Cuestionario a la población en la zona de estudio sobre la problemática.

Se aplicó el cuestionario a la comunidad que habita la zona de estudio, cuestionario dirigido a personas con cierto rango de

edad ya descrito anteriormente en el documento; primero se realizó una breve presentación, y se explicó del porque se requiere de su participación, para que nos va a servir y se le solicito que responda a un breve cuestionario brindándole todo

el material que se requiere, en este caso el formato del cuestionario, un lapicero o lápiz, y una tabla donde se pueda recargar para responder. Las encuestas se hicieron en Días laborables, las fechas fueron las 3 primeras semanas del mes de noviembre del 2021.

No	PREGUNTA.	AFIRMACIÓN	NEGACIÓN		
1	¿Cuenta con cisterna de agua potable?		92%		
2	¿Cuenta con cisterna de agua pluvial?		100%		
3	¿Cuáles son los ingresos mensuales totales de todas las personas que habitan en esta casa?	\$2,000- \$3,000 3%	\$3,000 \$4,000 25%	\$4,000-\$6,000 20%	más \$6,000 4%
4	¿Conoce usted el término sustentabilidad?		100%		
5	¿Número de personas que habitan? 1 o 2 o 3 o 4 o 5.	1 persona	1 persona 10%	2 personas 15%	5 personas 75%
6	¿Cada cuando falta el agua?	Casi siempre	Algunas veces 100%	Regularmente	
7	¿Cree que el precio del agua por pipa es?	Adecuado	Demasiado alto 100%	Demasiado bajo	
8.	¿Qué es lo que más le interesa al instalar un sistema de captación de agua de lluvia?	Ahorro de agua 30%	El abasto de agua 70%	Interés ecológico otro	
9.	¿Conoce alguna tecnología aplicable a la reutilización de agua de lluvia?		100%		
10.	¿Sabe usted cuales usos podría realizar en su hogar en agua no potable?	80%	20%		
11.	¿En caso afirmativo, marque las siguientes actividades que se pueden realizar con agua de lluvia?	Riego jardín y Lavado de automóvil 80%	Limpieza de pisos 100% 80%	Recarga de inodoro y Lavado de ropa. 80%	

Tabla. 3.0 Cuestionario a la población en la zona de estudio sobre la problemática.



6.7 CONCLUSIONES APLICATIVAS

Este sistema de captación de agua o sistemas de cosecha de agua, tiene como propósito recolectar el agua proveniente de la lluvia de esta comunidad para su utilización. Su aplicación doméstica y comunal consiste en sistemas. El agua de lluvia recolectada se puede utilizar para lavado de ropa, tanque de inodoros, riego de jardín, limpieza, lavado de coche, incluso combinando el sistema con filtros puede utilizarse también para consumo humano.

7.0 MARCO FÍSICO- GEOGRÁFICO

En este apartado veremos las cuestiones físico-geográficas del municipio de Charapan, Michoacán; en general.

Tales como la localización, el clima, el asoleamiento, vientos dominantes, la precipitación pluvial, humedad relativa, bandas de confort, etc.



7.1 LOCALIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHARAPAN, MÉXICO

Se localiza al oeste del Estado en las coordenadas 19°39' de latitud norte y 102°15' de longitud oeste, a una altura de 2,360 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Tangancícuaro y Chilchota, al este con Paracho, al sur con Uruapan y Los Reyes y al oeste con Los Reyes. Su distancia a la capital del Estado es de 208 Kms.⁶ Véase fig. 17.0



Figura. 17.0 Localización del municipio de Charapan. Fuente: Meteonorm.

⁶ *Estado de Michoacán*. 2009, p.04. [en: <http://www.aregional.com/doc/pdf/michoacan.pdf>, fecha de consulta: febrero, 2021]

7.2 CLIMA

En Charapan, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es cómodo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 29 °C.⁷ Véase fig. 18.0

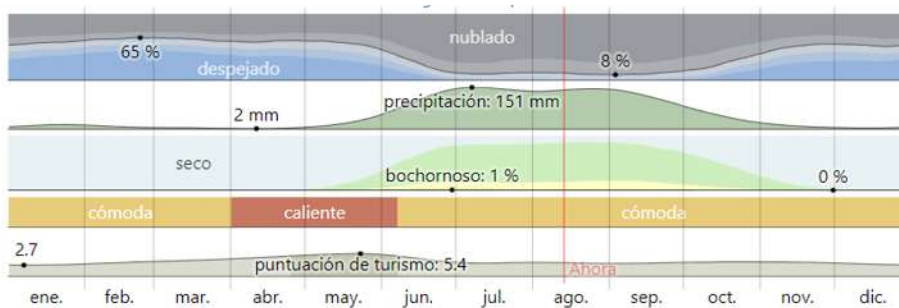


Figura. 18.0 Clima del municipio de Charapan. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

⁷ INEGI, Prontuario de Información Geográfica Municipal. 2009, p.02.[en:http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16053.pdf, fecha de consulta: febrero,2021].

7.3 ASOLEAMIENTO

La duración del día en Charapan varía durante el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre, con 10 horas y 57 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 13 horas y 19 minutos de luz natural.

El asoleamiento es el número de horas en un período determinado de tiempo durante el cual una superficie recibe la incidencia del sol.

La salida del sol más temprana es a las 6:41 el 2 de abril, y la salida del sol más tardía es 1 hora y 7 minutos más tarde a las 7:48 el 29 de octubre. La puesta del sol más temprana es a las 18:08 el 24 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 2 horas y 23 minutos más tarde a las 20:31 el 5 de julio.

7.4 ENERGÍA SOLAR

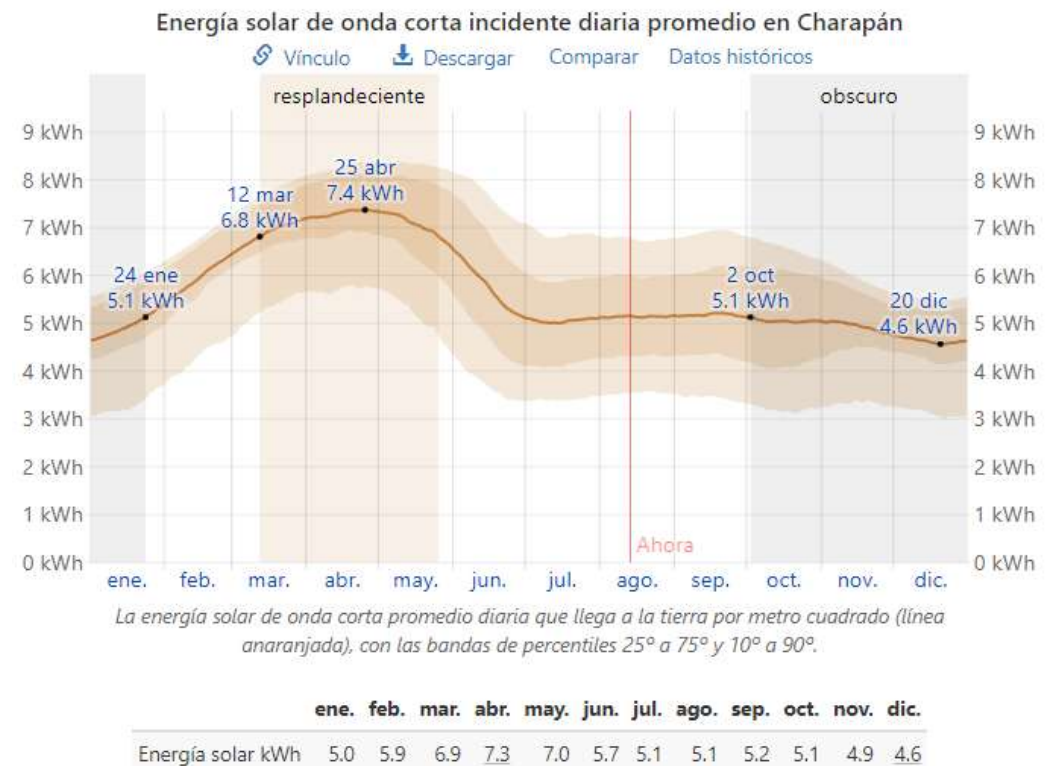
Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 2.4 meses, del 12 de marzo al 26 de mayo, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 6.8 kWh. El mes más resplandeciente del año en Charapan es abril, con un promedio de 7.3 kWh.⁸

El periodo más obscuro del año dura 3.7 meses, del 2 de octubre al 24 de enero, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 5.1 kWh. El mes

más oscuro del año en Charapan es diciembre, con un promedio de 4.6 kWh. Véase fig. 19.0



⁸ Mendieta Melchor, E, Energía Solar y Arquitectura. Marzo, 2002, Vol.3(No.2) [en: <http://www.revista.unam.mx/vol.3/num1/art02/>]. fecha de consulta: febrero, 2021

Figura. 19.0 Energía solar. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

7.5 PRINCIPALES ECOSISTEMAS

En el municipio predominan los bosques mixtos, con pino y encino; de coníferas, con oyamel y pino. Su fauna la conforman el conejo, venado, coyote, tejón, zorrillo, armadillo, tlacuache, ardilla y gato montés.

7.6 RECURSOS NATURALES

La superficie forestal de maderables es ocupada por pino, encino, oyamel, y en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies.

7.7 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario y mioceno; corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

7.8 TOPOGRAFÍA

Para fines de este informe, las coordenadas geográficas de Charapan son latitud: 19.651°, longitud: -102.252°, y elevación: 2,368 m. Véase fig. 20.0

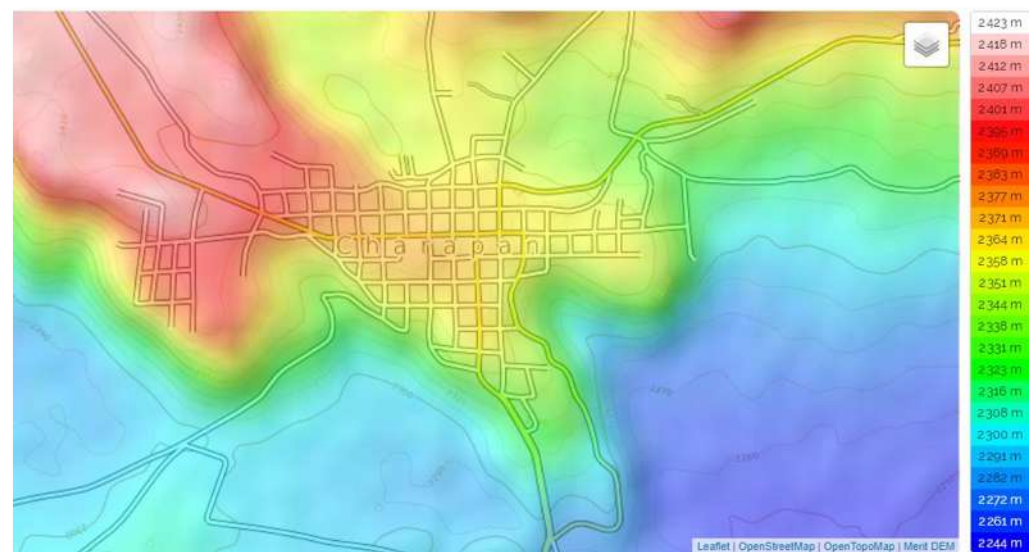


Figura. 20.0 Topografía de Charapan. Fuente: Mapa topográfico Charapan, altitud, relieve (topographic-map.com).

Nombre: Mapa topográfico Charapan, altitud, relieve.

Altitud mínima: 1 554 m

Altitud máxima: 3 493 m

Altitud media: 2 283 m

La topografía en un radio de 3 kilómetros de Charapan tiene variaciones muy grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 364 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 2,353 metros. En un radio de 16 kilómetros contiene variaciones muy grandes de altitud (1,891 metros). En un radio de 80 kilómetros también contiene variaciones extremas de altitud (3,635 metros).

El área en un radio de 3 kilómetros de Charapan está cubierta de árboles (36 %), arbustos (35 %) y tierra de cultivo (29 %), en un radio de 16 kilómetros de árboles (68 %) y arbustos (25 %) y en un radio de 80 kilómetros de árboles (55 %) y tierra de cultivo (28 %).

7.9 VIENTOS DOMINANTES

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea

y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. Véase fig. 21.0

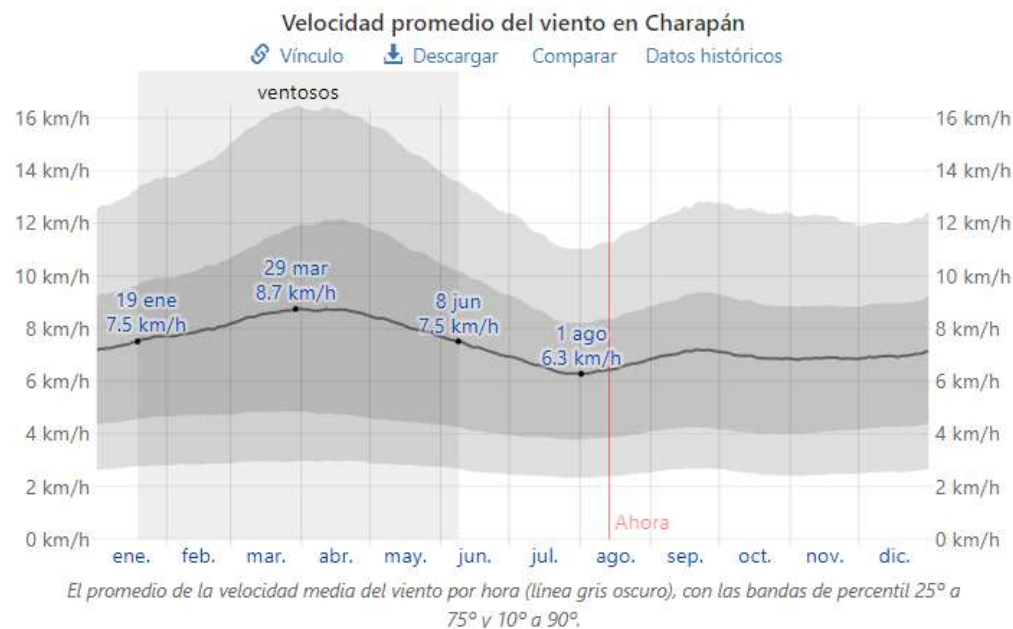


Figura. 21.0 Vientos dominantes. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

La velocidad promedio del viento por hora en Charapan tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4.7 meses, del 19 de enero al 8 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 7.5 kilómetros por hora. El mes más ventoso del año en Charapan es abril, con vientos a una velocidad promedio de 8.7 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7.3 meses, del 8 de junio al 19 de enero. El mes más calmado del año en Charapan es julio, con vientos a una velocidad promedio de 6.5 kilómetros por hora.

7.9.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

El grado de precipitación pluvial se refiere a la cantidad total de agua recibida por fenómenos meteorológicos (lluvia) a lo largo del año sobre una superficie, su unidad de medida más común es el mililitro (mm). Véase fig. 22.0 La temporada más mojada dura 4.0 meses, de 7 de junio a 6 de octubre, con una

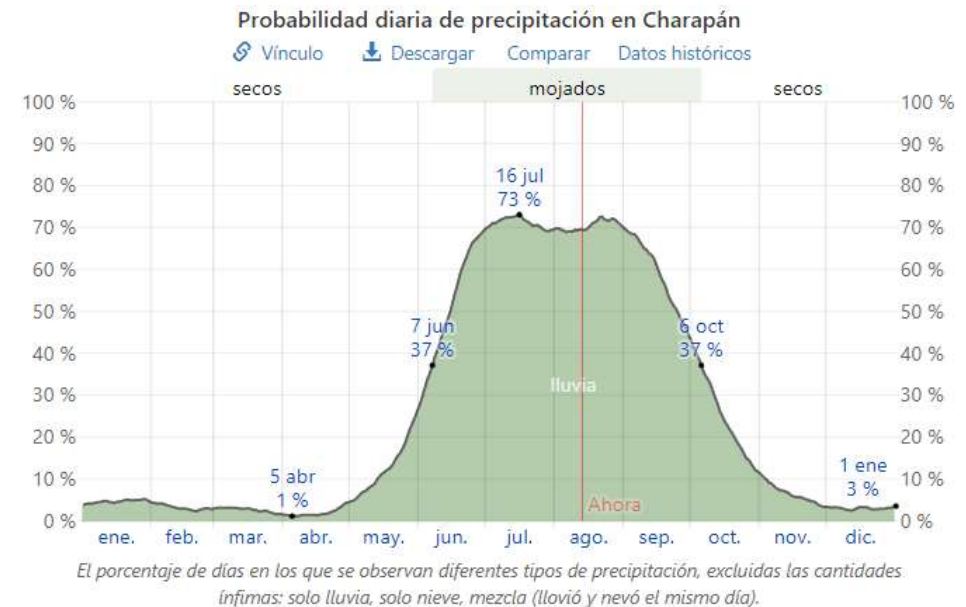


Figura. 22.0 Precipitación pluvial de Charapan. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

probabilidad de más del 37 % de que cierto día será un día mojado. El mes con más días mojados en Charapan es julio, con un promedio de 22.0 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

El mes con menos días mojados en Charapan es abril, con un promedio de 0.6 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación.

7.9.2 HUMEDAD RELATIVA

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Véase fig. 23.0

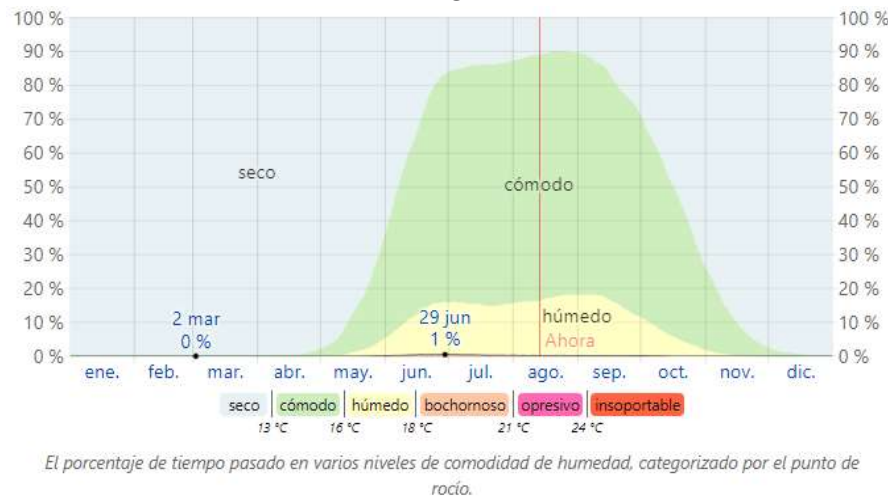


Figura. 23.0 Humedad relativa. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

El nivel de humedad percibido en Charapan, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es prácticamente constante en 0 %. El mes con la humedad relativa más alta es Septiembre (85%). El mes con la humedad relativa más baja es Abril (46%). Véase fig. 24.0

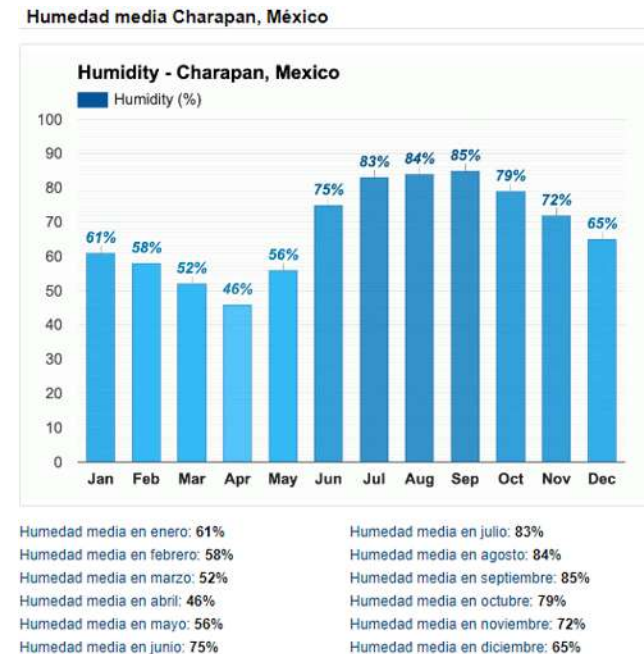


Figura. 24.0 Humedad relativa gráfica. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/4133/Clima-promedio-en-Charap%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>.

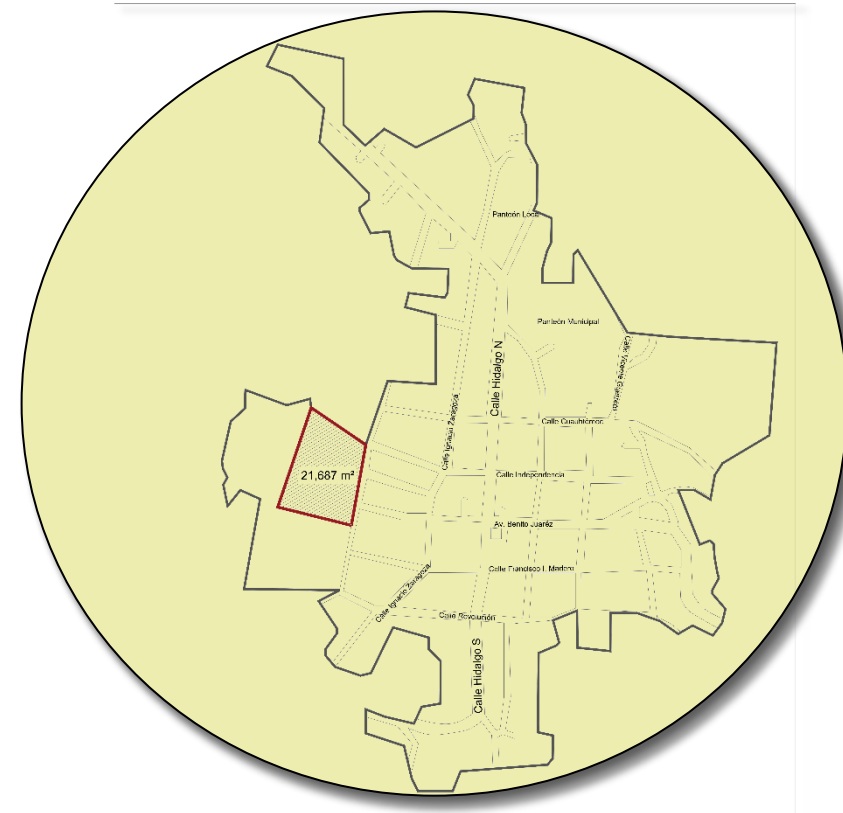


7.9.3 CONCLUSIONES APLICATIVAS

Con todo el análisis previo que se hizo, el propósito es aprovechar los recursos que se tienen a disposición, como bien analizamos el sitio, la climatología: los elementos y factores que intervienen en él. Ya que estos factores influyen en gran parte en la toma de decisiones al momento de diseñar. El enfoque de su estudio va dirigido principalmente en evitar el uso de tantos elementos artificiales y al igual disminuir el impacto ambiental. En cada párrafo vimos detalladamente y casos de aplicación de algunas estrategias bioclimáticas. Es importante considerar esto, ya que algunas veces o la mayoría del tiempo olvidamos para quien estamos diseñando; el ser humano. Algunos criterios de diseño que se mencionaron, captación de agua pluvial.

8.0 MARCO URBANO

El siguiente capítulo nos permitirá conocer en forma descriptiva, el entorno urbano en el que se encuentra el terreno, mediante la observación y el estudio de este, nos permitirá elaborar un pronóstico, lo más certero posible. Teniendo un panorama óptimo de las condiciones en las que se encuentra el sitio, se podrá fundamentar las alternativas más viables del proyecto a desarrollar.



8.1 LOCALIZACIÓN (MACRO-LOCALIZACIÓN)

La localidad de Cocucho está situada en el Municipio de Charapan (en el Estado de Michoacán de Ocampo), 8.3 kilómetros, en dirección Sudeste, de la localidad de Charapan, la cual tiene la mayor población dentro del municipio. Véase fig. 20.

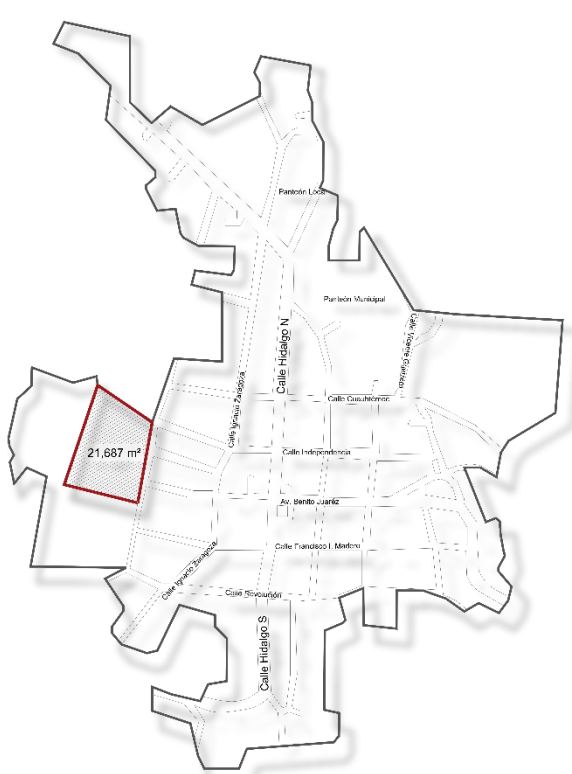


Figura. 25. Localidad de Cocucho. Fuente: Delimitación de localidad hecho por Silvia Pasallo Plancarte



Figura. 26.0 Terreno seleccionado, comunidad de Cocucho.
Fuente: Delimitación de localidad hecho por Silvia Pasallo

8.1.1 LOCALIZACIÓN (MICRO-LOCALIZACIÓN)

Para la elaboración del estudio se escogió un predio, ubicado al Este del centro de Cocucho, Mich. En Av. Independencia, carretera Revolución, cuenta con un total aproximado de 21,687 m², considerándola como el área de oferta de agua pluvial. Véase fig. 26.0

8.1.2 ESTUDIO FOTOGRÁFICO



Figura. 27.0 Vista al Este a la entrada principal del predio
Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.



Figura. 28.0 Vista al Norte encontrando una barrera vegetal
Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.



Figura. 29.0 Vista al Sur del predio
Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

El predio correspondiente al presente estudio se encuentra cercado con piedra en todo su perímetro, delimitando así su área con respecto a los demás lotes.

El entorno inmediato, al “este” se puede observar la arquitectura vernácula que se constituye en esta comunidad como tradición regional en las viviendas como contexto local, también encontramos que esta zona no brinda las necesidades básicas de un espacio urbano al no contar con mobiliario urbano y solo ser una explanada con áreas verdes.

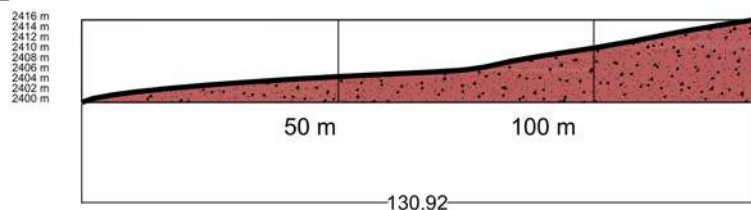
En cuanto al contexto natural donde se emplaza, podemos observar un hábitat natural al exterior e interior del predio. Se puede apreciar su gran barrera vegetal.

8.1.3 PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO

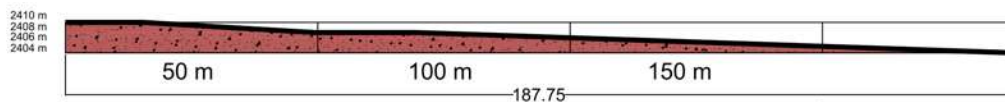
Donde topográficamente el terreno es de lomerío de una pronunciada pendiente de oriente a poniente.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	902.8578	1,549.4753
1	2	N 54°44'13.06" W	123.886	2	974.3811	1,448.3209
2	3	S 20°14'32.39" W	181.257	3	804.3186	1,385.6074
3	4	S 88°29'36.51" E	132.000	4	755.9264	1,508.4170
4	1	N 18°38'44.86" E	152.560	1	902.8578	1,549.4753

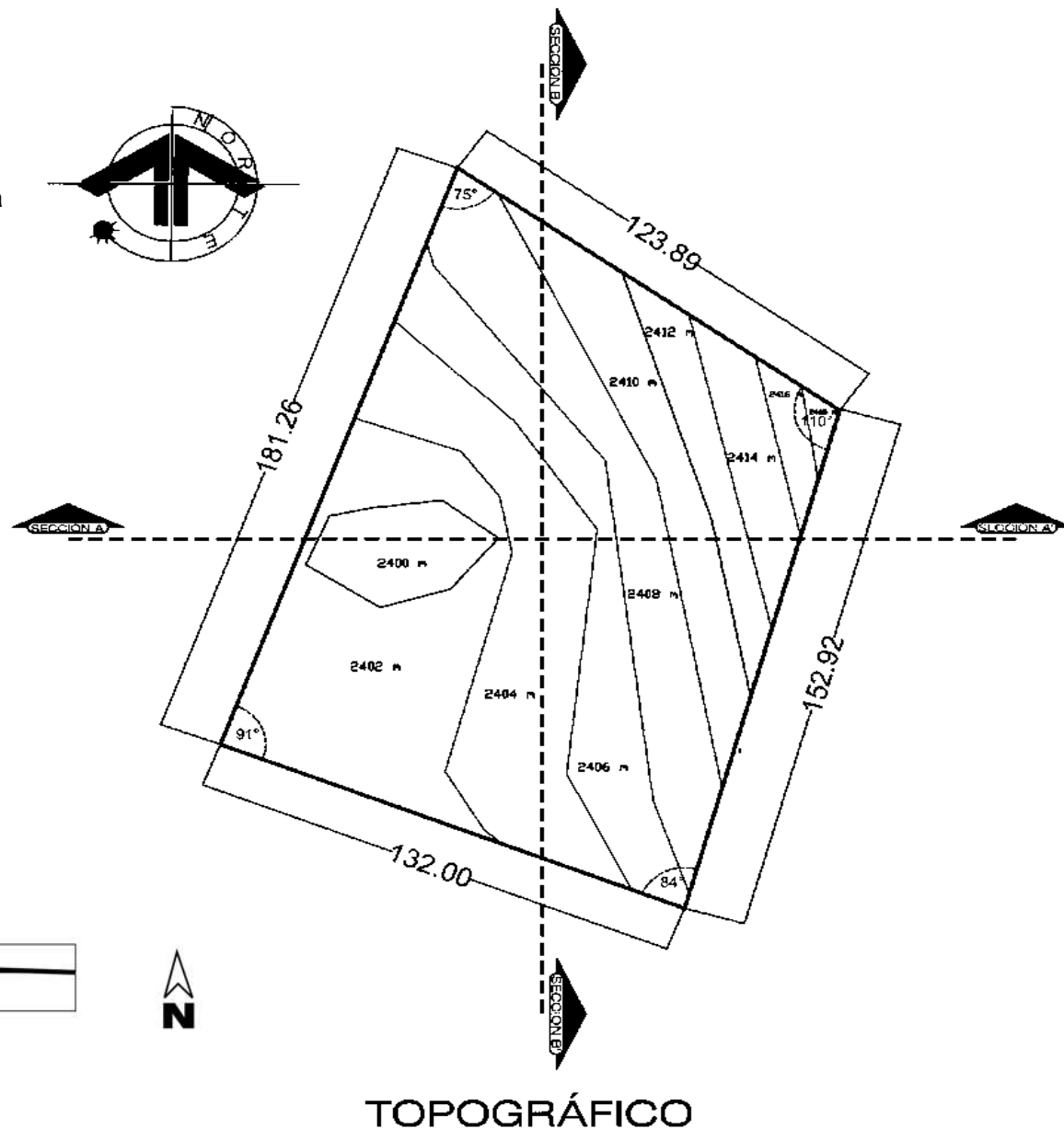
SUPERFICIE = 20,860.763 m²



PERFIL DE ELEVACIÓN SECCIÓN A-A'



PERFIL DE ELEVACIÓN SECCIÓN B-B'



TOPOGRÁFICO

8.1.4 POBLACIÓN

La localidad de Cocucho está situada en el Municipio de Charapan (en el Estado de Michoacán de Ocampo). Hay 1988 habitantes. Véase tabla 4.0.



Tabla. 4.0 Tabla INEGI Censo de población y vivienda 2022.

8.1.5 RELIEVE

Su relieve se constituye por el sistema volcánico transversal y valles entre montañas, y la sierra de Uruapan.

La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre del Sur y Eje Neo volcánico., conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), ígneas (la roca derretida se enfría y se solidifica) y metamórficas (han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas).

Continuando hacia el nororiente existe la presencia de sierras, lomeríos y sierras de origen volcánico, con pequeñas llanuras y valles, en esta zona las elevaciones llegan a 3 840 msnm como el cómo el Cerro Pico de Tancítaro o el Volcán Parícutín con 2 800 msnm. Véase fig. 30.0

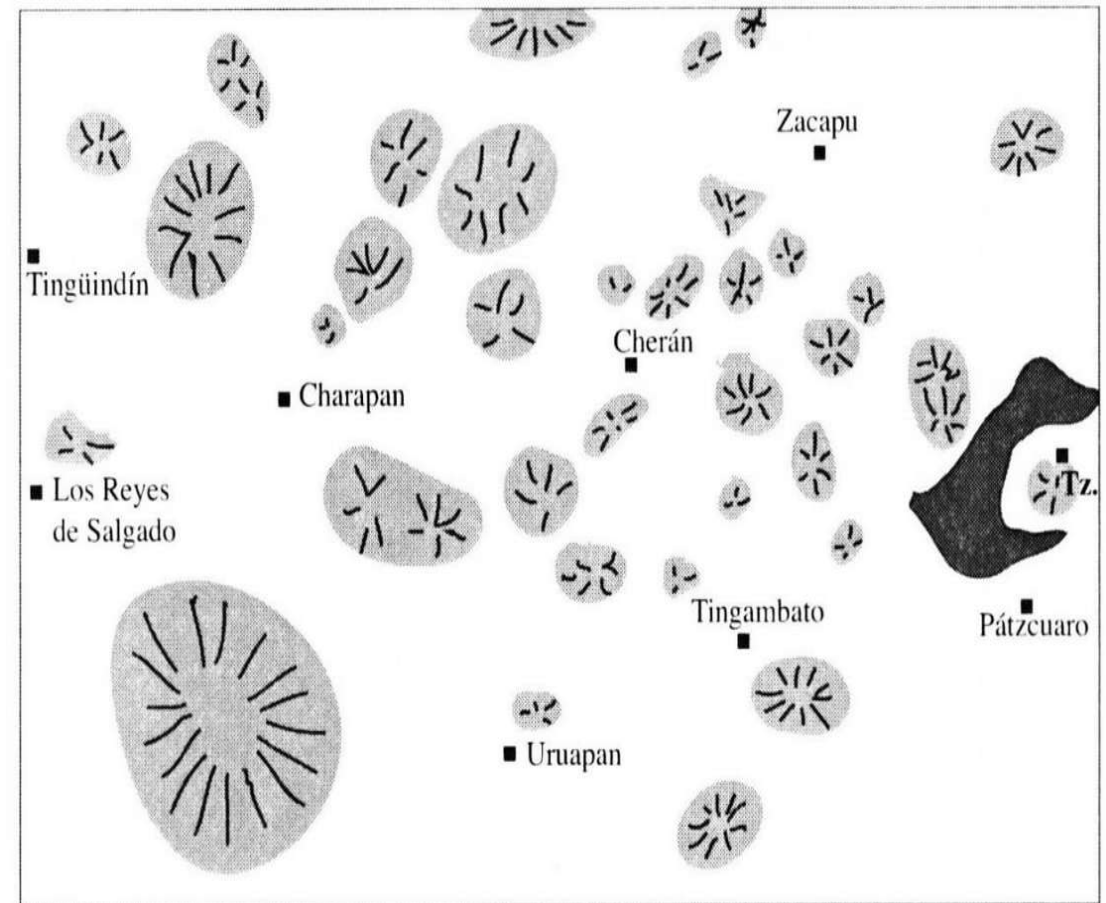


Fig. 30.0 Mapa de relieve. Fuente: <https://books.openedition.org/cemca/docannexe/image/1285/img-4.jpg>

8.1.6 HIDROGRAFÍA

Las fuentes hidrológicas de la región proceden de manantiales como Nuricho, Ojo de Agua, Cuecho y Cirio. Véase Fig. 31.0

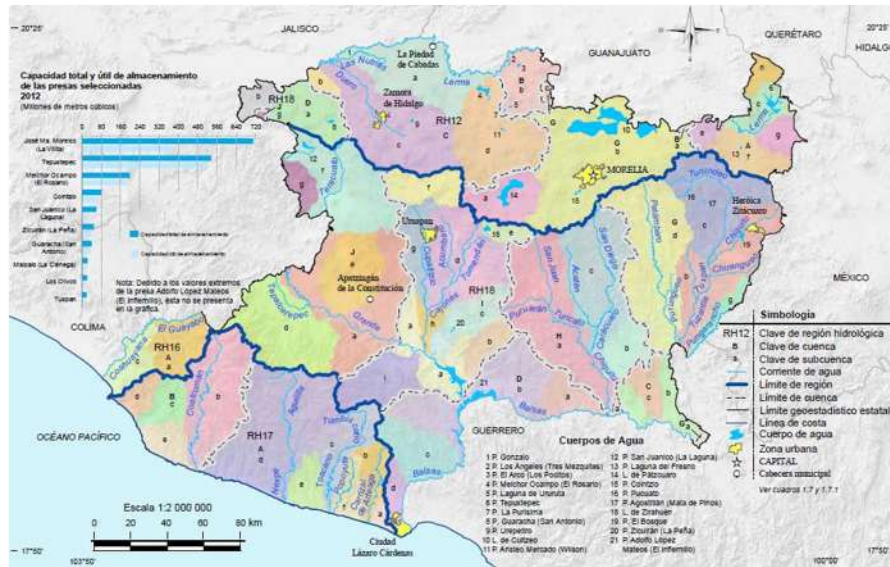
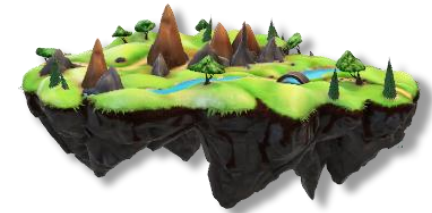


Fig. 31.0 Mapa de hidrografía en el estado de Michoacán. Fuente: <http://paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-michoacan-de-ocampo/hidrologia-michoacan.html>

8.1.7 CLIMA

Los climas cálido y templado subhúmedo. Es templado con lluvias en verano y el centro del municipio con lluvias todo el año. La temperatura media anual es de 20°C, las temperaturas más bajas se

presentan en el mes de enero es alrededor de 8°C la temperatura máxima promedio es de 31°C y se presenta en los meses de abril y mayo. Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre



8.1.8 FLORA

En el municipio predominan los bosques mixtos, con pino y encino; de coníferas, con oyamel. Véase Fig. 32.0

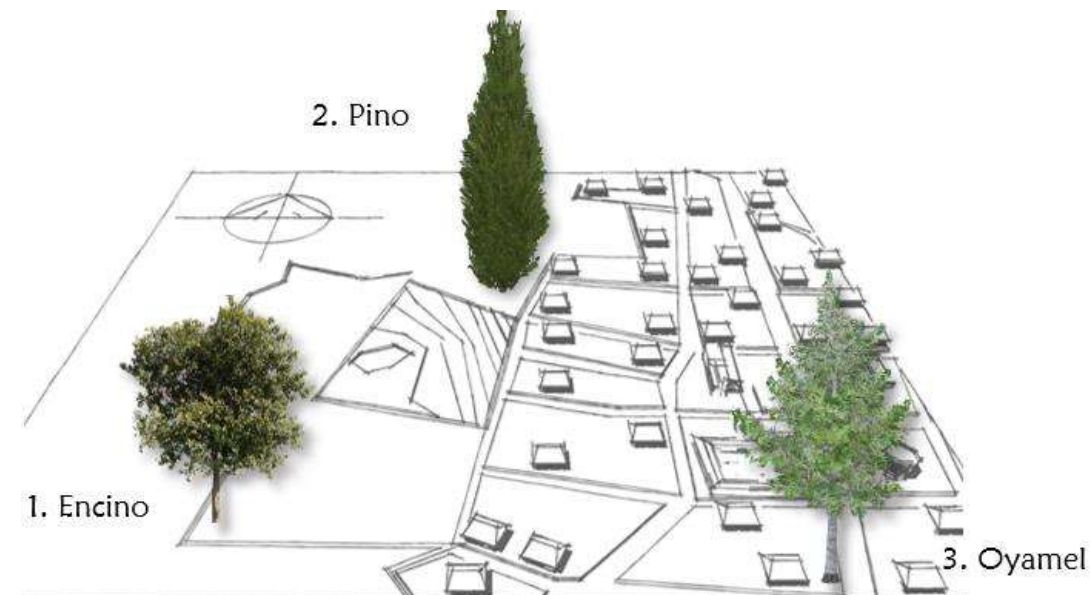


Fig. 32.0 Flora con la que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP

8.1.9 FAUNA

Compuesta por: conejo, venado, coyote, tejón, zorrillo, armadillo, tlacuache, ardilla y gato montés. Véase Fig. 33.0

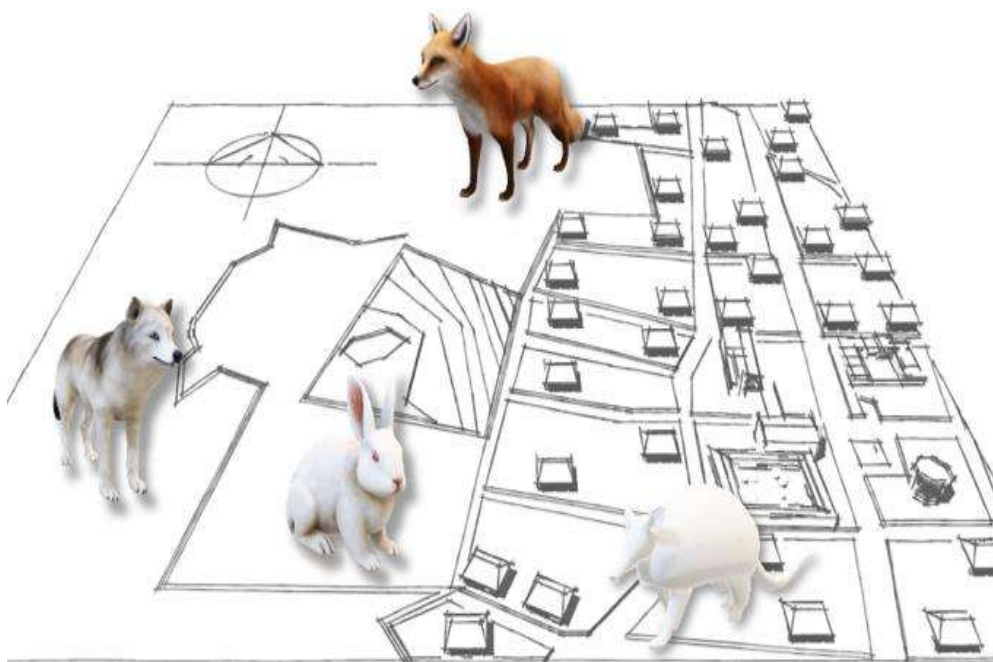


Fig. 33.0 Fauna de la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP

8.2.0 ASOLEAMIENTO

Asoleamiento durante transcurso del día. Véase fig. 34.0

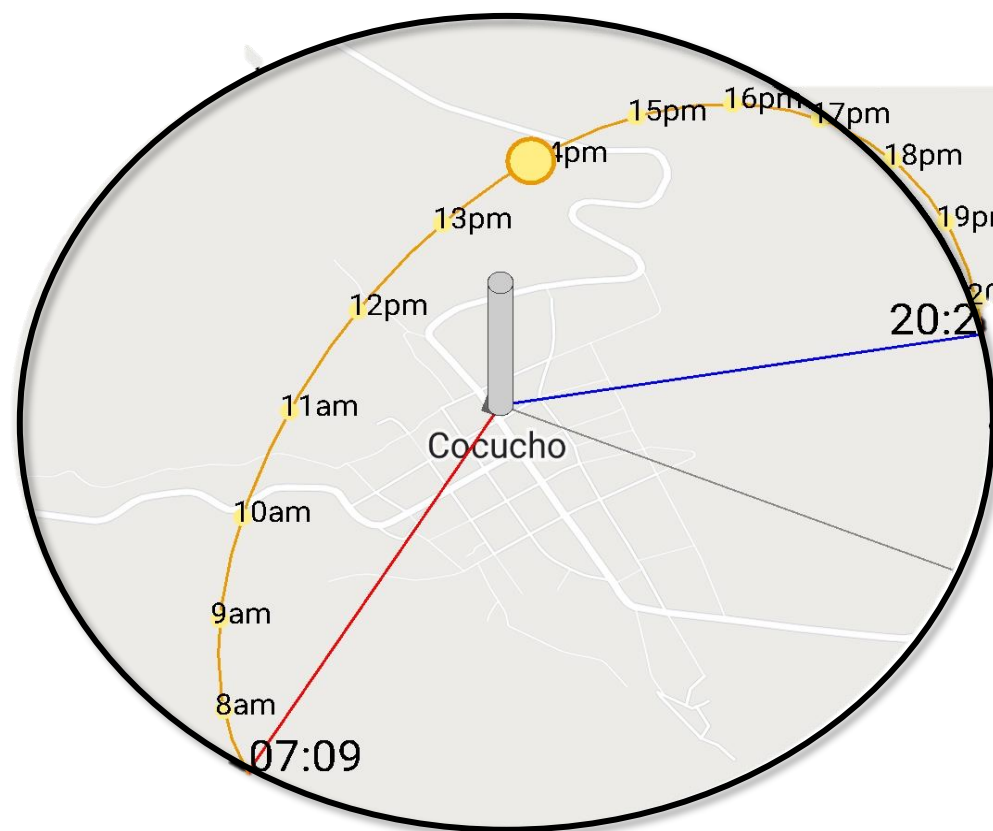


Fig. 34.0 Asoleamiento de la comunidad de Cocucho. Fuente: App de asoleamiento Sun Locator Lite.

8.2.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Tiene una precipitación pluvial anual de 1,011 milímetros aproximadamente. La siguiente tabla se puede apreciar la precipitación de cada mes siendo. Veasé tabla 5.0

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	13 (mm)	21 (mm)	23 (mm)	7 (mm)	56 (mm)	159 (mm)	274 (mm)	197 (mm)	186 (mm)	70 (mm)	14 (mm)	14 (mm)
Días de lluvia	4	5	4	3	11	23	29	27	24	14	7	4
Días secos	27	23	27	27	20	7	2	4	6	17	23	27

Tabla. 5.0 Tabla de la precipitación pluvial en Cocucho Michoacán. Fuente:  Cuandovisitar.com.mx

8.2.2 IMAGEN URBANA DIRECTA

La ubicación del terreno se hizo considerando una zona céntrica, además que estuviera en un lugar accesible dentro de la comunidad. Procurando la seguridad de los habitantes de la comunidad, evitando riesgos como deslaves inundaciones.

Véase Fig. 35.0

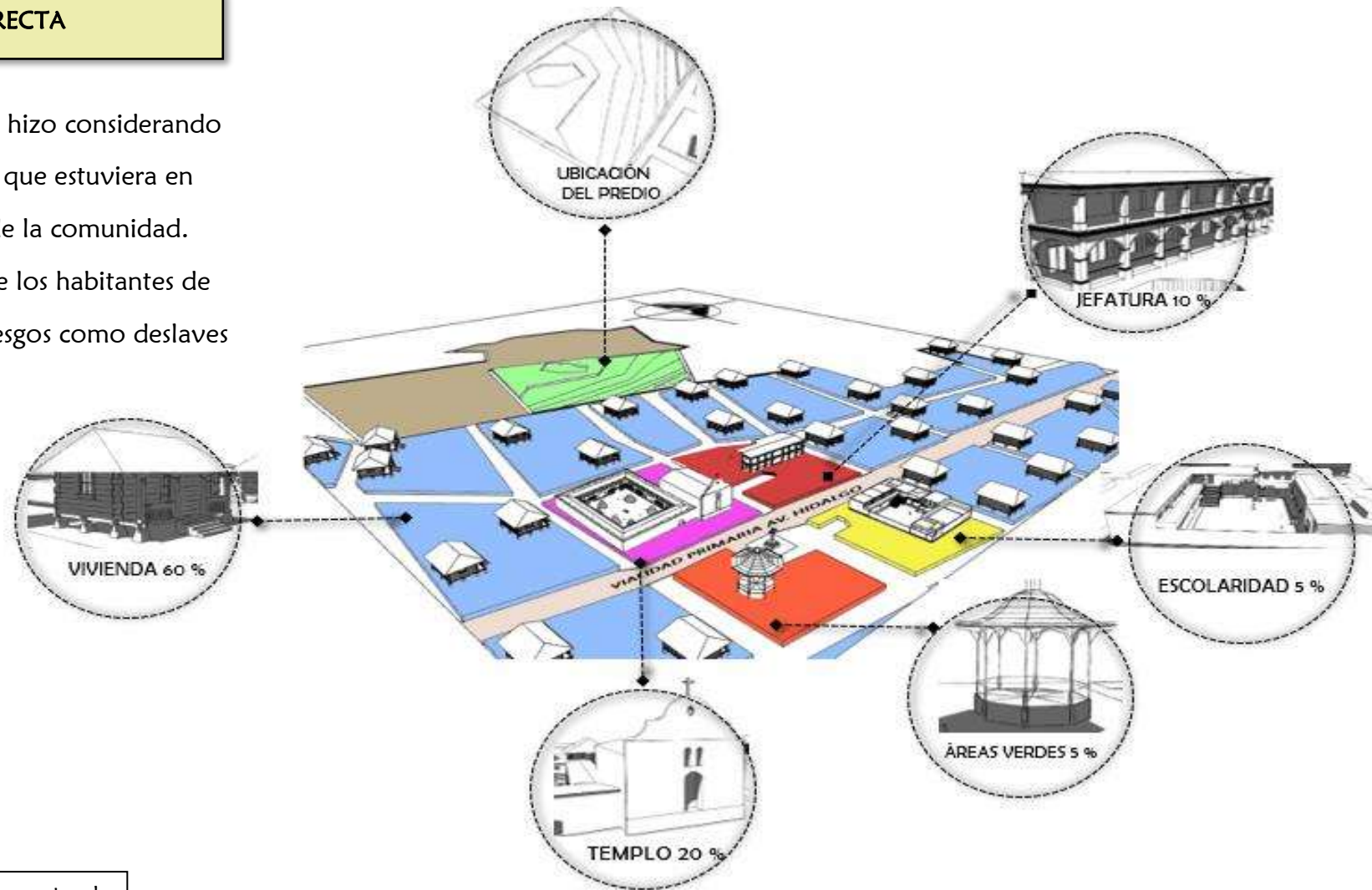


Fig. 35.0 Servicios que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP.

8.2.3 CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO

Los suelos del municipio datan que corresponden principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola, ganadero y habitacional. Véase Fig. 36.0



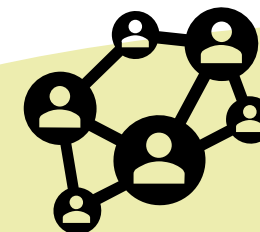
USO DE SUELO

-  **AGRÍCOLA**
-  **FORESTAL**
-  **HABITACIONAL**

Fig. 36.0 Uso de suelo que cuenta la comunidad de Cocucho. Fuente: Elaborado por SPP.

8.2.4 HISTORIA Y COSTUMBRES

En la época prehispánica la economía tradicional de los purépechas se basaba en la agricultura, la pesca, la caza; su artesanía, principalmente la cerámica y la de madera; además del comercio.



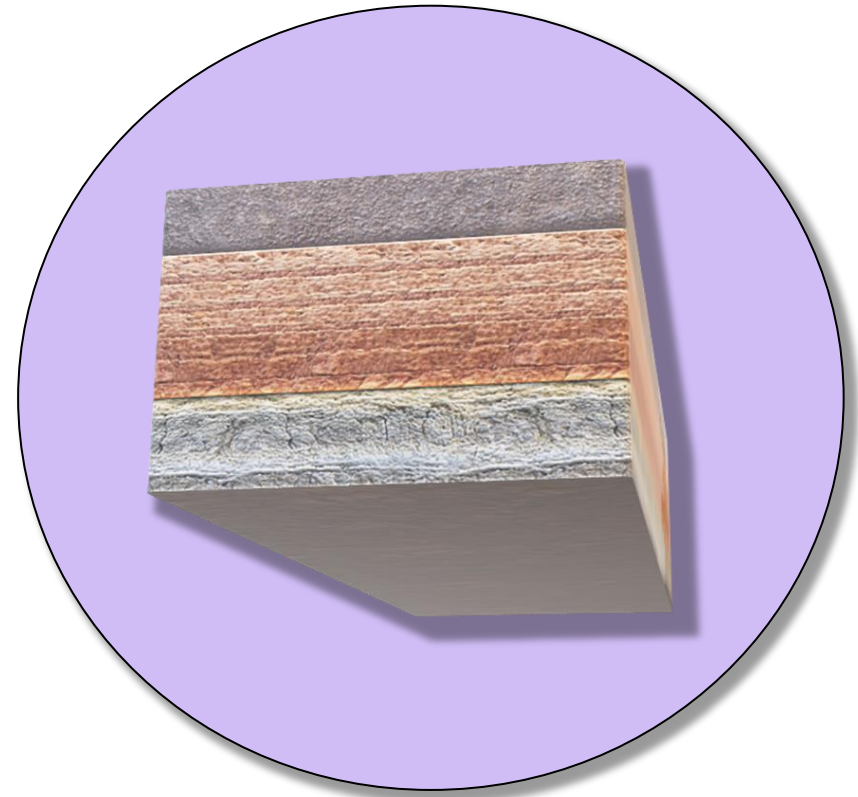
Su organización ha sido comunitaria y se manifiesta en sus costumbres y tradiciones. Sus principales actividades económicas es la agricultura, siendo el principal cultivo el maíz. Tejidos en telar de pedal; sábanas y cobijas, gabanes de lana y por otro la alfarería: ollas (cocuchas) y tinajas.

8.2.5 CONCLUSIONES APLICATIVAS

De acuerdo con la observación y el estudio que se llevó a cabo del terreno anteriormente, se concluye, que el predio propuesto puede ser adaptado a los parámetros a partir del análisis ya hecho.

9.0 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se proyecta la construcción de un SCALL (Sistema Captador de agua de lluvia), en la comunidad de Cocucho, Municipio de Charapan, Mich. Por lo cual fue necesario realizar un estudio integral, para definir previamente las condiciones geotécnicas del sitio. Esto es con el fin principal de determinar la capacidad de carga del terreno conclusiones y recomendaciones generales para el proceso constructivo del proyecto ya mencionado.



9.1 DESCRIPCIÓN DEL TERRENO EN ESTUDIO

El sitio en estudio se localiza geográficamente a una altura promedio de 2414 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas $19^{\circ}41'37.56''$ de latitud norte y $102^{\circ}11'30.74''$ de longitud oeste. El terreno en estudio se localiza al poniente de la plaza comunal de Cocucho en la calle Benito Juárez esquina con el libramiento Pte., a una cuadra y media atrás del Templo de San Bartolomé Cocucho, hacia el noreste de la cabecera Municipal de Charapan en línea recta a 7.9 km. Véase Fig. 37.0

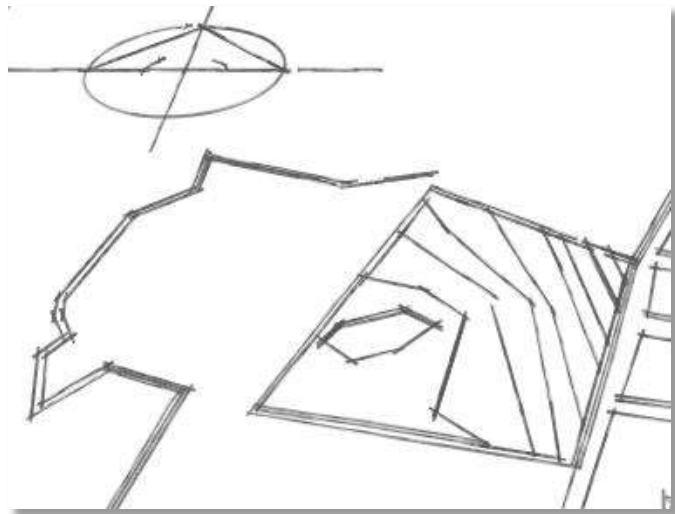


Fig. 37.0 Predio seleccionado de la comunidad de Cocucho.
Fuente: Elaborado por SPP.

9.2 TRABAJOS DE CAMPO



Fig. 38.0 Obtención de la consistencia natural con penetrómetro de bolsillo.
Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Consistió en la exploración y el muestreo que forman el subsuelo, observado en dos pozos a cielo abierto (PCA), ubicado en el terreno. Véase Fig. 38.0

Se extrajo una muestra inalterada del suelo (M.I.), para determinar sus propiedades índice y mecánicas, y a la vez sea el más representativo a nivel de la cimentación (ASTM D2850) y de esa forma poder calcular la capacidad de carga del terreno.

Así mismo, se extrajeron muestras alteradas (M.A.) de los materiales (ASTM D2487, ASTM D2488), lo cual se observa también en el perfil estratigráfico y resultados de laboratorio.

9.3 ESTRATIGRAFÍA

Se realizó estratigrafías (representación gráfica de la continuidad de la disposición de las capas del suelo, su ubicación y sus características). observadas en los PCA, en las cuales se aprecia lo siguiente:

Donde:

SUCS	=	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
M. A.	=	Muestra alterada.
M. I.	=	Muestra inalterada.
P. C. A.	=	Pozo a cielo abierto.
MH	=	Limo inorgánico de alta compresibilidad.
SM	=	Arena limosa volcánica.
FrB	=	Fragmentos de roca basáltica.
Fcmg	=	Fragmentos de roca chicos, medianos y grandes.
FrB-SM	=	Fragmentos de roca basáltica.

9.4 RESULTADOS DE LABORATORIO.

Los trabajos de laboratorio consistieron en realizar los ensayos correspondientes, para determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales, Véase Fig. 39.0



Fig. 39.0 Preparación de muestra de laboratorio. Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	
	N.T. 0.00	
	0.10	Capa vegetal
	0.75	Primer estrato, formado por un limo inorgánico de alta compresibilidad (MH) ó Tupuri, color rojizo, de consistencia natural "Media".
	2.13	Segundo estrato, formado por una arena mal graduada (SP) ó arena volcánica, color negro, de compactad relativa "semi-compacta".
	2.30	Tercer estrato, formado por una roca basáltica ó fragmentos chicos, medianos y grandes empaado en una arena limosa (FrB-SM ó Fcmg-SM), color gris oscuro a rojizo, de compactad relativa "compacta".
	2.40	Cuarto estrato, formado por una roca basáltica ó fragmentos chicos, medianos y grandes (FrB ó Fcmg), color gris oscuro, de compactad relativa "muy compacta".
	mts	

PCA 1.

PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	
	N.T. 0.00	
	0.10	Capa vegetal
	0.70	Primer estrato, formado por una roca basáltica ó fragmentos medianos y grandes (FrB ó Fmg), color gris oscuro, de compactad relativa "muy compacta".
	0.70	
	mts	

PCA 2.

Tabla. 6.0 Tabla de PCA en el predio seleccionado. Fuente: M. en I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.



9.5 CONSIDERACIONES DEL SUELO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA

La capacidad del suelo para la retención de agua de acuerdo al resultado de laboratorio fue un suelo arcilloso. El suelo actúa como depósito de agua y aire. La porosidad del suelo retiene agua y aire en los espacios entre las partículas que componen el suelo.

Suelo arcilloso: contienen por lo menos 40% de partículas pequeñas.

Cada tipo de suelo tiene diferentes capacidades para retener agua, aire y nutrientes que las plantas necesitan.

El suelo arcilloso sufre de falta de drenaje y de aireado, causada por el pequeño tamaño de las partículas que componen este tipo de suelo, así como por los pequeños espacios entre las partículas.

Por este motivo, este tipo de suelo permite retener grandes cantidades de agua y nutrientes al mismo tiempo.

Cuando están húmedos (se van pegando a las suelas de los zapatos cada vez más y más,) y compactos cuando están secos. En ellos las lluvias finas y duraderas aportan más agua al suelo que las intensas y rápidas. Aunque esto ocurre también en la mayoría de los suelos, en el caso de los arcillosos con mucho más motivo.

Son los suelos que retienen mayor cantidad de agua y aunque una gran parte de ella es retenida con mucha fuerza y no está disponible para las plantas (son los que presentan mayor un punto de marchitamiento más alto), presentan una gran cantidad de agua disponible o agua útil.

10.0 MARCO FUNCIONAL Y HERRAMIENTAS DEL DISEÑO

En este apartado el objetivo fundamental es llegar a un solo diseño como mejor alternativa entre todas las posibles, mediante una progresiva reducción y superación de incertidumbres. Es el arribo a la solución final. Serie de transformaciones que le ocurren a un objeto de diseño determinado a partir de una situación inicial, hasta que se alcanza un nuevo estado en que ese objeto de diseño ha cambiado



10.1 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

Las ollas de agua son instrumentos que consisten en captar y almacenar el agua de lluvia y han representado una solución a la crisis del agua en el campo, a través de estas ollas se puede convertir tierras de cultivo de temporal en tierras de cultivo de riego, o como abastecimiento, la gran ventaja es que se pueden construir prácticamente en cualquier lugar, están hechas con geomembrana de PVC una tela plástica que se adapta a la tierra, estas ollas se pueden construir de cualquier tamaño todo depende de la necesidad de agua que se tenga así como del espacio con el que se cuente. Véase fig. 40.0



Fig. 40.0. Ejemplo de olla de agua. Fuente: <https://www.geosai.com/olla-de-agua/>

10.2 USUARIOS BENEFICIARIOS

Usuarios del SCALL (Sistema Captador de Agua de Lluvia). La comunidad de Cocucho cuenta alrededor de 1,988 habitantes aproximadamente, por lo que los ciudadanos se dividen en:



890 menores de edad

1,015 adultos,

83 tienen más de 60 años.

Teniendo así alrededor de 400 viviendas integradas con aproximadamente entre 5 y 6 usuarios.

10.3 DISEÑO DEL SISTEMA CAPTADOR DE LLUVIA

Para el diseño de captación de agua es vital y de suma importancia que identifiquemos los componentes principales, su función, los criterios de diseño, las características de los materiales para su construcción, su operación y mantenimiento, por lo que, en esta propuesta (diseño) se van considerar, describir y calcular de manera particular sus componentes.

- ✓ Localización del sitio para establecer el SCALL
- ✓ Determinación de la demanda

- ✓ Cálculo de la precipitación pluvial neta
- ✓ Área de captación del agua de lluvia
- ✓ Almacenamiento del agua de lluvia

10.4 CRITERIOS PARA ESTABLECER UNA OLLA DE AGUA

Para la ubicación de la obra, es importante que en los recorridos de Campo se analicen las siguientes condiciones:

Condiciones económicas

- Buscar un sitio donde se pueda almacenar la mayor cantidad de agua con menos volumen de obra, se debe buscar un sitio donde se tenga una sección estrecha que permita la formación del vaso de almacenamiento.
- Ubicar la obra en zonas donde no existan casas a zonas comerciales aguas abajo que queden en riesgo de inundación en caso de falla en la estructura.

10.5 CONDICIONES TOPOGRÁFICAS

Para establecer este tipo de obras, el terreno debe tener una pendiente ligera y uniforme que permita construir un bordo y garantice el mínima volumen de obra y el máximo volumen de almacenamiento, normalmente se buscan sitios con secciones

estrechas y con un vaso de almacenamiento, similar a los que se consideran para construir una pequeña presa.

10.6 CONDICIONES DE SUELO

- Los suelos deberán tener una textura franca arcillosa para asegurar un grado de impermeabilidad adecuado. Los suelos arenosos no son aptos para la construcción de jagueyes, a menos que se consideren inversiones adicionales para el sellado a impermeabilización con arcillas expansivas o colocación de plásticos o geomembrana.

10.7 CONDICIONES HIDROLÓGICAS

- Las ollas de agua se construyen en lugares con precipitaciones mayores de 400 mm par año. Una precipitación superior a la indicada permite satisfacer las demandas de agua, compensa las pérdidas por infiltración y evaporación y evita la salinización paulatina.
- En caso que la precipitación sea inferior a los 400 mm el establecimiento de la obra debe acompañarse de un estudio hidrológico, que garantice la capacidad de almacenamiento y en su defecto el diseño de canales de llamada o zanjás de conducción.
- Este tipo de obras se consideren aptas para aprovechar escurrimientos en áreas de captación menores a 50 ha.

10.8 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño de una olla de agua se requiere determinar la cantidad de Lluvia anual disponible, su distribución en el tiempo y la demanda de agua. Con esta información se estima el área de captación necesaria y el volumen de captación de agua y los volúmenes de excavación de la obra correspondientes.

Los datos de entrada son los siguientes:

- Precipitación, (anual y precipitación máxima en 24 horas).
- Coordenadas del sitio propuesto y del área de captación.
- Área de la cuenca de aporte.
- Tipo de vegetación y suelo de la cuenca de aporte.
- Condiciones topográficas del sitio para construcción.
- Precipitación media en un periodo de tiempo y su distribución espacial dentro de la cuenca es de parte fundamental para el diseño. Para estimar la precipitación promedio en el área.

10.9 LOCALIZACIÓN DEL SITIO PARA ESTABLECER EL SCALL

El predio de estudio se localiza al poniente de Cocucho, geográficamente a una altura promedio de 2414 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas 19°41'37.56" de latitud norte y 102° 11' 30.74" de longitud oeste.

Cuenta con las siguientes características, tiene una superficie de terreno de 21,687 m², considerándola como el área de oferta de agua pluvial. no cuenta con servicios de agua potable y alcantarillado. El sistema de captación de agua de lluvia se construirá en una media parte del predio.

10.1.0 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

Para esta etapa del diseño del SCALL, nos basaremos en los cálculos que se realizarán en el siguiente capítulo de acuerdo a las actividades que se realizan en la comunidad. Recomendado por Comisión Nacional del Agua.

11.0 MEMORIA DE CÁLCULO

En este apartado la presente memoria tiene por objeto la descripción y justificación de los distintos elementos que configuran la estructura del proyecto SCALL; para la se llevará a cabo los cálculos correspondientes que se realizaron de la ingeniería que interviene en el desarrollo del proyecto de acuerdo a los procedimientos que se llevaron a cabo para determinar las dimensiones de los elementos estructurales.



11.1 DEMANDA DEL AGUA DE LLUVIA

La demanda está en función del uso que se le dará al agua de lluvia captada. Los usos más comunes son: consumo humano y animal, uso doméstico y producción agrícola, acuícola, pecuaria, forestal e industrial.

Uso doméstico

En el caso del uso doméstico, ya se tienen estimaciones de la cantidad diaria requerida por persona al día, a partir de esta estimación se calcula por persona en un año (Ecc. 2.1), y posteriormente, la demanda anual de una familia (Ecc. 2.2).

Demanda anual por persona = Demanda diaria $\times$ 365 Ecc.2.1

Demanda anual familiar = Demanda anual por persona $\times$ integrantes Ec.2.2

En la tabla 7.0 se registra la demanda mensual y anual para uso doméstico.

Número Familias	Usuarios	L/persona/día	Demanda promedio		Tipo de Cisterna
			Mensual (m ³)	Anual (m ³)	
1	5	50	7.50	91.25	Familiar
200	1,000	50	1,500	18,250	Comunal
400	2,000	50	3,000	36,500	Comunal
600	3,000	50	4,500	54,750	Comunal
800	4,000	50	6,000	73,000	Comunal

Tabla. 7.0 Demanda mensual y anual. Fuente: Silvia Pasallo Plancarte

La OMS recomienda de 50 L L/persona/día. Si el consumo diario por persona es de 50 L, en un año (365 días), la demanda por persona será de 18,250 L/año, valor obtenido al sustituir los datos en la Ecc. 2.1.

$$50 \text{ L/persona/día} \times 365 = 18,250 \text{ L/persona/año}$$

11.2 PRECIPITACIÓN PLUVIAL NETA Y POTENCIAL DE CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA

En este apartado se estimará el agua de lluvia que llegará al sistema de captación, ya que es necesario conocer si la cantidad de lluvia de un lugar es suficiente para satisfacer la demanda de agua. En la metodología propuesta Programa de Captación de Agua de Lluvia del Colegio de Postgraduados, la Precipitación Pluvial Neta (PN) se define con la ecuación siguiente:

$PN = P \times C_c \times C_e$ Ecc.2.7 Dónde:

PN = Precipitación Pluvial Neta de diseño

C_c = Coeficiente de captación (0.85)

C_e = Coeficiente de escurrimiento

P = Precipitación Pluvial de diseño

Se considera un coeficiente de escurrimiento, cuyo valor depende del tipo de material del área de captación (Tabla 8.0), y un coeficiente de captación estimado de 0.85 que descuenta las pérdidas por factores como salpicamiento, velocidad del viento, evaporación, fricción, tamaño de gota. La Precipitación Pluvial de diseño (P) es la suma de las precipitaciones medias mensuales del sitio de estudio cuyos valores sean superiores a 30 mm.

Tipo de captación	C_e
Cubiertas superficiales	
Concreto	0.6 – 0.8
Pavimento	0.5 – 0.6
Geomembrana de PVC	0.85 – 0.90
Azotea	
Azulejos, tejas	0.8 – 0.9
Hojas de metal acanaladas	0.7 – 0.9
Captación en tierra	
Suelo con pendientes menores a 10%	0.0 – 0.3

Tabla. 8.0 Coeficiente de escurrimiento del área de captación. Fuente: Anaya G. 2017.

En la tabla 8.0 se muestran estimaciones del volumen de agua captado por los SCALL en función de la precipitación pluvial y el área de captación.



Estimar el volumen de agua que se captará en la zona de Cocucho, estado de Michoacán, en una superficie de 10,000 m².

Área de captación (m ²)	Precipitación pluvial (mm)					
	1	10	100	1,000	2,000	3,000
Volumen a captar (litros)						
1	1	10	100	1,000	2,000	3,000
10	10	100	1,000	10,000	20,000	30,000
100	100	1,000	10,000	100,000	200,000	300,000
500	500	5,000	50,000	500,000	1,000,000	1,500,000
1,000	1,000	10,000	100,000	1,000,000	2,000,000	3,000,000
5,000	5,000	50,000	500,000	5,000,000	10,000,000	15,000,000
6,000	6,000	60,000	600,000	6,000,000	12,000,000	18,000,000
7,000	7,000	70,000	700,000	7,000,000	14,000,000	21,000,000
8,000	8,000	80,000	800,000	8,000,000	16,000,000	24,000,000
9,000	9,000	90,000	900,000	9,000,000	18,000,000	27,000,000
10,000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000	20,000,000	30,000,000

Tabla. 9.0 Tabla Potencial de captación del agua de lluvia en función del área de captación y la precipitación pluvial, con una eficiencia del 100%. Fuente: Anaya G. 2017.

Es importante tener en cuenta la precipitación pluvial mensual media en Cocucho por lo que retomaremos la tabla 5.0

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación	13	21	23	7	56	159	274	197	186	70	14	14
Días de lluvia	4	5	4	3	11	23	29	27	24	14	7	4
Días secos	27	23	27	27	20	7	2	4	6	17	23	27

Tabla. 5.0 Tabla de la precipitación pluvial en Cocucho Michoacán. Fuente: Cuandovisitar.com.mx

Precipitación de diseño (P) = $56 + 159 + 274 + 197 + 186 + 70$
= 942mm

Cálculo de la precipitación pluvial de diseño utilizando los datos en la Ecc. 2.7:

$$PN = 942 \times 0.85 \times 0.90 = 720.63 \text{ mm}$$

El volumen de lluvia captado en los 10,000 m², es de: Volumen captado = $0.7206 \text{ m} \times 10,000 \text{ m}^2 = 7,206 \text{ m}^3 = 7,206,000.00$ litros.

11.3 GASTO MÁXIMO DEL VERTEDOR

Para obtener el gasto del vertedor (g) se usa método racional simplificado, pero primero se calcula el coeficiente de escurrimiento (C_e).

Posteriormente se aplica la fórmula:

$$Q = \frac{C_e \times I \times A}{360}$$

Q= gasto del vertedor

C_e = coeficiente de escurrimiento

I= Lluvia máxima en 24hrs. 7.2mm

A= área en ha. 2.1

$$Q = \frac{0.90 \times 7.2 \text{ mm} / \text{hx} 2.1}{360} = 0.038 \text{ m}^3/\text{s}$$

11.4 ÁREA MÍNIMA DE CAPTACIÓN

Se verifica la condición de área mínima de captación con la siguiente relación:

$$V = 7,206 \text{ m}^3.$$

Se va a impermeabilizar la obra por lo cual se espera un 5 % de pérdidas por evaporación, con lo cual se asume una eficiencia de almacenamiento de 95%. Se ajusta el volumen de demanda de agua y se calcula la demanda anual.

$$\text{Demanda anual} = \frac{7,206,000 \text{ L}}{0.95} = 7,585,263.158 \text{ L.}$$

$$V1 = \text{Volumen demanda anual} \frac{7,585,263.158}{1,000} = 7,585.26 \text{ m}^3$$

$$A_c = \frac{V1}{C_e \times P}$$

$$AC = \frac{7,585.26 \text{ m}^3}{0.90 \times 942 \text{ mm}} = 8,946.99 \text{ m}^2$$

El área de aporte de 2.1 ha es mayor que el área mínima, por lo que se cumple la condición.

11.5 CAPACIDAD TOTAL DE LA OLLA DE AGUA

La capacidad del almacenamiento de la olla de agua está afectada por las condiciones del lugar de construcción el cual puede ser no adecuado para almacenar un mayor volumen (conformación del terreno, calidad del suelo, costos, etc.), lo que requerirá también redimensionar el sistema.

La capacidad de la olla de agua debe ser suficiente para satisfacer el déficit de agua anual. De acuerdo a la tabla 5.0 se calculó que la capacidad de la olla es de 7,206 m³.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación	13	21	23	7	56	159	274	197	186	70	14	14
Días de lluvia	4	5	4	3	11	23	29	27	24	14	7	4
Días secos	27	23	27	27	20	7	2	4	6	17	23	27

Tabla. 5.0 Tabla de la precipitación pluvial en Cocucho Michoacán. Fuente:



Cuandovisitar.com.mx

11.6 DISEÑO DEL VERTEDOR

SAGARPA aborda a detalle el diseño de varios tipos de obras de excedencia, para este tipo de obras el vertedor se diseñará con la fórmula de Francis que corresponde a un vertedor rectangular de cresta gruesa. Vease fig. 41.0

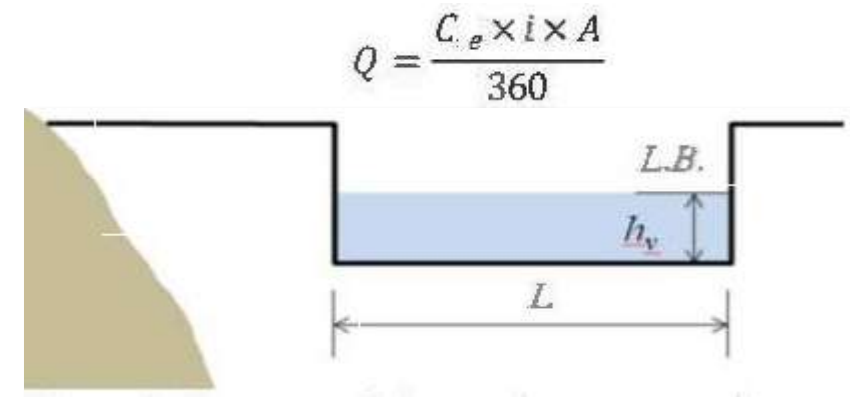


Fig. 41.0. Esquema del vertedor rectangular. Fuente: SAGARPA

El libre bordo (L. B.) mínimo es de 0.2, para tener datos cerrados se propone un (L.B. = 0.42m) con lo cual la estructura vertedora resulta con 3 m de ancho y 0.5 m de altura.

CR = Coeficiente del vertedor (adim)=1.45

$$h_v = \left(\frac{Q}{C_R \times L} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.038}{1.45 \times 3m} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.42 \text{ m}$$

11.7 ESTABILIDAD DE TALUDES

Para garantizar la estabilidad de la estructura se recomienda que el talud mínimo sea 2:1 en lado en contacto con el agua. En caso de utilizar valores de taludes menores se debe realizar el análisis de estabilidad con base en las condiciones geotécnicas del suelo del sitio de construcción. Es recomendable empastar los taludes externos para evitar erosión y proteger la obra con un cerco para evitar el acceso directo. Vease fig.42.0



Fig. 42.0. Talud 2:1 ejemplo. Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.) (slideshare.net)

11.8 DIMENSIONES Y CÁLCULO DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN

El dimensionamiento de obras se realiza considerando formulas geométricas sencillas que toman en cuenta la profundidad de excavación, el área disponible, el volumen de almacenamiento requerido y los taludes de proyecto.

Para diseñar el vaso de almacenamiento se considera la lámina media del agua (L_m) que se desea almacenar y con ella se determina la profundidad promedio.

Se propone una lámina promedio (en función del límite de la profundidad de suelo) de 4.5 m.

$$A_b = \frac{CT}{L_m}$$

Donde:

A_b = Área promedio del vaso de almacenamiento (m^2)

L_m = Lámina media de agua (m)

CT = Capacidad total de la olla de agua (m^3)

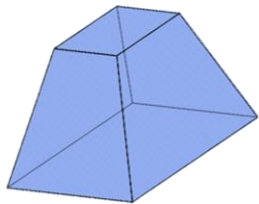
$$A_b = \frac{8,946.99 \text{ m}^3}{4.5 \text{ m}} = 1,988.22 \text{ m}^2$$

Con base en esta área se proponen los valores para largo y ancho 37x37m del plano a, y 25x25m del plano b.

Para calcular el volumen de excavación se toma en cuenta el valor del nivel máximo de aguas extraordinarias y del libre bordo que forman la estructura vertedora y se agregan al valor de la lámina promedio de agua.

$$D = L_m + L.B. + h_v = 4.5m + 0.20m + 0.42 = 5,5 m$$

Ahora sí, se realizan los cálculos correspondientes con fórmulas geométricas; teniendo en cuenta que el total de excavación de los taludes (715.5 m³ de cada uno, multiplicando por los 4 taludes) es de 2,862 m³ y el almacenamiento de la olla (37x37x5.5) es de 7,529.5 m³ más el 5% del total (376.475) nos da como resultado de 10,767.975 m³ de excavación.



EXCAVACIÓN EN TALUDES

$$A1 = 715.5 \text{ m}^3 \times 4 = 2,862 \text{ m}^3$$



EXCAVACIÓN DE ALMACENAMIENTO

$$A = 7,529.5 \text{ m}^3$$

11.9 CERCOS PERIMETRALES

Estas obras se deben dotar de cercos perimetrales para evitar daños a la geomembrana por acceso de animales y prevenir accidentes. Véase fig. 43.0



Fig. 43.0. Canal de llamada revestido con concreto. Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.) (slideshare.net)

11.1.0 INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA

La instalación está a cargo de personal especializado y se realiza con adhesivos (resinas) o termofusión (cuña caliente). En la instalación se consideran pérdidas por recortes y traslapes de 5

a 10% del área de proyecto. Véase 44.0 El proceso de instalación para geomembrana es:

- Transporte de materiales.
- Extensión de rollos.
- Sellado.

Mientras se coloca el geotextil, se procurará no pisarlo durante su extensión y compactación. Siempre se avanza realizando el extendido y compactación sin afectar la zona de unión.

Los geotextiles deben extenderse sobre superficies libres de materiales con puntas, bordes cortantes o punzantes, y no deberá realizarse la colocación durante lluvias o cuando la temperatura del ambiente es menor a 2°C. El sistema de impermeabilización con geomembrana PEAD 1,5 mm deberá ser instalado en la base y paredes de las celdas de residuos sólidos, de la olla captadora.

- Materia Prima: poliéster • Punto de Fusión: 260 °C
- Gramatura (densidad superficial): no menor a 200 g/cm² según norma ASTM D 3776.
- Espesor: no menor a 2,1 mm según normas ASTM D 1777.



Fig. 44.0. Geotextil unido mediante calor (con pistola de aire caliente).
Fuente: Ollas de agua, jagüeyes, cajas de agua o aljibes (2da ed.)
(slideshare.net)

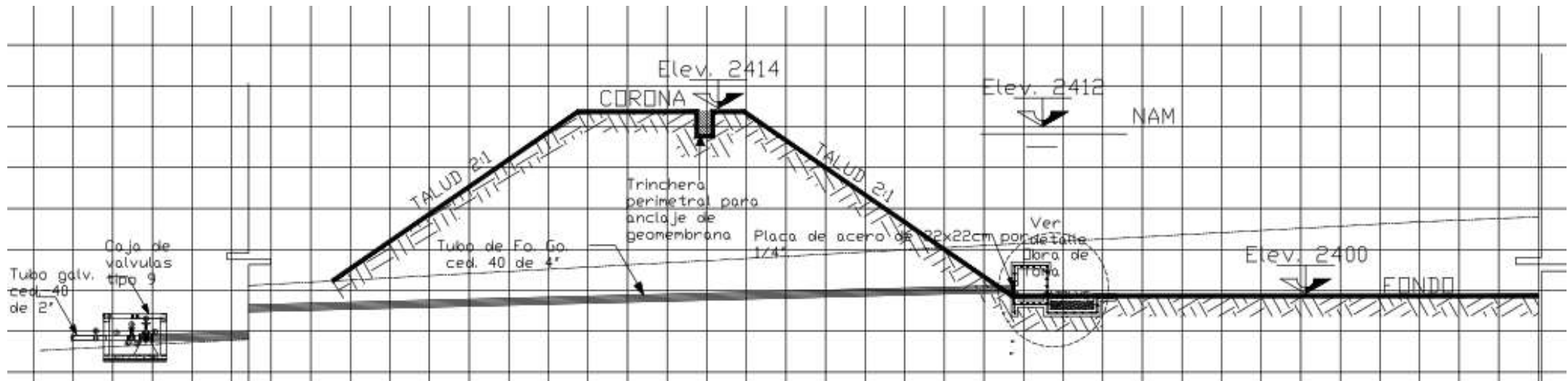
11.1.2 COMPONENTES DEL SCALL

GEOMEMBRANA DEL PISO Y TALUDES

Recubrimiento que evitar que el agua se filtre al suelo.

TUBERÍA DE LIMPIEZA

Ubicada en la parte baja del piso elimina, sólidos o vacía por completo.



OBRA DE TOMA

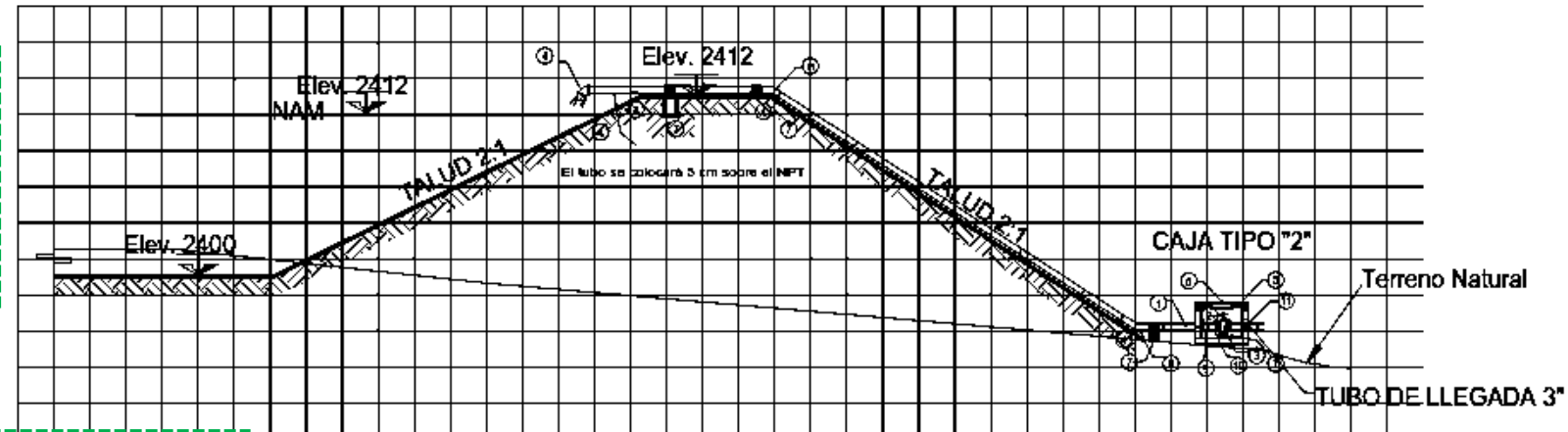
objeto de extraer el agua en forma controlada y poder utilizarla.

11.1.2 COMPONENTES DEL SCALL

TUBERÍA DE LLEGADA

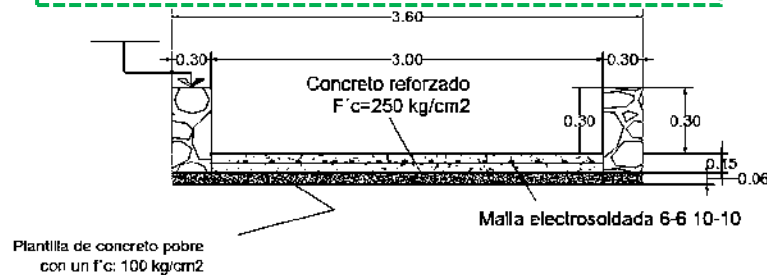
TUBERÍA DE LIMPIEZA Y LLEGADA

Ubicada en la parte baja del piso elimina, sólidos o vacía por completo la hoya.



VERTEDERO

Destina el pase, libre o controlado, de agua en los escurrimientos superficiales.

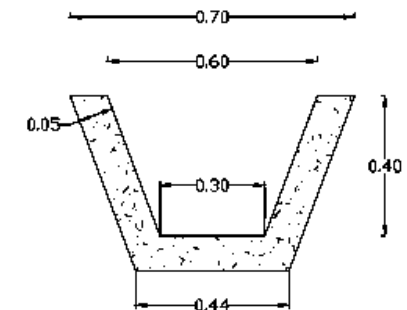


CORTE DE VERTEDOR SIN ESCALA

LOS CANALES DE ESCURRIMIENTO

Es la conducción de agua escorrentía, los cuales se excavan de manera transversal para alimentar a una olla de agua

DETALLE C Seccion del canal para interceptar escurrimientos



11.1.3. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La línea de conducción se conforma con tubería de hierro dúctil de 3" pulgadas de diámetro, conectada desde la hoya de almacenamiento, pasando por una cisterna tipo capuchina superficial de 20 m³. Véase Figura 45.0

Dentro de la obra de toma se localiza la línea de conducción que mide 20 metros hacia la cisterna y tiene la función de regular el ingreso de agua en la cisterna de 20 m³, ya sea abasteciendo o irrumpiendo el paso del agua, evitando desperdiciar agua.

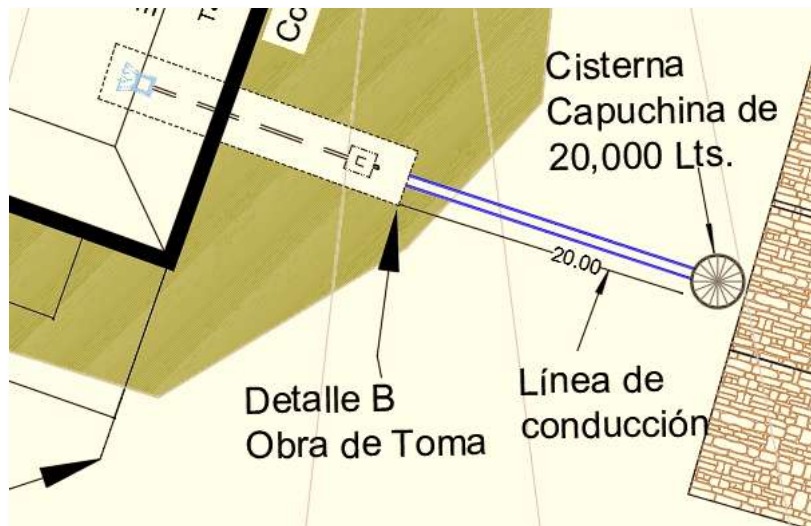


Fig. 45.0. Línea de conducción. Fuente: Propia Silvia pasallo Plancarte

11.1.4 CISTERNA DE 20 M³

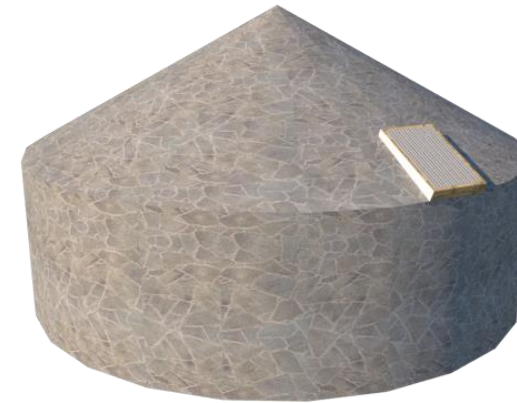


Fig. 46.0. Cisterna tipo capuchina de 20 m³. Fuente: Propia Silvia pasallo Plancarte

Las cisternas son depósitos para almacenar agua de lluvia y conservar la calidad del agua; en particular este almacenamiento se conforma de una cisterna de 20 m³ respectivamente. Véase Fig. 46.0

Estas cisternas consisten en una estructura cilíndrica de tabique colocado tipo capuchino (de canto) reforzada con malla electrosoldada, es la que da la resistencia a la cisterna y el tabique permite la colocación de los aplanados.

11.1.5 CASETA DE VIGILANCIA

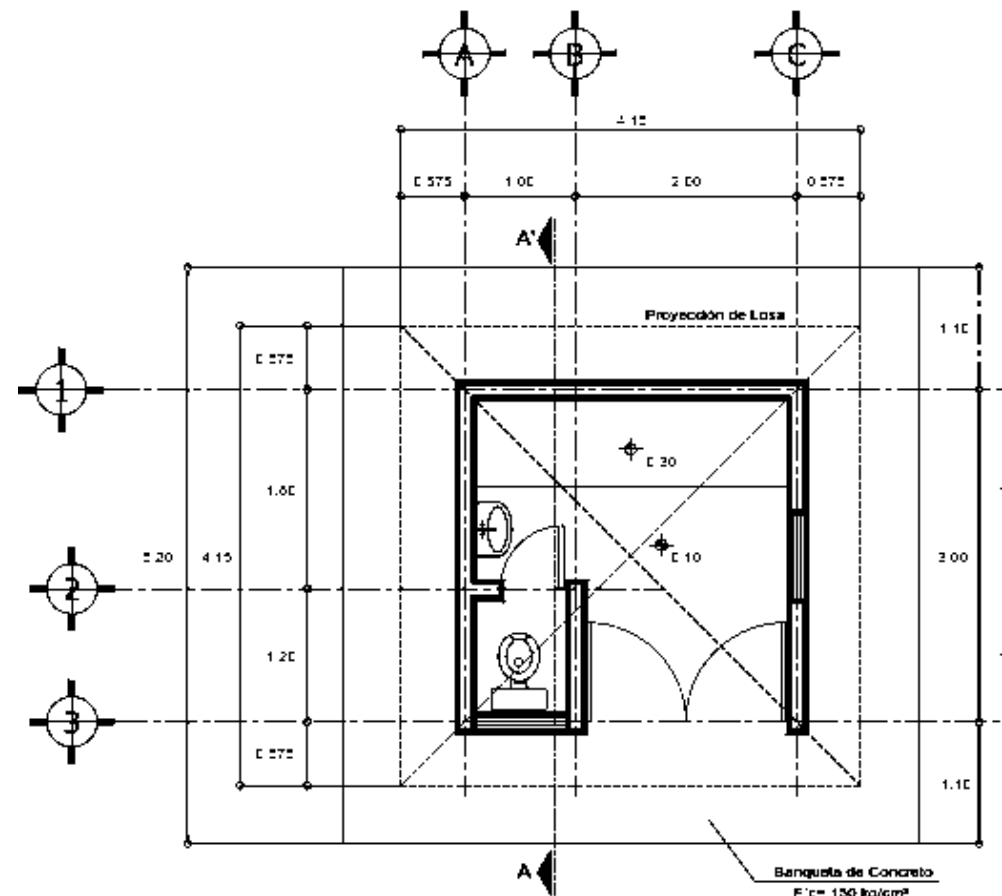
El proyecto consta de una caseta de vigilancia la cual es una construcción ligera, generalmente en forma de cubículo, que se fabrica con la finalidad de albergar y dar protección al personal de seguridad.

En la caseta la comunidad usuaria podrá participar en faenas para la vigilancia de captación, conducción y almacenamiento del agua.



Fig. 47.0. Caseta de vigilancia del proyecto. Fuente: Propia Silvia Pasallo Plancarte

La caseta tiene sanitario para el vigilante y sistema de comunicación con la zona de seguridad de la parte administrativa. Véase Fig. 47.0



11.1.6 SISTEMA DE BOMBEO

El proyecto se abastece de agua a través de la extracción de agua proveniente de la hoya captadora de agua que tiene una profundidad de 5 metros, por lo cual, el agua debe ser bombeada 14 horas diarias, su configuración permite aumentar/reducir la presión, añadiendo o eliminando fases. Elimina complicaciones de cebado etc. Véase fig. 48.0

Se instaló el sistema de drenado con energía solar en la olla que está integrado por la bomba solar, caseta para proteger la bomba, panel solar, mangueras y electro nivel.

- Potencia: 40 W
- Tipo de bomba: Solar
- Funciones: Sumergible
- Caudal máximo de agua: 800 l/h



Fig. 48.0. Bomba Solar sumergible. Fuente: <https://www.unicef.org/es/historias/el-agua-en-peligro>.

11.1.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CAPTADOR

AGUA DE LLUVIA

El sistema inicia en el área de captación y la hoya de almacenamiento localizado en el predio, para que posteriormente mediante una línea de conducción de 3" pulgadas vaya descendiendo en la ladera hasta llegar a una cisterna de 20 m³. Véase fig. 49.0.

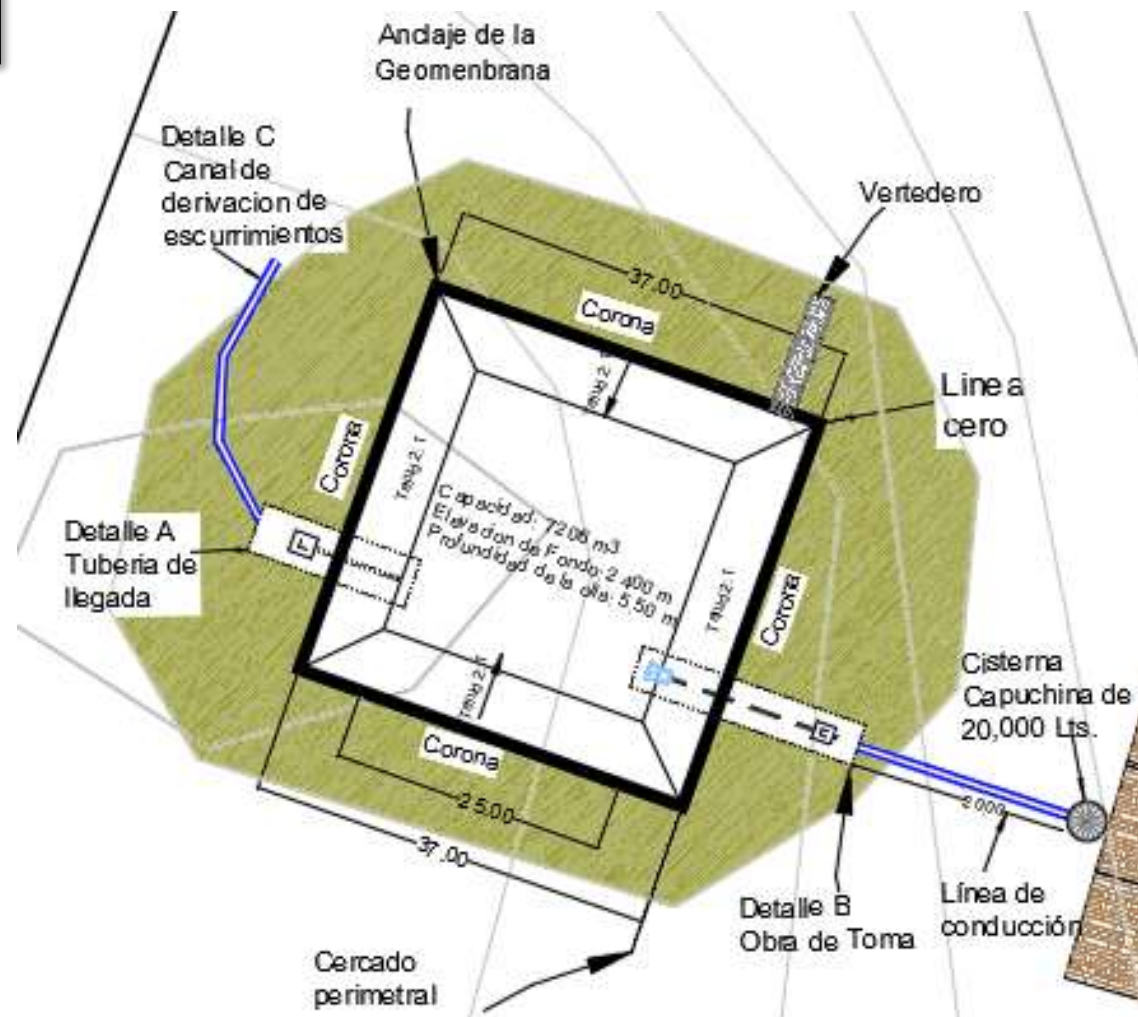


Fig. 49.0. Recorrido del SCALL. Fuente: Propia Silvia pasallo Plancarte

12.0 COSTO

En este apartado se realizará un análisis general que servirá para calcular el costo de cada actividad a desarrollar para completar la construcción del proyecto, ya que comprende una estimación de costos de las diferentes actividades que componen el proceso de construcción.





12.1 COSTOS CISTERNA DE 20M³

El siguiente presupuesto es para la instalación de una cisterna de tipo capuchina 20m³.

Materiales y mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Importe
Malla electro soldada	Rollo	0.72	\$2,254	\$1,623
Cemento bulto	Tonelada	1.35	\$3,499	\$4,724
Tapa cisterna 50 x 50 cm	Pieza	1	\$242	\$242
Varilla 3/8"	Pieza	4	\$104	\$416
Tabique rojo	Pieza	520	\$6	\$3,120
Tubo pvc 4"	Centímetros	80	\$29	\$2,320
Castillo armex 15 x 15 cm	Pieza	0.5	\$176	\$88
Tubo pvc 2"	Centímetros	20	\$17	\$340
Codo pvc 4"	Pieza	5	\$69	\$346
Sonotubo (forma columna)	Pieza	1	\$220	\$220
T pvc 4"	Pieza	1	\$77	\$77
Rafia	Metro	50	\$2	\$110
Niple galvanizado de 1" x 25 cm	Pieza	1	\$46	\$46
Niple galvanizado de 1" x 30 cm	Pieza	1	\$47	\$47
Llave esfera galvanizada 1"	Pieza	1	\$156	\$156
Codo galvanizado de 90° 1" de diámetro	Pieza	1	\$13	\$13
Adaptador pvc 1"	Pieza	1	\$13	\$13
Costales	Pieza	15	\$3	\$49
Alambre recocido	Kilo	5	\$20	\$99
Arena y grava	m ³	6	\$500	\$3,000
Mano de obra	Jornal	38	\$250	\$9,500
			COSTO TOTAL CISTERNA	\$26,549



12.1 PRESUPUESTO DE OBRA

Se muestran los principales conceptos de trabajo para la construcción del proyecto “Sistema captador de agua de lluvia”.

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	IMPORTE
PRELIMINARES					
1	Limpieza y desentraque a mano de terreno con maleza de densidad media de 1 mts de altura, incluye retiro del material hasta 20 mts de distancia.	m²	3,000	\$8.00	24,000
2	Trazo y nivelación topográfica del terreno. Estableciendo ejes de referencia.	m²	296	\$3.00	888
TOTAL DE PRELIMINARES = \$ 24,888					
TRABAJO EN VASO Y CORTINA					
3	Excavación para la conformación del vaso de almacenamiento, incluye el movimiento de la tierra aguas abajo del vaso para conformar la cortina.	m³	10,767.98	\$54.00	581,454.72
4	Formación y compactación de terraplén. Incluye tendido y compactado al 85% de la prueba Proctor estándar con material producto de la excavación.	m²	1,300	\$107	139,100
5	Afine de talud y corona. Incluye herramienta, maquinaria a, mano de obra y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m²	2,862	\$25.00	71,550
TOTAL DE TRABAJO EN VASO Y CORTINA = \$ 792,104.72					
TRABAJO DEL VERTEDOR					
6	Excavación para cimentación. Incluye herramienta, mano de obra, acarreo libre a 50 m fuera de la obra y todo lo necesario para su ejecución.	m³	17.4	\$60.00	1044
7	Mampostería de piedra juntado con mortero cemento-arena 1:3, para la conformación del vertedor y su canal de excedencias. Incluye la selección de la piedra, su carga y acarreo y descarga en 1er. km, el cemento arena y agua puestos en el sitio de su colocación.	m²	9.6	\$905.00	8688
TOTAL DE TRABAJO DEL VERTEDOR = \$ 9,732					
OBRA CIVIL					
8	Excavación a mano para anclaje de geomembrana; incluye mano de obra y herramienta	m³	15	\$180.00	2,700

9	Suministro y colocación de obra de toma a base de tubo Pead de 3" RD-13.5 incluye; terratación, arena de obra, bustram ento y equipo.	ml	20	\$223.00	4,460
10	Bomba Solar Sumergible 1 Hp 1 1/2 con paneles solares	tpzo	1	15,912	15,912
11	Suministro y colocación de válvulas de accionamiento de compuerta de 4" y 2" incluye; dilatación, tornillos, empacuras, contrabridas, mano de obra, herramienta y equipo.	Pza	2	\$2,160.00	4,320
12	Caja de válvulas de 90x90x120 cm (largo x ancho x profundo) a base de tabique de 10x14x28 cm; incluye: tapa metálica de 120x120 cm pintura a dos manos, mano de obra, herramientas y materiales de consumo.	Pze	2	\$3,300.00	6,600
13	Suministro e instalación de geomembrana de polietileno de alta densidad de 1.00 mm de espesor; incluye mano de obra especializada, herramienta y materiales de consumo.	m²	1,444	\$120.00	173,280
14	Suministro y colocación de malla ciclónica de 1.50 m de altura; incluye: puas, alambre galvanizado C-12.5, mano de obra, herramienta y materiales de consumo.	ml	148	\$150.00	22,200
15	Suministro y colocación de poste galvanizado de 1 7/8" de 1.80 m de longitud x 3.0 m, cepas de 0.50x.40m (diámetro x profundidad), ancladas con concreto simple F'c = 150 kg/cm²; incluye: topón galvanizado de 2 3/8" en tubo standar, mano de obra, herramientas y materiales de consumo.	Pze	1	\$180.00	180
16	Banqueta de 8 cm. De espesor con concreto F'c = 100 kg/cm², acabado escobillado, anclaje, limpieza, afine, conformación, compactación de la superficie a mano y herramientas.	m²	43	\$150.00	6,450

17	Suministro e instalación de puerta de acceso a base de Ptr galvanizado; incluye mano de obra, herramienta y materiales de consumo.	Pza	1	\$630.00	630
TOTAL DE OBRA CIVIL : \$ 236,732					
CASETA DE VIGILANCIA					
18	Limpieza y desentraque a mano de terreno con maleza de densidad media de 1 mts de altura, incluye retiro del material hasta 20 mts de distancia.	m²	22	\$8.00	176
19	Trazo y nivelación topográfica del terreno. Estableciendo ejes de referencia.	m²	22	\$3.00	66
20	Excavación en material común	m³	6.50	\$54.00	351.00
21	Base de concreto F'c= 100 kg/cm², acabado escobillado, incluye; limpieza, afine, conformación, compactación de la superficie a mano y herramientas.	m²	22	\$150	3,300
22	Refuerzo de acero fy=4200 kg/cm²	kg	180	\$23.03	4,145.40
23	Muro de block macizo 12x20x40 cm., acabado común asentado con mortero cemento-arena proporción 1:3. Incluye suministro de materiales, cortes y desperdicios, ajustes, acarreo, andamios, mano de obra, herramienta, equipo, limpieza y todo lo necesario para su correcta ejecución.	m²	12.48	\$115	1435.2
TOTAL DE CASETA DE VIGILANCIA : \$ 9,473.6					
CISTERNA DE 20m³					
24	Cistema tipo capuchina 20 m³	m³	20		26,549
TOTAL DE CISTERNA: \$ 26,549					
TOTAL DE LA OBRA = \$1,099,479.32					

13.0 MANTENIMIENTO

La limpieza tanto del área de captación y de la hoya de almacenamiento, representa un importante proceso para que el agua mantenga una buena calidad. Además de ello, el mantenimiento de estas permite aumentar la vida útil de la geomembrana que las recubre.



Para iniciar la limpieza interior de la geomembrana: se retira todo el sedimento que se encuentre dentro de la hoya, Posteriormente se procede a lavar, extraer y secar la geomembrana de fondo. Esta actividad se realiza con la ayuda de escobas, trapeadores, esponjas de poliuretano y cubetas.

Limpieza de andadores: Esta actividad tiene la finalidad de lavar los pasillos de toda el área de captación y hoya de almacenamiento, a través del retiro de toda la vegetación, basura, polvo y cualquier otro agente que pudiese dañar a futuro la geomembrana.



Área de captación: Para el lavado de la geomembrana se talla con escobas por todo el largo y ancho de ésta con agua, posteriormente al tallado se enjuaga con agua limpia por medio de cubetas. Al concluir el lavado se secan los

restos de agua utilizando franelas y trapeadores limpios con la finalidad de evitar que el agua sucia escurra hacia la hoya.

Adicionalmente se revisa el estado físico de la malla ciclónica: Esta malla perimetral debe estar libre de vegetación, estar tensa y cerrada completamente, de no ser así se deshierba y fija nuevamente al piso y/o a sus postes.

Canal de derivación de escurrimiento y el vertedor: su mantenimiento consiste en retirar los sólidos atrapados en el canal y en el vertedor; con el objetivo de evitar el ingreso de sólidos a la hoya de almacenamiento.



Línea de conducción: El mantenimiento de la línea consiste en verificar el funcionamiento de las válvulas, fugas, limpieza por donde pasa la línea etc.

Cisterna de 20 m³: su mantenimiento de la cisterna debe realizarse al menos una vez al año o cuando sea necesario y consiste en:

- Limpieza interior (retiro de sólidos sedimentados y lavado de paredes interiores).
- Retiro de la basura acumulada en la losa de la cisterna.
- Reparación de grietas y fisuras (interior y exterior del muro).
- Retoque de pintura exterior.



14.0 CONCLUSIONES

La captación y aprovechamiento de agua de lluvia se presenta como una alternativa en aquellas localidades o sitios donde el acceso al agua por medios convencionales no es suficiente o el adecuado. El captar el agua de lluvia en sitios con precipitación alta o media, es un medio de obtención de agua para uso humano y/o agrícola. Un punto en particular a perseguir con estos sistemas es el minimizar los costos de operación y mantenimiento.

Una de las principales razones de la instalación de hoyas de captación de agua de lluvia, es el almacenamiento del recurso agua. Dicho almacenamiento debe ser suficiente para evitar problemas de abastecimiento o escasez de agua en ciertos periodos.

Las ollas de agua se han construido en México con la finalidad de aprovechar los recursos hídricos disponibles y satisfacer las necesidades de agua. Estas obras son importantes para impulsar la producción ya que permiten captar, almacenar y distribuir los escurrimientos superficiales de manera controlada.

Son instrumentos que consisten en captar y almacenar el agua de lluvia y han representado una solución a la crisis del agua en el campo, la gran ventaja es que se pueden construir prácticamente en cualquier lugar, están hechas con

geomembrana de PVC una tela plástica que se adapta a la tierra, estas ollas se pueden construir de cualquier tamaño todo depende de la necesidad de agua que se tenga, así como del espacio con el que se cuente.

Sus beneficios son muy diversos como:

- Mejora la Calidad de vida de las personas y su entorno ecológico.
- Bajo costo de construcción y operación en comparación con otros métodos.
- Incremento en la eficiencia del uso de agua de lluvia.
- Mejora el equilibrio hidrológico.
- Se pueden utilizar diferentes materiales para su elaboración, que se adapten a las características y condiciones específicas de cada proyecto.
- El agua almacenada en la hoya de agua puede ser distribuida por gravedad y de manera controlada. Esto evita el requerimiento de energía adicional para su operación.
- Puede ser complementada con un sistema adicional de captación (tuberías) que incremente el volumen de agua captada, cuando no sea suficiente la que se capte directamente de lluvia.
- El porcentaje de beneficio para la comunidad sería un 50%.



11.1. BIBLIOGRAFÍA

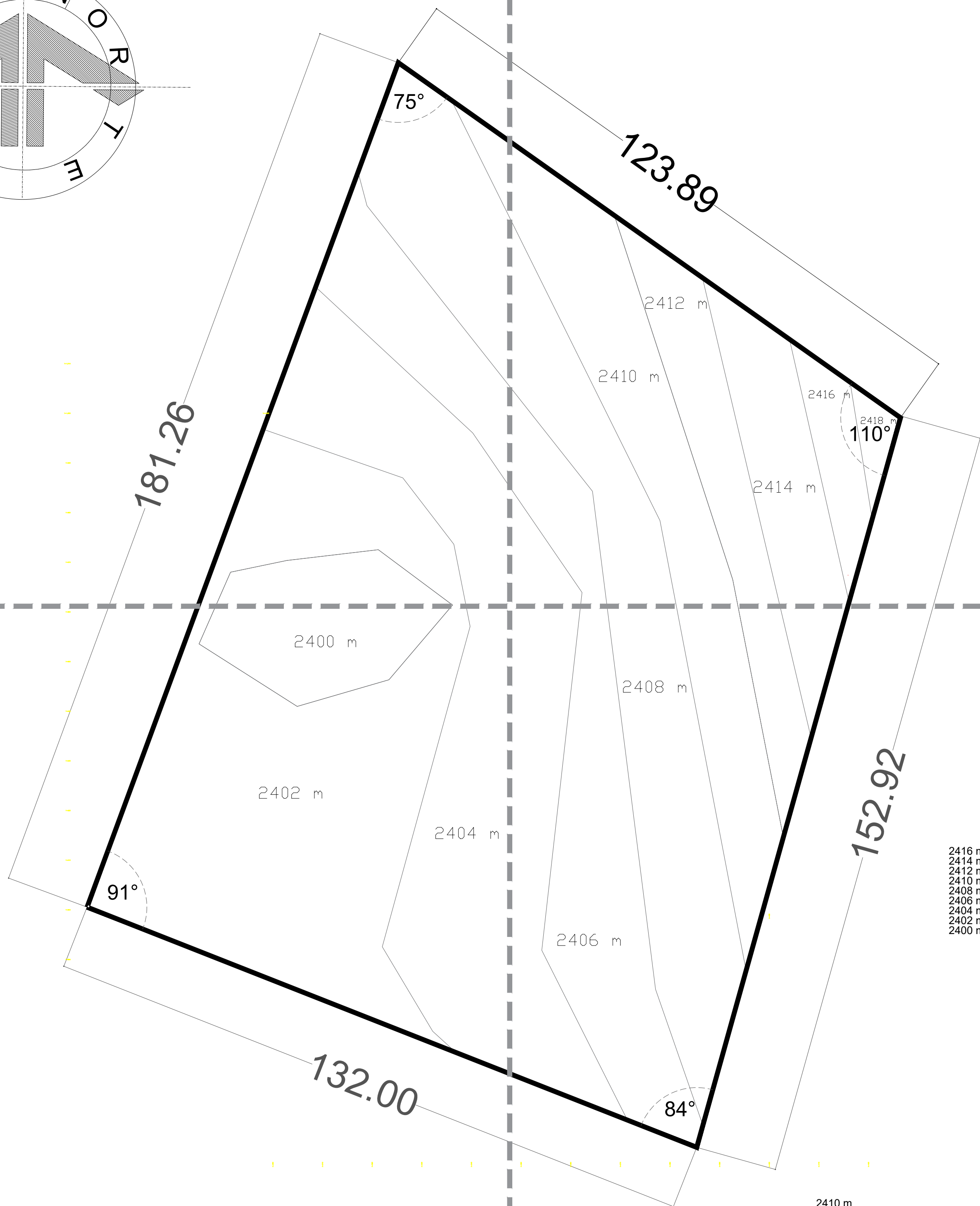
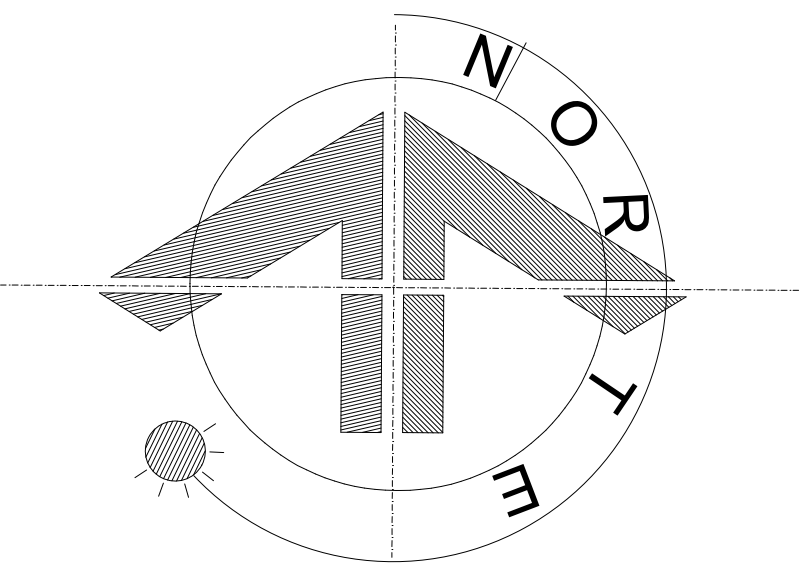
- Anaya G. M., Salazar C. J. J., Tunaroza M. V., TreJo M. J. 1998. Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en América Latina y el Caribe, ICCA, México.
- Arroyo-Zambrano, T. (2013). Colecta de agua pluvial como medida para el aprovechamiento sustentable de la energía y reducción de emisiones de CO₂ análisis económico y ambiental. Tesis de especialidad. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arroyo-Zambrano, T., Masera, O., Fuentes-Gutiérrez, A. (2016). Reporte de adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia.
- Arroyo-Zambrano, T. (2013). Economic and carbon management benefit of rainwater harvesting in Mexico. Posgraduate dissertation. University of Glasgow. Glasgow.
- Arroyo-Zambrano, T. (2010). Colecta de agua de lluvia como medida para el aprovechamiento sostenible de la energía. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia.
- Caballero, T. (2006). Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento. Primera edición. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Carrazón. A. G. 2007. Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego. FAO programa especial para la seguridad alimentaria Centroamérica, Col. Rubén Daría, Calle Venecia No. 2216, Tegucigalpa Honduras. Consultado en línea el 14 de septiembre 7. SAGARPA, 2012a. Obras de excedencias. Consultado en Línea el 21 de agosto 2017. <http://www.fao.org/3/a-at787s.pdf> Agua del Cielo. Manual para la construcción de cisternas.
- CONAGUA (2016). Lineamientos técnicos: Sistema de captación de agua de lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda.
- FAO, 2013. Captación y almacenamiento de agua de lluvia opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. E-ISBN 978-92-5-307581-2 {PDF}, en línea. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/captacion_agua_delluvia.pdf.
- Instituto Internacional de Recursos Renovables e Isla Urbana. Manual de uso y mantenimiento de un sistema residencial.
- SAGARPA, 2009. Catálogo de obras y prácticas de conservación de suelo y agua, SAGARPA-COLPOS. Consultado en Línea el 31 de



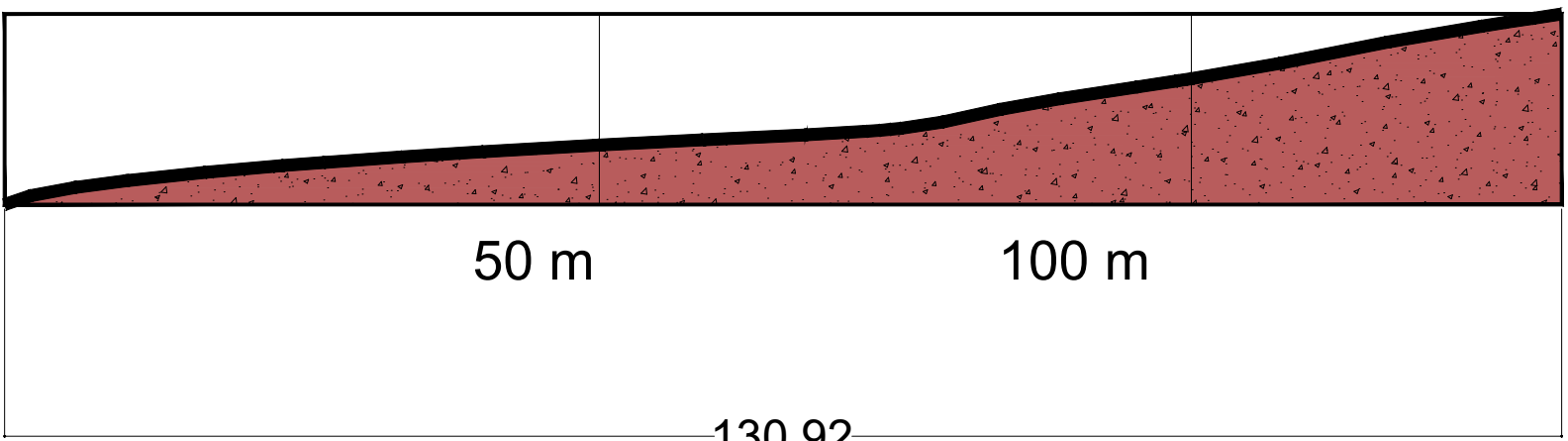
- agosto2017.<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/CATALOGO%20DE%2008RASb2%20%29.pdf>
- SAGARPA, 2012b. Hidrología aplicada a las de 2017. pequeñas obras hidráulicas. Consultado en Línea el 9 de septiembre de 2017. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAA/FICHA%20TECNICA OBRAS%20DE%20EXCEDENCIAS.pdf>
 - SAGARPA, 2012b. Hidrología aplicada a las pequeñas obras hidráulicas. Consultado en Línea el 9 de septiembre de 2017. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO HIDROLOG%3%20DA.pdf>
 - SAGARPA, 2012c. Topografía aplicada a obras Coussa. Consultado en línea el 13 de septiembre de 2017. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO TOPOGRAF%3%20DA.pdf>
 - Salinas, A. (2015). Impactos ambiental, social y económico de la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua lluvia. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia.
 - Ortiz-Moreno, J., Arroyo-Zambrano, T. Fuentes-Gutiérrez, A. (2011). Análisis de la viabilidad de la incorporación de sistemas de captación de agua pluvial en los desarrollos inmobiliarios bajo el programa de hipoteca verde de INFONAVIT.
 - Ortiz-Moreno, J. (2014). The Role of Social Entrepreneurship in Fostering Environmental Justice for the Peri-Urban Interface. Posgraduate dissertation. University College London. London.
 - PUMAGUA e Isla Urbana (2016). Informe final de actividades. Análisis de la calidad del agua en sistemas de captación de agua de lluvia.
 - Tierra Amor (2006). Apuntes del curso de manejo sustentable de agua.
 - UNATSABAR (2001). Guía de diseño para captación de agua de lluvia. Perú.



PROYECTO EJECUTIVO

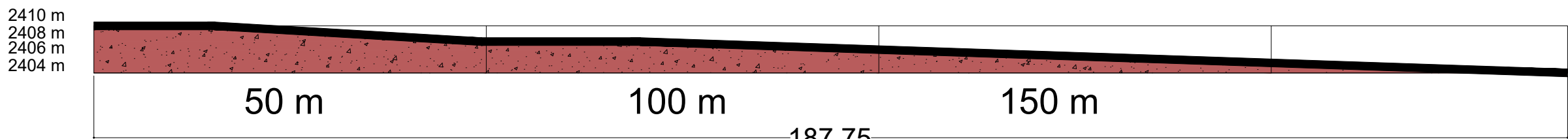


CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	902.8578	1,549.4753
1	2	N 54°44'13.08" W	123.886	2	974.3811	1,448.3209
2	3	S 20°14'32.39" W	181.257	3	804.3186	1,385.6074
3	4	S 68°29'36.51" E	132.000	4	755.9264	1,508.4170
4	1	N 15°36'44.69" E	152.560	1	902.8578	1,549.4753
SUPERFICIE = 20,859.763 m2						



PERFIL DE ELEVACIÓN SECCIÓN A-A'

ESCALA: 1/ 200

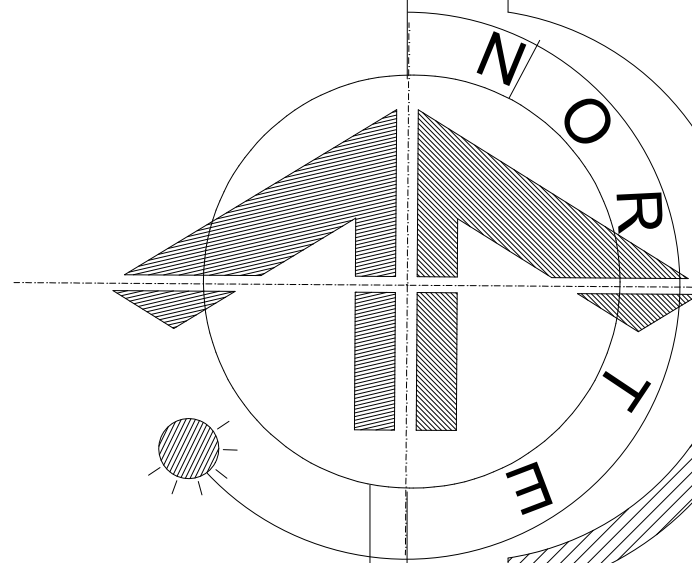


PERFIL DE ELEVACIÓN SECCIÓN B-B'

ESCALA: 1/ 200

UBICACION

ESCALA: 1/ 200



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

PLANO TOPOGRÁFICO

PROYECTO
Hoya captadora de agua

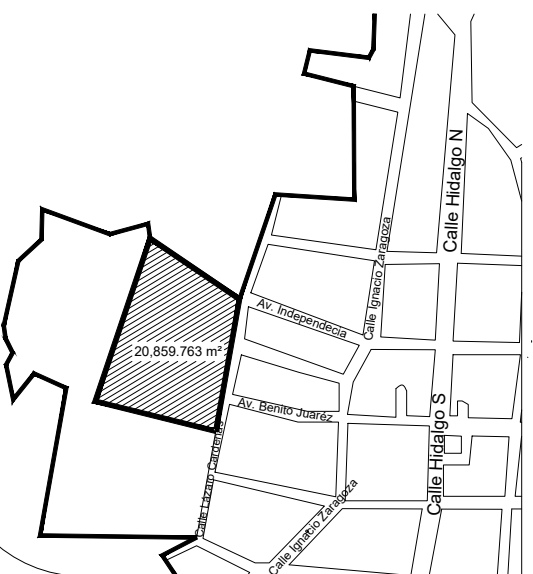
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA: 1988 HAB.
DOTACION: 50 LTRS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL: 7,206 m3
GASTO MAXIMO DIARIO: 3,000 m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO: 36,500 m3
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION: 3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO: 45 DIAS
TERRAPLEN: 5,688 m3
DESPLAZAMIENTO: 3,000 m3
GRAVEDAD: 9.81 m/s2
SISTEMA: ULLA

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

14/06/2022

ESCALA:

ESCALA: 1/ 200

COTAS:

METROS

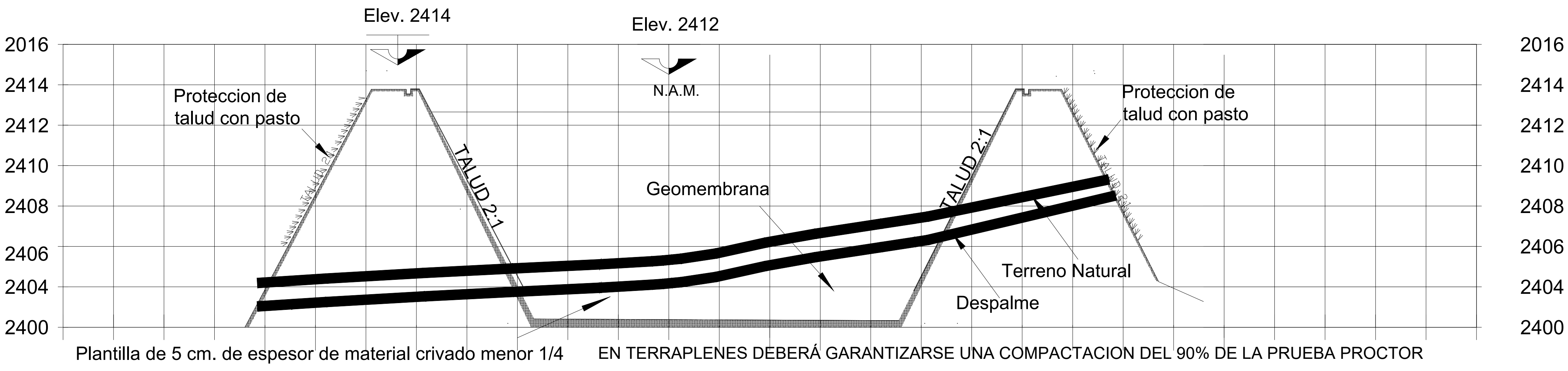
TOP-01

N. LÁMINA

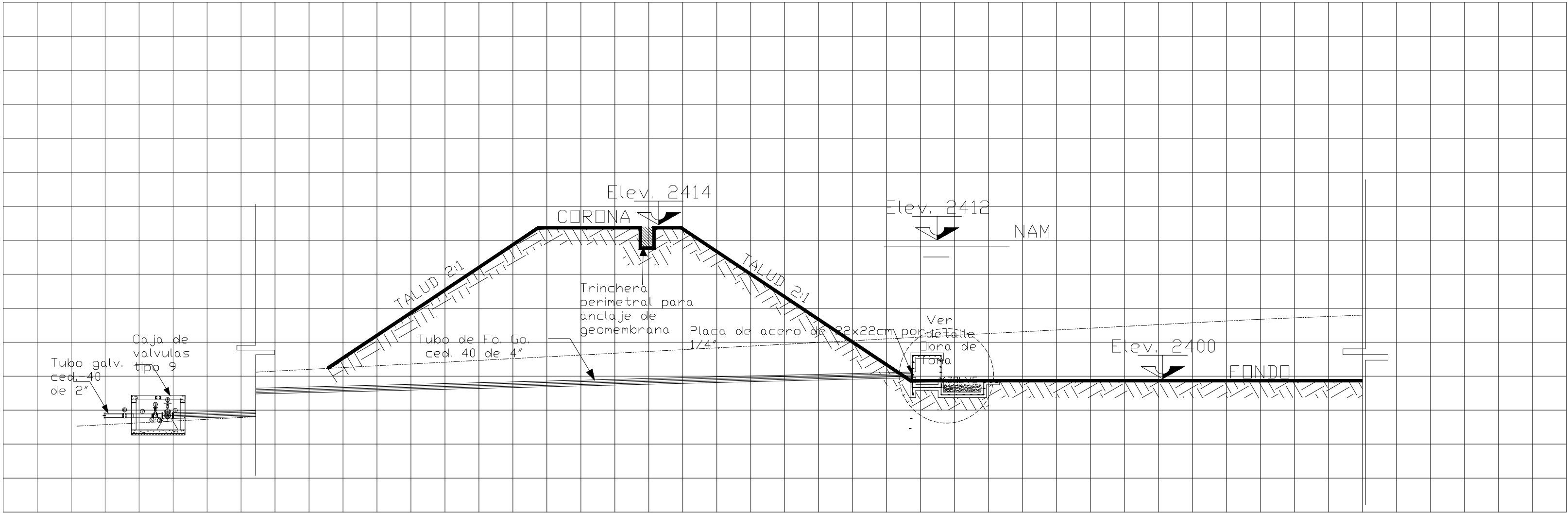
ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X

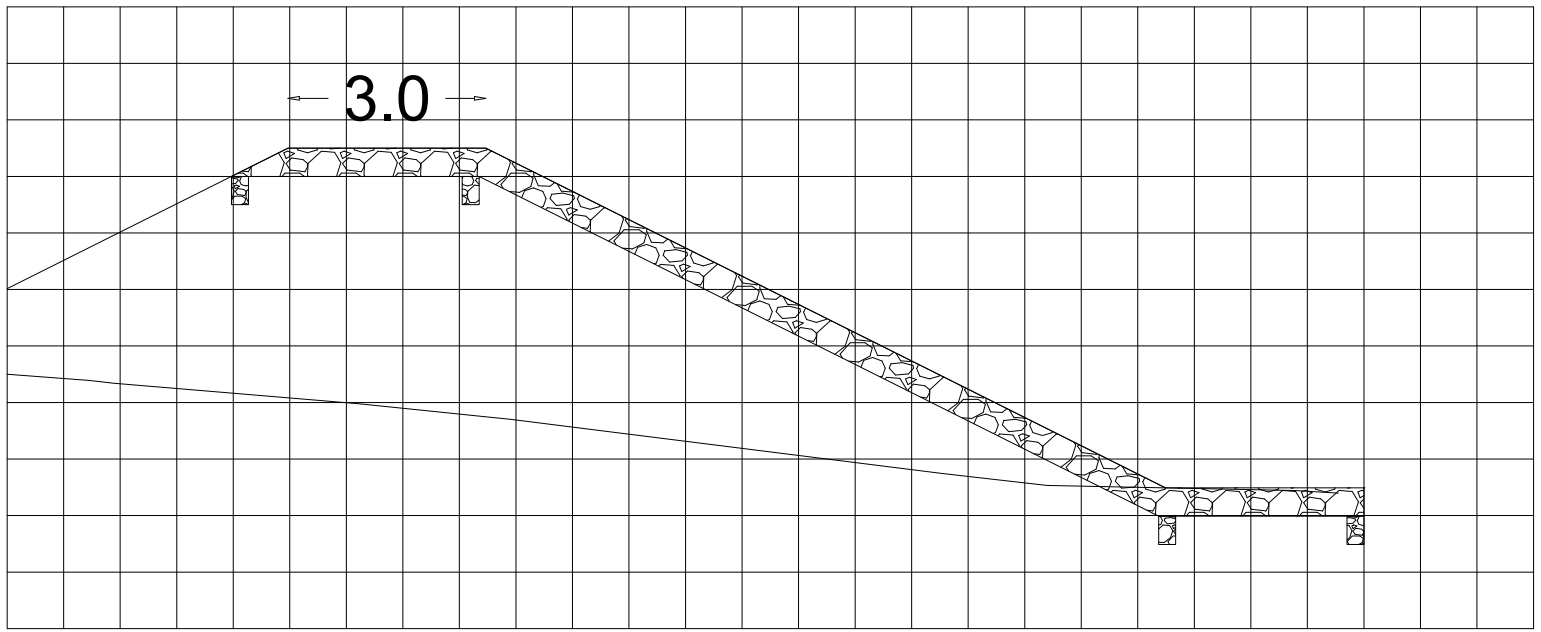
PERFIL DE ELEVACIÓN SECCIÓN A-A'



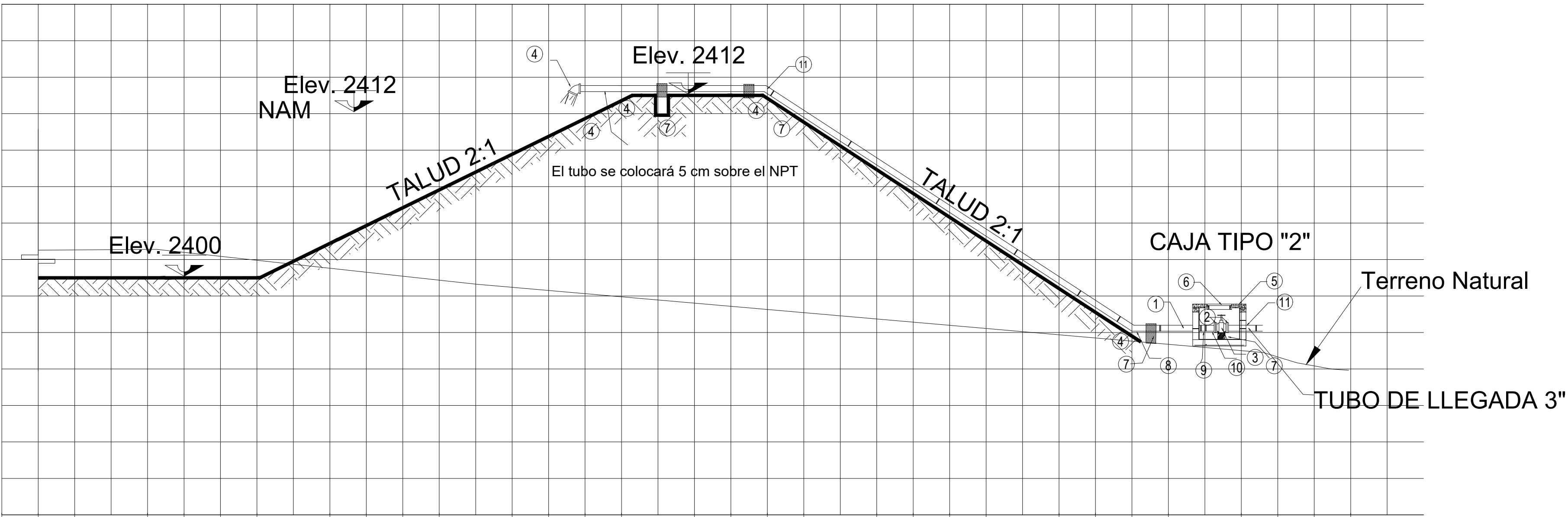
OBRA DE TOMA



VERTEDOR DE DEMASÍAS EN ALZADO SIN ESCALA



TUBERIA DE LLEGADA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

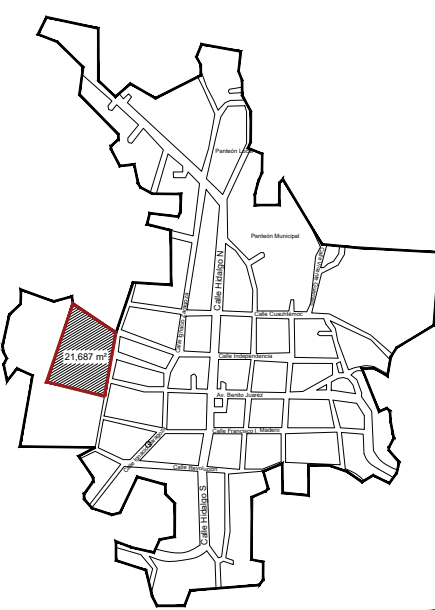
PLANO DE SECCIONES

PROYECTO
Hoya captadora de agua

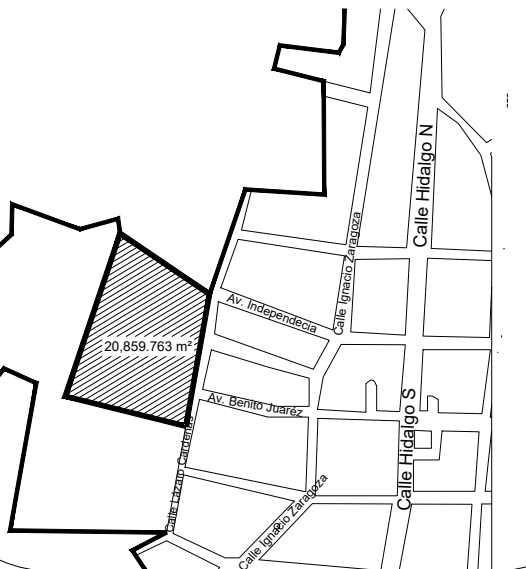
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	1988 HAB.
DOTACION	50 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	7,206 m ³
GASTO MAXIMO DIARIO	3,000 m ³
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	36,600 m ³
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACIÓN	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	5,688 m ³
DESPALME	3,000 m ³
ALMACENAMIENTO	GRAVEDAD
SISTEMA	OLLA

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:
DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN
06/11

F. ENTREGA
14/06/2022

ESCALA:
COMO SE INDIQUE

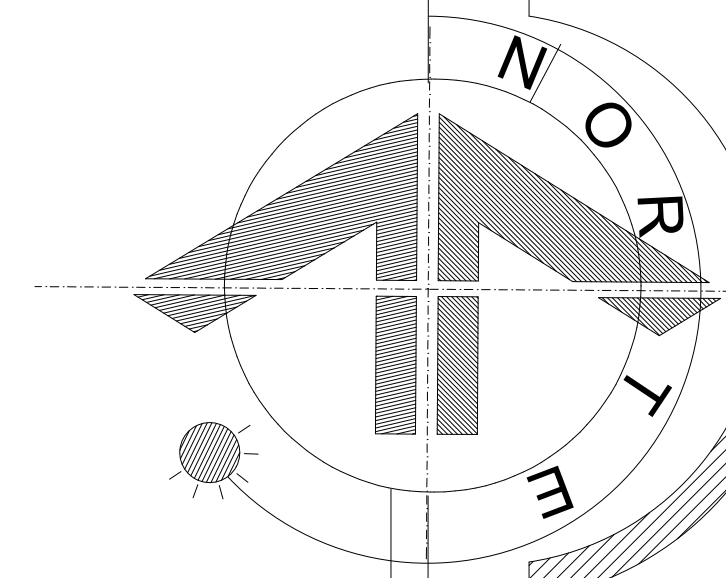
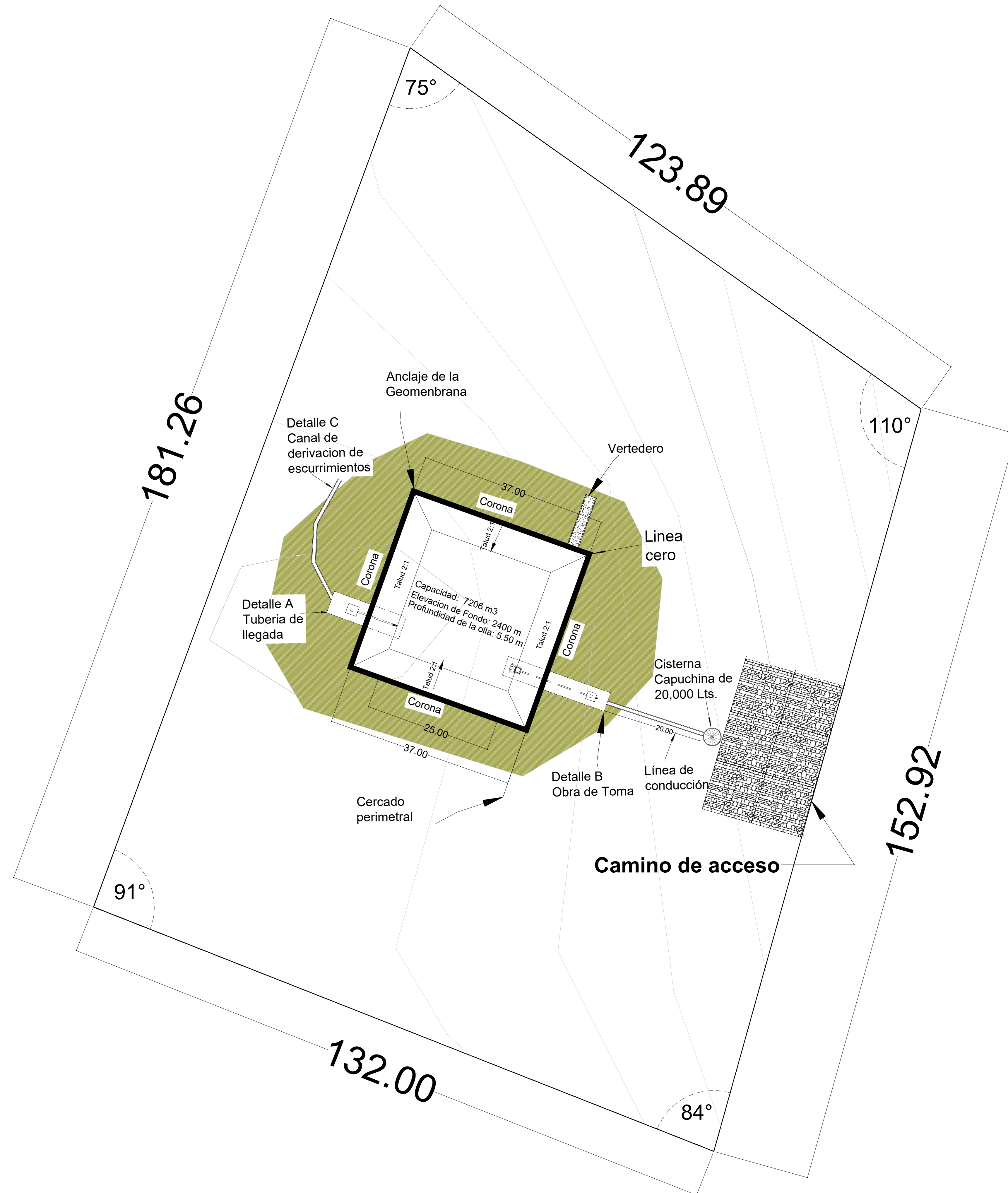
COTAS:
METROS

SECC-01

N. LÁMINA

ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

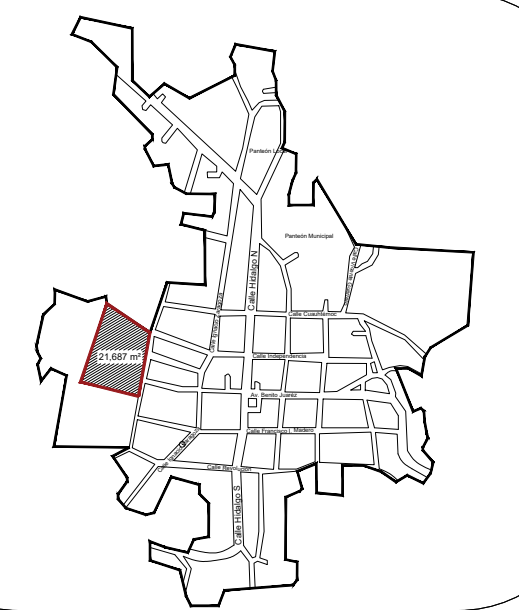
Facultad de Arquitectura

PROYECTO
Hoya captadora de agua

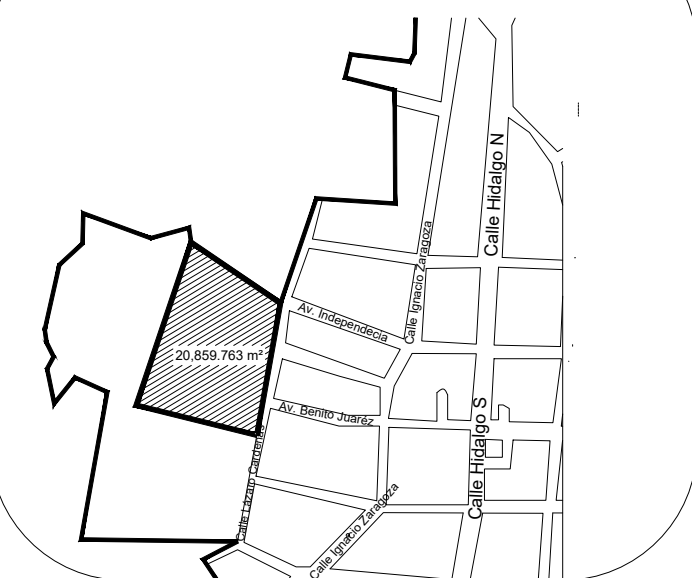
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	1988 HAB.
DOTACION	50 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	1,200 m3
GASTO MAXIMO DIARIO	3,000 m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	36,500 m3
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	1,300 m3
DESPALME	3,000 m3
ALMACENAMIENTO	GRAVEDAD
SISTEMA	OLLA

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

14/06/2022

ESCALA:

COTAS:

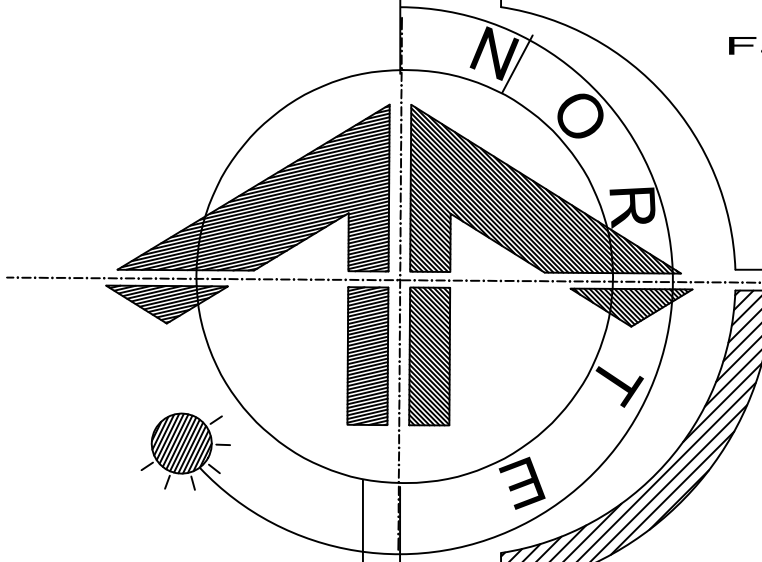
METROS

ARQ-01

N. LÁMINA

ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X



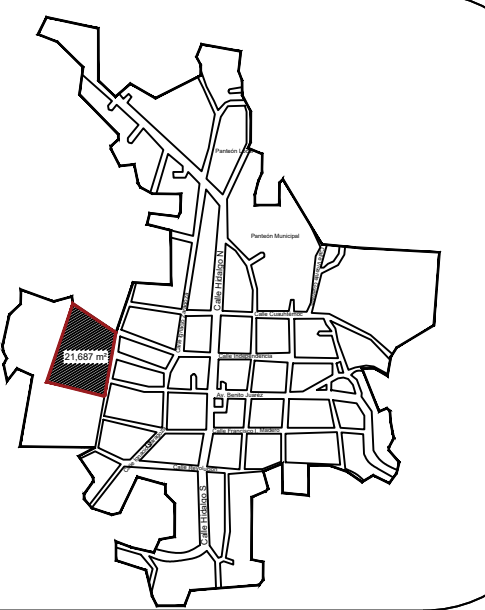
PROYECTO
Hoya captadora de agua

-Muros de Block Macizo de 10x20x40 cm.
-Recubrimientos en Muros de Block a Base de Mortero Cemento-Arena, Prop. 1 : 4 (Interior y Exterior).
CUBRILLO:
- La Cimbra Debera Construírse De Tal Manera De Satisfacer Seguridad, Calidad Y Forma a la Estructura.
- Se Dejará una Ventana en la Cimbra con la Finalidad de Limpiarla Antes de Colar.
- La Cimbra Debera Mantenerse Humeda Antes de Colar el Concreto.

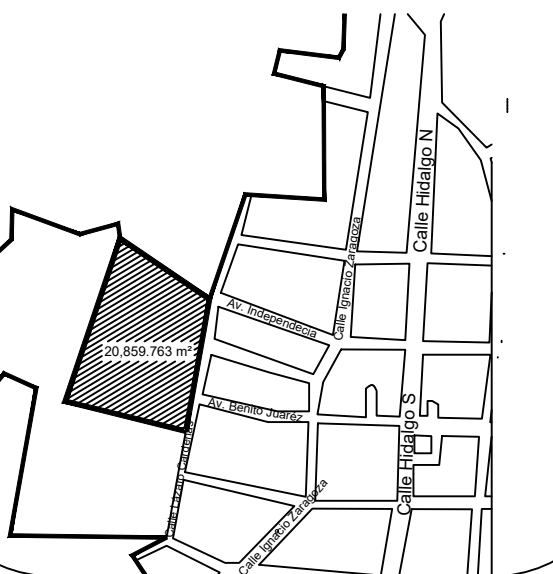
CONCRETO :
-F'c = 100 kg/cm². Se Utilizará en Plantillas.
-F'c = 200 kg/cm². Se Utilizará en Losas (Cimentación y Superior),Castillos y Cadenas.
-F'c = 150 kg/cm². Se Utilizará en Banqueta.
-El Revoque Máximo será de 12 cm.
-Usar Revolvedores en todos los Colados.

ACERO :
-Fy = 6000 kg/cm². (30x12 cm.) en Contratabe de Cimentación.
-Fy = 6000 kg/cm². (20x12 cm.) en Cadenas de Cerramientos.
-Fy = 6000 kg/cm². (66-4/4) en Losas (Cimentación y Superior).
-Los Tiradillos son:

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

15/08/2022

ESCALA:

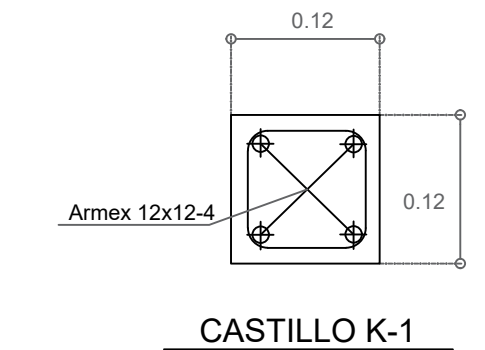
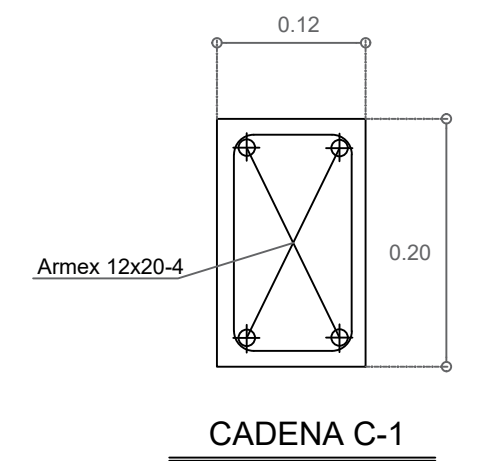
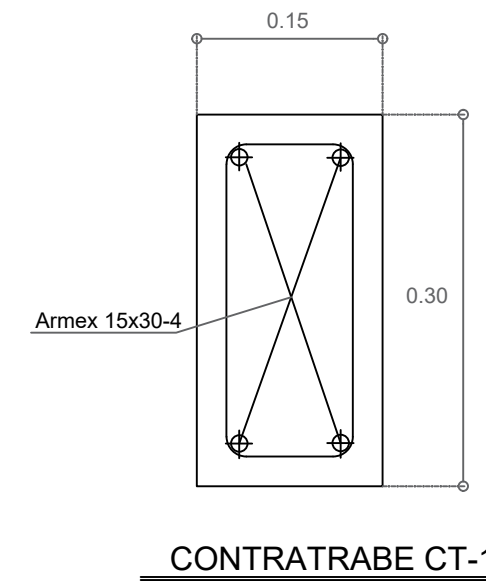
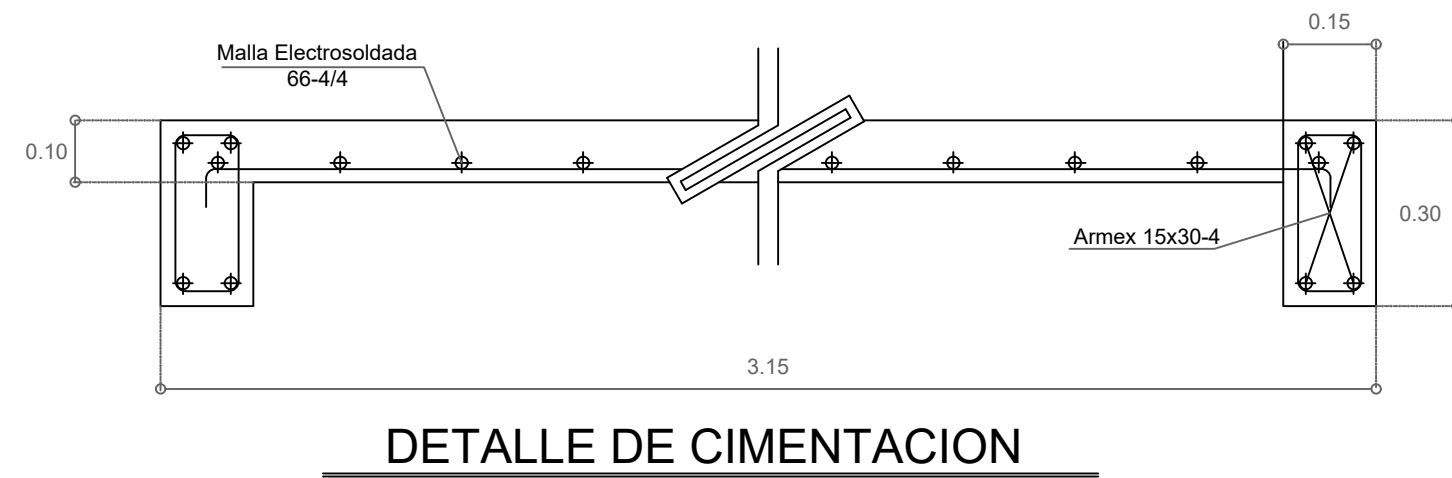
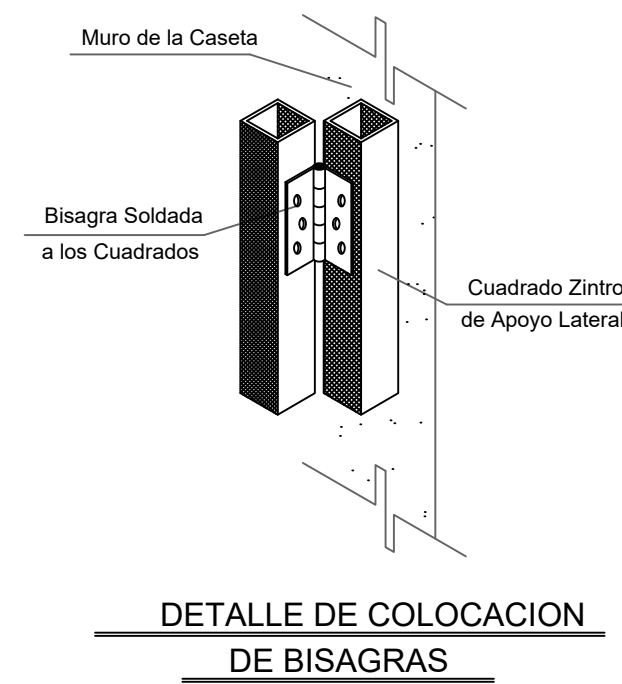
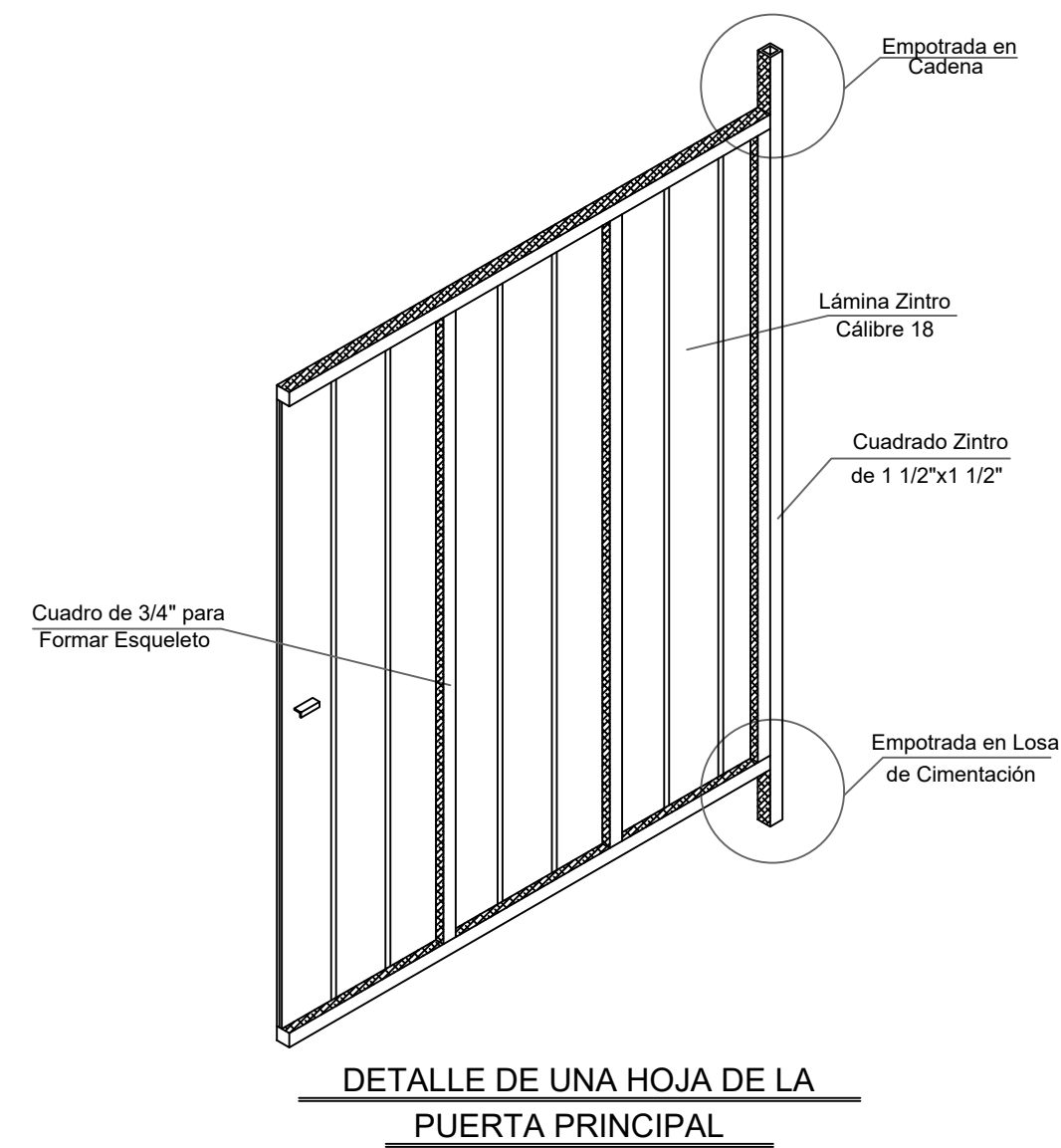
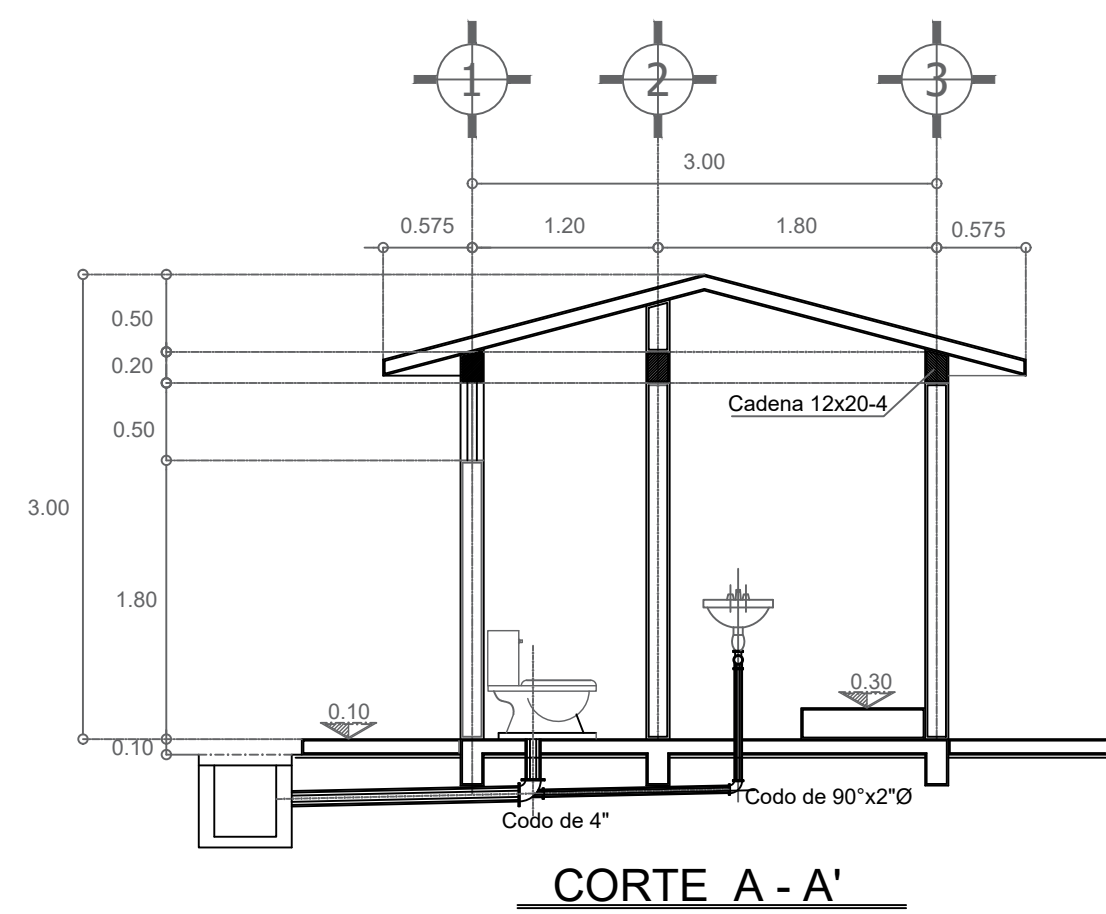
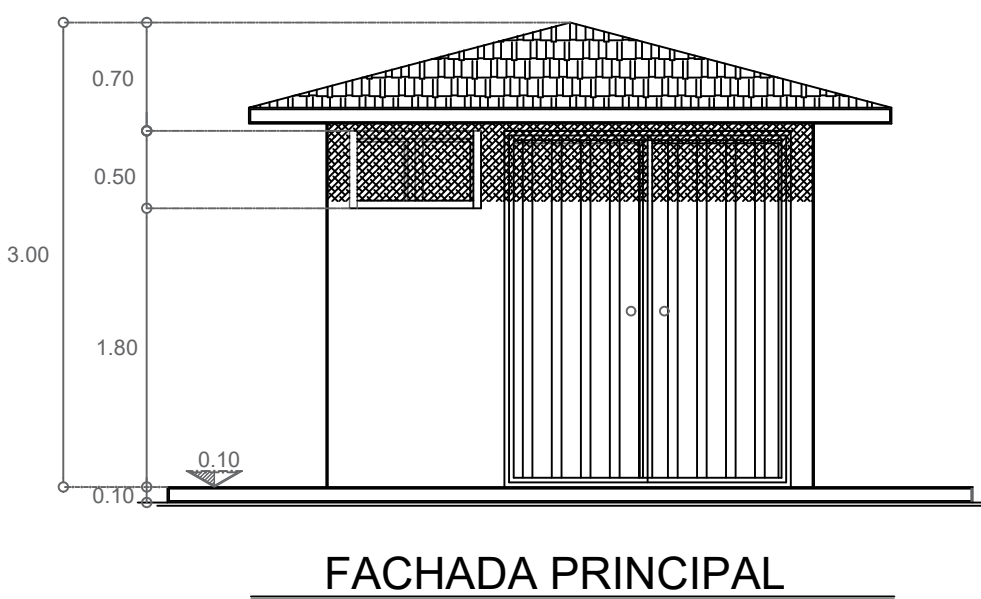
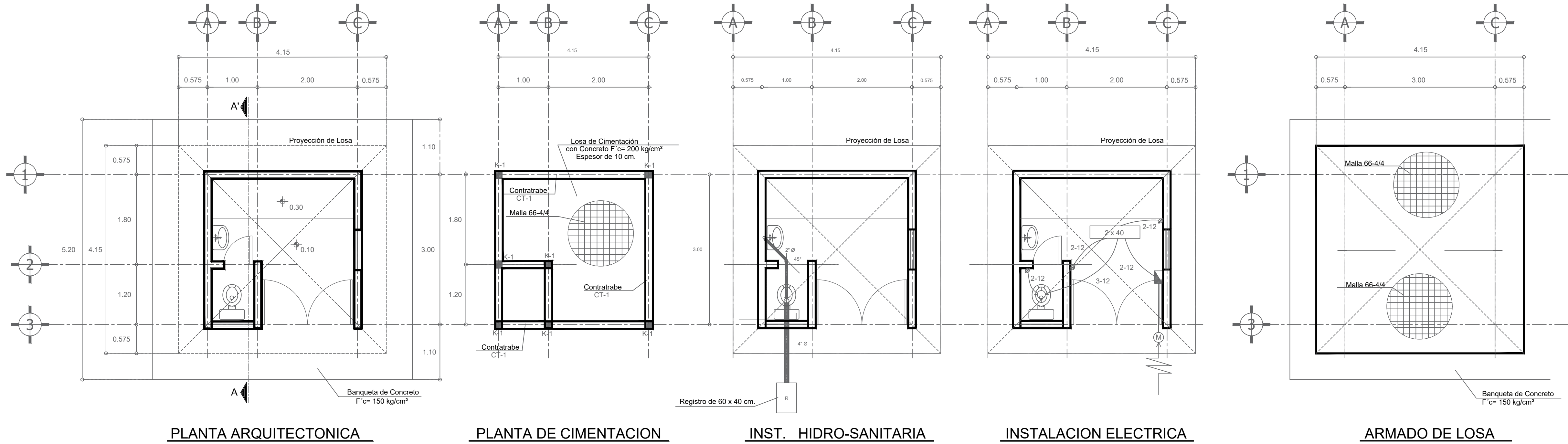
1:40

COTAS:

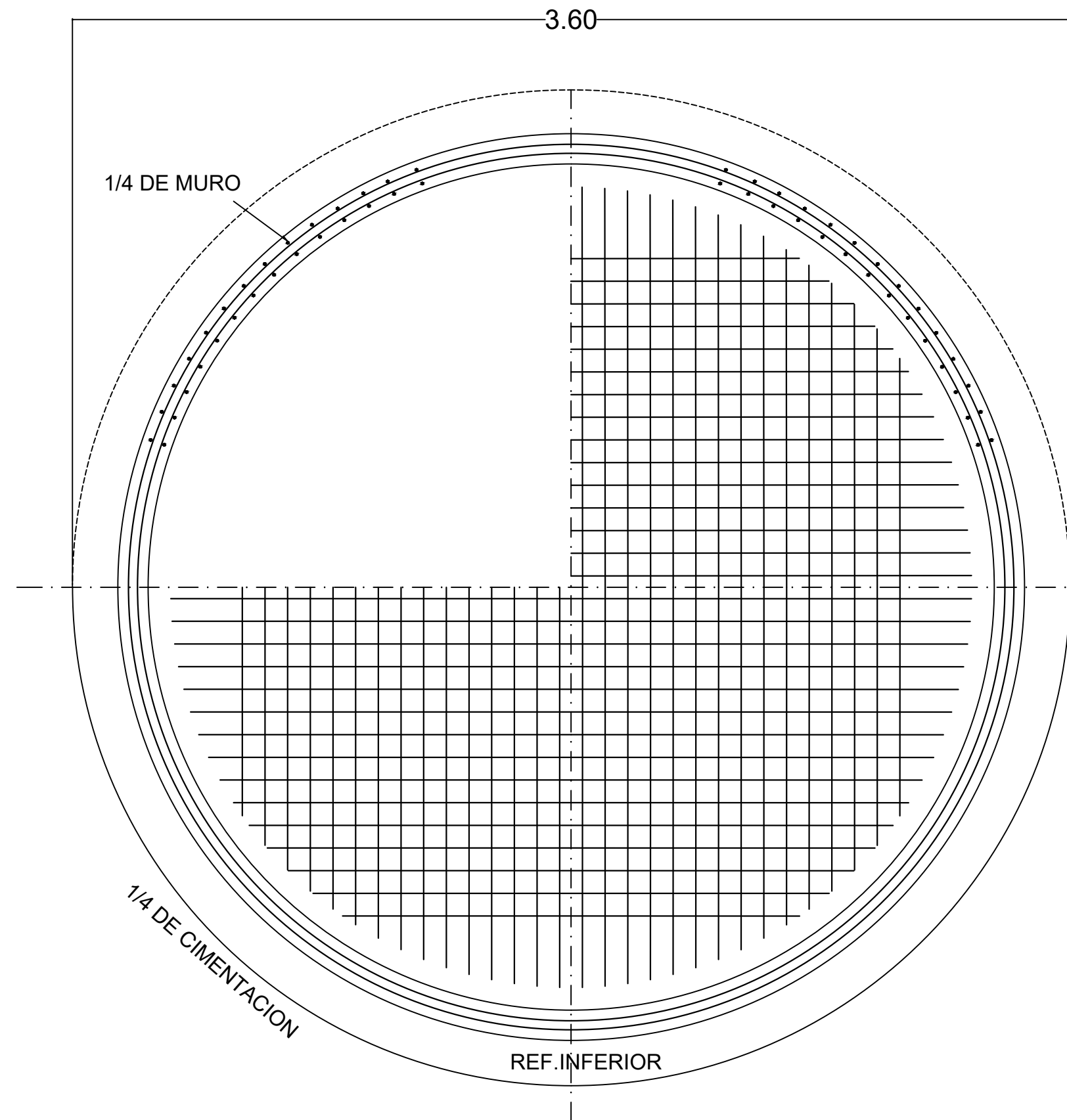
METROS

ARQ-02

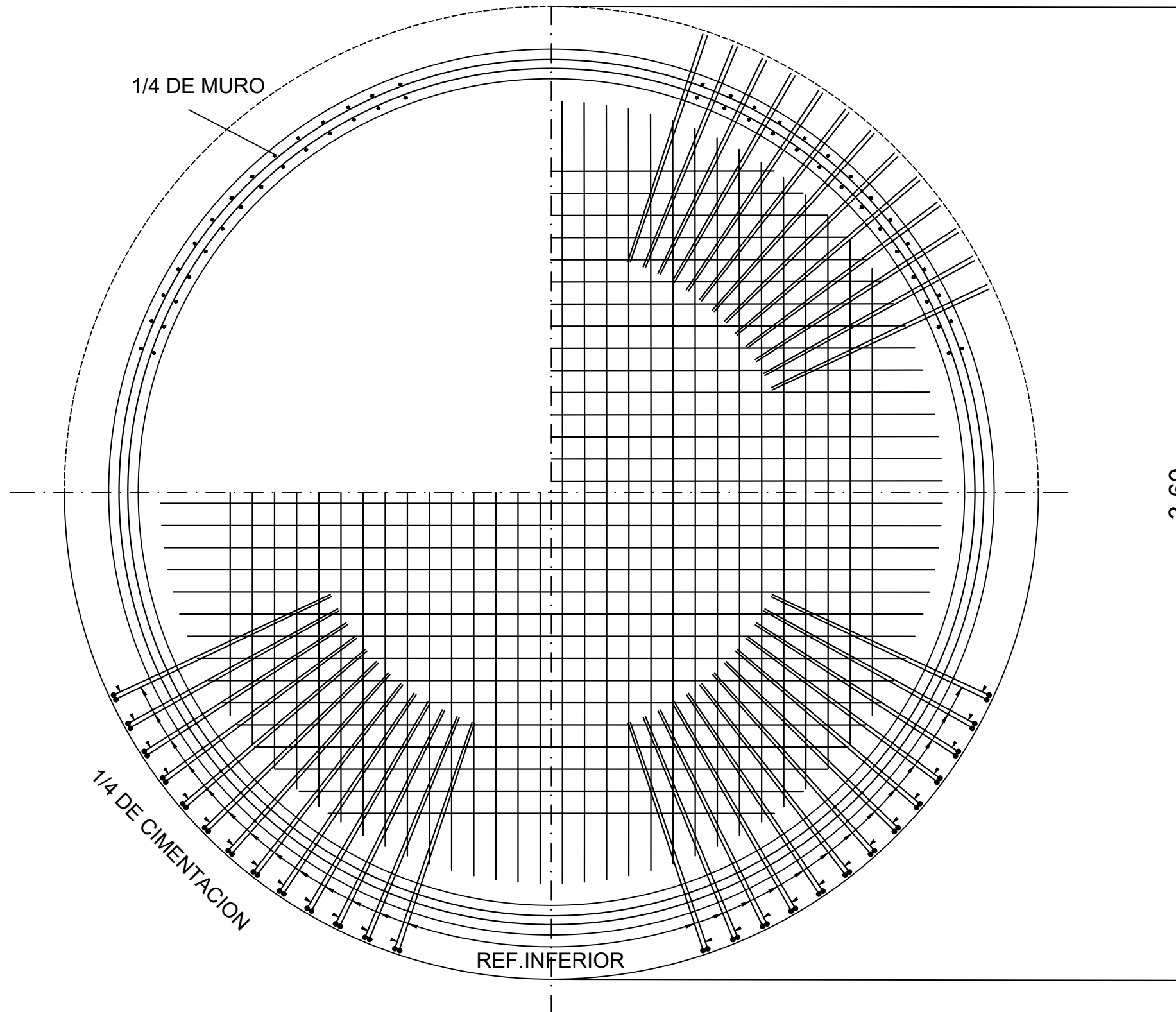
N. LÁMINA



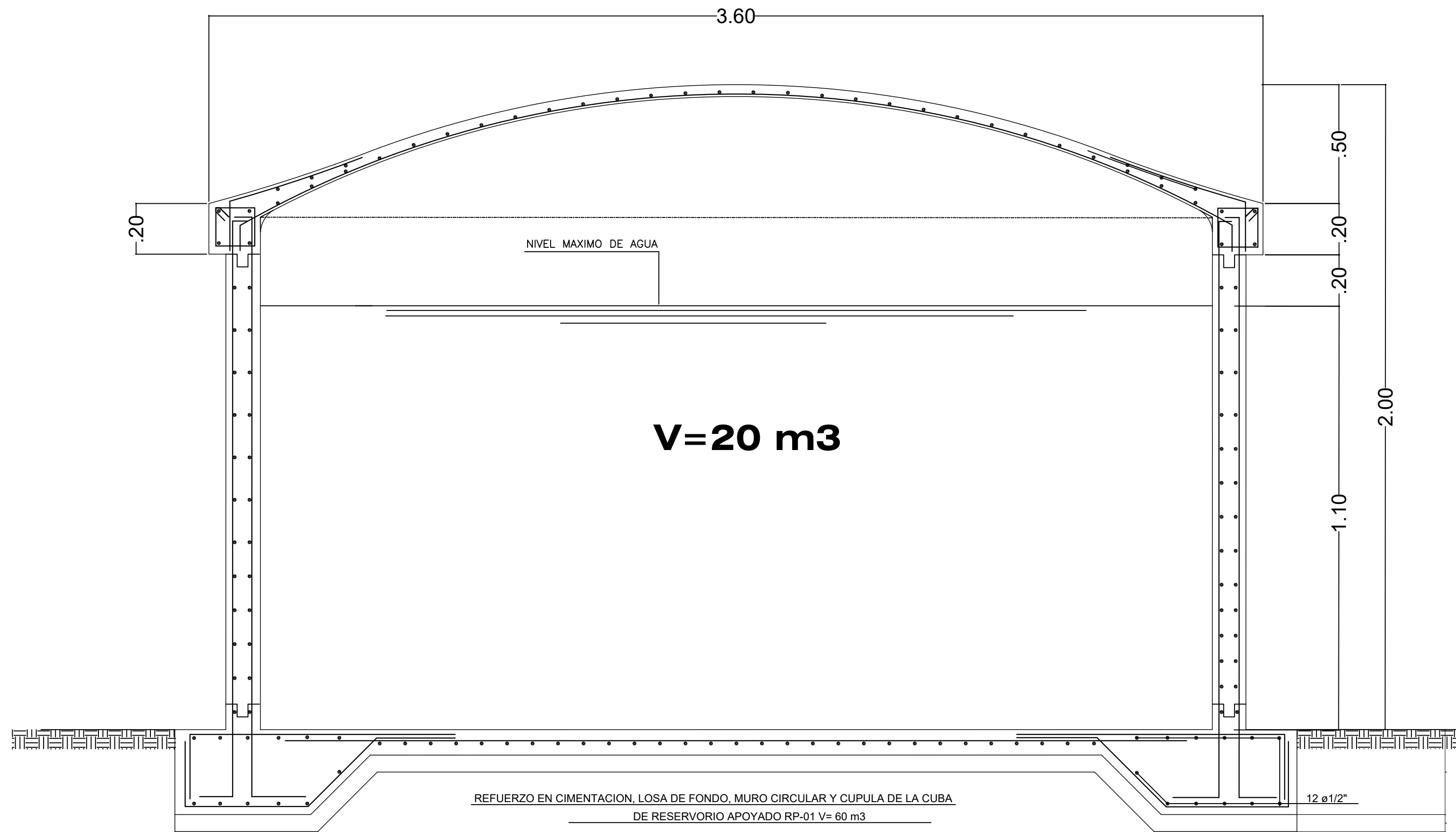
COMPOSICION ARQUITECTONICA X



PLANTA - REFUERZO EN CIMENTACION
V=20 m3



LOSA ESTRUCTURAL - REFUERZO INFERIOR
V=20 m3

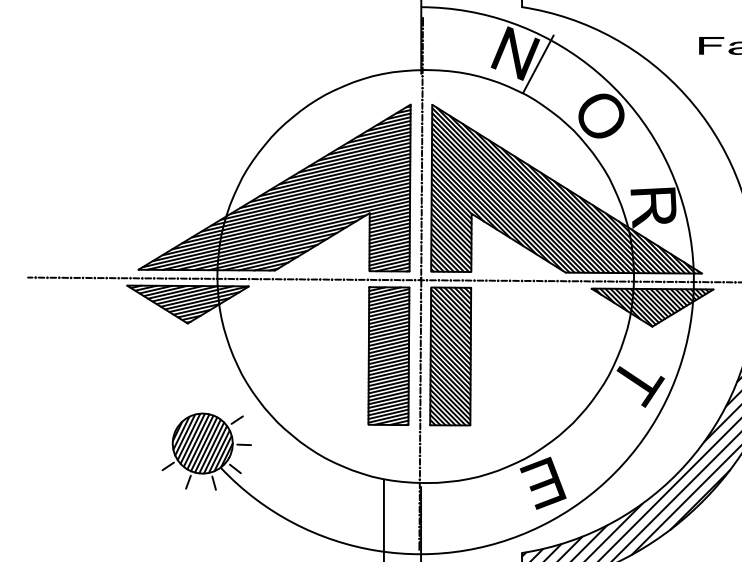


REFUERZO EN CIMENTACION, LOSA DE FONDO, MURO CIRCULAR Y CUPULA DE LA CUBA
DE RESERVORIO APOYADO RP-01 V= 60 m3

PROFUNDIDAD DE CIMENTACION

A PARTIR DEL TERRENO NATURAL, ELIMINANDO CUALQUIER MATERIAL DE RELLENO. SI FUERA NECESARIO ALCANZAR NIVELES SUPERIORES, DEBERA UTILIZARSE FALSAS ZAPATAS CON CONCRETO $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$, HASTA ALCANZAR EL NIVEL DESEADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS-CISTERNA	
MATERIALES:	
ACERO EN GENERAL $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$	
USAR # 1/4" CORRUGADO	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	
CEMENTO PORTLAND TIPO V (SOLO EN CONTACTO CON EL TERRENO)	
CONCRETO:	
- MUROS Y CIMENTACION $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	
- CUPULA $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$	
LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.45 PARA EL FONDO Y MURO DE CUBA.	
RECUBRIMIENTOS:	
ZAPATAS	: 7.0 cm.
MURO CARA	: 4.0 cm.
CUPULA	: 3.0 cm.
VACIADO DEL CONCRETO:	
MAXIMA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERA DE 2.00 POR ETAPA.	
REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:	
TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA, INCLUIDO LA SUPERFICIE INTERIOR DE LA CUPULA SERAN REVESTIDAS CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	
TODAS LAS SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL TERRENO SERAN PINTADAS CON EMULSION ASFALTICA.	
LA PROPORCION Y METODO DE APLICACION DE LOS ADITIVOS SERA DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.	
NOTAS:	
-SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.	



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

PROYECTO
Hoya captadora de agua

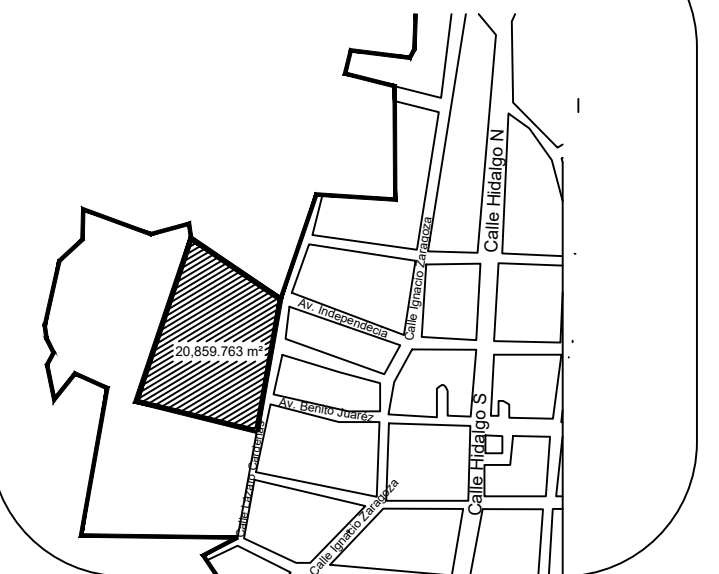
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	3213 HAB.
DOTACION	60 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	3695.625 m3
GASTO MAXIMO DIARIO	303.75 m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3695.625 m3
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	15,371.88 M3
CORTE	16,409.81 M3
DESPALME	3,430.43 M3
ALMACENAMIENTO	3,430.43 M3
SISTEMA	GRAVEDAD

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VICTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

15/08/2022

ESCALA:

COTAS:

METROS

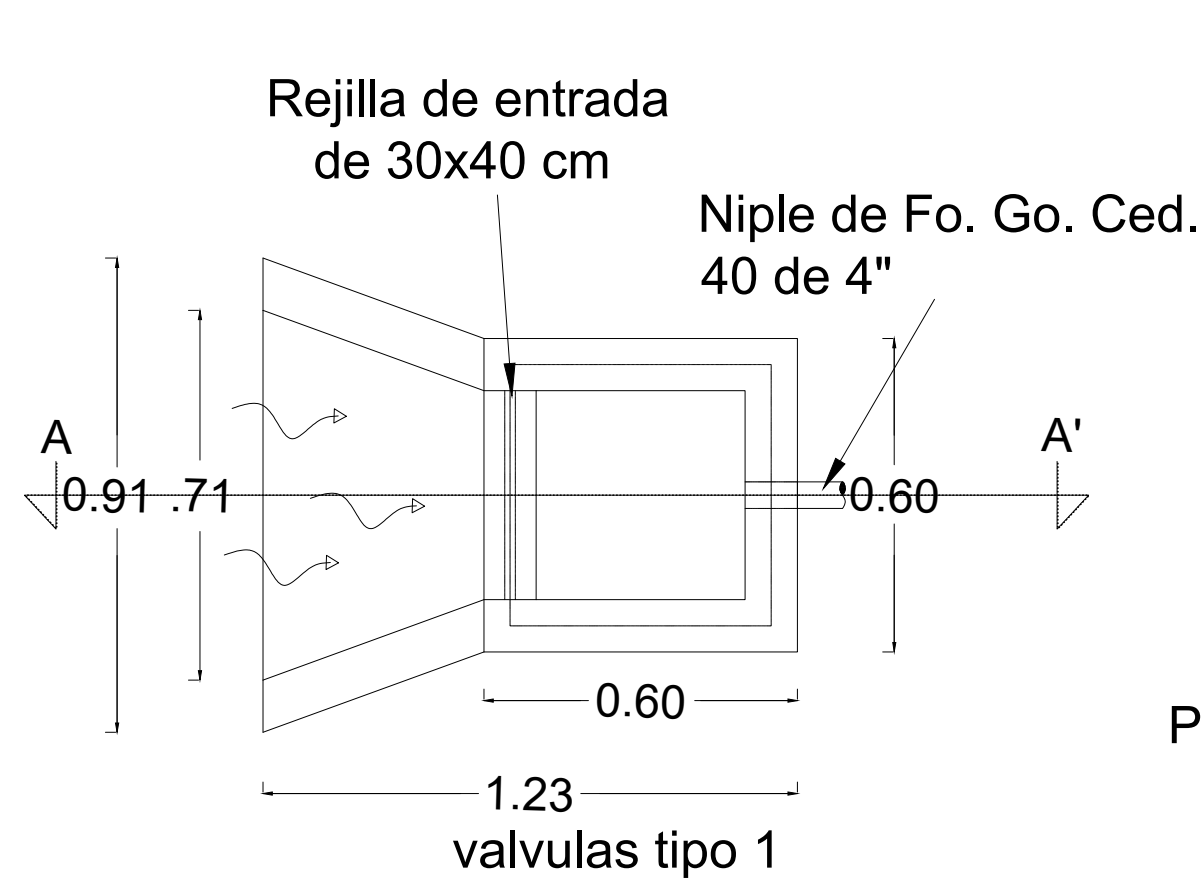
ARQ-03

N. LÁMINA

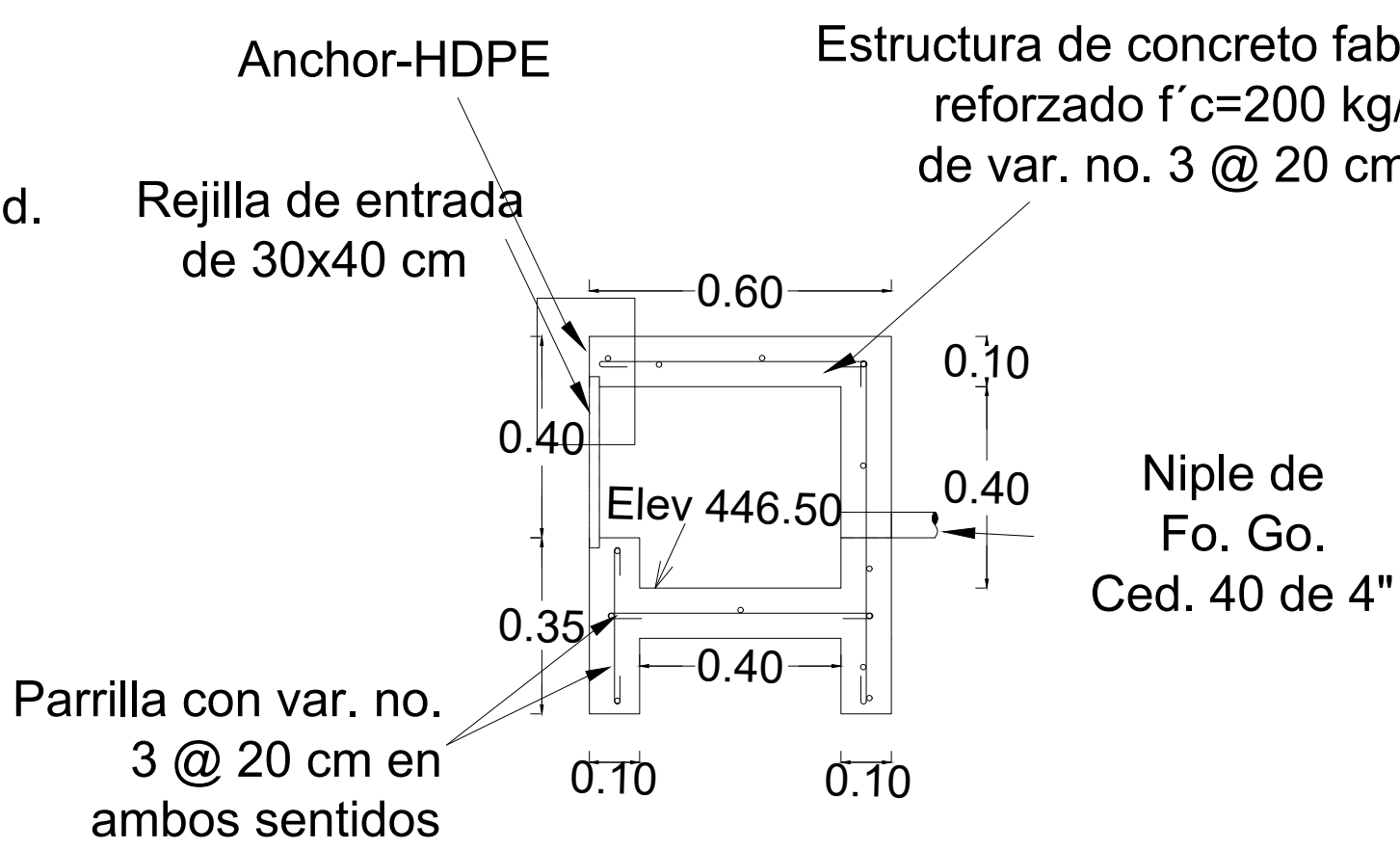
ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X

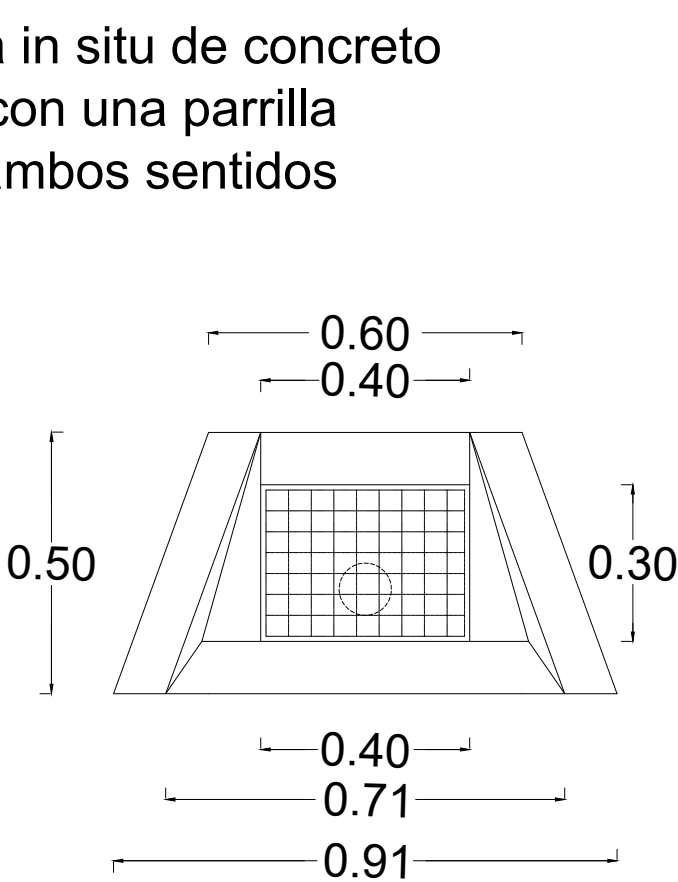
DETALLE B (OBRA DE TOMA Y TUBO DE LIMPIEZA)



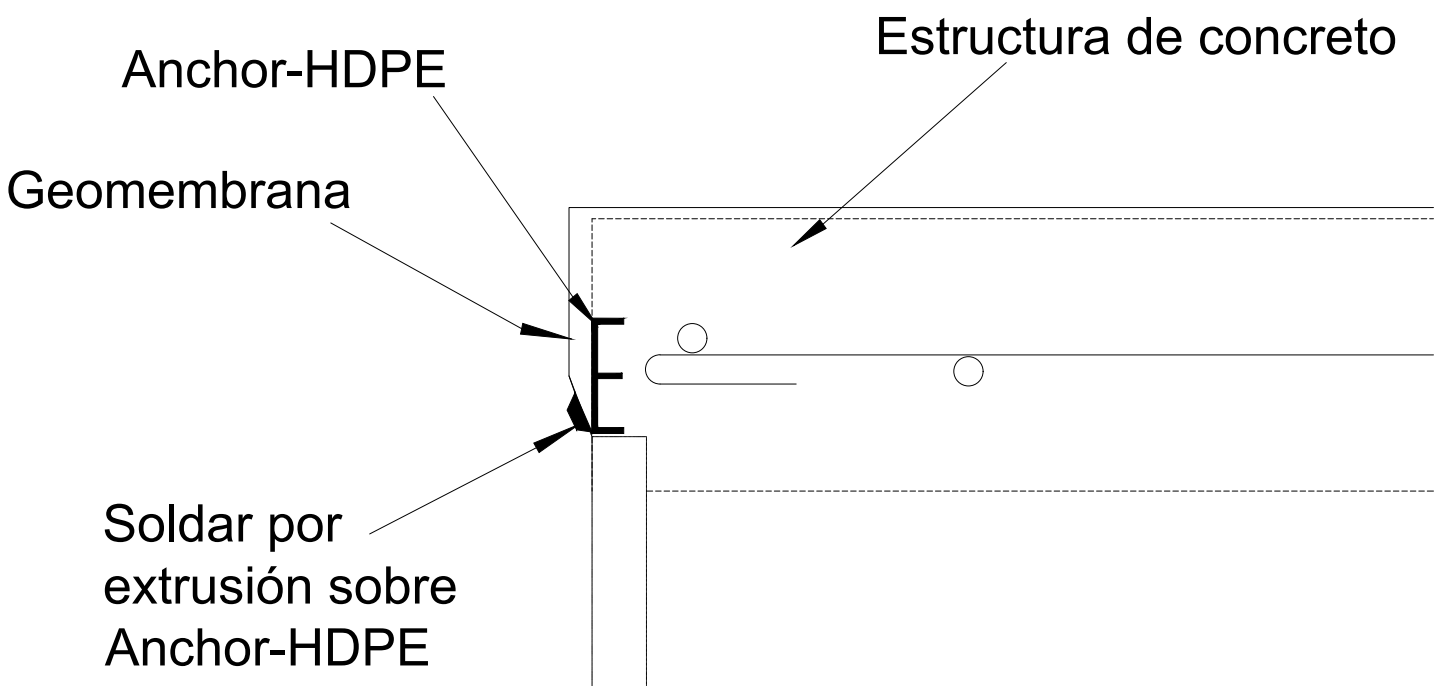
VISTA EN PLANTA



CORTE A-A'



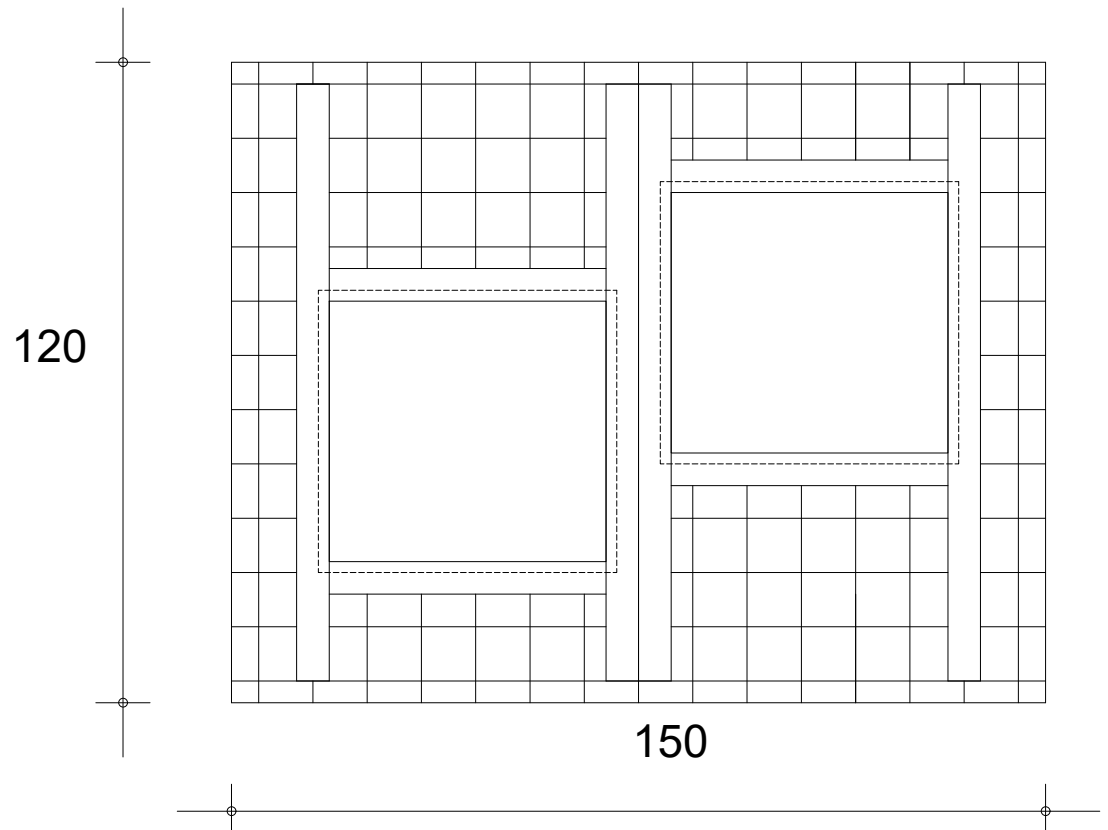
VISTA FRONTAL



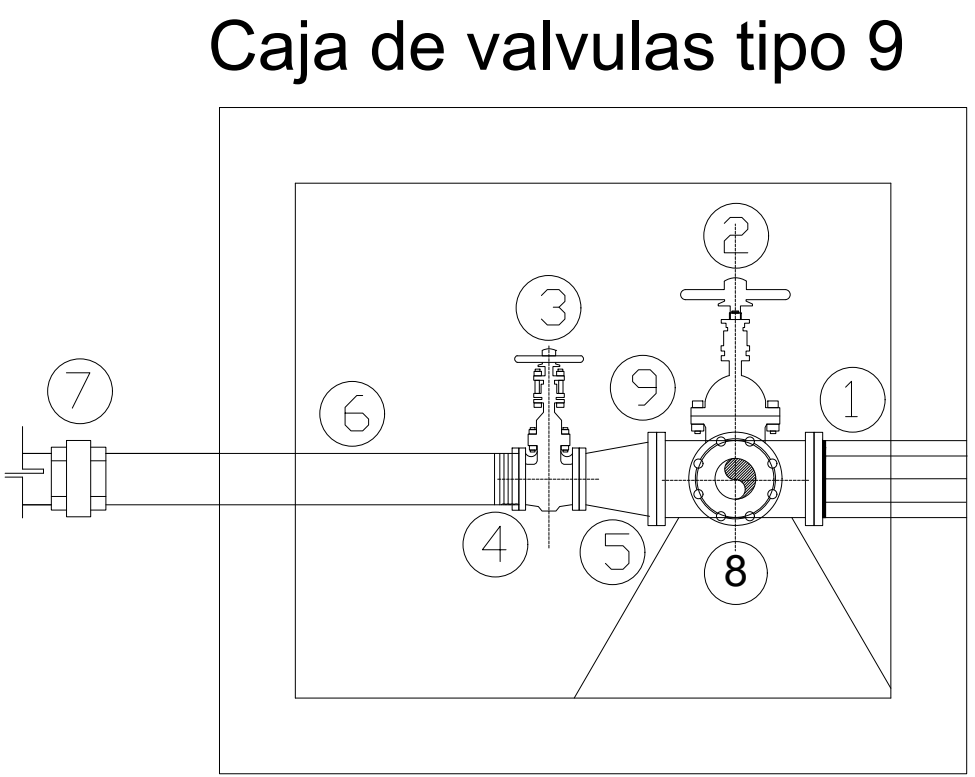
DETALLE DE INSTALACIÓN DE ANCHOR HDPE (POLILOCK) EN MUROS

PIEZAS ESPECIALES PARA OBRA DE TOMA			
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1	NIPLE DE Fo. Go. DE 4" DE DIAMETRO C-40 POR 100 CM DE LARGO	M	46.70
2	VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 4"	PZA	1.00
3	VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA DE 2"	PZA	1.00
4	BRIDA ROSCABLE 2"	PZA	2.00
5	REDUCCIÓN CAMPANA DE 4" A 2"	PZA	1.00
6	NIPLE DE 50 CM Fo. Go. DE 2" DE DIAMETRO C-40	PZA	1.00
7	TUERCA UNION 2"	PZA	1.00
8	TEE DE Fo. Go. BRIDADA DE 4"	PZA	1.00
9	BRIDA ROSCABLE Fo. Fo. DE 4"	PZA	2.00
10	NIPLE DE 25 CM DE Fo. Go. DE 4"	PZA	1.00

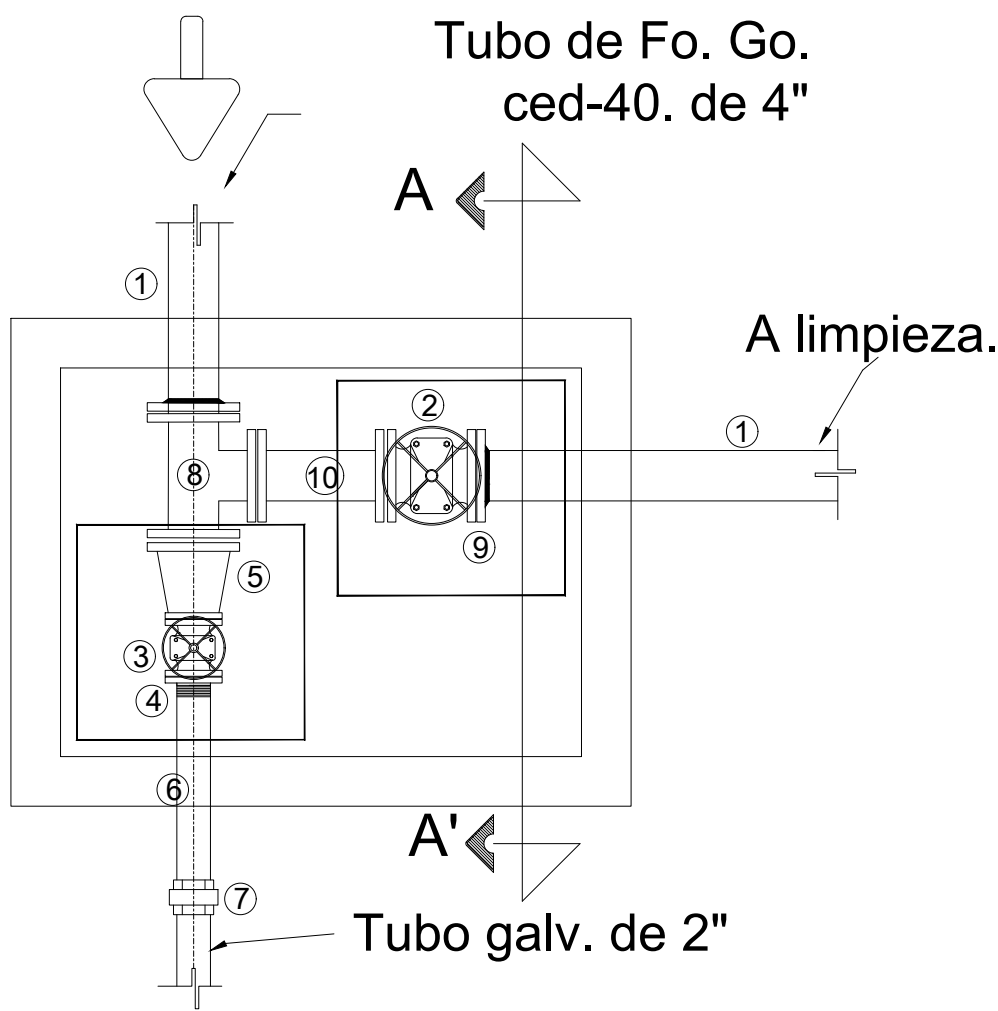
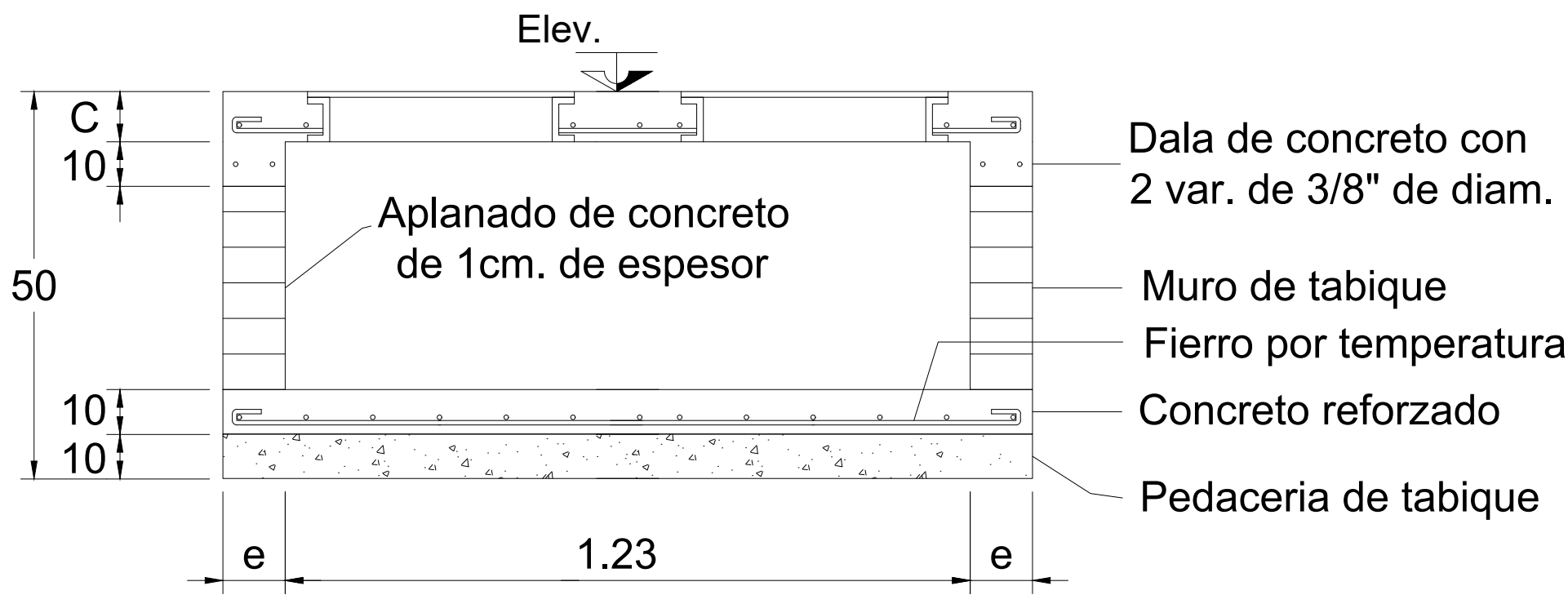
CAJA DE VÁLVULAS TIPO 9



LOSA Y CONTRAMARCO



PERFIL



CEPEO PARA OBRA DE TOMA PRE A LA EXCAVACIÓN A LA OLLA

DIMENSIONES ZANJAS TIPO				
Diámetro (Ø)	Ancho	Profundidad	Esp. de Planillas	
Pulgadas	mm	(B)	(H)	(I)
4"	50.8	55	70	5
6"	76.2	60	100	7

DATOS PARA CAJAS DE VALVULAS																					
Caja Tipo No.	Diametro de Valvula	Cant. De Valv.	h en m.	c en cm.	a en m.	b en m.	e	x	y	CONTRAMARCOS				EXC.	PED. TAB.	CONC. PISO M3	M. MOR. CEM. M2	Dala Per. Con ref. 2vs. 3/8"	Aplanado cemento m2	Losa de Conc. Techo m3	Varillas 3/8"Diam. Kg p/c
							Muro cm.	en m.	en m.	SENCILLO	DOBLE	CANT.	CANAL	M3	M2						
9	50 a 150	2	1.32	11.30	1.20	0.90	14	1.48	1.48	1.10	-	2	1.00	2.31	1.75	0.18	4.28	0.066	4.20	0.149	37

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

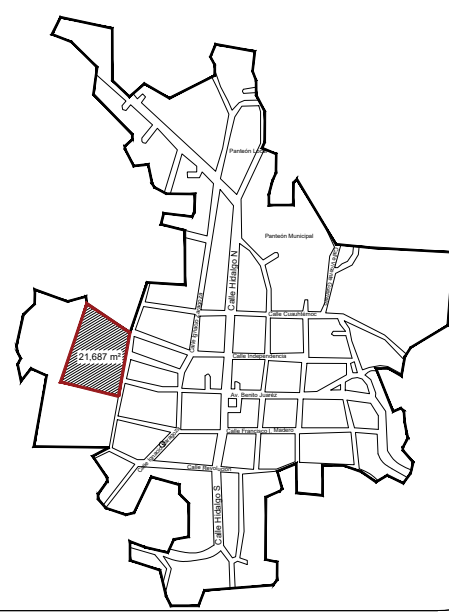
PLANO DE DETALLES

PROYECTO
Hoya captadora de agua

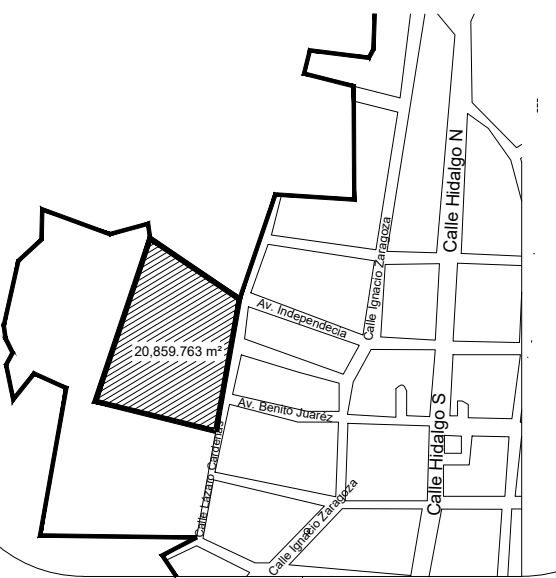
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	1988 HAB.
DOTACION	50 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	7,206m ³
GASTO MAXIMO DIARIO	3,000 m ³
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	36,500 m ³
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	5,688 m ³
DESPLAZAMIENTO	3,000 m ³
ALMACENAMIENTO	GRAVEDAD
SISTEMA	OLLA

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:
DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN
06/11

F. ENTREGA
14/06/2022

ESCALA:
COMO SE INDIQUE

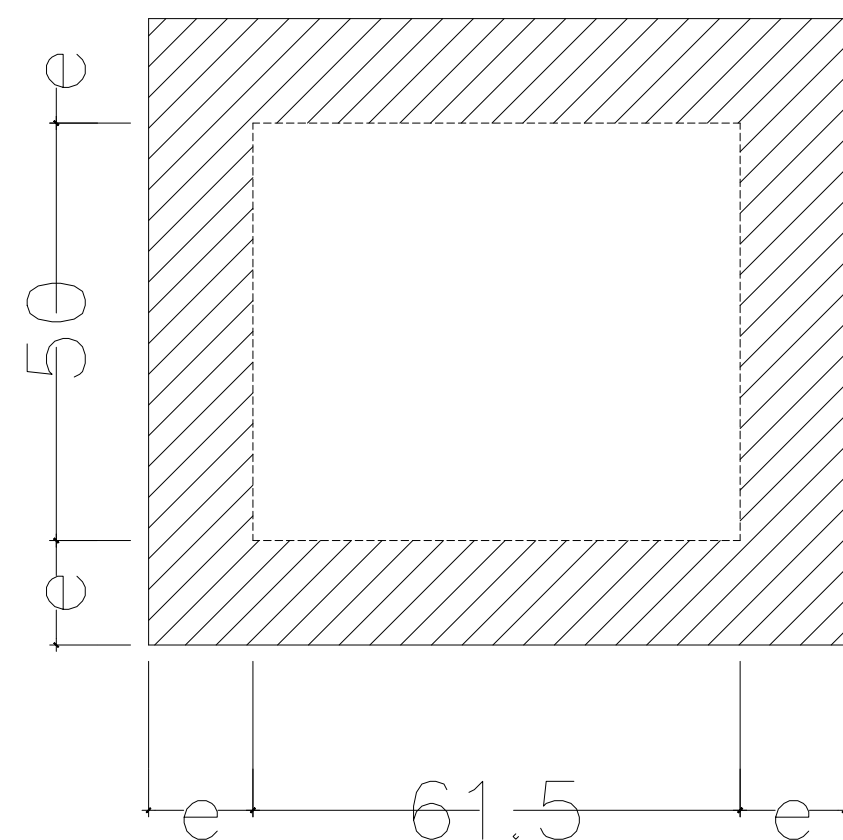
COTAS:
METROS

N. LÁMINA

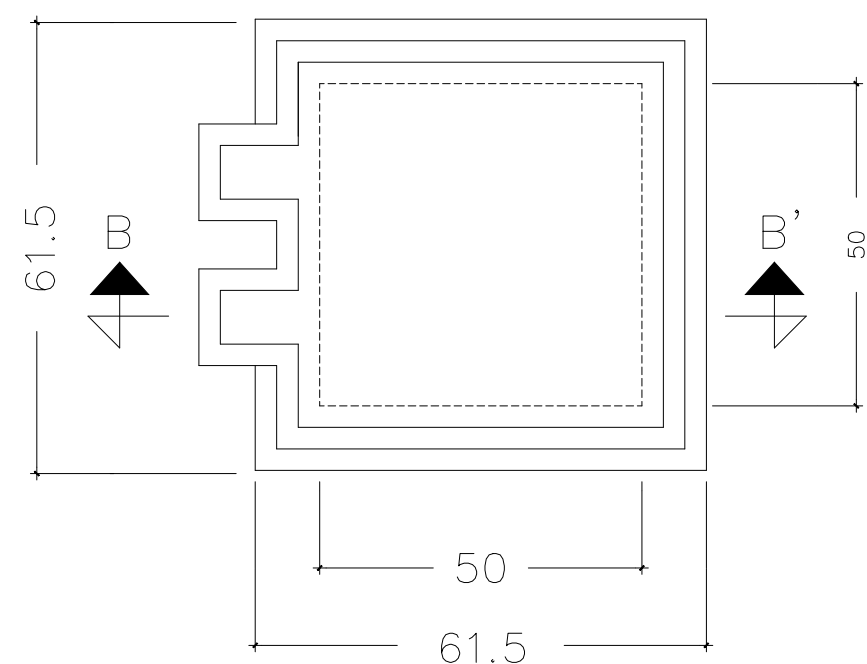
COMPOSICION ARQUITECTONICA X

ARQUITECTURA

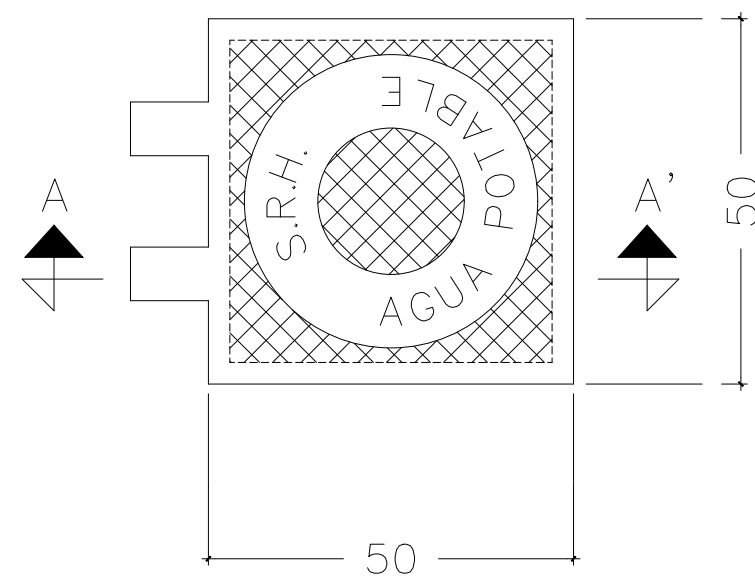
LOSA Y CONTRAMARCO



PLANTA



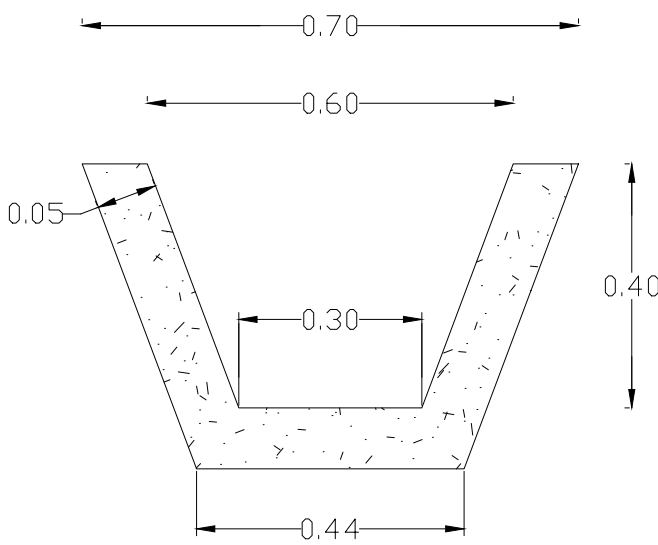
MARCO DE Fo.Fo.



TAPA DE Fo.Fo.

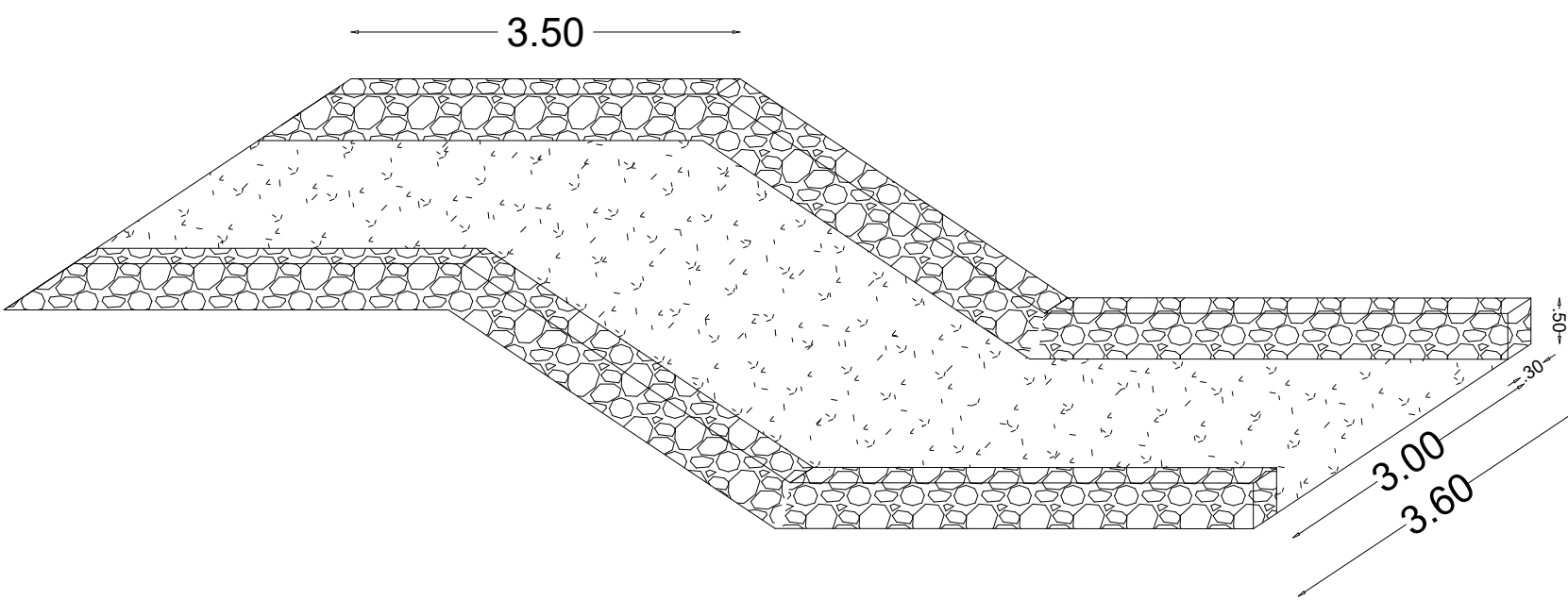
DETALLE C

Seccion del canal para interceptar escurrimientos



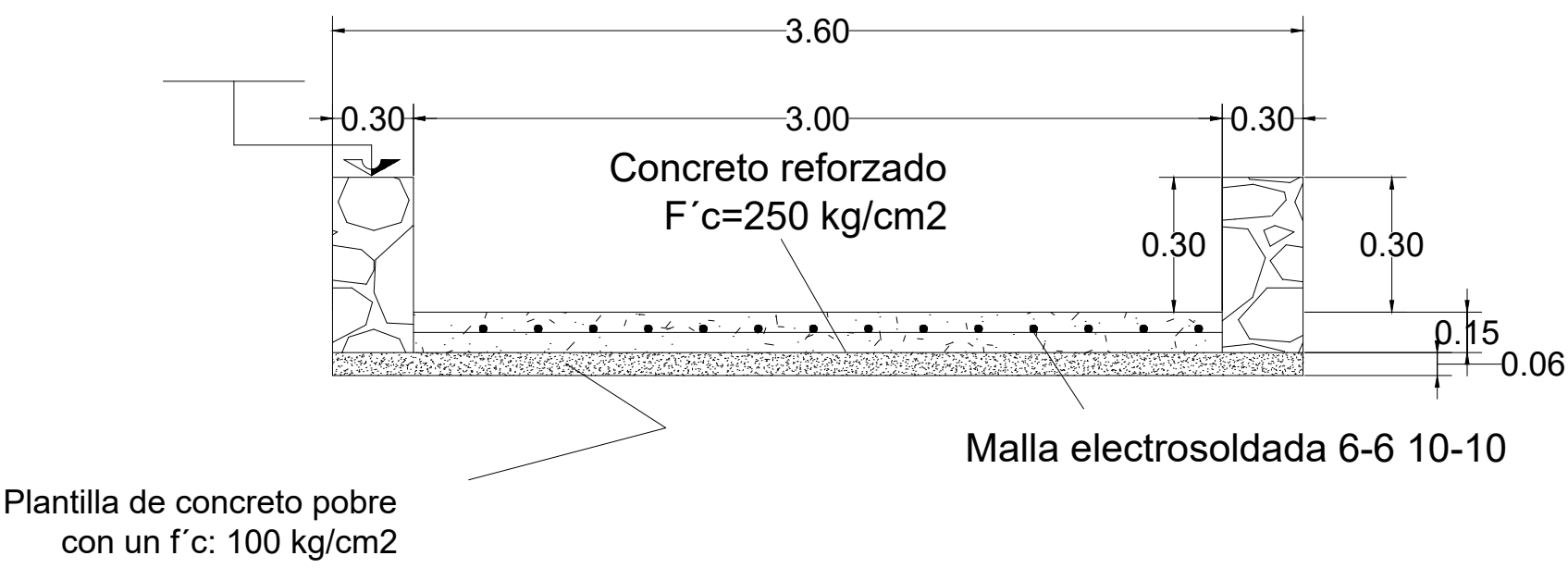
CANAL DE DERIVACIÓN DE ESCURRIMIENTOS

LONGITUD 106.15 M



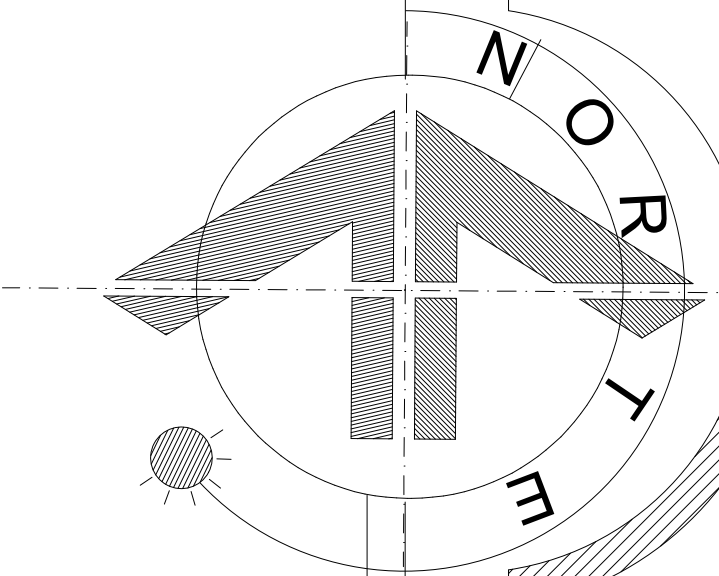
VERTEDOR DE DEMASÍAS EN SIMÉTRICO

SIN ESCALA



CORTE DE VERTEDOR

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

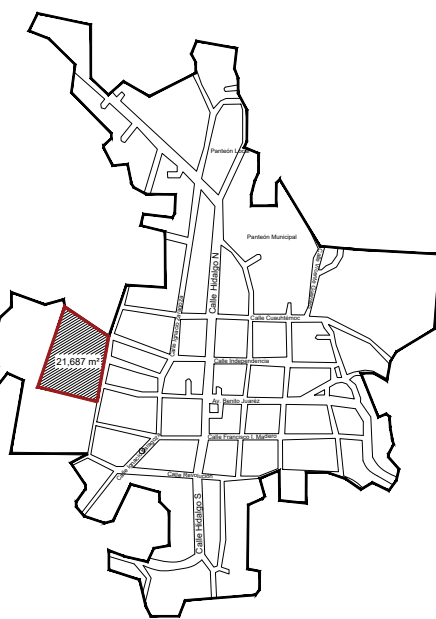
Facultad de Arquitectura

PLANO DE DETALLES

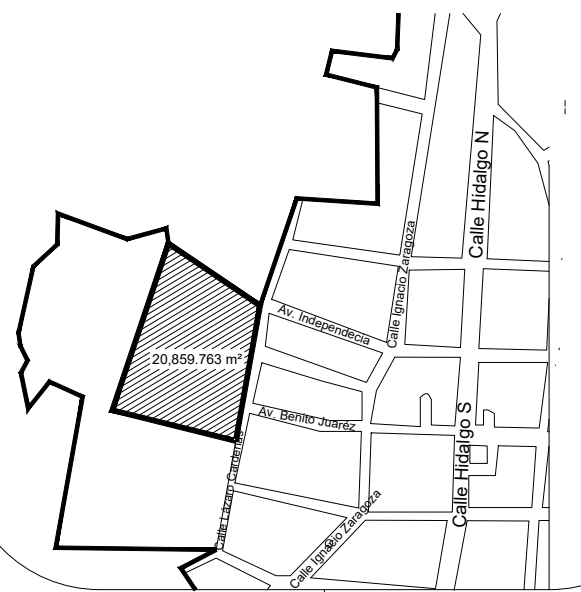
PROYECTO
Hoya captadora de agua

DATOS DEL PROYECTO	
POBLACION ACTUAL ESTIMADA	3213 HAB.
DOTACION	60 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	7,206 m3
GASTO MAXIMO DIARIO	3000 m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3695.625 m3
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	15,371.88 M3
CORTE	16,409.61 M3
DESPALME	3,430.43 M3
ALMACENAMIENTO	OLLA
SISTEMA	GRAVEDAD

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

14/06/2022

ESCALA:

COMO SE INDIQUE

COTAS:

METROS

DET-02

N. LÁMINA

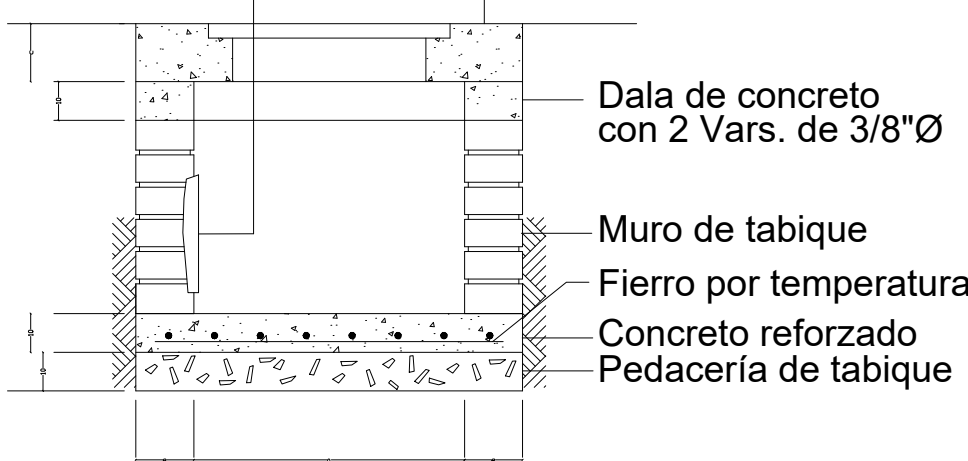
ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X

Isométrico que indica la forma de unir el contramarco con las varillas de la losa por medio de una varilla de 9.5mm(3/8")Ø soldada perimetralmente al contramarco

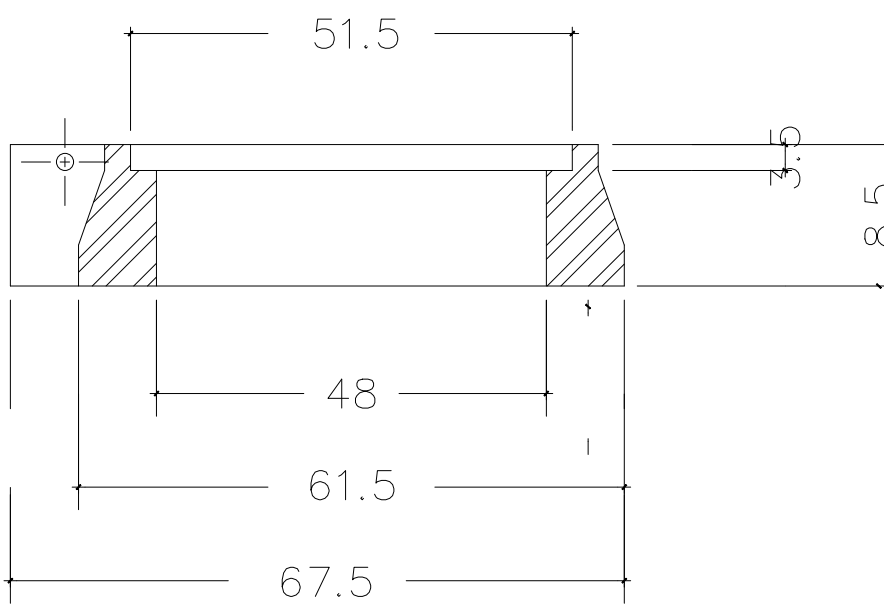
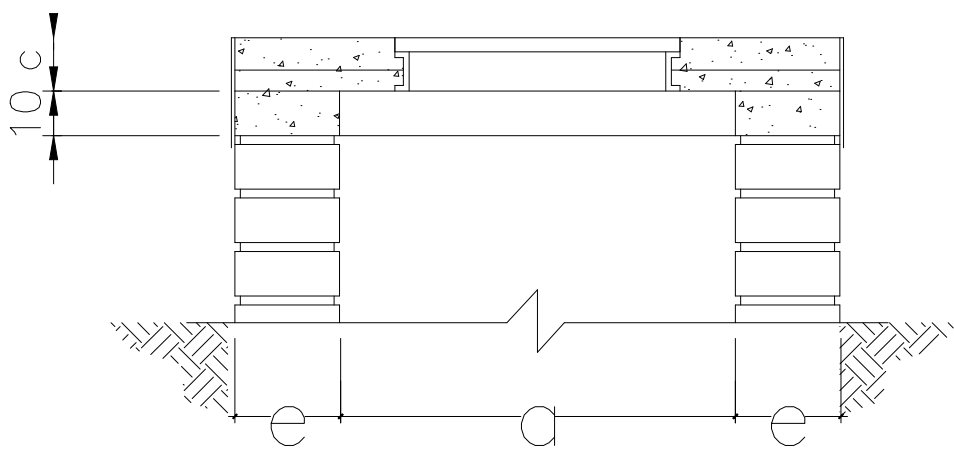
Aplanado de cemento de 1 cm de espesor

Nivel de tapa

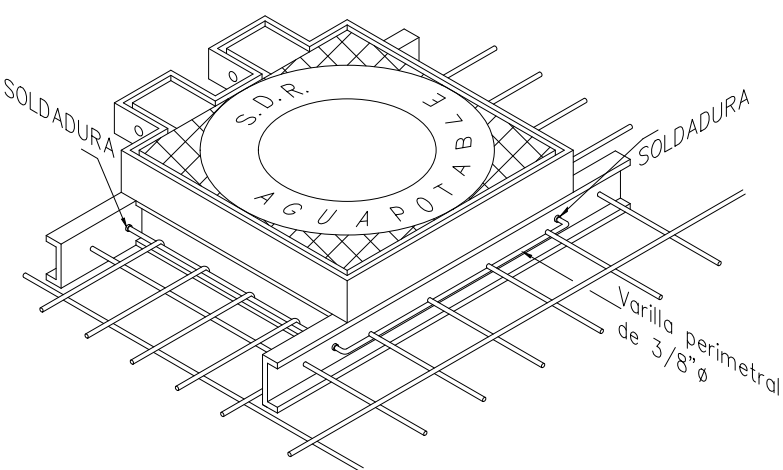
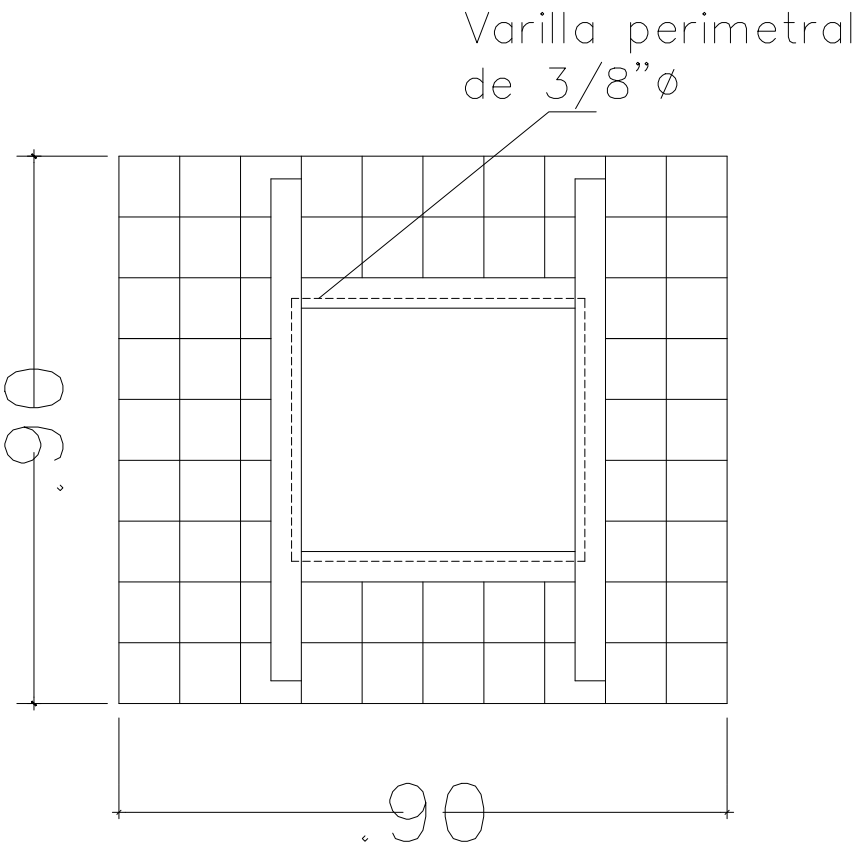


ELEVACION

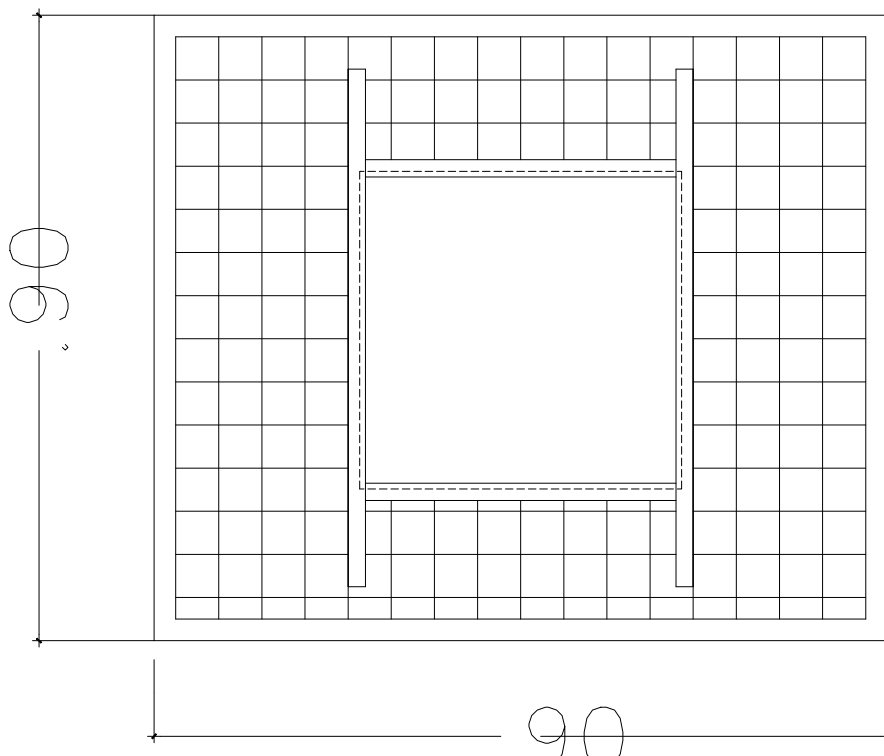
PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO
Losa del techo 1-2-3 1/2
Losa del piso 1-3-5



CORTE B-B'



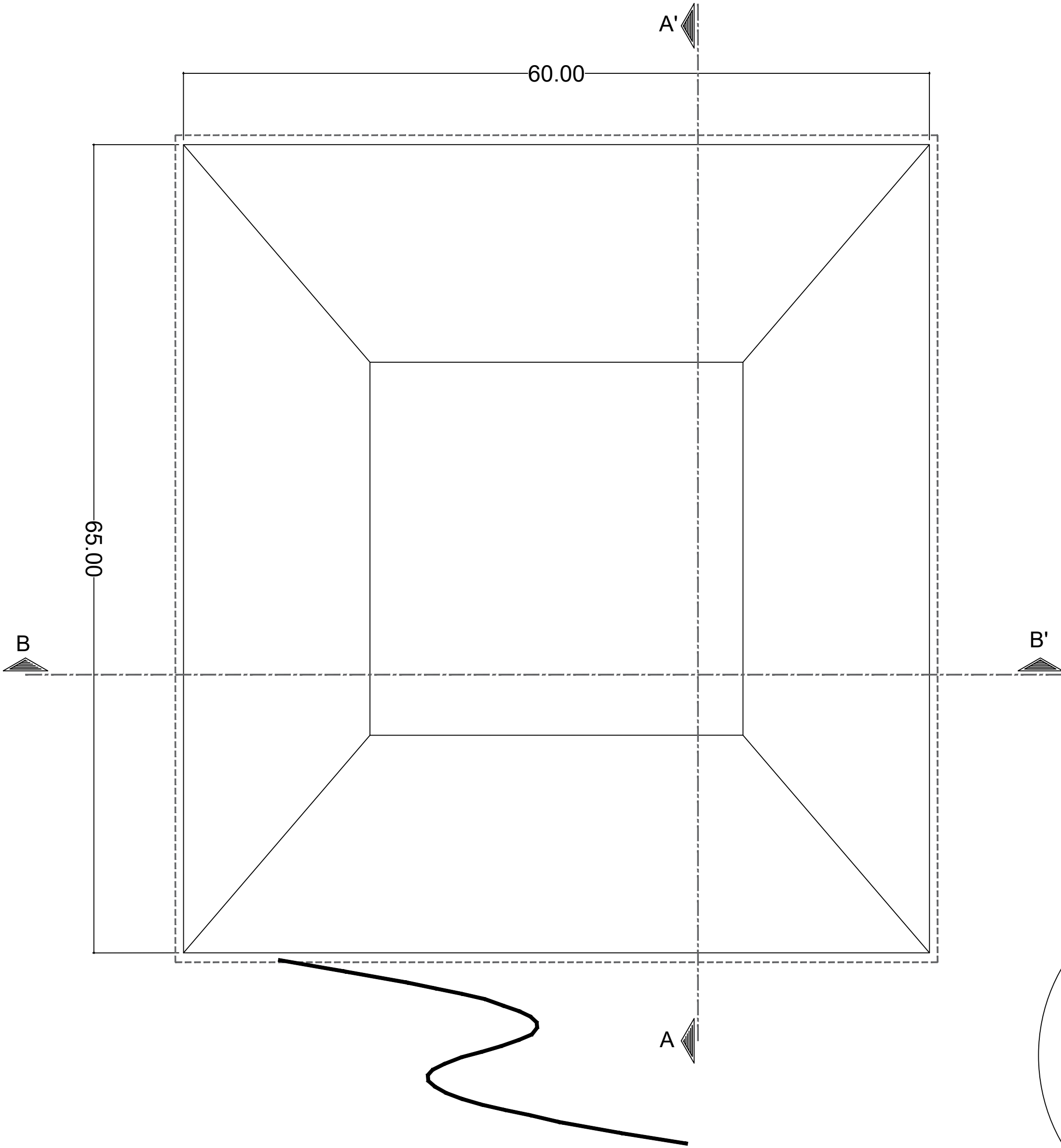
SIN ESCALA



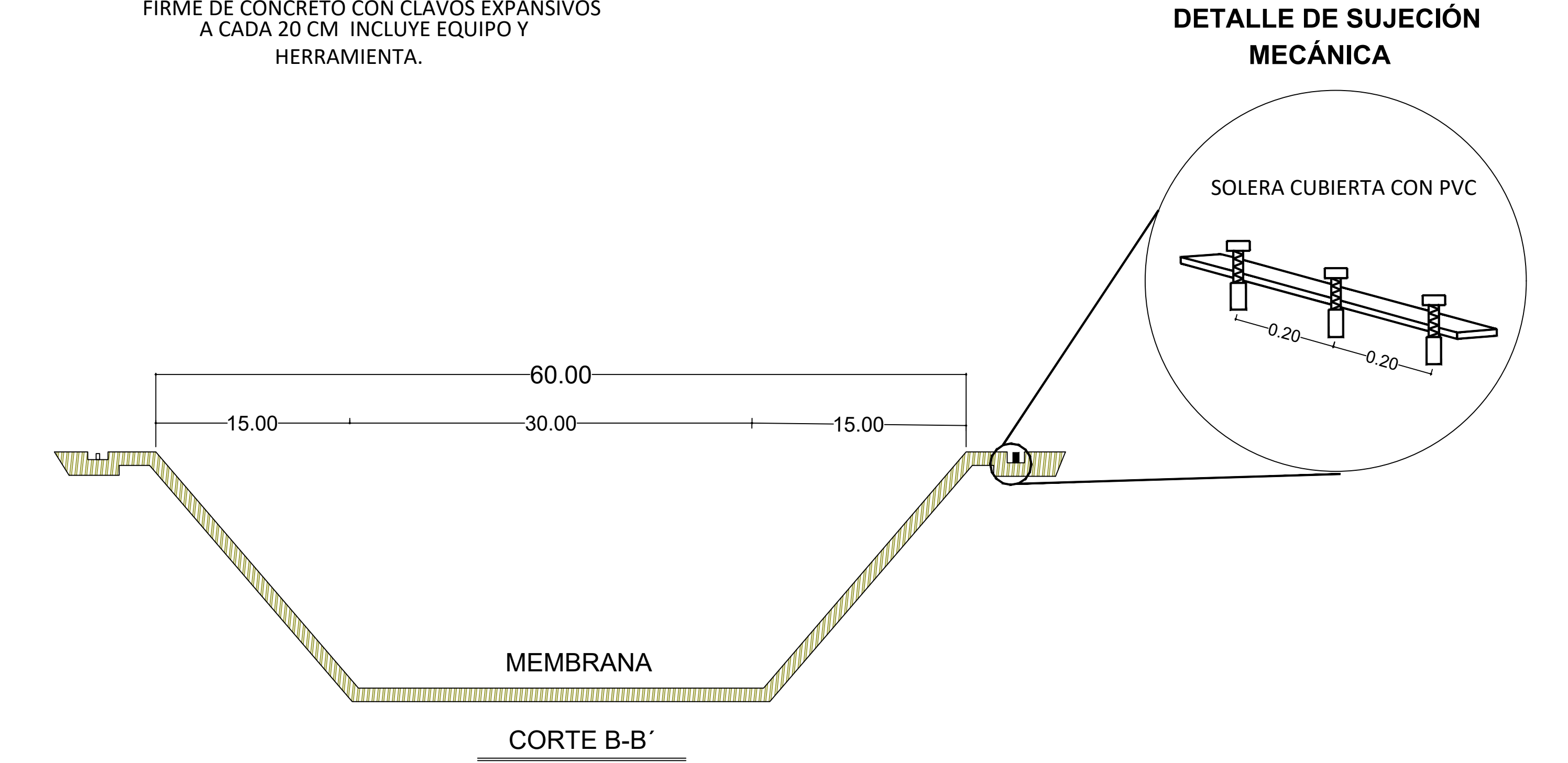
FIJACIÓN MECÁNICA DE MEMBRANA

Se colocaron 250 metros lineales de solera
Se colocaron 1250 piezas de clavos expansivos

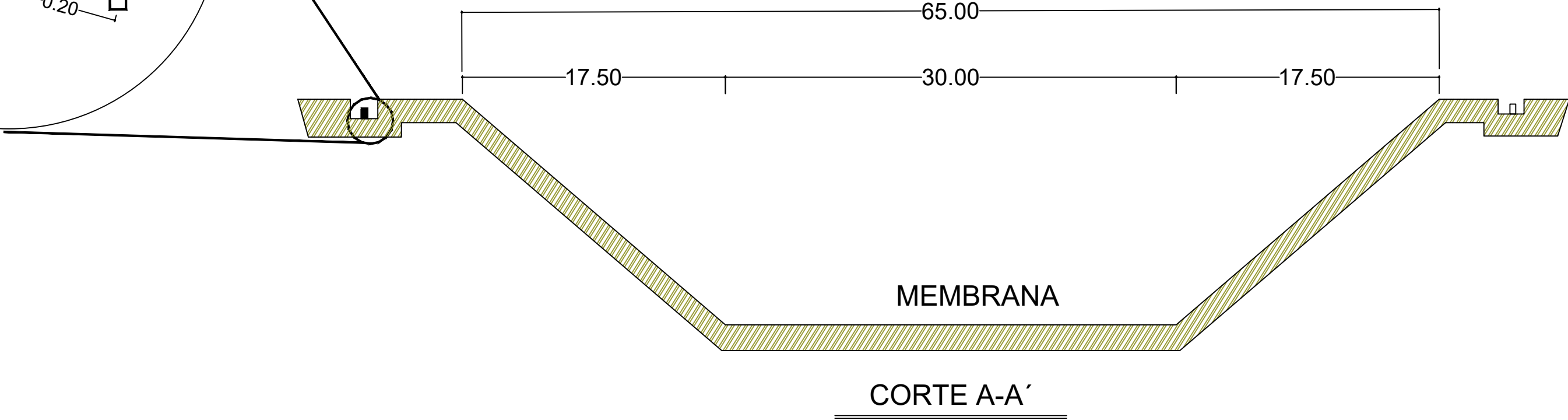
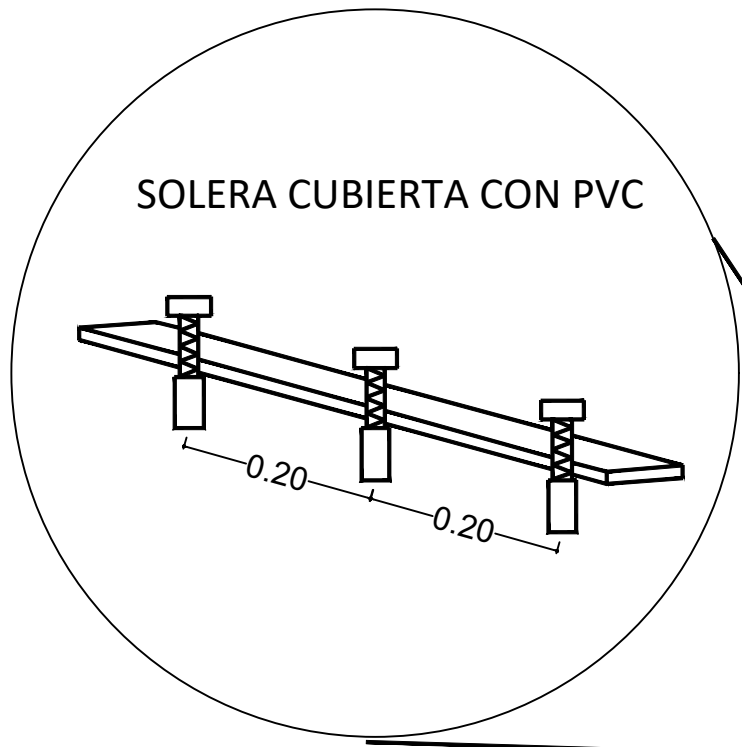
1. COLOCACIÓN DE SOLERA CUBIERTA CON POLICLORURO DE VINILO "PVC" ANCLADA AL FIRME DE CONCRETO CON CLAVOS EXPANSIVOS A CADA 20 CM INCLUYE EQUIPO Y HERRAMIENTA.



1. COLOCACIÓN DE SOLERA CUBIERTA CON POLICLORURO DE VINILO "PVC" ANCLADA AL FIRME DE CONCRETO CON CLAVOS EXPANSIVOS A CADA 20 CM INCLUYE EQUIPO Y HERRAMIENTA.

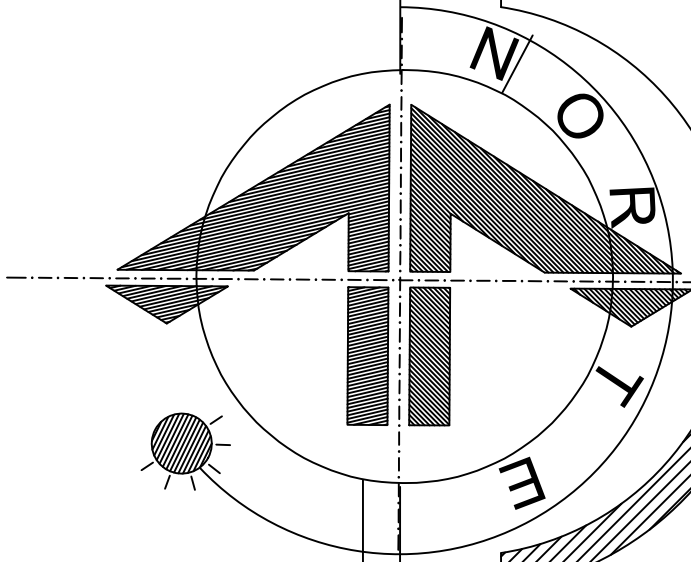


DETALLE DE SUJECIÓN MECÁNICA



MEMBRANA

CORTE A-A'



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

PLANO DE DETALLES

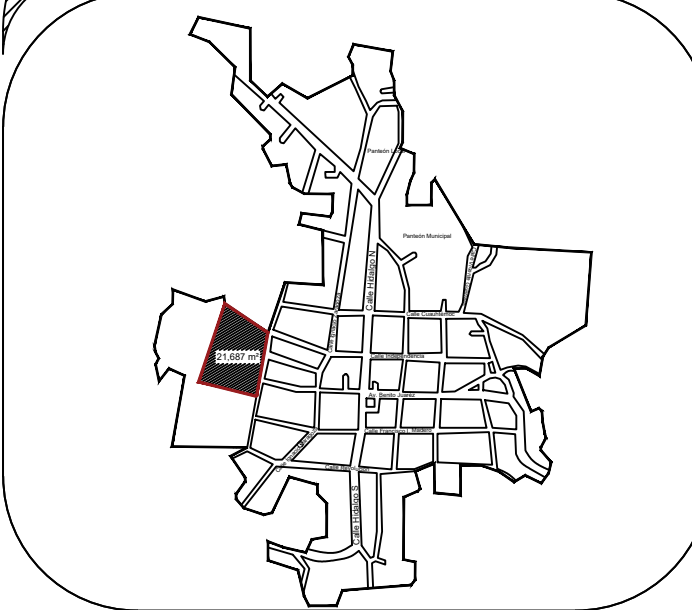
PROYECTO

Hoya captadora de agua

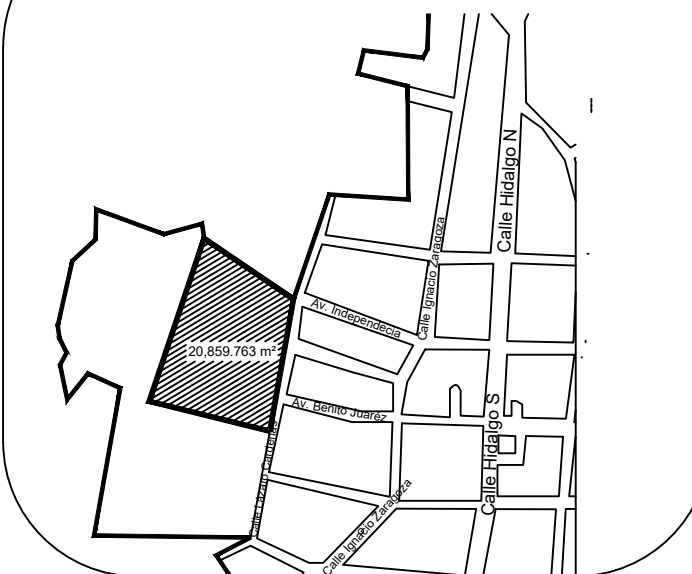
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	3213 HAB.
DOTACIÓN	60 LTS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	3695.625 m3
GASTO MAXIMO DIARIO	303.75 m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3695.625 m3
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACIÓN	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TERRAPLEN	15,371.88 M3
CORTE	16,409.81 M3
DESPALME	3,430.43 M3
ALMACENAMIENTO	OLLAS
SISTEMA	GRAVEDAD

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VICTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

15/08/2022

ESCALA:

COTAS:

METROS

DET-03

N. LÁMINA

ARQUITECTURA

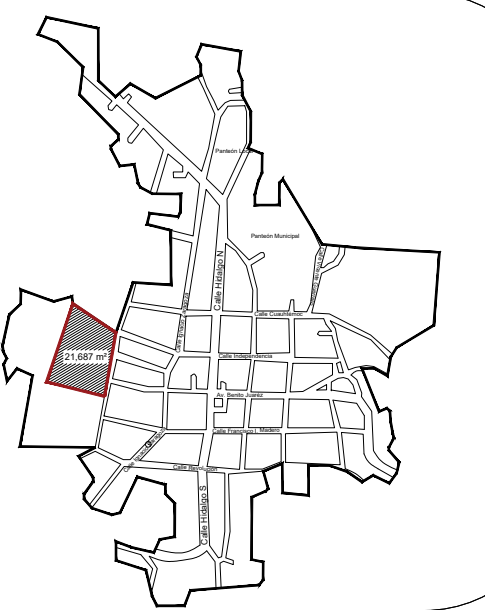
COMPOSICION ARQUITECTONICA X

PROYECTO
Hoya captadora de agua

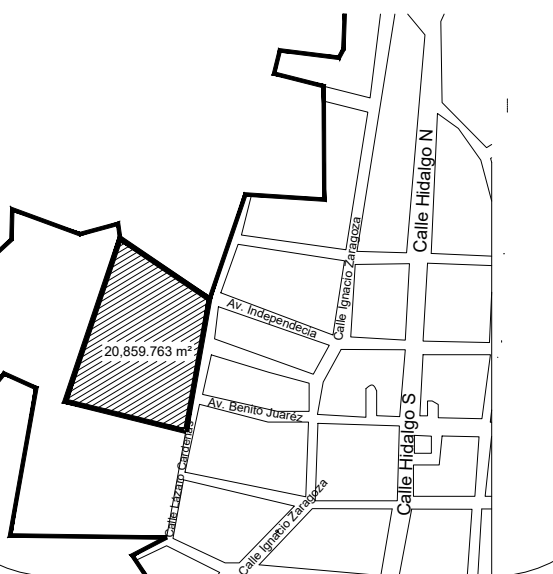
DATOS DEL PROYECTO

POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA	1988 HAB.
DOTACION	60 LITROS/HAB/DIA
GASTO MEDIO ANUAL	7,206 m ³
GASTO MAXIMO DIARIO	3,000 m ³
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	36,500 m ³
DIAMETRO DE TUBERIA DE ALIMENTACION	3" PULG.
TIEMPO DE LLENADO	45 DIAS
TENDALLEN	5,688 m ³
DESALME	3,000 m ³
ALMACENAMIENTO	GRAVEDAD
SISTEMA	OLLA

DATOS GENERALES



CROQUIS DE LOCALIZACION



MAESTRO:

ARQ. VÍCTOR HUGO ABRAHAM BOLAÑOS

ALUMNO:

SILVIA PASALLO PLANCARTE

GRADO:

DÉCIMO SEMESTRE

SECCIÓN

06/11

F. ENTREGA

14/06/2022

ESCALA:

ESCALA: 1/ 20

COTAS:

METROS

CER-01

N. LÁMINA

ARQUITECTURA

COMPOSICION ARQUITECTONICA X

